Министерство образования и науки Российской Федерации
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)

63-я Открытая студенческая
научно-техническая конференция

СНТК УНИВЕРСИТЕТА МАШИНОСТРОЕНИЯ 2013

СБОРНИК РАБОТ

СНТК

MOTUL
SACMA GROUP
ЦРМП УНИВЕРСИТЕТА МАШИНОСТРОЕНИЯ
NGK
Brabender
НАМИ
АВТОСТАТ АНАЛИТИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО
QUANTORFORM www.qform3d.com
Bitzer THE HEART OF FRESHNESS
AUTODESK
ЕВРОХИМ МИНЕРАЛЬНО-ХИМИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ
HAITIAN RUSSIA

sntk.mami.ru

Содержание

Секции конференции:

АВТОМОБИЛИ И ТРАКТОРЫ....3
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ....62
АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ....125
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ....168
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА....220
НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ И СБОРКИ В МАШИНОСТРОЕНИИ....278
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В МАШИНОСТРОЕНИИ....379
АВТОМАТИЗАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ....421
ТЕХНИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР И КРИОНАНОТЕХНОЛОГИИ....443
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ....486
ХИМИЧЕСКИЕ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ....538
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ....607
МЕНЕДЖМЕНТ В МАШИНОСТРОЕНИИ....712
СОЦИАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ....798

СЕКЦИЯ «АВТОМОБИЛИ И ТРАКТОРЫ»

РАЗРАБОТКА ГЛАВНОЙ ПЕРЕДАЧИ АВТОМОБИЛЯ С КОМБИНИРОВАНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКОЙ РАСШИРЕННЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ.

Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Автомобильный институт, факультет «Автомобили и тракторы»
Научный руководитель: к.т.н., доцент Круташов Анатолий Васильевич
Студент: Овчинников А.А.

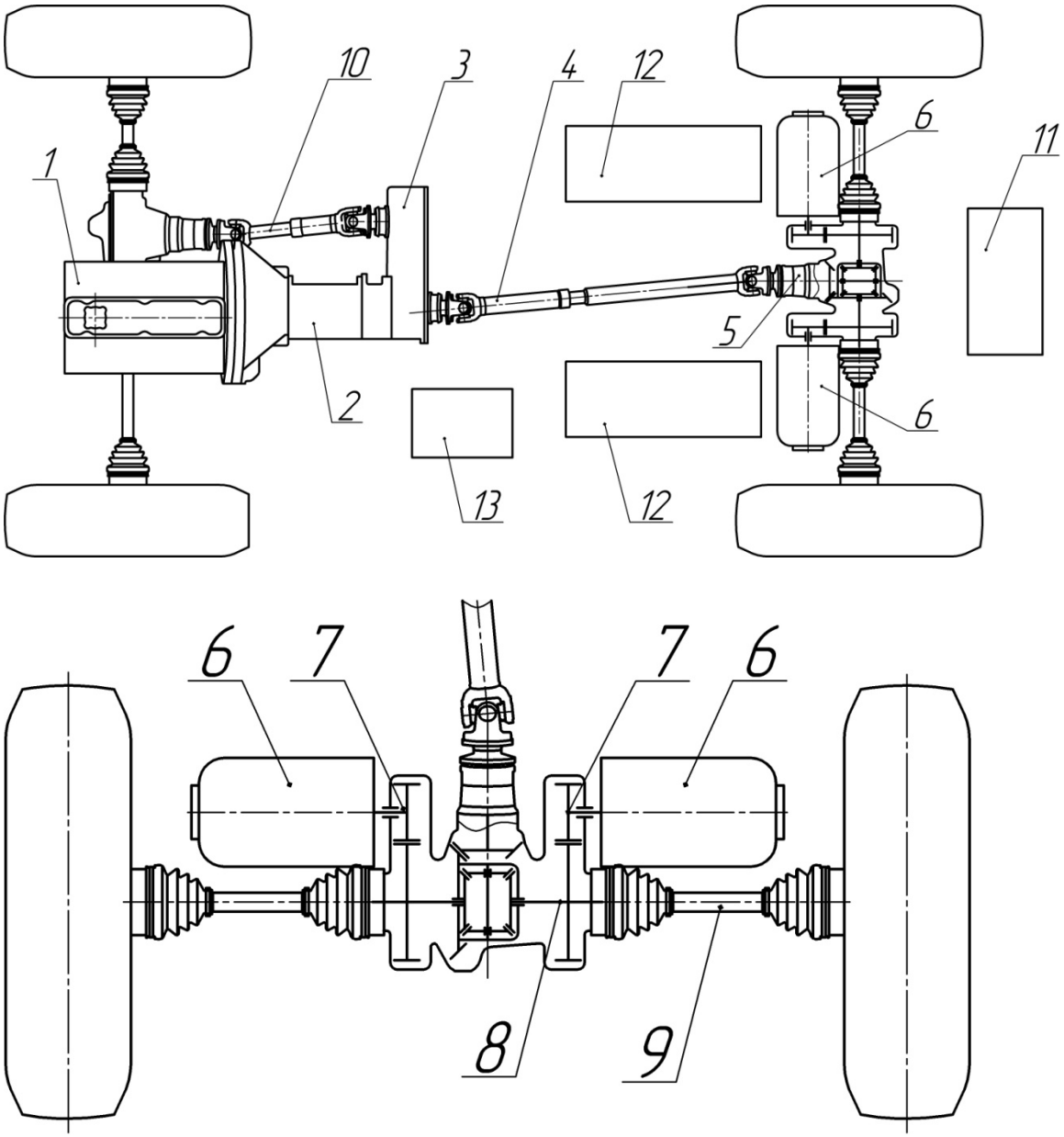
В зависимости от характера взаимодействия двигателя внутреннего сгорания и электродвигателя различают следующие схемы гибридных силовых установок:

- последовательная схема;
- параллельная схема;
- последовательно-параллельная схема.

При последовательной схеме автомобиль приводится в движение от электродвигателя. Двигатель внутреннего сгорания соединен только с генератором, который в свою очередь питает электродвигатель и заряжает аккумуляторную батарею. При этом ДВС работает по характеристике минимальных удельных расходов топлива. Реализация данной функции предполагает использование аккумуляторов увеличенной емкости (литий-ионные аккумуляторы), приводит к сокращению использования ДВС и соответственно снижению вредных выбросов. Представителями данной схемы являются автомобили Chevrolet Volt, Opel Ampera. Эти автомобили имеют возможность движения до 60 км на энергии аккумуляторов и до 500 км на энергии генератора, приводимого в действие ДВС.
В параллельной схеме электродвигатель и двигатель внутреннего сгорания устанавливаются таким образом, что могут работать как самостоятельно, так и совместно. Это достигается путем соединения ДВС, электродвигателя и коробки передач с помощью автоматически управляемых муфт. В них используется электродвигатель малой мощности (порядка 20 кВт), который обеспечивает, как правило, дополнительную мощность при ускорении автомобиля. В большинстве конструкций электродвигатель, расположенный между ДВС и коробкой передач, выполняет также функцию стартера и генератора. Известными гибридными автомобилями с параллельной схемой являются Honda Insight, Honda Civic Hybrid, BMW Active Hybrid 7, Volkswagen Touareg Hybrid, Hyundai Elantra Hybrid.

При последовательно-параллельной схеме двигатель внутреннего сгорания и электродвигатель соединены через планетарный редуктор. При этом мощность каждого из двигателей может передаваться на ведущие колеса одновременно в соотношении от 0 до 100% от номинальной мощности. В отличие от параллельной схемы в последовательно-параллельную схему добавлен генератор, обеспечивающий энергией работу электродвигателя. Известными полными гибридами являются автомобили Toyota Prius, Lexus RX 450h, Ford Escape Hybrid.

Также известны автомобили с комбинированной (гибридной) энергетической установкой (КЭУ), которые наряду с реализацией традиционных для гибридных автомобилей функций, позволяют улучшить проходимость автомобиля, влиять на характеристики управляемости благодаря изменению типа привода.



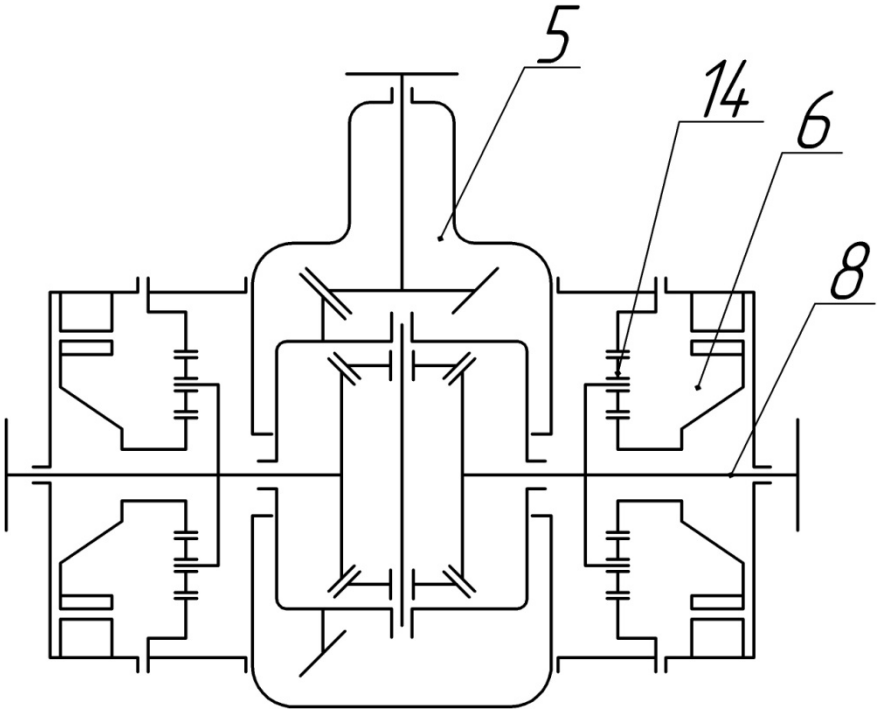
Данный проект основывается на патенте №2473432, выданным от 27 января 2013 года.

Патент разработан на кафедре «Автомобили» МГМУ МАМИ.

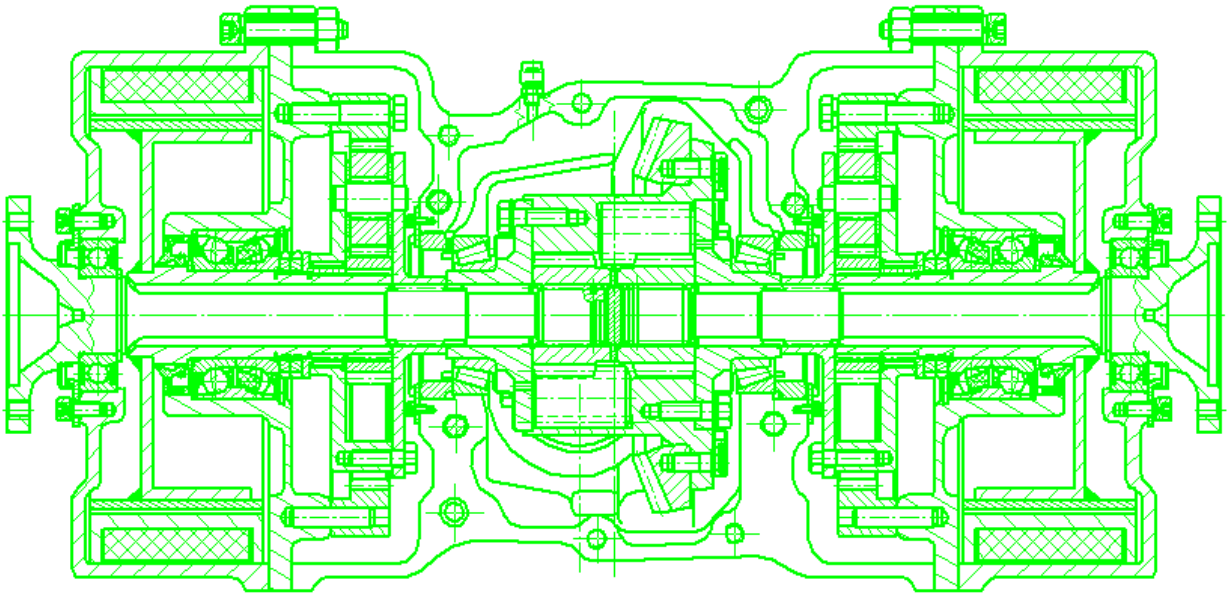
Технический результат, получаемый от реализации проекта, заключается в улучшении характеристик проходимости и управляемости автомобиля посредством управляемого изменения межколесного распределения потоков мощности ДВС и электрических машин, в получении дополнительной экономии топлива и повышении ресурса тормозных механизмов, а так же в универсальности решения в части применения для различных типов привода автомобиля – при постоянном полном приводе, при подключаемом полном приводе, в приводе на одну ось.

Для достижения технического результата в транспортном средстве с комбинированной энергетической установкой (КЭУ) содержеться: тепловой двигатель; электрический узел с двумя тяговыми электромоторами, имеющими согласующий планетарный редуктор с главной передачей и дифференциалом; блоки преобразования и накопления энергии; блок управления КЭУ.

При этом каждый электродвигатель в отдельности образует исполнительное устройство противобуксовочной системы (ПБС) и системы курсовой устойчивости (СКУ), способом действия которого является создание несимметричности сил тяги на колесах ведущей оси. Независимый электрический привод каждого колеса оси выполнен посредством обратимой электрической машины (ОЭМ). При этом транспортное средство способно рекуперировать энергию при замедлении ТС за счет двух ОЭМ (в режиме генератора), а также способна к образованию несимметричности сил тяги на колесах оси (одна ОЭМ работает в режиме электродвигателя, а другая в режиме генератора).



5-главная передача;
14-согласующий планетарный редуктор;
6-обратимая электромашина;
8-полуось;



ЗАДНЯЯ ПОДВЕСКА АВТОМОБИЛЯ КЛАССА ФОРМУЛА-СТУДЕНТ

Студент: Базуров А.А.
Научный руководитель: Щетинин Ю.С., к.т.н.

Как известно, формула студент – это студенческие инженерные соревнования мирового класса, этапы которых проходят по всему миру. Команды съезжаются со всех уголков света, что бы представить свои разработки. Команда МГМУ МАМИ не исключение! Уже на протяжении 6ти лет мы строим гоночные автомобили и участвуем в соревнованиях. Каждый год мы совершенствуем наши конструкции для достижения наилучших результатов. Этот год был для нас особенно новаторским, очень много новых наработок сосредоточено в одном болиде, об одной из них и будет идти речь.

Подвеска – тот узел, без которого невозможно его существование, причем в любом классе, будь то дорожный автомобиль или скоростной гоночный болид. Она обеспечивает плавность хода, влияет на управляемость, от ее настроек зависят многие параметры и управление автомобиля. Но т.к. наш автомобиль предназначен для гонок это узел должен быть еще прочным и легким.

Цели в этом году:
-Облегчение конструкции, по сравнению с прошлым годом.
-Возможность быстрого демонтажа узла.
-Переработанная геометрия подвески.
-Продольное расположение амортизаторов и уменьшенный стабилизатор.
-Использование композитных материалов и алюминия

Общие положения:

1. *Облегчение конструкции:*

Это была одна из самых главных задач. Потому что прошлогодний автомобиль имел массу 243,5 кг. Было принято решение, всеми силами сбросить массу автомобиля до 200 кг. Да, задача трудная, но используя двигатель в качестве несущего элемента для задней подвески, мы спроектировали для его креплений специальную несущую конструкцию, на которую и крепится вся задняя подвеска, только использование этой конструкции помогло сбросить массу на 8 кг. Так же мы используем в этом году колеса меньшего диаметра, что заставило уменьшить большое количество деталей, таких как кулаки, кронштейны, это снизило массу колесных сборок в среднем на 2,5 кг.

Рис.1 Общий вид автомобиля.

Возможность быстрого демонтажа:
Гоночный автомобиль должен быть удобен в обслуживании – это один из самых главных критериев. Поэтому задняя часть полностью съемная, что позволяет быстро снять двигатель и установить его так же быстро обратно.

Переработанная геометрия:
Фактор очень важный. Мы решили, что в этом году ей стоит уделить куда больше внимания. Таким образом, мы сделали расчет положения поперечных центров вращения колес, нашли центра крена и продольный центр крена, был проведен анализ автомобилей и выбраны наилучшие характеристики, которые позволяла эта конструкции. Так же геометрия имеет возможность настройки положения рычагов, что бы можно было с легкостью обеспечить автомобилю антиклевковый эффект.

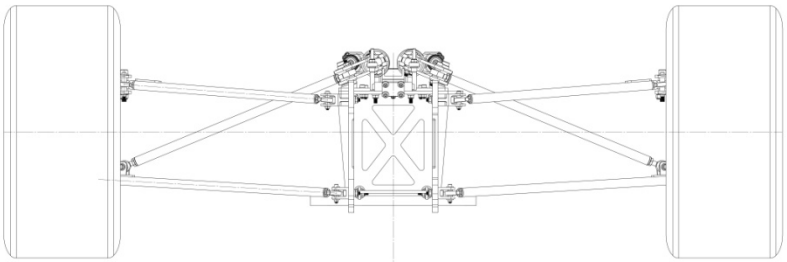


Рис.2 Чертежный вид.

Рис.3 Геометрические параметры подвески.

2. Продольное положение амортизаторов и уменьшенный стабилизатор:
Теперь амортизаторы располагаются ниже центра тяжести, как и все подвески. Консольное закрепление качалок и маленький стабилизатор способствуют так же уменьшению массы и удобству обслуживания.

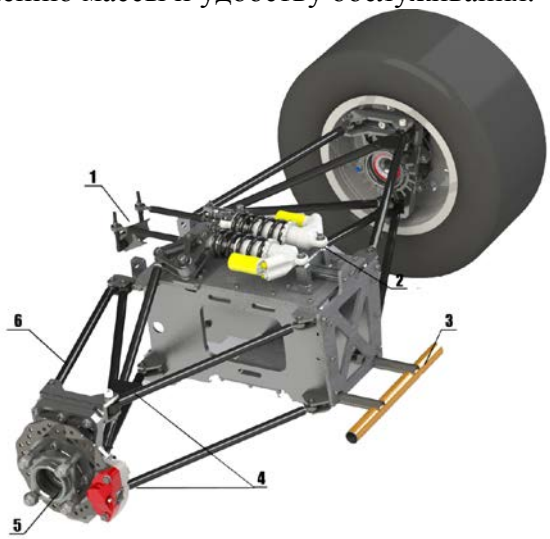


Рис. 5 Изображение с обозначениями:
1.Стабилизатор. 2.Продольные амортизаторы. 3.Балка для опоры домкрата. 4.Рычаги. 5.Колесная сборка с тормозной системой.

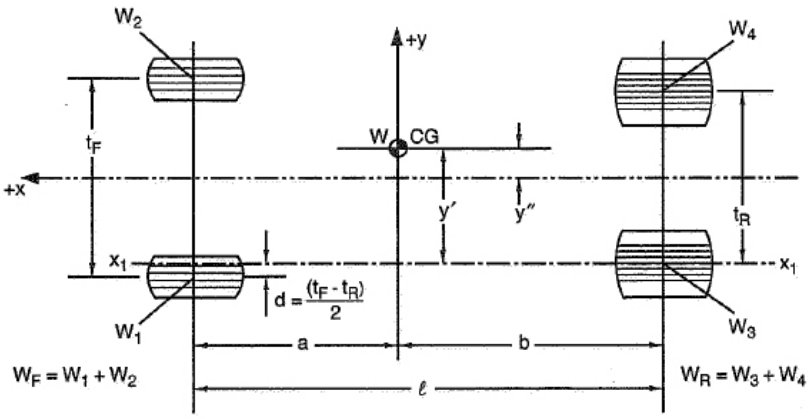
5. *Использование композитных материалов и алюминия*

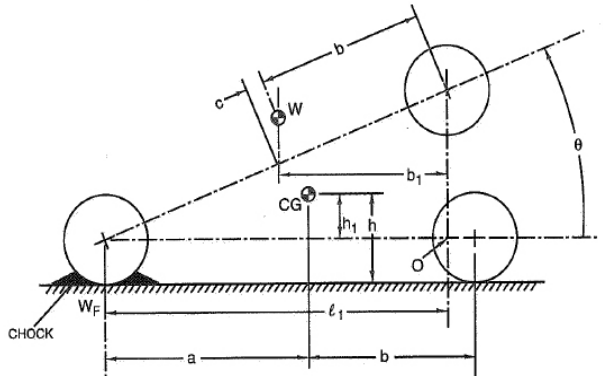
В конструкции используются композиты, что существенно упрочняет и облегчает конструкцию. Основной используемый материал – углепластик.
Как всем известно, разработанную конструкцию нужно рассчитать. Узнать действующие силы на колеса, тормозные моменты, выявление напряжений в деталях, относительные перемещения и деформации.

Расчет подвески общий.
Построив кинематику подвески нужно произвести ее общий расчет, узнать нагрузки на колесах и боковые перегрузки, при каких условиях это будет происходить. Я выполнил расчет при помощи Microsoft Exel. Он не очень сложный, методика была взята из американского учебника, М.Милекена и немного доработана (я приспособил расчет под метрическую систему).

Расчет деталей на прочность.

Далее, когда все нагрузки известны, производится расчет на прочность. Расчет деталей производился в программах SolidWorks Simulation и Abacus. В ручную мы ничего не считаем, это занимает слишком много времени, да и посчитать кулак самому методом конечных элементов очень трудно, поэтому упрощая себе задачу и давая больше воли своему инженерному воображению, мы используем подобного рода софт.
В чем смысл работы?





Деталь подгружается в программу, на 3D модели имитируются нагрузки, строится сетка, а затем начинается расчет. Результат анализируется, рассматриваются опасные места и т.д.

Пример:

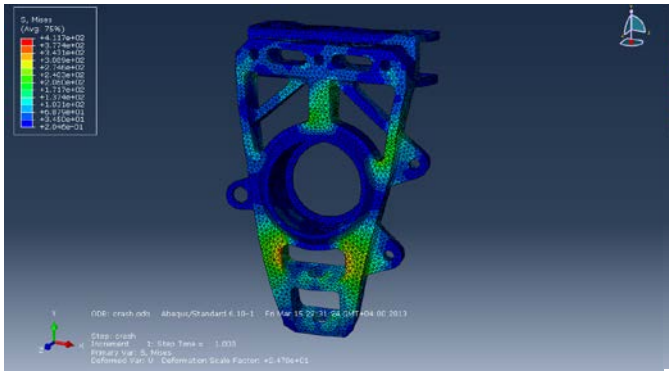


Рис.6

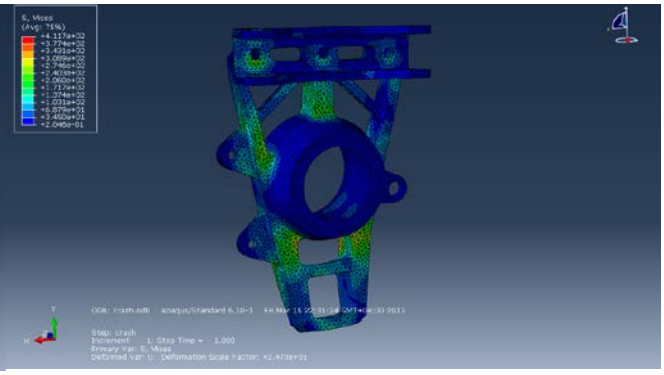


Рис.7

Вывод: Таким образом, мы получаем легкую конструкцию, схема которой пригодна для использования на спортивных автомобилях малого и среднего классов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННУЮ ТЕХНИКУ

Йохан Зайц, Рафаель Хёльцер
Университет прикладных наук Оснабрюк
Научный руководитель: проф. Й. Хоффман, проф. В. Предигер

Постоянно растущие требования к прочности сельскохозяйственной техники требуют тщательного и всестороннего анализа всех воздействующих на неё нагрузок. Целью данного проекта является определение различного рода нагрузок, действующих на оси и колёса прицепного полевого опрыскивателя. Для получения полной картины распределения нагрузок важны как результаты непосредственных измерений, полученных во время эксплуатации опрыскивателя с помощью современной измерительной техники, так и результаты компьютерного моделирования опрыскивателя по методу конечных элементов (FEM) в различных режимах движения и эксплуатации. Для того чтобы расчетная модель опрыскивателя наиболее соответствовала реальности, результаты расчетов сравниваются с экспериментальными данными. Процесс сравнения осуществляется до тех пор, пока расчитанные в программе напряжения не совпадают с экспериментальными. На основе уточненной расчетной модели распылителя были определены фактические нагрузки, действующие на оси и колёса прицепного полевого опрыскивателя.

ANALYTISCHE BESTIMMUNG VON RADKRÄFTEN EINER LANDMASCHINE

Steigende Anforderungen an die Betriebsfestigkeit machen auch im Bereich der Landmaschinen eine umfassende Analyse aller wirkenden Kräfte erforderlich. Ziel des Projektes ist die Ermittlung von Radkräften an einer landwirtschaftlichen Feldspritze. Die Analyse der Radkräfte erfolgt nicht unmittelbar durch Messtechnik, vielmehr erfordert die Komplexität der Aufgabe eine enge Verflechtung von Messung und Simulation. Unter Anwendung der FEM wird ein validiertes Modell der Feldspritze aufgebaut, in welchem die messtechnisch erfassten Fahrmanöver durch Variation der Simulationsparameter nachgebildet werden. Ziel ist die Übereinstimmung der Dehnungen zwischen Simulationsmodell und Messwerten um dann die im Fahrbetrieb wirkenden Radkräfte auslesen zu können.

ТОРМОЖЕНИЕ КОЛЁСНЫХ ПАР НА СЛОЕ ЖИДКОСТИ, ОГРАНИЧЕННОМ ГИБКОЙ ОБОЛОЧКОЙ

Иващенко Иван
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)
Научный руководитель: к. ф-м. наук Козлов Станислав Алексеевич

Работа посвящена исследованию тормозящего действия слоя воды, находящегося в гибкой полиэтиленовой оболочке, на движение колёсных пар. Экспериментально определено влияние массы, диаметра, ширины протектора, начальной скорости колёсных пар, а также толщины и длины слоя на коэффициент сопротивления. С учётом коэффициента подобия показаны преимущества и возможность применения такого рода искусственных дорожных неровностей вместо применяемых в настоящее время твёрдых «лежачих полицейских».

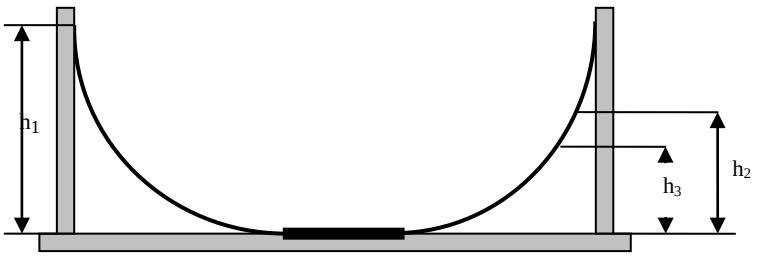
Актуальность проблемы. Широко применяемые в настоящее время, так называемые «лежачие полицейские» используются как некое механическое подспорье в борьбе с водителями, нарушающими скоростной режим на оживлённых переходах, особенно вблизи школ, больниц и крупных торговых и культурных центров[1].

Но их свойства таковы, что они одинаково жёстко действуют на любой транспорт, независимо от скорости его движения. При этом увеличиваются расход топлива, износ автомобиля, выброс экологически вредных веществ, возникают дополнительные неудобства для пассажиров и т.п.

Проблема замены «лежачих полицейских» не нова, ей столько же лет, сколько самой идее. Тем не менее, количество таких «регулировщиков» движения непрерывно возрастает. Популярность старой идеи не падает, о чём свидетельствуют новые барьеры, появляющиеся на дорогах Ставрополя в последние годы и то обстоятельство, что изготовлены они на специальных предприятиях, качественно и по стандартам.

Научно-техническая новизна. Наше предложение сводится к замене жёсткого барьера «жидким», представляющим собой гибкую, плоскую ёмкость, заполненную водой. При медленном наезде колёс на такой «надувной матрац» он прогнётся и не окажет заметного сопротивления. Зато с увеличением скорости автомобиля инертность воды по отношению к нему увеличится, что приведёт к затормаживанию колёс.

Методика экспериментальных наблюдений. Для проверки изложенной гипотезы нами сконструирована, изготовлена и испытана экспериментальная установка, схема которой приведена на рис.1.



[1] Временные нормы и правила на устройство искусственных дорожных неровностей (ВНиП – 01-2000). WWW://rusdorinvest.ru/idn.htm/polizeyskiy.htm

Она состоит из двух горок высотой около 0,5 м каждая. В промежутке между ними на горизонтальном участке помещается полиэтиленовый пакет, заполненный водой. Исследования проводились на моделях колёсных пар трёх типов (рис.2). Колёса имеют рифлёный протектор, что предотвращает их проскальзывание по поверхности горки. Моменты инерции колёсных пар были определены экспериментально на специально собранной установке с горизонтальной платформой, вращающейся вокруг вертикальной оси.

Задачи исследований. Изучение зависимости коэффициента сопротивления слоя жидкости в тонких полиэтиленовых пакетах одинаковой толщины от:

1. начальной скорости движения колёсной пары;
2. длины пути S колёсной пары по слою;
3. от массы колёсной пары
4. ширины протектора L колёсной пары;
5. диаметра d колёс;
6. толщины q слоя жидкости

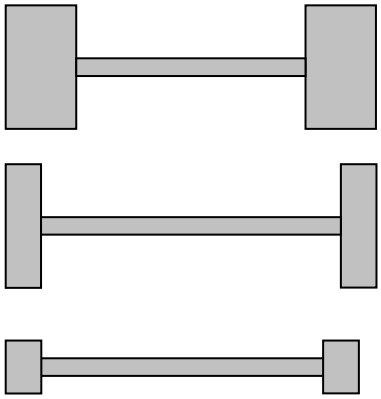


Рис.2. Колёсные пары:
диаметры: *1*- 50 мм, *2* – 50 мм, *3* – 30 мм;
длины: *1* - 132 мм, *2* - 130 мм, *3* - 124 мм;

Измерения проводятся следующим образом. Колёсная пара запускается с левой (по рис.1) горки с некоторой высоты $\boldsymbol{h_1}$, проезжает горизонтальный участок и въезжает на правую горку на высоту $\boldsymbol{h_2}$ в отсутствии препятствия или на $\boldsymbol{h_3}$, если на её пути уложен пакет**.** Работа сил сопротивления на гладкой поверхности на основании закона сохранения энергии

$$A_1 = mg(h_1-h_2) \qquad (1)$$

Работа силы сопротивления в присутствии «жидкого полицейского»

$$A_2 = mg(h_1-h_3) \qquad (2)$$

Работа силы сопротивления на жидком слое

$$A_{сопр.} = \boldsymbol{\mu} mgS = mg(h_2-h_3) \qquad (3)$$

Коэффициент сопротивления слоя жидкости

$$\boldsymbol{\mu} = (h_2-h_3)/S \qquad (4)$$

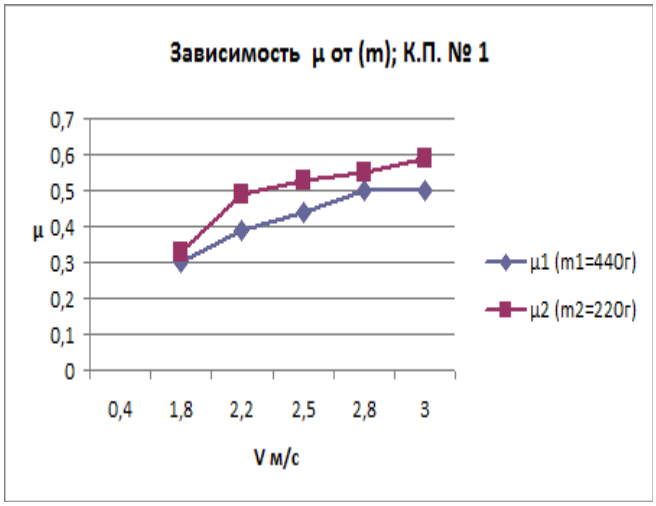
Начальная скорость колёсных пар при наезде на пакет с жидкостью рассчитана из закона сохранения механической энергии

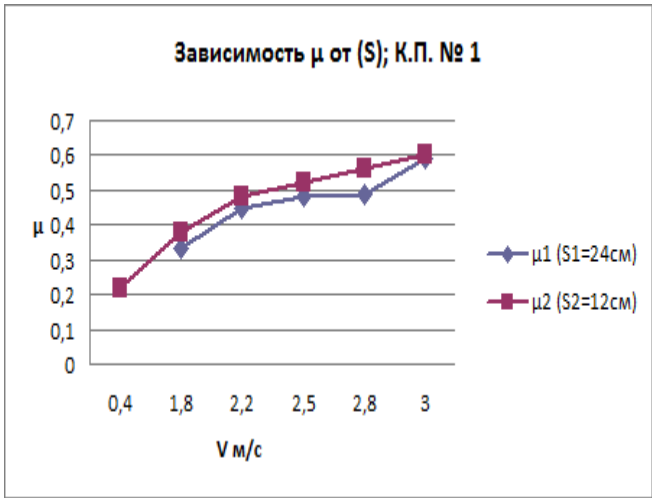
$$mv^2/2 = mg(h_1 + h_2)/2 \ , \qquad (5)$$

$$\boldsymbol{v} = (g(h_1 + h_2)^{1/2} \qquad (6)$$

Точность измерений. Достоверность результатов исследований ограничена погрешностями измерений линейных размеров высот h_2, h_3 и длины тормозного пути S (см. формулу 4). Измерения производились обычной линейкой с миллиметровыми делениями. А с учётом того, что величина h_3 определялась визуально, а толщина слоя жидкости

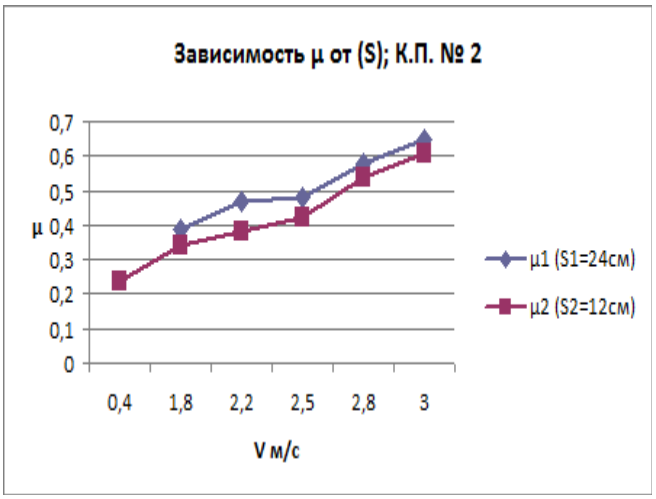
вдоль тормозного пути не была одинаковой, то общая относительная погрешность измерений была не менее 5-7%.

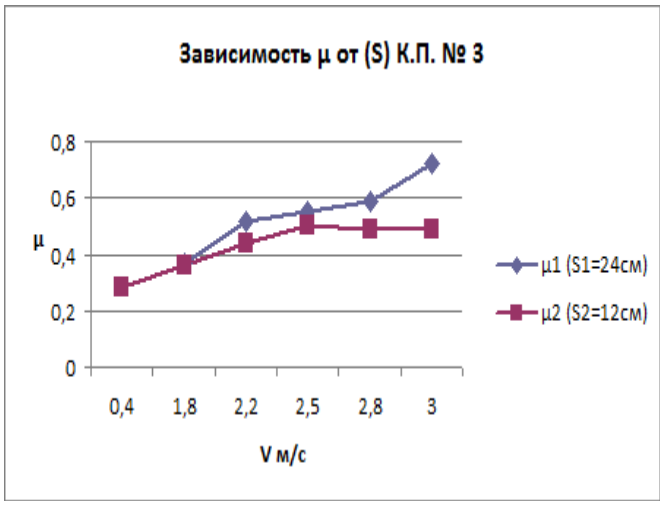




Колёсная пара №1. Диаметр колеса 5 см, ширина протектора 3 см. На малой начальной скорости (до 1,8 м/с) пара останавливается на тормозном поле. При начальной скорости более 2,5 м/с и массе 220 г последние 2/3 длины слоя преодолевает в «полёте» над ним. При массе 440 г и начальной скорости 2,8 м/с «полёт» происходит над последней третью слоя.

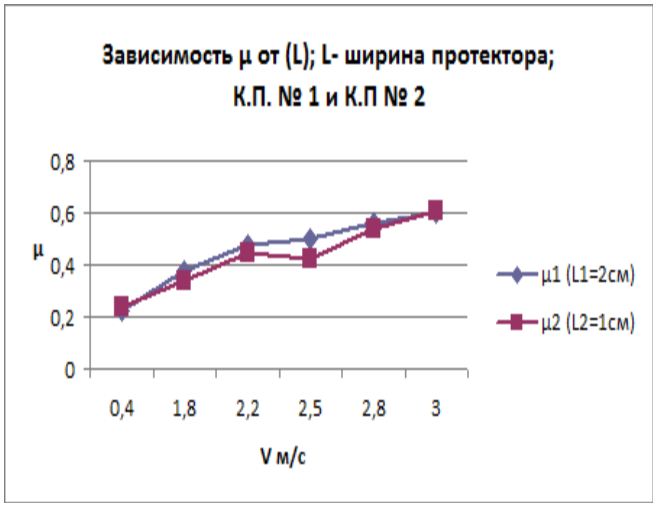
Колёсная пара №1. Диаметр колеса 5 см, ширина протектора 3 см, масса 220 г. Слой длиной 12 см преодолевает при начальной скорости 0,4 м/с, слой 24 см – только начиная со скорости 1,8 м/с. Начиная со скорости 2,2 м/с пара «взлетает» над слоем, тем самым снижает общий (по длине пути) коэффициент сопротивления.

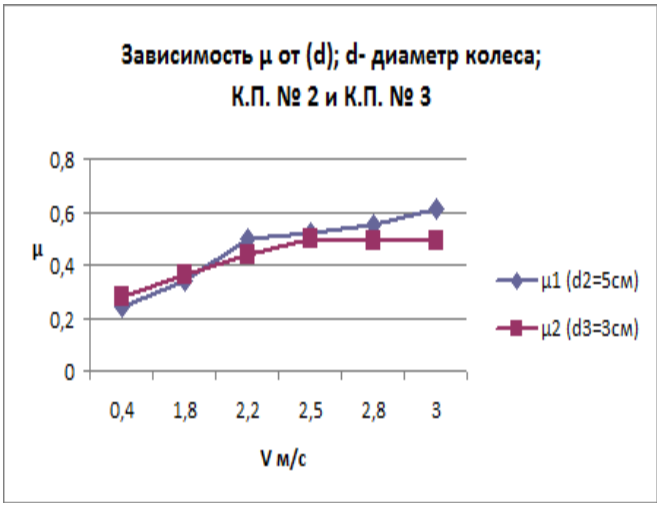




Колёсная пара №2. Диаметр 5 см, масса 220 г, ширина протектора 1 см. Слой длиной 12 см преодолевает при начальной скорости 0,4 м/с, слой 24 см – только при 1,8 м/с. С увеличением начальной скорости коэффициент сопротивления увеличивается, достигая 0,6.

Колёсная пара №3. Диаметр колёс 3 см, ширина протектора 1 см, масса 220 г. Слой 12 см преодолевает, имея начальную скорость 0,4 м/с, и отрывается от твёрдой поверхности при начальной скорости 2,5 м/с. Слой 24 см – преодолевает начиная с 1,8 м/с, затем некоторое расстояние преодолевает над основанием слоя и вновь опускается. Здесь общий коэффициент сопротивления достигает величины 0,72 при начальной скорости 3 м/с.





Колёсные пары №1 и №2 массой 220 г каждая. Ширина протектора (3 см и 1 см) на слое толщиной 1 см и длиной 12 см в исследованном интервале скоростей слабо влияет на коэффициент сопротивления – он увеличивается от 0,2 до 0,6.

Колёсные пары №2 и №3. массой 220 г каждая протекторы по 1 см. На слое толщиной 1 см и длиной 12 см колесо диаметром 50 мм начиная с 2,2 м/с. испытывает большее сопротивление, чем колесо диаметром 30 мм.

Экспериментально показано:
Слой жидкости, ограниченный эластичной плёнкой, оказывает существенное сопротивление движущимся по ним колёсным парам. Усреднённый по всей длине слоя коэффициент сопротивления движению находится в интервале от 0,2 до 0,7, увеличиваясь с ростом начальной скорости, толщины слоя и зависит от массы колеса, его радиуса и ширины протектора.

Заключение. Экспериментальные наблюдения показали, что слой жидкости в и гибкой оболочке обладает тормозящими качествами, эффективность которых пропорциональна скорости наезда на него, и поэтому может быть применён на дорогах вместо твёрдых искусственных неровностей.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОДВЕСКИ ТИПА МАК-ФЕРСОН НА УПРАВЛЯЕМОСТЬ АВТОМОБИЛЯ

Власенко А.А., Коваль Н.Н.
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, автомобильный факультет
Научный руководитель: к.т.н., доцент Шуклинов С.Н.

Введение

Управляемость одно из важнейших эксплуатационных свойств автомобиля и его изучению должно быть уделено должное внимание.

Под управляемостью автомобиля понимают его способность сохранять или изменять направление движения точно в соответствии с приложенными воздействиями. Для сохранения прямолинейного движения управляемые колеса автомобиля и ось их поворота устанавливаются под некоторыми углами, что обеспечивает стабилизацию передних колес (возврат в нейтральное положение) при случайных отклонениях после выхода из поворота. При изучении влияния параметров подвески на управляемость автомобиля целесообразно выполнить лабораторные исследования, что наглядно продемонстрирует теоретические положения.

Обзор факторов влияющих на управляемость автомобиля

На управляемость автомобиля оказывают влияние различные конструктивные и эксплуатационные факторы. К ним относятся углы установки управляемых колес, подвеска и шины, конструкция и техническое состояние рулевого управления и т.д.

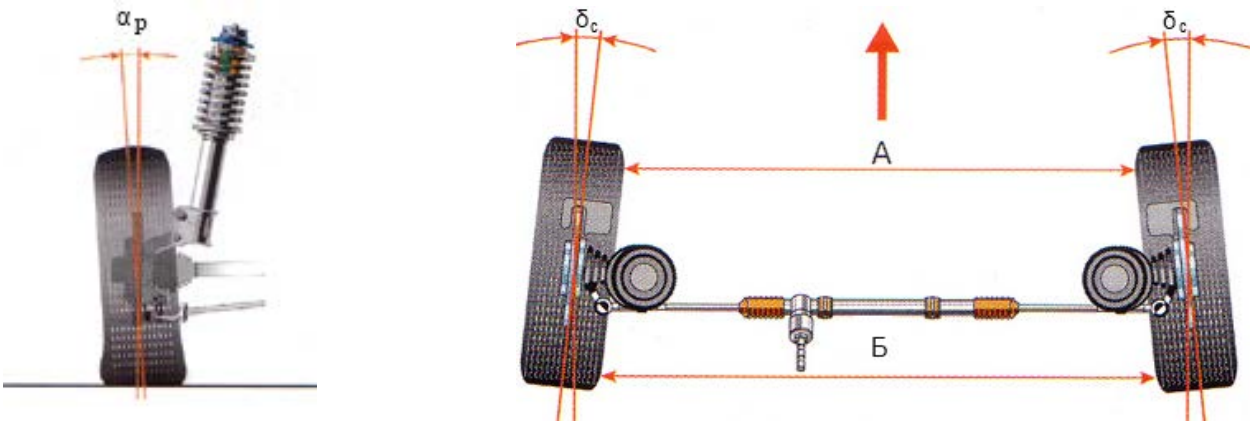
Углы установки управляемых колес и углы наклона их оси поворота оказывают влияние на управляемость автомобиля.

Углом развала управляемых колес α_p называется угол (рисунок 1, а), заключенный между плоскостью колеса и вертикальной плоскостью, параллельной продольной оси автомобиля. Угол развала считается положительным, если колесо наклонено от автомобиля наружу, и отрицательным при наклоне колеса внутрь.

Угол схождения управляемых колес δ_C (рисунок 1, б) определяется разностью расстояний А и Б между колесами, которые измеряют сзади и спереди по краям ободьев на высоте оси колес.

Угол поперечного наклона оси поворота – это угол между вертикалью и проекцией оси, вокруг которой происходит поворот управляемого колеса при работе рулевого управления, на плоскость поперечного сечения автомобиля.

Угол продольного наклона оси поворота – это угол между вертикалью и проекцией оси, вокруг которой происходит поворот управляемого колеса при работе рулевого управления, на продольную плоскость симметрии автомобиля [1].



а) б)

а − схема установки колеса с развалом, б – схема установки колес со схождением

Рисунок 1 – Схемы установки управляемых колес [1]

Установка управляемых колес с одновременным развалом и схождением обеспечивает их прямолинейное качение по дороге без бокового скольжения. При этом должно быть правильно подобрано соотношение между углами развала и схождения. Каждому углу развала соответствует определенный угол схождения, при котором сопротивление движению, расход топлива и износ шин будут минимальными [3].

Углы установки управляемых колес, конструкция подвески и рулевого управления, а также их параметры, влияют на управляемость автомобиля.

Конструкция рулевого управления во многом зависит от типа подвески применяемой на автомобиле. При зависимой подвеске колес применяют трапеции с цельной поперечной тягой. При независимой подвеске применяется разрезная поперечная тяга, это предотвращает произвольный поворот управляемых колес при колебаниях автомобиля на подвеске.

Рулевое управление в свою очередь влияет на величину схождения управляемых колес за счет податливости привода. Чем податливее привод, тем с большей величиной схождения необходимо установить управляемые колеса [4].

Характеристики подвески, влияющие на управляемость автомобиля

При эксплуатации автомобиля углы установки управляемых колес могут изменяться в зависимости от загрузки, осадки пружин подвески и траектории движения.

В качестве примера представленная характеристика изменения угла развала (рисунок 2) и угла схождения (рисунок 3) управляемых колес от хода подвески. Очевидно, что характеристики существенно отличаются, поскольку в подвесках данных типов применяются направляющие устройства различной конструкции. Подвеска с двумя поперечными рычагами разной длины характеризуется широким диапазоном изменения угла развала, а для подвески типа Мак-Ферсон характерна малая величина изменения угла развала, но при этом происходит изменение знака угла.

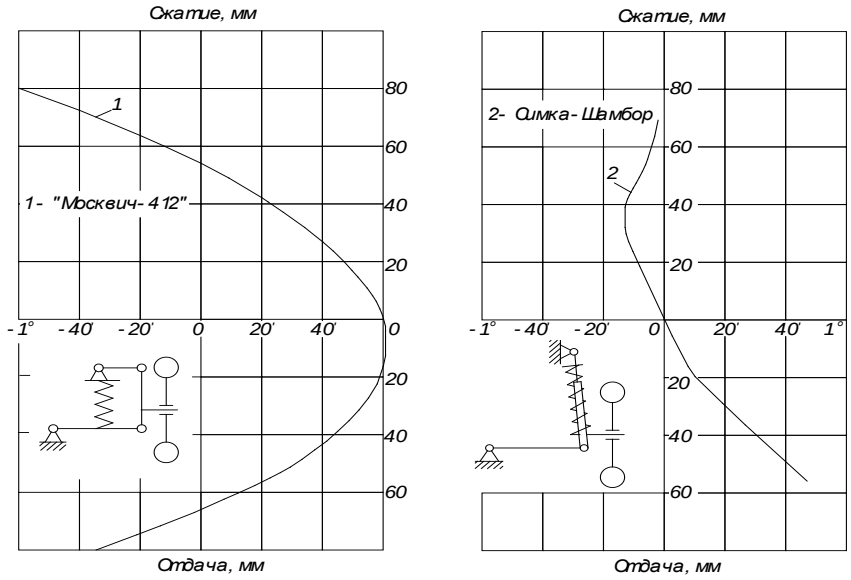


Рисунок 2 – Зависимость изменения угла развала управляемых колес от прогиба подвески автомобилей «Москвич-412» и «Симка-Шамбор» [5]

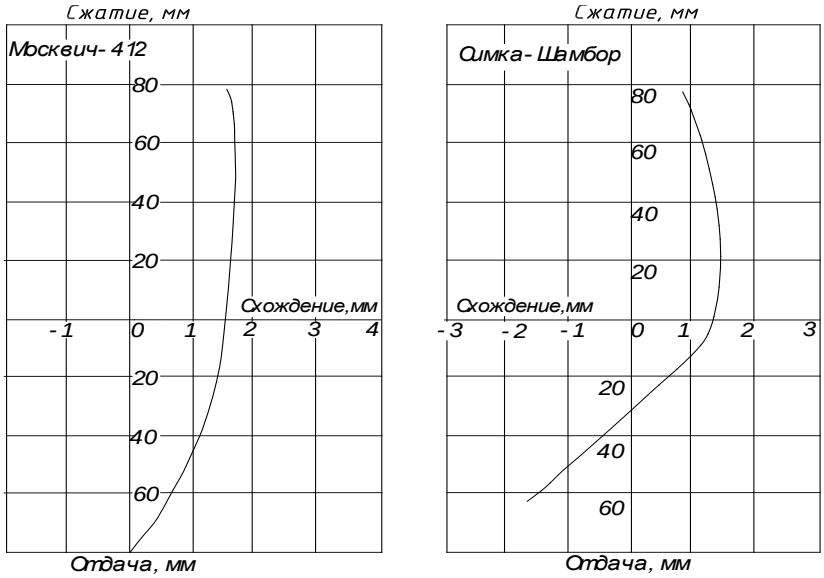


Рисунок 3 – Зависимость изменения схождения управляемых колес от прогиба подвески автомобилей «Москвич-412» и «Симка-Шамбор» [5]

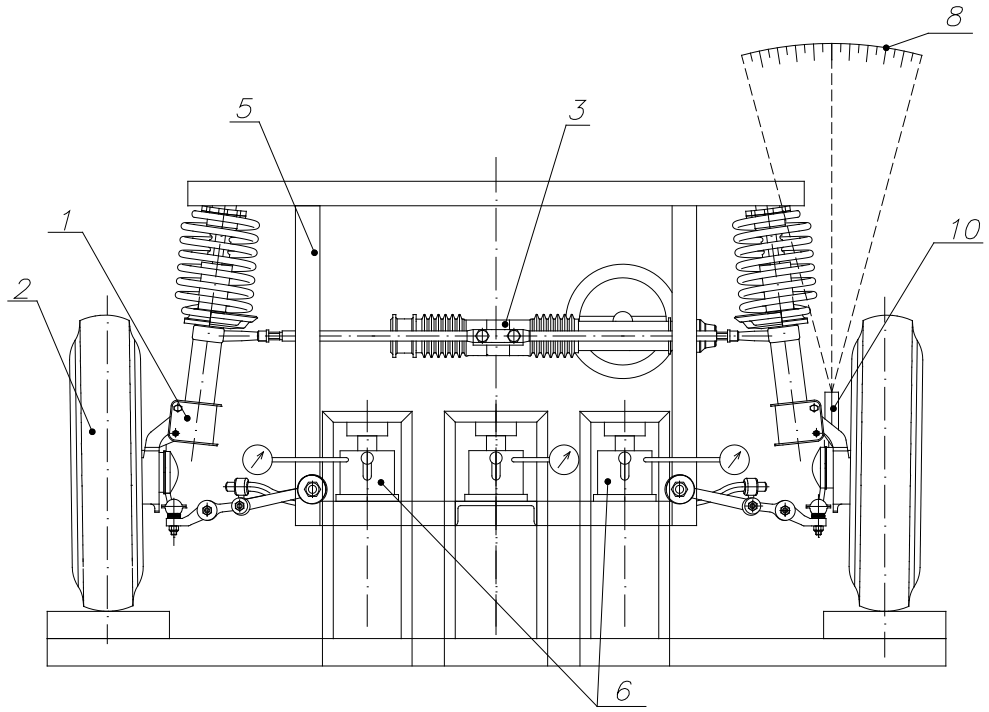
При несогласованности кинематики направляющего устройства подвески и рулевого привода возникает дополнительное изменение углов установки колес.

В настоящее время наибольшее распространение получила подвеска типа Мак-Ферсон, поэтому изучение влияния параметров подвески целесообразно выполнить для подвесок данного типа.

Лабораторная установка для оценки углов установки колес и параметров управления автомобилем

Будущие инженеры должны представлять и понимать процессы, которые происходят с автомобилем во время его эксплуатации. При подготовке специалистов лабораторные

занятия позволяют глубже освоить теоретические вопросы. В связи с этим возникает необходимость создать лабораторную установку, которая позволит изучить влияние нагрузки на углы установки управляемых колес и параметры рулевого управления (рисунок 4 и 5).

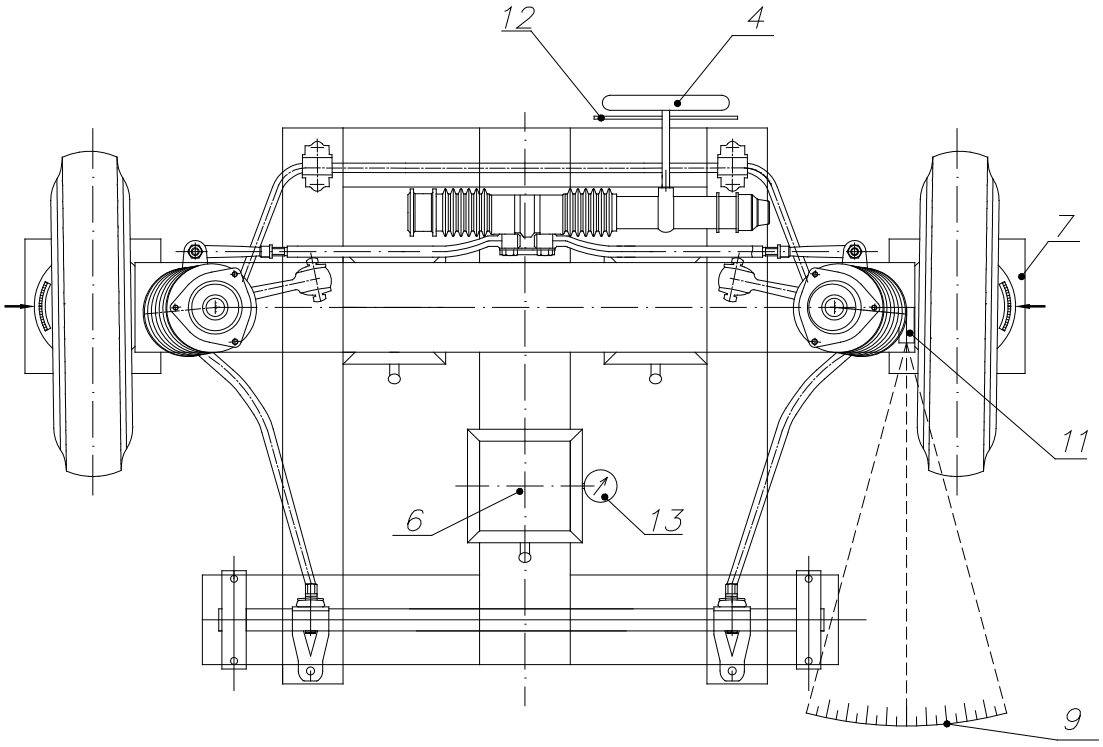


1 – независимая подвеска типа Мак-Ферсон, 2 − колесо, 3 − рулевое управление с реечным рулевым механизмом, 5 − рама, 6 − гидравлические домкраты, 8 − видовой экран со шкалой, для определения угла развала, 10 − источник светового излучения в вертикальной плоскости
Рисунок 4 – Схема лабораторной установки (вид спереди)

На раме лабораторной установки смонтированы подвеска левого и правого колес и рулевое управление автомобиля.

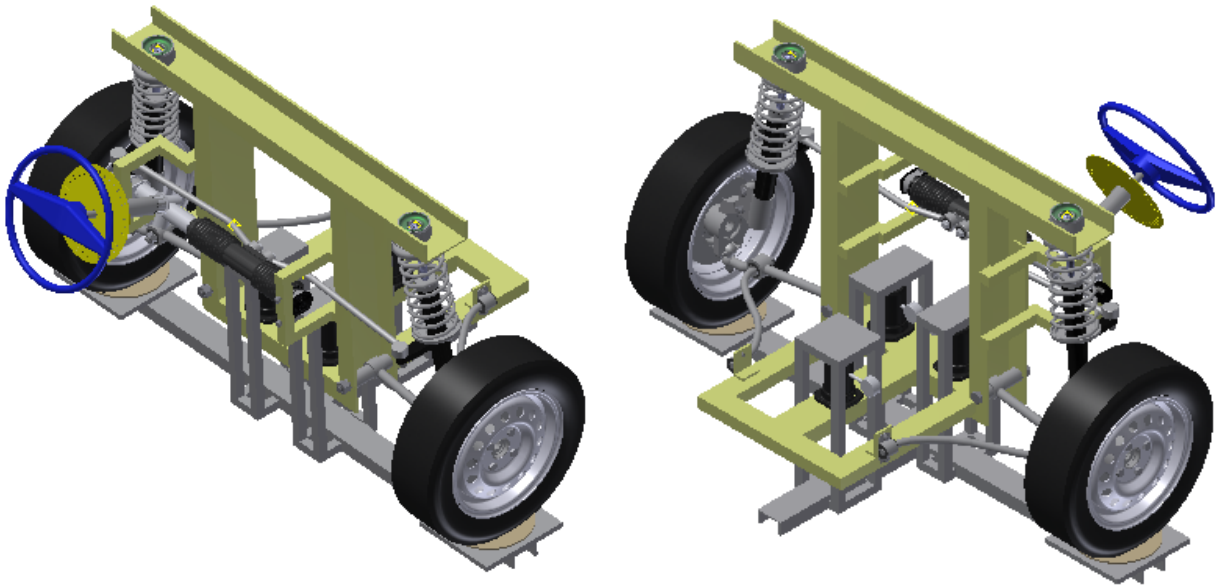
Гидравлические домкраты обеспечивают статическую нагрузку на подвеску, а также позволяют имитировать различную нагрузку автомобиля. Установка трех домкратов 6 дает возможность устанавливать различную нагрузку на колеса, что позволит имитировать крен автомобиля. Нагрузка на подвеску контролируется по манометрам 13, подключенным к рабочим полостям гидравлических домкратов. Для измерения углов установки колес используются световые индикаторы 10, 11 и экраны 8, 9 со шкалой.

Углы поворота рулевого и управляемых колес фиксируются по соответствующим шкалам 12 и 7.



4 − динамометрическое рулевое колесо; 6 − гидравлические домкраты, 7 − стопорящиеся поворотные платформы, 9 − видовой экран со шкалой, для измерения угла схождения, 11 − источник светового излучения в горизонтальной плоскости, 12 − шкала для измерения угла поворота рулевого колеса, 13 − манометр

Рисунок 5 – Схема лабораторной установки (вид сверху)



а) б)

а − вид сзади, б − вид спереди

Рисунок 6 − Лабораторная установка

Выполнение лабораторной работы предусматривает измерение углов установки колес в диапазоне эксплуатационных нагрузок на подвеску. Полученные результаты студенты сводят в таблицы 1 и 2.

Таблица 1 − Углы развала управляемых колес

	Нагрузка, кН						
Параметры	1	2	3	4	5	6	7
Ход подвески, мм							
$\alpha_{рл}^{o}$							
$\alpha_{рп}^{o}$							

Таблица 2 – Углы схождения управляемых колес

	Нагрузка, кН						
Углы, град.	1	2	3	4	5	6	7
$\delta_{сл}$							
$\delta_{сп}$							

По полученным данным студентам необходимо будет построить графические зависимости углов развала и схождения от хода подвески, пример которых представлен на рисунке 7.

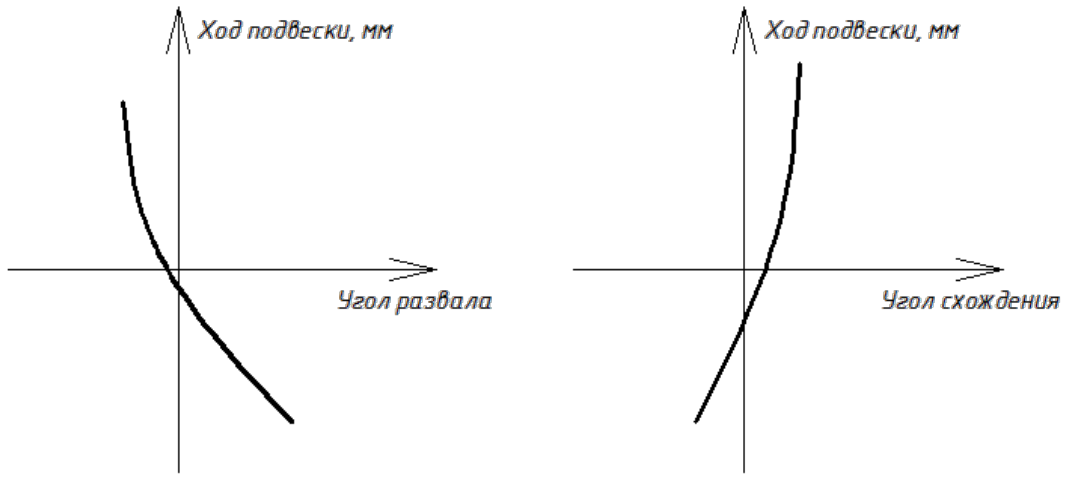


Рисунок 7 – Графики зависимости углов развала и схождения от хода подвески [5]

Данная лабораторная установка позволяет выполнить лабораторные работы по определению параметров рулевого управления.

Выполнение лабораторной работы предусматривает определение параметров рулевого управления в диапазоне эксплуатационных нагрузок на подвеску. В ходе выполнения работы измеряются углы поворота управляемых колес при заданных углах поворота рулевого колеса, а полученные значения углов поворота управляемых колес записываются в таблицу 3. Каждый параметр измеряется при статической нагрузке и при максимальной нагрузке, равной 7 кН.

По полученным данным студенты построят графическую зависимость углов поворота управляемых колес (рисунок 8).

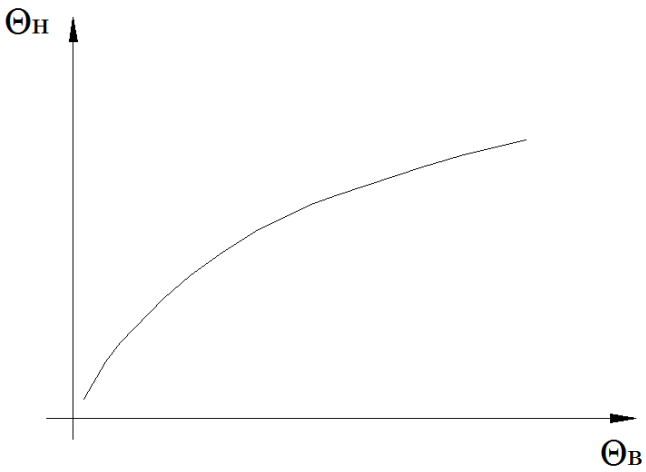


Рисунок 8 – График зависимости углов поворота управляемых колес [2]

Лабораторная установка также позволит выполнить исследование кинематических и силовых параметров рулевого управления.

На основе полученных данных необходимо рассчитать кинематическое передаточное число рулевого управления по формуле

$$u_{\omega} = \frac{\alpha_{рк} \cdot 2}{\theta_{н} + \theta_{в}}. \quad (1)$$

Податливость рулевого привода рассчитывается по формуле

$$\Pi_{рп} = \frac{F_{прил.} \cdot r_{рк}}{\alpha_{рк}}, \quad (2)$$

где $F_{прил.}$ – сила, приложенная к рулевому колесу;

$r_{рк}$ – радиус рулевого колеса.

Таблица 3 – Результаты измерений и расчетов параметров рулевого управления

	Угол поворота рулевого колеса, $\alpha_{рк}$					
	90	180	270	360	450	540
$\theta_{в}$	* **					
$\theta_{н}$						
$F_{прил.}$						
u_{ω}						
$\Pi_{рп}$						

*- значение параметра при статической нагрузке,

**- значение параметра при максимальной нагрузке.

Заключение

Данная лабораторная установка и методика проведения лабораторной работы может быть использована в учебном процессе. Она позволит:
− наглядно продемонстрировать влияние на углы установки управляемых колес и параметры рулевого управления при разной степени нагрузки на подвеску;
− закрепить полученные теоретические знания об углах установки управляемых колес;
− освоить методику их измерения и методику определения некоторых параметров рулевого управления.

Список используемой литературы

1. Иванов А.М. Основы конструкции автомобиля / А.М. Иванов, А.Н. Солнцев, В.В. Гаевский. − М. ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005. − 336с.: ил.
2. Осепчугов В.В. Автомобиль: анализ конструкции, элементы расчета / В.В. Осепчугов, А.К. Фрумкин. − М.: Машиностроение, 1984.− 304с.
3. Раймпель Й. Шасси автомобиля: конструкция подвесок: пер. с нем. / Й. Раймпель. − М.:Машиностроение, 1989. – 328 с.
4. Раймпель Й. Шасси автомобиля: рулевое управление: пер. с нем. / Й. Раймпель. – М.:Машиностроение, 1987. – 232 с.
5. Цимбалин В.Б. Шасси автомобиля. Атлас конструкций. Учебное пособие для вузов. / В.Б. Цимбалин, И.Н. Успенский, В.В. Коняшов, В.И. Песков, В.Н. Кравец, З.И. Талантова, Б.В. Савинов, С.М. Кудрявцев, Л.Н. Орлов, В.В. Шатилов. – М.: Машиностроение, 1977. – 108 с.

ПОДВЕСКА С БАЛАНСИРОМ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА С НАКЛОНОМ КУЗОВА В ПОВОРОТАХ

Монахов В.П.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Автомобильный институт, факультет «Автомобили и тракторы»
Научный руководитель: к.т.н., доцент Круташов А.В.

Цель работы: определить оптимальный тип особо малого транспортного средства, систему наклона, разработать конструкцию подвески.

Введение.

Многие производители автомобилей стремятся выпустить как можно более компактную технику, которой легче управлять на дорогах с интенсивным движением, которая меньше занимает места на стоянке, потребляет меньше топлива из-за малой массы и лучших аэродинамических качеств , в отличие от больших автомобилей, которые используются часто одним человеком. Но при достижении определённых размеров по ширине, автомобили получают ограничения, потому что появляется возможность переворота из-за малой колеи. Самым малым автомобилем станет скоро выпускающийся Gordon Murray DesignT25. Но он имеет невысокую максимальную скорость,ширину 1.3 метра и вес650 кг.

Одним из решением проблемы является использование конструкций подвесок, позволяющих транспортным средствам наклоняться в поворотах. Наклоняемые транспортные средства имеют большую мобильность на дорогах с активным движением, занимают в два раза меньше места на стоянке, имеют хорошие динамические качества при малом расходе топлива, малую массу, малое аэродинамическое сопротивление, одинаковую нагрузку на внутренних и внешних колёсах.

Обзор вариантов узких транспортных средств.
1) Подход “медленный "- При снижении высоты транспортного средства в соответствии с сокращением в ширину и ограничения максимальной скорости , которые делают автомобиль нецелесообразным для современного транспортного движения ситуациях. Пример: Мессершмидт. 2) Подход "Мотоцикл"- Закрытый мотоцикл требует очень сложного управления. навыков, требует опорные колеса для малых скоростей и остановки, а также при условии неконтролируемого заноса или опрокидывания. Пример: Eco-Mobile. 3) Подход "Наклон "- для компенсации поперечной устойчивости, автомобиль имеет какую-то систему наклона кузова, чтобы она могла опереться в поворотах, как мотоцикл. Если толкатели находится под контролем водитель, водитель должен попытаться вычислить правильный угол наклона при прохождении поворотов, которые могут потребовать очень сложные навыки вождения - особенно в трудной или стрессовой ситуации вождения, например, вождение на скользкой дороге или при выполнении маневра уклонения. Этот тип транспортного средства не может быть безопасно или предсказуемо управляться обычным человеком, что делает его нежелательным для массового производства. Пример: General Motors 'Lean Machine ". Поэтому лучшим решением служит использование системы, контролирующей наклон кузова.

Классификация вариантов транспортных средств и подвесок.
Наклоняемая часть корпуса с передним колесом на продольном рычаге и не наклоняемая заднюю часть с двигателем и 2 колёсами: BMW Clever, Carver(рис. 2). Недостатки: ширина, , сложный механизм наклона и поворотной ступицы переднего колеса, склонность к сносу переднего колеса, большие наклоны при неполном использовании веса.

Наклоняемый корпус вместе с одним передним колесом на продольном рычаге и двумя задними колёсами: PAL-V(рис. 3), BMW Simple, C1. Недостатки: ширина, поворотная ступица, снос колеса.

Наклоняемый корпус, переднее колесо с телескопической вилкой и заднее колесо : E-tracer. Недостатки: необходимость подставок при остановке, снос переднего колеса, малая жёсткость, малая площадь контакта передней шины.

Переднее колесо на продольном рычаге и заднее колесо, для устранения опрокидывания используются два маховика: Lit Motors C 1. Недостатки: сложные, дорогие, тяжёлые, потребляющие энергию, шумные маховики, поворотная ступица, снос переднего колеса.
Наклоняемый корпус, два колеса спереди, подвеска на поперечных рычагах: Lumeneo Smera (рис. 1), Nissan Land Glider, Mercedes F300, Opel RAK, Icona Design E3WM, Brudeli 654L. Недостатки: большая колея, малые хода подвесок, при том, что чем больше колея, тем большая разница в перемещении нужна для одинакового угла наклона, необходимость в несущей конструкции, расположенной спереди.
Наклоняемый корпус, два передних колеса, подвеска на двойных продольных рычагах: Yamaha Tesseract, 4MC, Irs 1000.

Наклоняемый корпус, два колеса спереди, два спрингера с пантографом: Piagggio MP3, Gilera Fuoco, Quadro. Недостатки: жесткость, повреждения от ударных нагрузок.
Наклоняемый корпус, спереди два колеса, моношоковая подвеска на поперечных рычагах, Peugeot Metropolis, Onyx, Vectrix. Недостатки: малые хода подвесок, необходимость стабилизатора поперечной устойчивости, несущей конструкции спереди.

Обоснование выбранной конструкции.

Наклоняемые четырёх и трёх колёсные схемы представляются оптимальным решением по сравнению с одноколейными вариантами(Monotracer), которые нагружают водителя сложным управлением, склонны к потере контакта переднего колеса с дорогой, дополнительных подставок для предотвращения опрокидывания; или вариантами с маховиками(Lit Motors C-1), которые имеют сложные, дорогие системы маховиков. Виды с наклоняемым корпусом лучше наклоняющих лишь часть кузова и имеющих ненаклоняемый элемент с двигателем и подвеской(Carver, BMW Clever), так как при одинаковом наклоне имеют большую скорость и могут быть сделаны с меньшей шириной. В качестве общей концепции выбран четырёх колёсное транспортное средство с наклоняющимся корпусом на подобии Lumeneo Smera по причинам, описанным выше.

Описание транспортного средства, к которому разрабатывается подвеска: легковой автомобиль особо малого класса с закрытым, трёхдверным, двухместным кузовом типа “хэтчбэк” и посадкой тандемом .Назначение: использования в городах, местах с интенсивным движением, узкими дорогами; при установке специального оборудования для служб скорой помощи, спасения, полиции .

Схема подвески выбрана- независимая, на продольных рычагах и коромыслом, двумя амортизаторами, так как она позволяет добиться малой ширины и приемлемых ходов подвески по сравнению с подвесками на поперечных рычагах, не требует развитой несущей конструкции.

Продольный рычаг подвески имеет конструкцию, состоящую из стальных частей, полученных штамповкой и механической обработкой. Он состоит из семи деталей: двух штампованных элементов, формирующих основную форму рычага, двух токарно

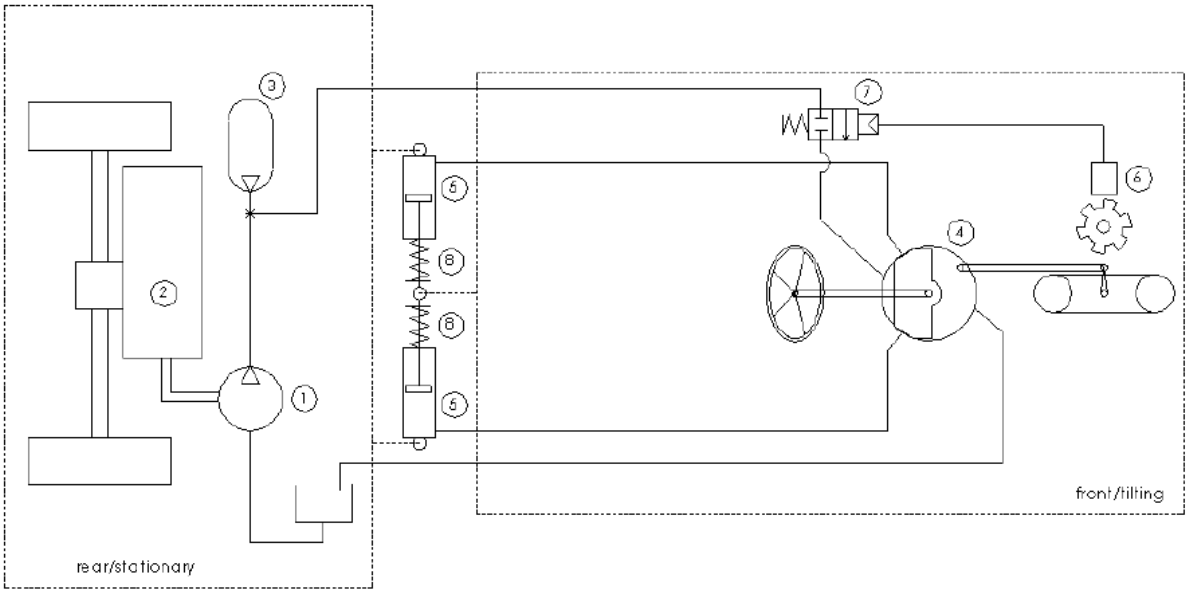
обработанных креплений сайлент блоков, одного токарно-фрезерно обработанного крепления подшипника, одного токарно-фрезерно обработанного крепления тормозной скобы, одного фрезерованного кронштейна для амортизатора. Сайлент блок запрессован в крепление сайлент блока в рычаге. В сайлент блок вставлена смазанная втулка, которая затягивается болтом и гайкой в креплении на несущей системе.

Система контроля выбрана VDC (Vehicle Dynamic Control). Это гидравлическая система, которая обеспечивает большую скорость изменения угла наклона,90 градусов в секунду, весит 20 кг, расходует меньше процента энергии, идущей на движение и при массовом производстве имеет небольшую стоимость . Система VDC устанавливается на серийные и сертифицированные транспортные средства. Она применялась на Carver, PAL-V, в 2014 году в США планируется производство транспортного средства с VDC.

Автоматическая система наклона которая могла бы контролировать угол крена транспортного средства может позволить водителю управлять транспортным средством как традиционным автомобилем Она может быть электрической, получающей информацию от датчиков или гидравлической автоматической.

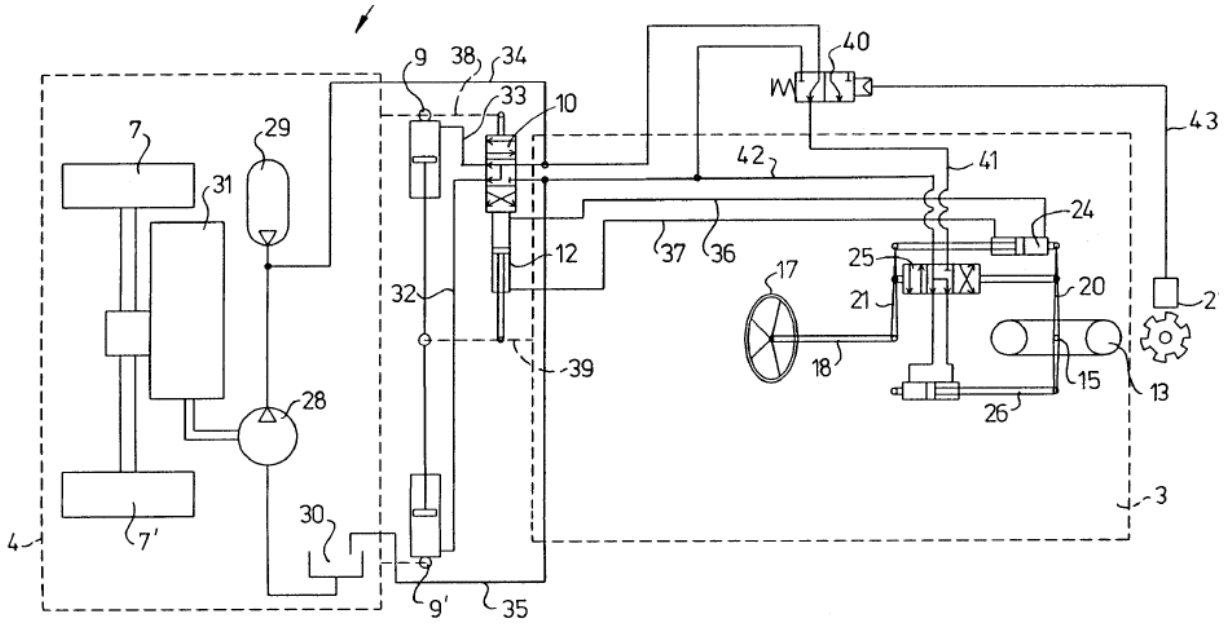
DVC основан на явлении, которое присутствует в каждом мотоцикле. Когда мотоцикл имеет правильную комбинацию скорости, угла наклона и угла поворота рулевого колеса, крутящий момент на переднем колесе равен нулю. Любые изменения в этих трёх основных параметрах приводит к появлению крутящего момента на переднеи колесе. Если крутящий момент измеряется и крутящий момент не равен нулю, то автомобиль не находится в правильном наклонном положении. В зависимости от знака рулевого крутящего момента, DVC увеличивает или уменьшает угол наклона. При оптимальном положении рулевой момент станет равен к нулю и необходимое положение наклона будет получено.

Описание работы гидравлической системы наклона DVC.



Гидравлический насос (1) связан с коленчатым валом двигателя (2). В сочетании с аккумулятором (3) гидравлическое давление системы поддерживается постоянно. Рулевой клапан (4)измеряет крутящий момент между рулем и передним колесом управляет двумя гидравлическими цилиндрами (5).Движение этих цилиндров определяет наклон

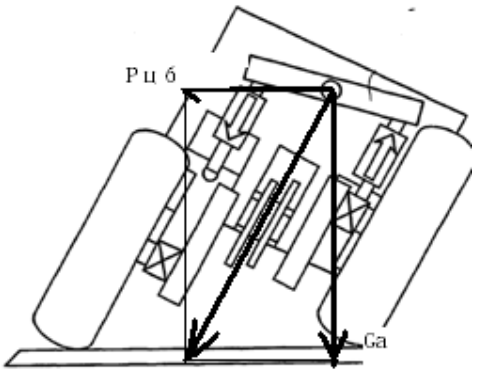
транспортного средства. Датчик скорости (6) активирует запорный клапан (7), чтобы отключить систему наклона кузова до 10 км / ч и наоборот.



Гидравлический датчик, определяющий момент между рулём и передними колёсами(24), связан с распределителем (10), который управляет давлением в цилиндрах(9,9').

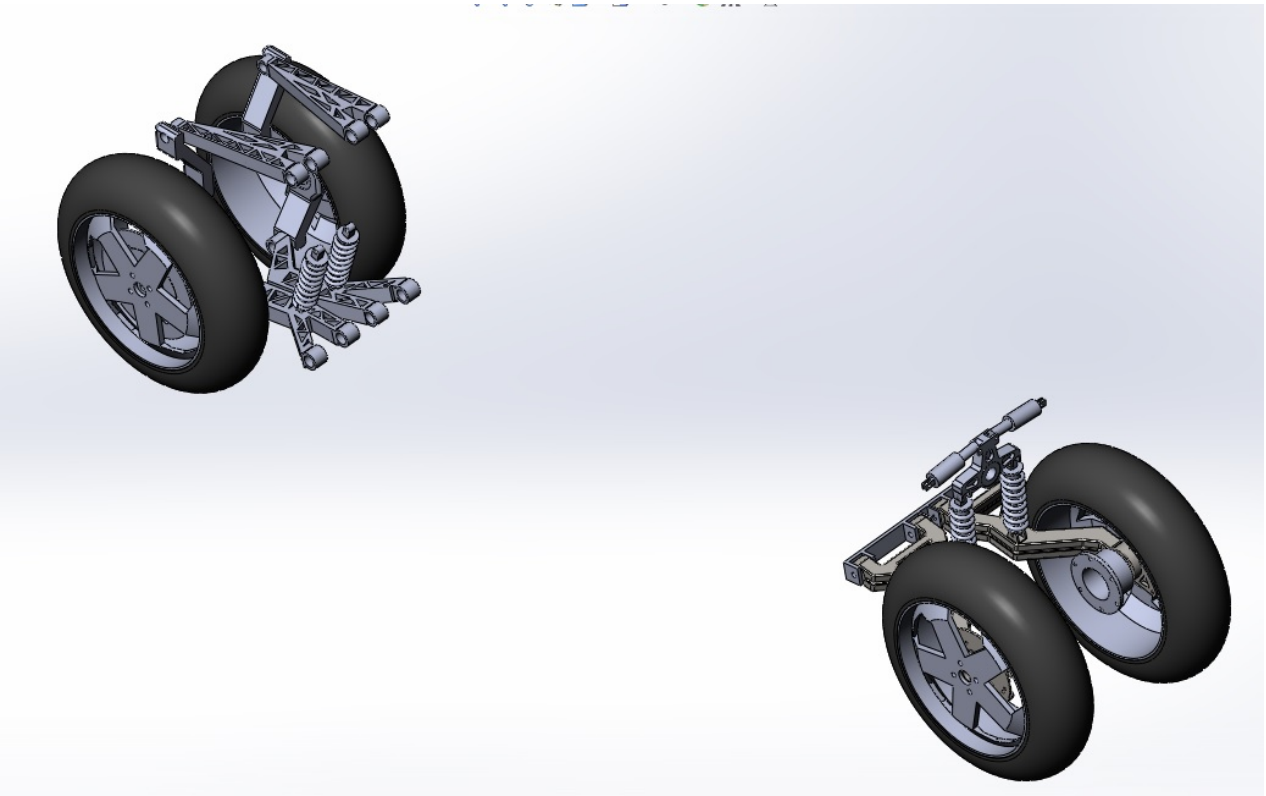
Конструкция и общий принцип.

При прохождении поворота с наклоном нагрузки на внутренние и внешние колёса равны.

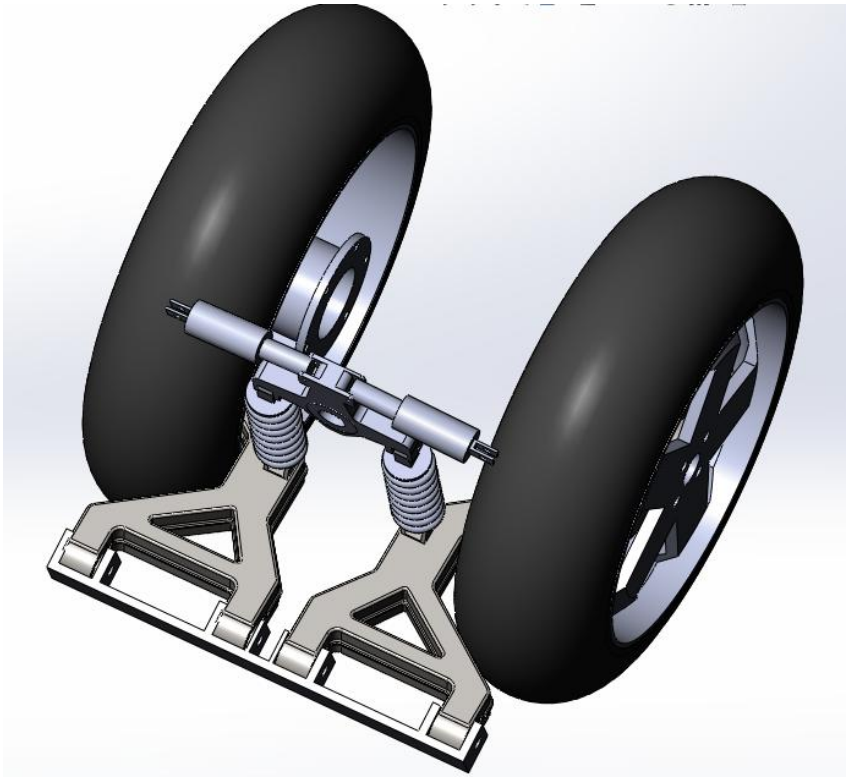


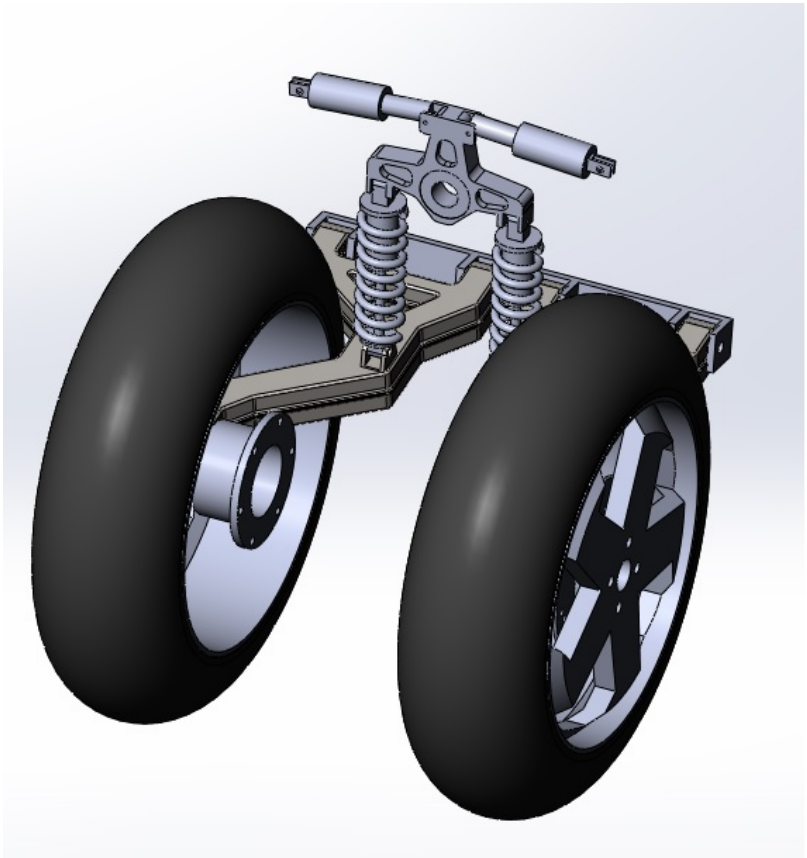
$Рцб=mv^2/R$, $Ga=mg$, $tg\alpha=v^2/gR$

Часть шасси.

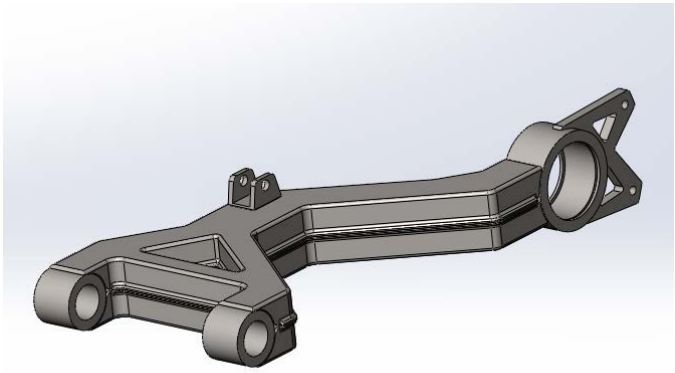


Задняя подвеска с балансиром и гидроцилиндрами системы наклона.





Задний продольный рычаг.



Заключение: четырёхколёсное транспортное средство с наклоном кузова на продольных рычагах и гидравлической системой наклона представляется оптимальным вариантом. Продольные рычаги обеспечивают малую колею и большие хода, гидравлическая автоматическая система наклона обеспечивают большую скорость наклона, малую затрату энергии.

Приложение.

Рис. 1 Lumeneo Smera

Рис. 2 Carver One

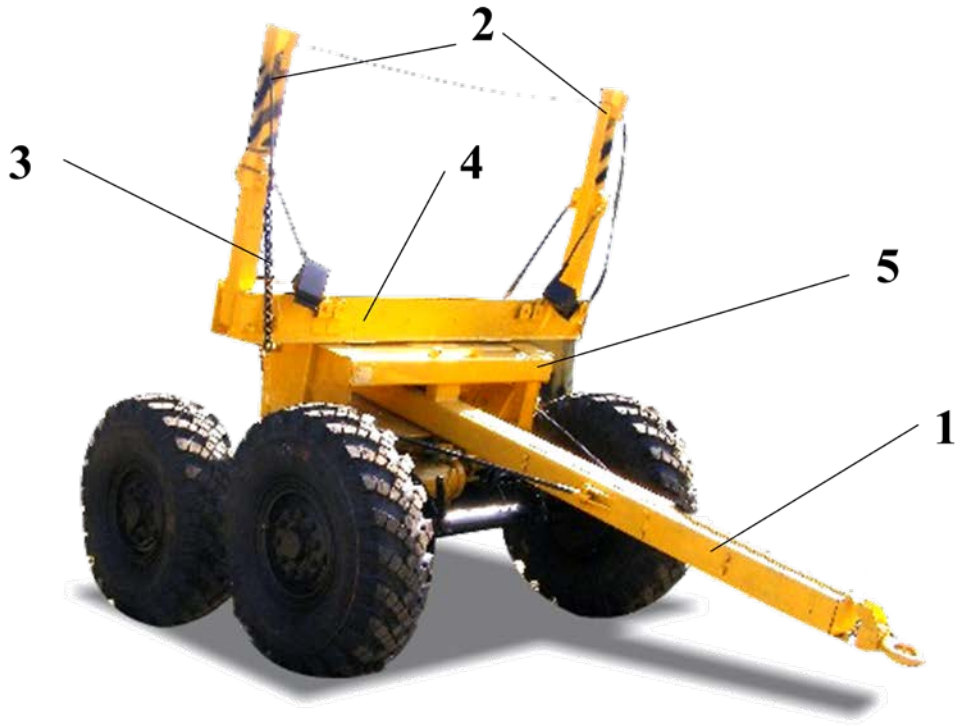
Рис.3 PAL-V

PH-PAV

РАЗРАБОТКА ПРИЦЕПА-РОСПУСКА ЛЕСОВОЗНОГО АВТОПОЕЗДА

Моисеев А.В.
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет (ХНАДУ), автомобильный факультет.
Научный руководитель: к.т.н., доц. Шилов А.И.

Особые требования к перевозке различных изделий из бруса и дерева определяют необходимость той или иной конструкции грузовой площадки прицепа. Развитие производства отечественной специализированной большегрузной техники началось в восьмидесятые годы. В последнее время значительно увеличилась номенклатура грузового автомобильного транспорта, поэтому автопоезда подбираются более внимательно, с учетом региональных особенностей и условий эксплуатации. Так, для перевозки длинномерных грузов в лесозаготовительной промышленности используются специальный автотранспорт – лесовозы. В состав такого транспортного средства входит автомобиль-тягач с поворотным коником и лесовозный полуприцеп роспуск. Данный автотранспорт способен перевозить бревна (леса в хлыстах), трубы и другие грузы длиной от пятнадцати до двадцати семи метров по всем видам дорог наших регионов: от шоссейных магистралей до бездорожья.

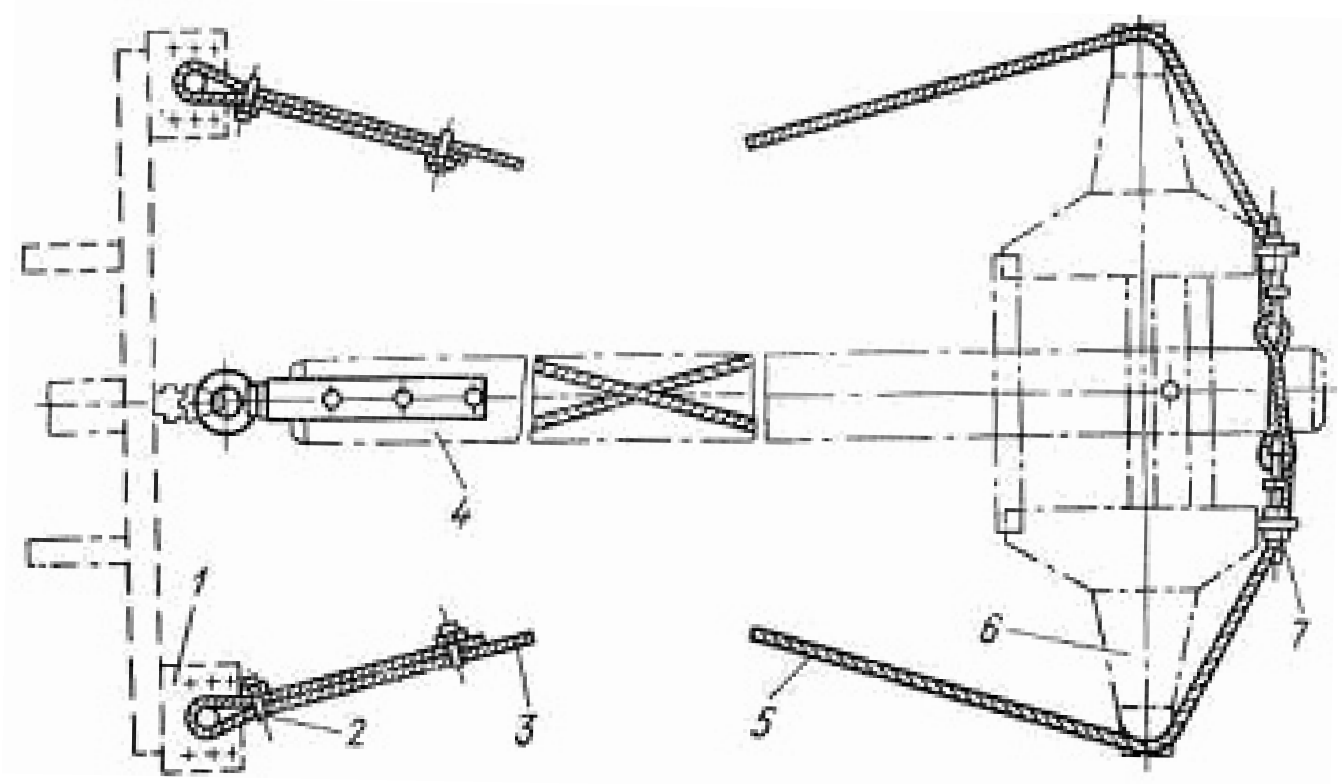


1 – дышло;2 – стойки-мачты;3 – страховочные цепи; 4 – коник;5 – рама.
Рисунок 1. Прицеп-роспуск

Прицеп-роспуск – специализированное транспортное средство для перевозки леса в хлыстах и деревьев длиной 12 – 27 м, а также леса в сортаментах длиной до 9 м, в составе лесовозного автопоезда. Конструкция прицепа-роспуска представлена на рисунке 1. Прицепы-роспуски применяют для перевозки длинномерных грузов. Они имеют раму с дышлом, на который установлен поворотный коник со стойками. Рама роспуска - сварной конструкции, состоит ив двух боковых щек, соединенных четырьмя верхними поперечинами прямоугольного сечения и двумя нижними поперечинами швеллерного сечения. К нижним поперечинам приварены детали опоры оси балансира тележки. Дышло роспуска - сварной конструкции, коробчатого сечения, состоит из наконечника дышла, передней и задней балок, соединенных шарнирно осью. Короб дышла - сварная конструкция коробчатого сечения, к

которой приварены верхний и нижний кронштейны роликов трособлочной сцепки, которая обеспечивает высокую устойчивость на поворотах, служит для следования прицепа по колее тягача. Коник- сварной конструкции, состоит из основания коробчатого сечения и двух откидных стоек, закрепленных шарнирно осями. Стойки удерживаются в вертикальном положении тросами, один конец которых закреплен неподвижно пальцем, а другой запирается рычагом. Рычаг стопорится от самопроизвольного открывания специальным запором, а верхние концы стоек стягиваются Дышло крепят к раме шкворнем, а роспуск прикрепляют к автомобилю двумя растяжками с регулировочными муфтами. К автомобилю дышло крепят прицепной скобой.

Управляется обычно с помощью трособлочной крестообразной сцепки, которая обеспечивает повышенную устойчивость на поворотах, следование прицепа в колее тягача, что значительно повышает маневренность на узких лесных дорогах. Состоит из двух тросов 19,5 мм, четырех роликов, зажимов троса и рым-болтов. Ролики с помощью осей крепятся в кронштейнах на раме и коробе дышла. Передний конец троса крепится к тяговой балке автомобиля-тягача, а задний конец через рым-болты - к кронштейну задней балки дышла. Регулировка и натяжение тросов производится вращением специальной гайки рым-болта. Принцип соединения при помощи трособлочной крестообразной сцепки представлен на рисунке 2. При крестообразной сцепке на лесовозных автопоездах усиливают тяговую балку 1 с определенными расстояниями между отверстиями, к которым присоединяются канаты 3 и 5 крестообразной сцепки. Обратными концами канаты охватывают тяговую балку роспуска 6 и закрепляют на его раме регулировочными рым-болтами 7. Регулировать длину канатов можно и зажимами 2. К прицепной петле тягача крепят дышло роспуска 4.



1 – тяговая балка тягача; 2 – зажим; 3, 5 – канаты; 4 – дышло; 6 – тяговая балка роспуска; 7 – регулировочные рым-болты.

Рисунок 2. Трособлочное соединение

Также применяют автопоезда, оборудованные специальными устройствами для самопогрузки леса на автопоезд. Такие автопоезда-самопогрузчики оснащают технологическим оборудованием, состоящим из двух- или трехбарабанной лебедки с дистанционным управлением, приводом канатно-блочной системы и коников, которые могут наклоняться и имеют с одной стороны жесткозакрепленные стойки-мачты, с другой — откидные погрузочные стойки. Опускание и подъем вспомогательных откидных стоек и открывание замков автоматизированы. Кинематическая схема механизма и момент погрузки приведен на рисунке 3.

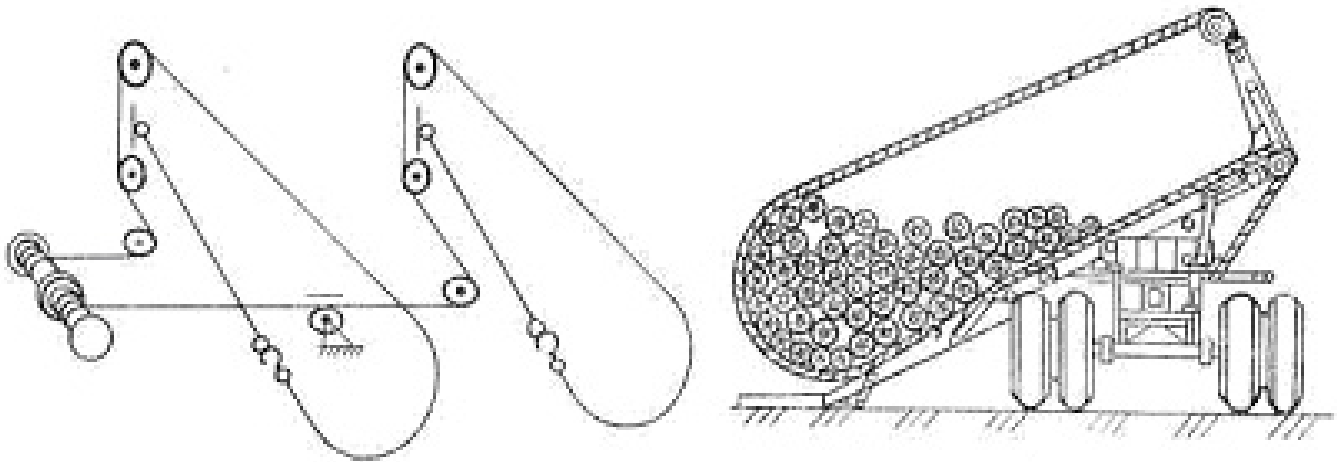
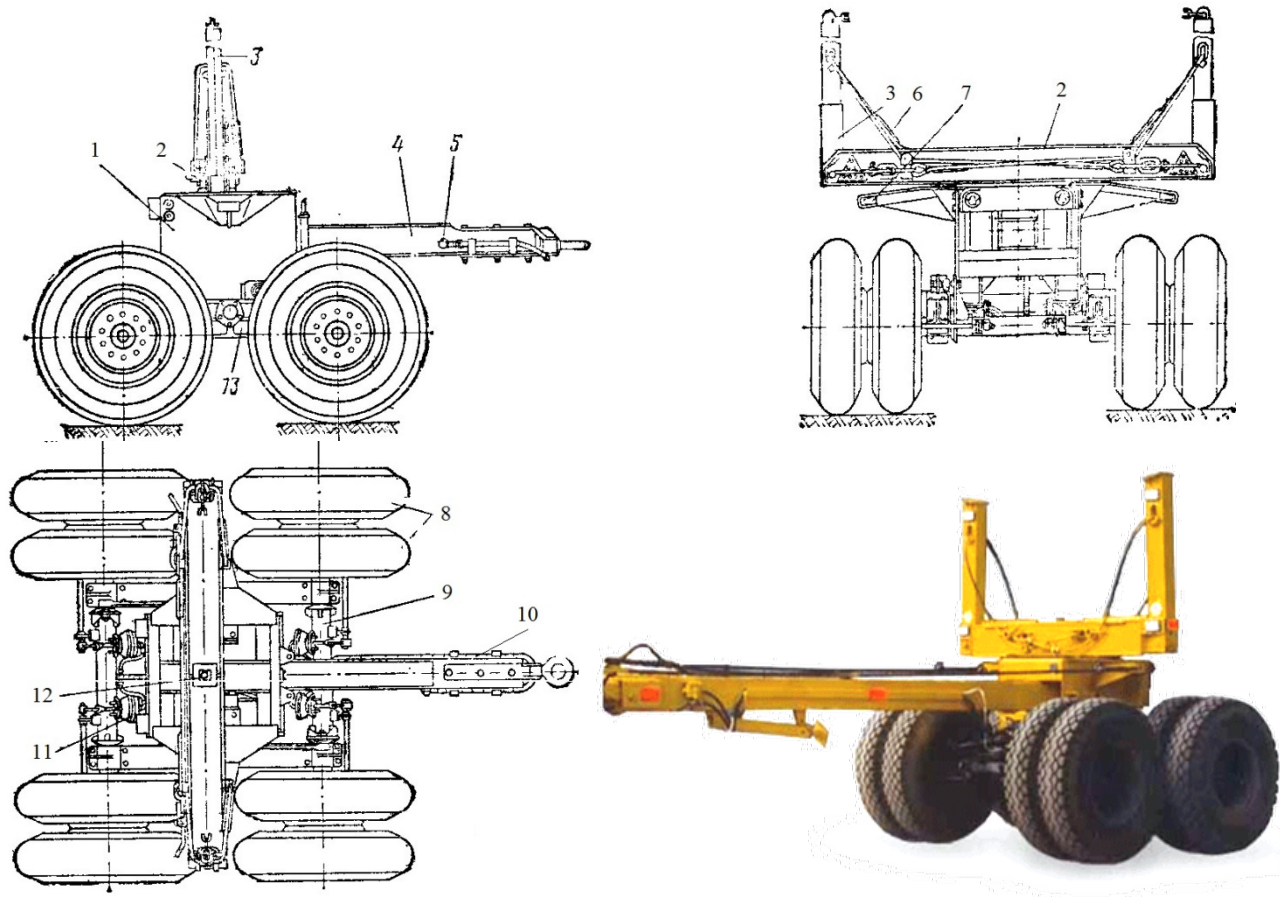


Рисунок 3. Механизм самопогрузки на прицеп-роспуск

Прицепы-роспуски в зависимости от грузоподъемности делятся на одноосные, двухосные и многоосные. По той же причине используют односкатную или двускатную ошиновку. На прицепах-роспусках в значительной степени используется рессорная, балансирная и балансирная с рессорами подвеска. На прицепах-роспусках с одной осью применяется рессорная подвеска. Прицепы-роспуски с большим количеством осей имеют балансирную подвеску для перевозки стволов деревьев, а для перевозки труб или других грузов по пересеченной местности используется балансирная подвеска с рессорами. Данный тип подвески обеспечивает высокую плавность хода и уменьшает динамические загрузки на раму при преодолении препятствий.

Существую несколько видов дышла прицепа-роспуска: жестко закрепленное, телескопическое, складное. Внутри дышла коробчатого сечения прокладывается электропроводка. Это обеспечивает ей защиту от повреждений. Там же находится и воздушный трубопровод для привода тормозов роспуска. При использовании жестко закрепленного дышла расстояние между роспуском и тягачом неизменно. Телескопическое дышло позволяет регулировать длину дышла в зависимости от габаритов груза. Для изменения расстояния между кониками автомобиля-тягача и роспуска передняя часть дышла удлиняется за счет выдвижной петли, а задняя – за счет перестановки шкворня роспуска в другое отверстие в дышле. Прицепы-роспуски со складным дышлом позволяют транспортировать прицеп-роспуск без груза на шасси тягача. Конструкция типового двускатного прицепа-роспуска с балансирной подвеской и жесткозакрепленным дышлом представлена на рисунке 4.



1 – рама прицепа; 2 – коники; 3 – откидные стойки; 4 – дышло; 5 – соединительная головка пневматического привода тормозов.; 6 – тросы для удержания стоек коника в вертикальном положении; 7 – консоль тяговой балки; 8 – колеса; 9 – ось; 10 – скоба; 11 – тормозная камера; 12 – шкворень для поворота коника; 13 – балансиры.

Рисунок 4. Двухосный прицеп-роспуск с балансирной подвеской.

Также на автомобиле-лесовозе устанавливают устройство для самозагрузки прицепа-роспуска. Складное дышло в средней части имеют шарнир с горизонтальной осью, что обеспечивает возможность их сборки и загрузки роспуска на шасси тягача. Загрузка начинается после того, как лебедка начинает наматывать канат, при натяжении которого замок шарнира дышла открывается, дышло складывается и плавно поднимается вверх. Тяговое усилие лебедки позволяет затащить на тягач и зафиксировать освободился от бревен прицеп-роспуск. Трос лебедки может присоединяться или к передней части, или к средней шарнирно-сочлененной части дышла. При завершении нагрузки колеса роспуска должны попасть на специально отведенные для них накатные плоскости, закреплены на конце рамы тягача, а дышло - в вырез ограждения кабины. Таким образом, осуществляется транспортировка прицепа на холостом ходу, что улучшает маневренность всего автопоезда, позволяет безопасно увеличить скорость, а также значительно сокращает расход топлива. Лесовоз оборудуют рамой из накатными плоскостями, на которой устанавливается защитная конструкция для коника и кабины. Такое ограждение предохраняет кабину и механизм крана манипулятора от случайных ударов бревен во время погрузки и перевозки по бездорожью. Для колес загружаемых на автомобиль роспуска с помощью лебедки и канатно-блочной системы устраивают две накатные площадки в виде наклонных плоскостей, укрепленных на заднем конце автомобиля по бокам (по ширине колес роспуска). Прицеп-роспуск со складывающимся дышлом показано на рисунке 4.

Рисунок 4 - Прицеп-роспуск со складывающимся дышлом.

Коники прицепа-роспуска могут быть поворотными или жестко закрепленными. Прицеп-роспуск оборудован рабочей тормозной системой, действующей на все колеса и стояночной тормозной системой, действующей на колеса задней оси. Рабочая тормозная система роспуска выполнена по двухпроводной схеме. Привод рабочей тормозной системы включает в себя: соединительные головки, магистральные фильтры, воздухораспределитель тормозов с краном растормаживания, воздушные баллоны, тормозные камеры, трубопроводы и соединительную арматуру. Система электрооборудования роспуска - одножильных, с "массой" соединен отрицательный полюс потребителей тока. Корпус роспуска связан с "массой" автомобиля-тягача через штепсельную розетку, установленную на раме тягача. Номинальное напряжение в сети, необходимая для работы потребителей электроэнергии - 24 В, питание от источника тока тягача. Транспортные средства для перевозки труб и плетей оборудуются габаритными сигналами. При перевозках на боковые торцы заднего коника и задний конец одной из труб (плетей), лежащие в нижнем ряду, устанавливают габаритные красные флажки (днем) или фонари (ночью).

Для дальнейшей разработки прицепа-роспуска приняты основные параметры прицепа-роспуска, представленные в таблице 1. Общий вид проектируемого прицепа-роспуска в составе лесовозного автопоезда представлен на рисунке 5.

Таблица 1. Параметры проектируемого прицепа-роспуска

тип дышла	жестко закрепленное
тип коников	поворотные
тип стоек-мачт	не откидные
количество осей	двухосный
тип подвески	балансирная с рессорами
ошиновка	односкатная

Конструкция прицепов роспусков разработана давно и, казалось бы, ей некуда совершенствоваться. Однако, применение современных методов расчета и анализа напряжений конструкции прицепов, позволило существенно улучшить параметры прицепов-роспусков. Проектирование новых лесных машин и технологического оборудования всегда связано с большим количеством расчетных исследований, направленных на получение оптимального варианта при снижении стоимости, материалоемкости и повышении надежности. Наиболее трудоемким этапом проводимых расчетов является исследование статической и динамической прочности несущих элементов лесных машин. Во время движения автопоезда при преодолении препятствий нагрузка на раму возрастает в несколько раз.

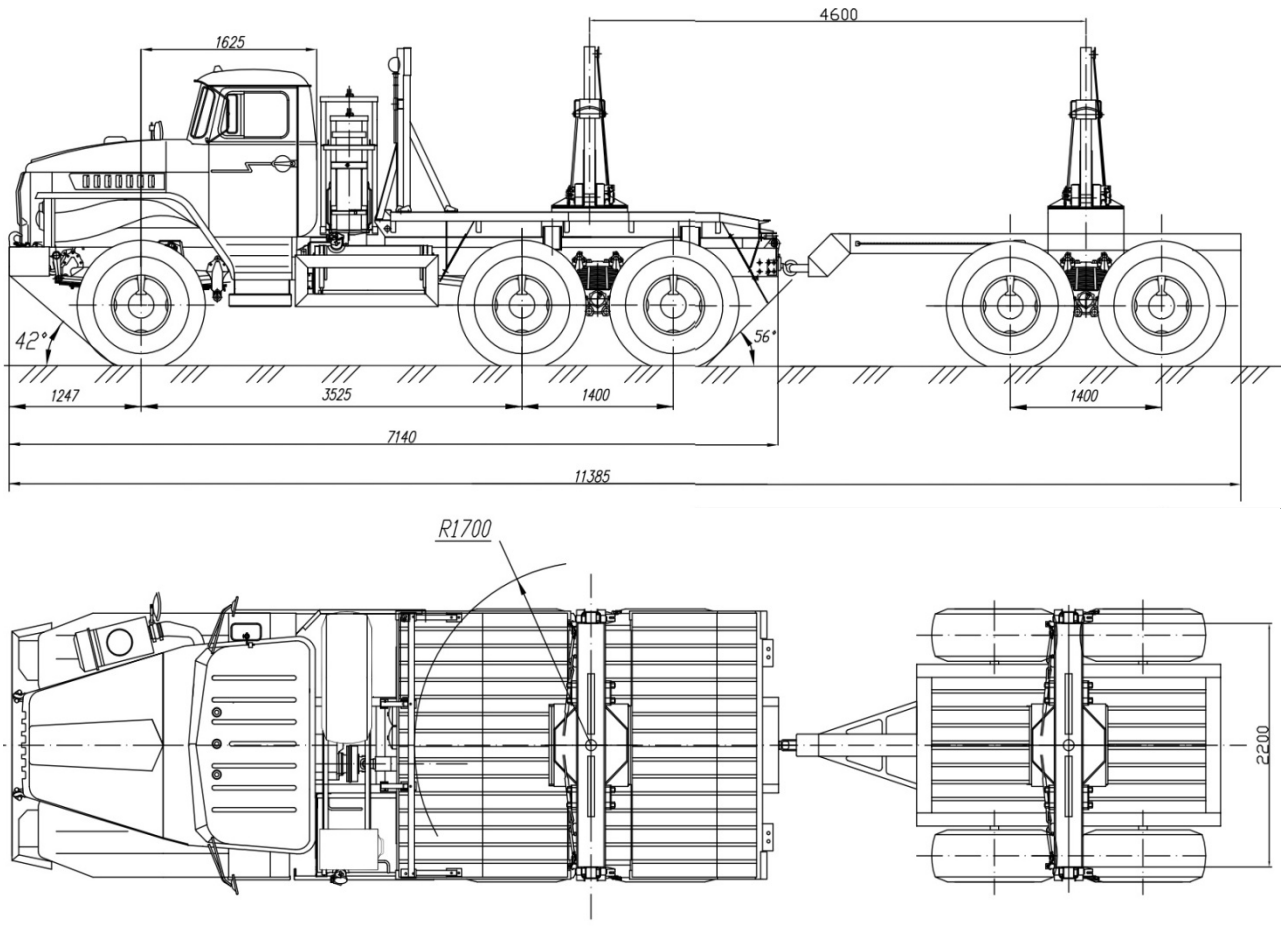


Рисунок 5. Общий вид автопоезда

Для оценки величины динамических нагрузок на раму прицепа была составлена расчетная модель колебательной системы роспуска, изображенная на схеме 1.

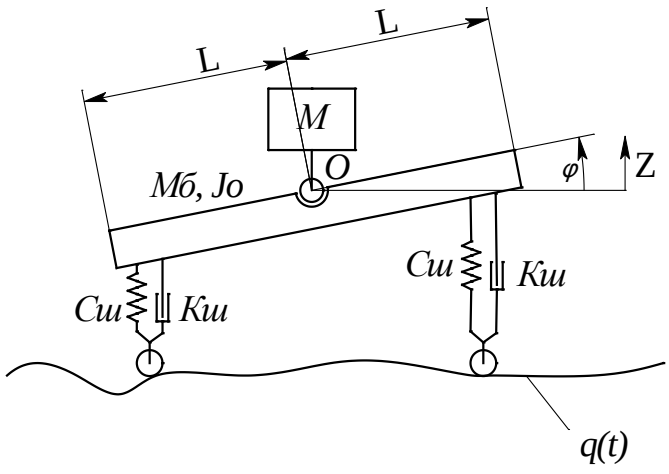


Схема 1. Расчетная схема для определения динамических загрузок на раму прицепа

Расчетная схема состоит из массы груза и рамы прицепа *M*, балансира общей массой *Мб* (с учетом мостов и колес), момент инерции балансира относительно точки *O* составляет *Jo*. Прицеп опирается на поверхность дороги шинами, которые заменены пружинными элементами жесткостью *Сш* и амортизатором жесткостью *Кш*, которые учитывают гистерезисные потери энергии в шинах на трение и трение при колебаниях балансира. Поверхность дороги представлена функцией *q(t)*, причем под задними колесами текущая

высота дорожного полотна составляет $q(t-\delta)$, где $\delta = 2 \cdot L/V$ – время опоздания попадания неровности под задние колеса по сравнению с передними(L – расстояние от колес до оси балансира, V – скорость движения прицепа). Положение колебательной системы определяется двумя обобщенными координатами: Z – координата центра масс загруженного прицепа, м; φ - угол поворота балансира относительно горизонтальной оси, рад. Движение данной колебательной системы описывается следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} Z'' + \dfrac{2 \cdot Кш}{M + Мб} \cdot Z' + \dfrac{2 \cdot Сш}{M + Мб} \cdot Z = \dfrac{Кш}{M + Мб} \cdot (q'(t) + q'(t-\delta)) + \dfrac{Сш}{M + Мб} \cdot (q(t) + q(t-\delta)), \\ \varphi'' + \dfrac{2 \cdot Кш \cdot L^2}{Jo} \cdot \varphi' + \dfrac{2 \cdot Сш \cdot L^2}{Jo} \cdot \varphi = \dfrac{Кш \cdot L}{Jo} \cdot (q'(t) - q'(t-\delta)) + \dfrac{Сш \cdot L}{Jo} \cdot (q(t) - q(t-\delta)) \end{cases}$$

Был проведен анализ движения прицепа-роспуска по неровностям дороги, который показал, что ускорения точки крепления балансира к раме составляют не более (2÷2,5) g. Значит, по сравнению со статическим состоянием нагрузки на раму в процессе движения увеличатся в 2÷2,5 раза. Для уменьшения нагрузки на раму, было принято решение применить балансирную подвеску в сочетании с упругим элементом, в качестве которого выступят листовые полуэллиптические рессоры. Для удобства эксплуатации балансирная подвеска, применяемая при проектировании прицепа-роспуска, являлась аналогом задней подвески автомобиля УРАЛ-4320, который в данном случае являлся тягачом в составе лесовозного автопоезда. Расчетная схема автопоезда представлена на схеме 2.

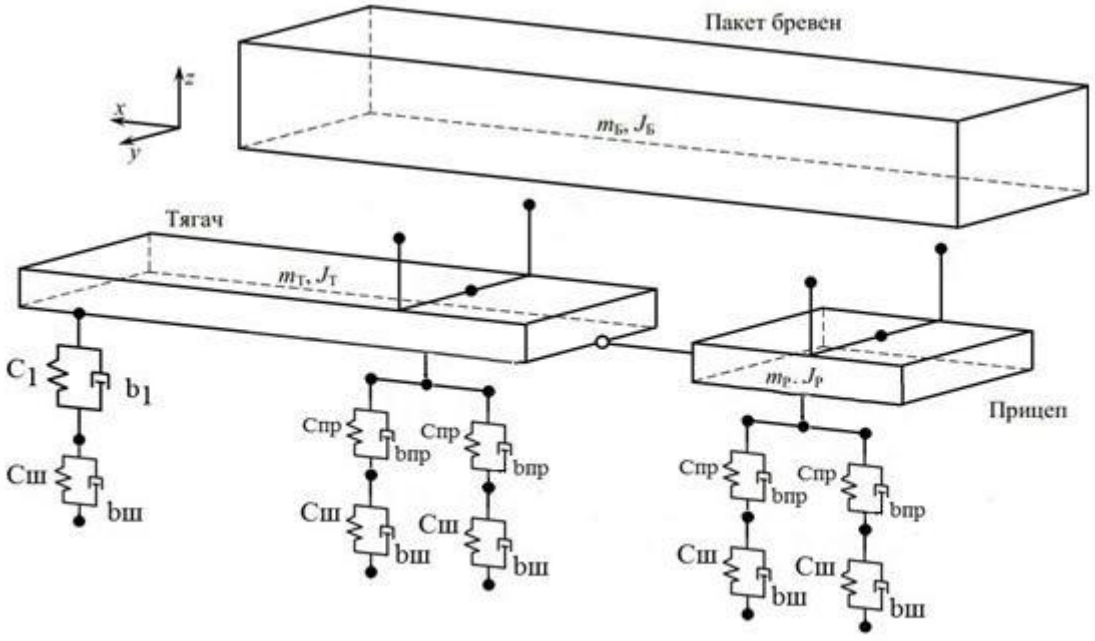


Схема 2. Расчетная схема лесовозного автопоезда

Следующим этапом разработки является построение трехмерной модели прицепа роспуска с помощью программного пакета Autodesk Inventor. Трехмерная модель прицепа-роспуска представлена на рисунке 5. Материал для компонентов рамы – сталь 09Г2С. Данный тип низколегированной конструкционной стали для сварных конструкций пригоден для работы в сложных условиях, не изменяя свои свойства в широком диапазоне температур от -70° до +70° С прицеп-роспуск пригоден для эксплуатации в различных регионах страны. Также был проведен анализ устойчивости автопоезда при развороте с минимальным радиусом.

Устойчивое движения подвижного состава полной массой 30 т. при развороте обеспечивается при условии, что скорость автопоезда составит не более 20 км/ч.

Рисунок 6. Трехмерная модель прицепа-роспуска

Было проведено динамическое моделирование движения по неровной дороге, которая содержала различные неровности, типа «яма», «бордюр». Расчетная трехмерная модель лесовозного автопоезда показана на рисунке 7. При проверке рамы на прочность, был выполнен анализ методом конечных элементов в программном пакете, который позволил определить коэффициент запаса прочности. Рассчитана сеточная модель рамы, представленная на рисунке 8, после чего был проведен расчет. Нагрузка с учетом динамического коэффициента 2,5, прилагаемая к конику прицепа-роспуска, составила

375000 Н. Минимальный запас прочности составил 1,5. Результаты расчета рамы на прочность методом конечных элементов представлены на рисунке 9.

Рисунок 7. Расчетная трехмерная модель лесовозного автопоезда

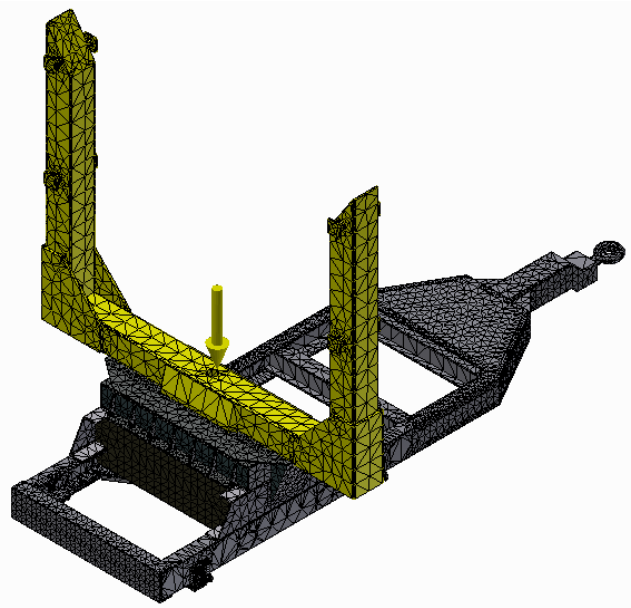


Рисунок 8. Сеточная модель рамы прицепа-роспуска

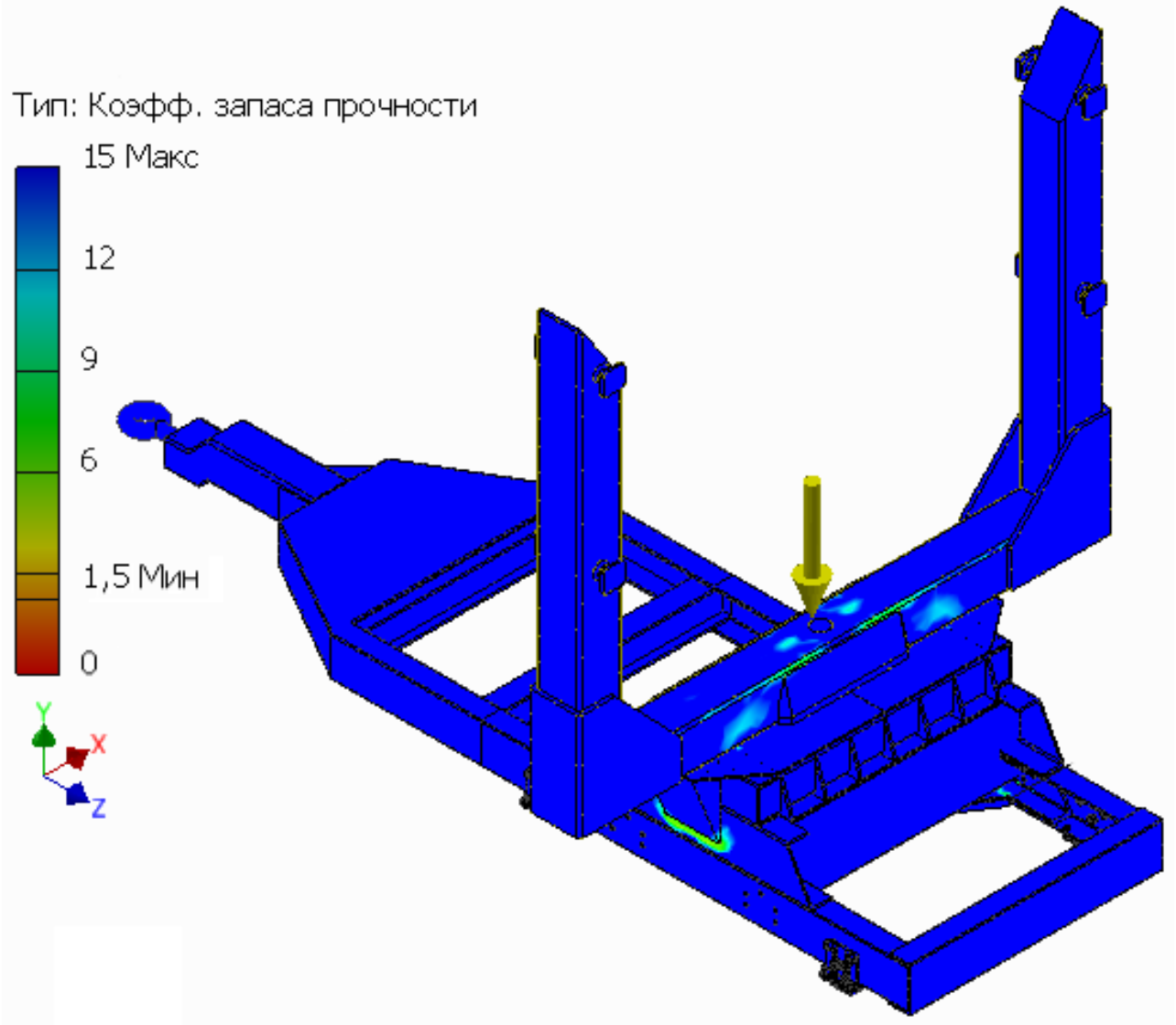


Рисунок 9. Результаты анализа МКЭ

В ходе работы был проведен анализ конструкций прицепов-роспусков. Выбранная схема отвечает предназначению проектируемого подвижного состава. В ходе расчета были

определены основные нагрузки при различных режимах движения, выполнен динамический анализ движения и анализ напряженно-деформированного состояния разрабатываемого прицепа-роспуска. Конечный результат проверки рамы на прочность исходя из коэффициента запаса прочности составил 1,5, что удовлетворяет заданным условиям эксплуатации. Необходимая жесткость конструкции обеспечена.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ЭКОМОБИЛЯ ДЛЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ СОРЕВНОВАНИЙ SHELL ECO-MARATHON

Горенко А.В.
Харьковский национальный автомобильно-дорожный универнрситет (ХНАДУ), автомобильный факультет.
Научный руководитель: к.т.н. Шилов А.И.

Современный автомобиль немыслим без экономичного двигателя. Тенденции на мировом рынке энергоносителей таковы, что автопроизводители вынуждены разрабатывать автомобили, которые должны отличаться максимальной энергоэффективностью, высокой производительностью всех систем.

За последние десятилетия автомобильный парк по всем миру значительно возрос. Согласно последним данным статистики, в мире уже насчитывается более миллиарда машин. Буквально за год, с 2009 по 2010 количество четырехколесных средств передвижения увеличилось на 3,9%. По прогнозам исследовательской компании PwC, в 2012 году будет выпущено рекордное количество автомобилей – 82 млн. штук.

В ногу со временем идет компания Shell. Именно специалистами данного бренда было принято решение проводить международные соревнования с целью выявления наиболее экономичных, футуристичных автомобильных разработок и дальнейшее их внедрение в современный автомобиль. С 1939 года компания проводит соревнования Shell Eco-marathon почти ежегодно. С тех пор регламент соревнований претерпел многих изменений. Сегодня участие в нем могут принимать не только переделанные стандартные автомобили, но и специально построенные, автомобили любой конструкции, при условии наличия в конструкции не более 3 колёс и возможности развивать установленную среднюю скорость на дистанции.

Shell Eco-marathon – это международный образовательный проект, направленный на поиск инновационных энергетически эффективных решений, в рамках которого студенческие команды проектируют, создают и испытывают инновационные конструкции автомобилей и их двигателей с целью проехать наибольшее расстояние, используя при этом наименьшее количество энергии.

Ежегодно в соревнованиях принимают участие команды из более двадцати стран мира. Украина в этих соревнованиях представлена одной командой. С огромной гордостью можно заявлять, что это команда ЛСА ХАДИ. Впервые участие было принято в 2010 году. Автомобиль-прототип назвали ХАДИ-34.

Коллектив СПКБ принял решение участвовать в концептуальном классе, в подгруппе, где используются двигатели внутреннего сгорания. Первый предложенный вариант автомобиля имел в качестве несущей системы пространственную раму, три колеса: одно управляемое спереди и два сзади. Двигатель и трансмиссия – за кабиной пилота в задней части автомобиля.

Далее последовали исследования в области аэродинамики, целью которых был поиск оптимальной формы обтекателей автомобиля, обеспечивающей минимальное аэродинамическое сопротивление. С целью уменьшения веса, на этом этапе разработки было принято решение использовать в качестве несущей системы монокок, изготовленный из композитных материалов.

Для реализации минимального аэродинамического сопротивления поверхность автомобильного кузова должен быть аэродинамически совершенной при минимальном миделевому сечении. Объемы выступающих частей за поверхность кузова должны быть сведены к минимуму, детали кузова должны стыковаться без зазоров, в местах стыковки должны иметь общую соприкасающаяся плоскость, колеса и элементы подвески должны быть накрыты обтекателями.

Также требует учета влияние бокового ветра для снижения "парусности" кузова. Максимальная величина скорости ветра, при которой проводятся соревнования, может достигать 5м/сек, что составляет около 50% от средней скорости екомобиля.

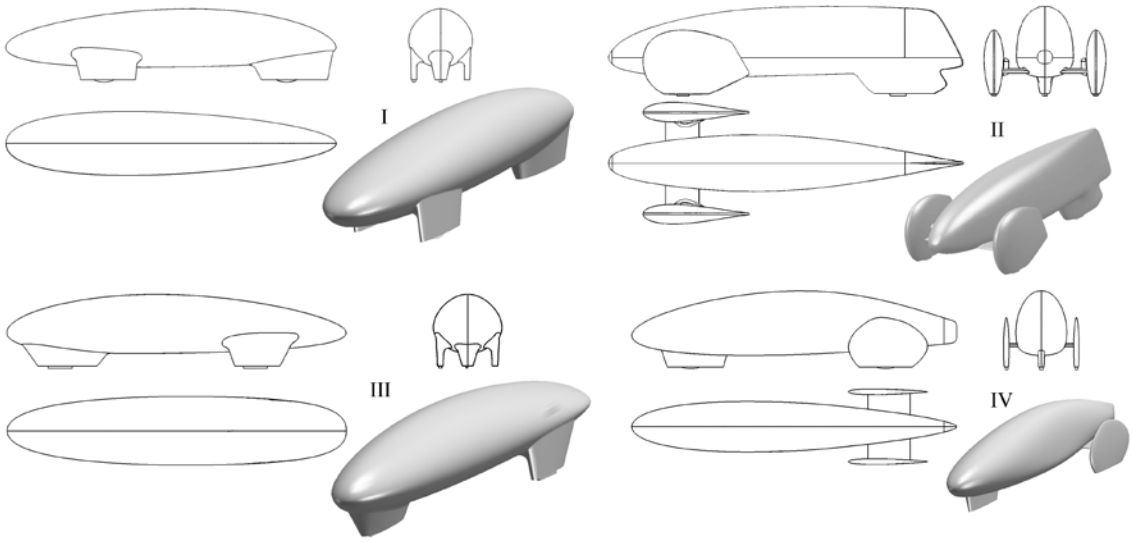


Рисунок 1. Типы конструкций автомобиля для соревнования Shell Eco-marathon

Поиск рационального аэродинамического решения проводился на основе гипотезы о суперпозиции влияния таких основных факторов как: аэродинамическое сопротивление базового тела, минимизация вертикальной силы, минимизация бокового ветровой нагрузки, интерференция кузова и колесных л. Минимизация сопротивления кузова приводит к базовой форме, напоминающей Крылов профиль.

Соотношение кривизны верхней и нижней частей в комбинации с экранным эффектом должно обеспечивать отсутствие прижимая силы, как фактора увеличения силы трения качения. Для этого нужно искать оптимальное сочетание двух факторов - формы и экранного эффекта дорожного полотна.

После процедуры поиска необходимо проверять полученную базовую форму на влияние бокового ветра. Здесь существенную роль играет знание розы ветров местности и учета трехмерности обтекания.

Для рассмотренных типов кузова разработаны твердотельные модели, отвечающие требованиям, предъявляемым к автомобилям с низким аэродинамическим сопротивлением. На основе твердотельных моделей построены сетевые области для численного моделирования аэродинамических характеристик этих кузовов.

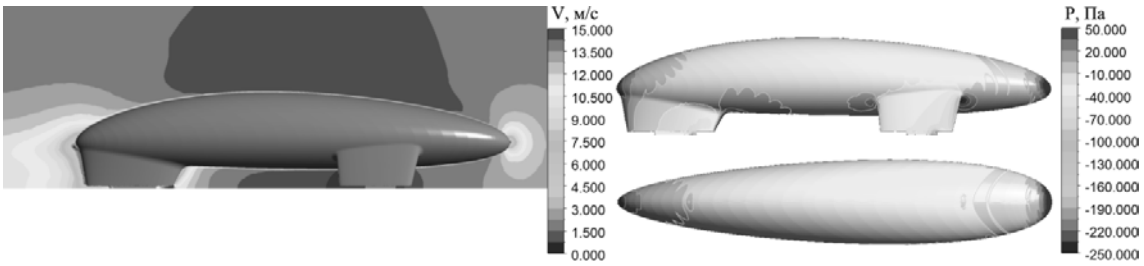


Рисунок 2. Поля скоростей в плоскости симметрии и распределние давления на поверхности кузова автомобіля, тип 1

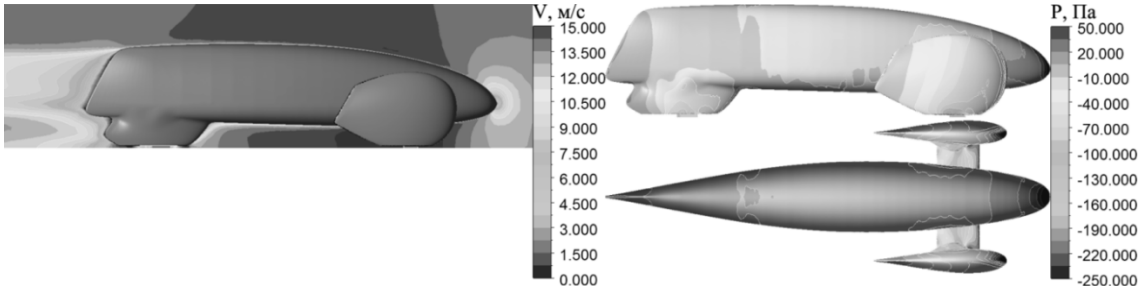


Рисунок 3. Поля скоростей в плоскости симметрии и распределние давления на поверхности кузова автомобіля, тип 2

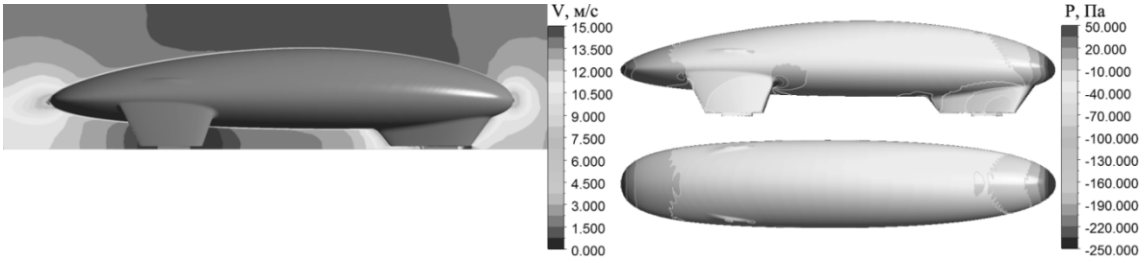


Рисунок 4. Поля скоростей в плоскости симметрии и распределние давления на поверхности кузова автомобіля, тип 3

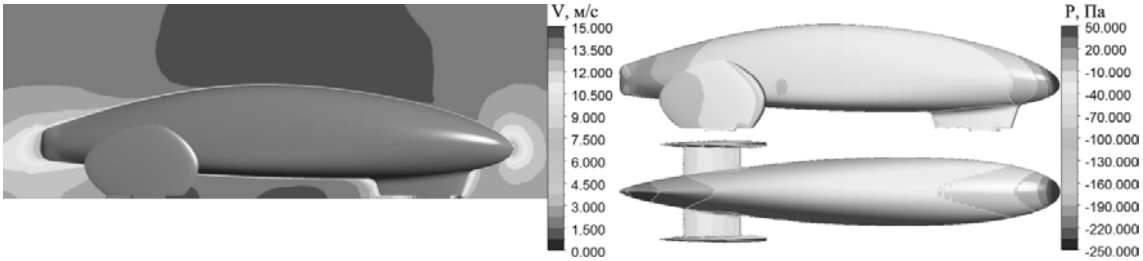


Рисунок 5. Поля скоростей в плоскости симметрии и распределние давления на поверхности кузова автомобіля, тип 4

Таблица 1. Аэродинамические свойства автомобилей

	I	II	III	IV
Cx	0.105	0.134	0.118	0.13

На основании этих данных можно сделать следующие выводы:

I-й тип конструкции.
Преимущества: Низкий аэродинамическое сопротивление, хорошая компоновка для расположения человека, двигателя и других элементов конструкции.
Недостатки: сложная схема управления и привода на заднее колесо.

II-й тип конструкции
Преимущества: Повышенная устойчивость автомобиля с подобным компоновкой колес (2 +1).
Недостатки: высокий (по сравнению с другими схемами) аэродинамическое сопротивление через интерференцию обтекателей передних колес и кузова автомобиля.

III-й тип конструкции
Преимущества: Большой объем внутреннего пространства для размещения человека, двигателя и других элементов конструкции.
Недостатки: Увеличенный мидель по сравнению с другими вариантами. Высокое аэродинамическое сопротивление. Низкая устойчивость автомобиля с подобным компоновкой колес (1 +2).

IV-й тип конструкции
Преимущества: Хорошая компоновка для размещения человека, двигателя и других элементов конструкции. Простая конструкция управления задними колесами.
Недостатки: Увеличенный (по сравнению с 1-й схеме) аэродинамическое сопротивление. Низкая устойчивость автомобиля с подобным компоновкой колес (1 +2).

Реализованный проект вобрал в себя наилучшие технические решения предыдущих проектов. С целью повышения устойчивости автомобиля была изменена его компоновка – два управляемых колеса в передней части автомобиля и одно ведущее в задней. Двигатель и трансмиссия расположены за кабиной пилота.

Внешний вид автомобиля представлен на рисунке 6, а его технические характеристики – в таблице 1.

В качестве силовой установки используется четырехтактный бензиновый двигатель Honda GX35. Изменения коснулись в первую очередь системы питания. Специалистами ЛСА ХАДИ была разработана и установлена система непосредственного впрыска топлива, что в значительной мере повысило его экономические показатели. Также была увеличена степень сжатия, что улучшило коэффициент полезного действия силового агрегата. С учетом этого для избежания детонаций, стало необходимым использование топлива с большей детонационной стойкостью, то есть с более высоким октановым числом.

Рисунок 6. Автомобиль ЛСА ХАДИ – участник соревнований экомарафона Sell Eco-marathon

Таблица 2. Основные характеристики автомобиля

Параметр	Значения параметра
1. Снаряженная масса, кг	45
2. Полная масса, кг	100
3. Марка и тип двигателя	Honda GX35, бензиновый
4. Максимальная мощность двигателя Ne_{max}, кВт	1,0
5. Частота вращения вала при максимальной мощности n_N, $хв^{-1}$	7000
6. Статический радиус колеса r_{cm}, м	0,25
7. Передаточные числа трансмиссии:	
коробки передач	
$u_{к1}$	1,333
$u_{к2}$	1,364
цепной передачи $u_{цп}$	20,25
8. Лобовая площадь, $м^2$	0,3
9. Коэффициент аэродинамического сопротивления k, $Н \cdot с^2/м^4$ (определенный теоретически специалистами кафедры теоретической механики ХНАДУ)	0,11
10. КПД трансмиссии	0,90

Крутящий момент от двигателя передается через многодисковое сцепление на цепную передачу, далее идет на двухступенчатую коробку передач, а дальше посредством цепной передачи – на ведущее колесо.

Кузов автомобиля представляет собой несущий монокок из стекловолокна, способный выдержать массу пилота и нагрузки, действующие на него во время движения со стороны дорожного полотна. Процесс создания кузова автомобиля производился в несколько этапов. Сначала была изготовлена мастер модель автомобиля. Для этого компьютерную модель методом сечений разрезали на несколько плоскостей, в результате чего получили проекции элементов профиля кузова. Далее были изготовлены чертежи каждой проекции, после чего они были вырезаны из древесины. Эти детали, собранные в единое целое, послужили основой для создания единого деревянного каркаса. Пустоты между деталями каркаса были заполнены строительной пеной. После высыхания мастер-модели, посредством шлифовки, ей придали необходимую форму. Мастер-модель послужила основой для создания матриц оболочки автомобиля, после чего был изготовлен монокок. Для изготовления матриц и кузова было использовано стекловолокно. Весь процесс создания кузова занял около шести месяцев.

Рисунок 7. Процесс создания кузова автомобиля

С использованием формул, главным образом полученных из уравнения движения автомобиля, был проведен анализ тягово-скоростных характеристик прототипа.

Мощность двигателя, необходимую для движение по горизонтальной поверхности дороги со скоростью 60 км/ч, определили по формуле, кВт [1]:

$$N_{необх} = \frac{m_a \cdot g \cdot \psi_V \cdot V}{3600 \cdot \eta_{тр}} + \frac{k \cdot F \cdot V^3}{46656 \cdot \eta_{тр}}, \quad (1.1)$$

$$N_{необх} = \frac{100 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}012 \cdot 60}{3600 \cdot 0{,}92} + \frac{0{,}11 \cdot 0{,}3 \cdot 60^3}{46656 \cdot 0{,}92} = 0.379 \text{ кВт.}$$

Необходимая мощность для движения на подъем со скоростью 35 км/ч:

$$N_{необх} = \frac{100 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}075 \cdot 35}{3600 \cdot 0{,}92} + \frac{0{,}11 \cdot 0{,}3 \cdot 35^3}{46656 \cdot 0{,}92} = 0.81 \text{ кВт.}$$

В результате расчетов были получены следующие параметры:

- мощность, необходимая для движения автомобиля по горизонтальной поверхности дороги со скоростью 60 км/ч, которая составила 0,379 кВт;
- мощность, необходимая для движения на подъем со скоростью 35 км/ч, составила 0,81 кВт.

Согласно проведенных расчетов можно сделать вывод, что выбранный двигатель Honda, мощностью 1 кВт, имеет некий запас мощности, что положительно влияет на динамические характеристики автомобиля.

Далее были построены графики внешней скоростной характеристики двигателя, после чего с помощью уравнения силового баланса, был выполнен анализ тягово-скоростных свойств автомобиля.

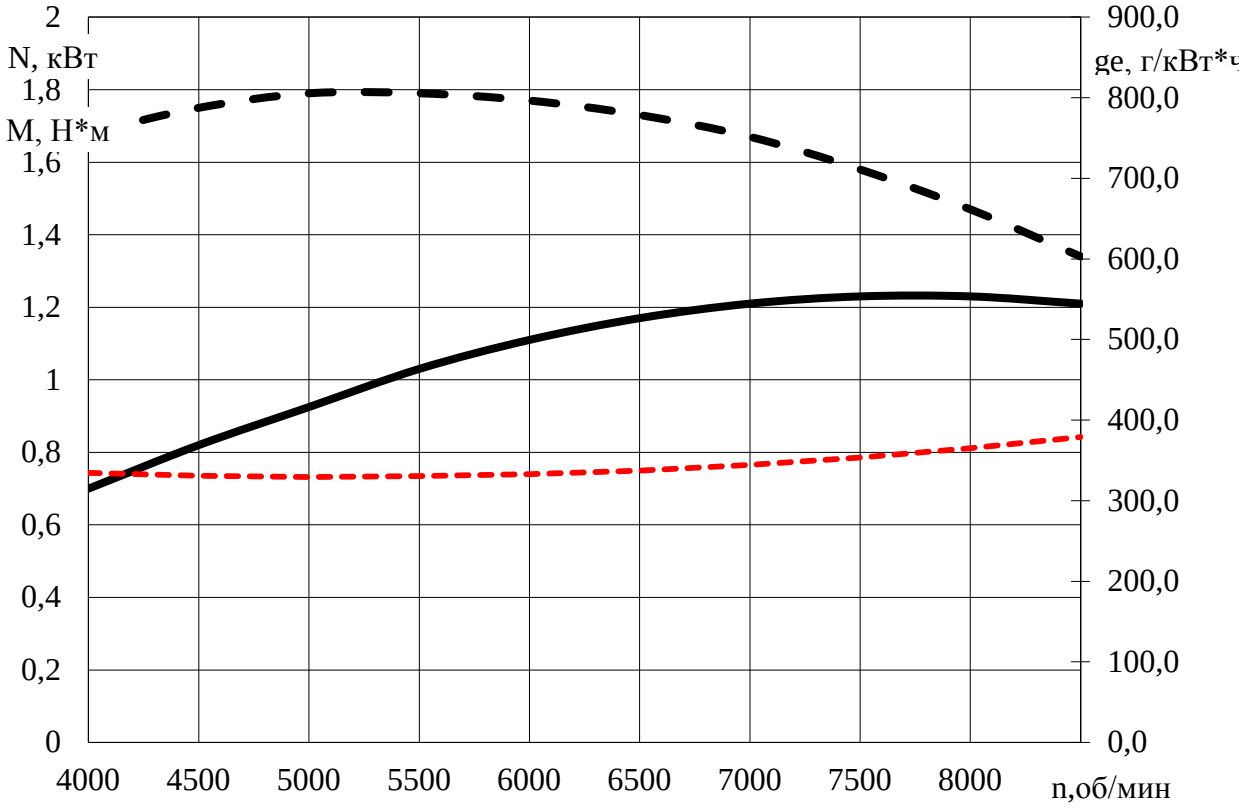


Рисунок 8. Внешняя скоростная характеристика двигателя Honda

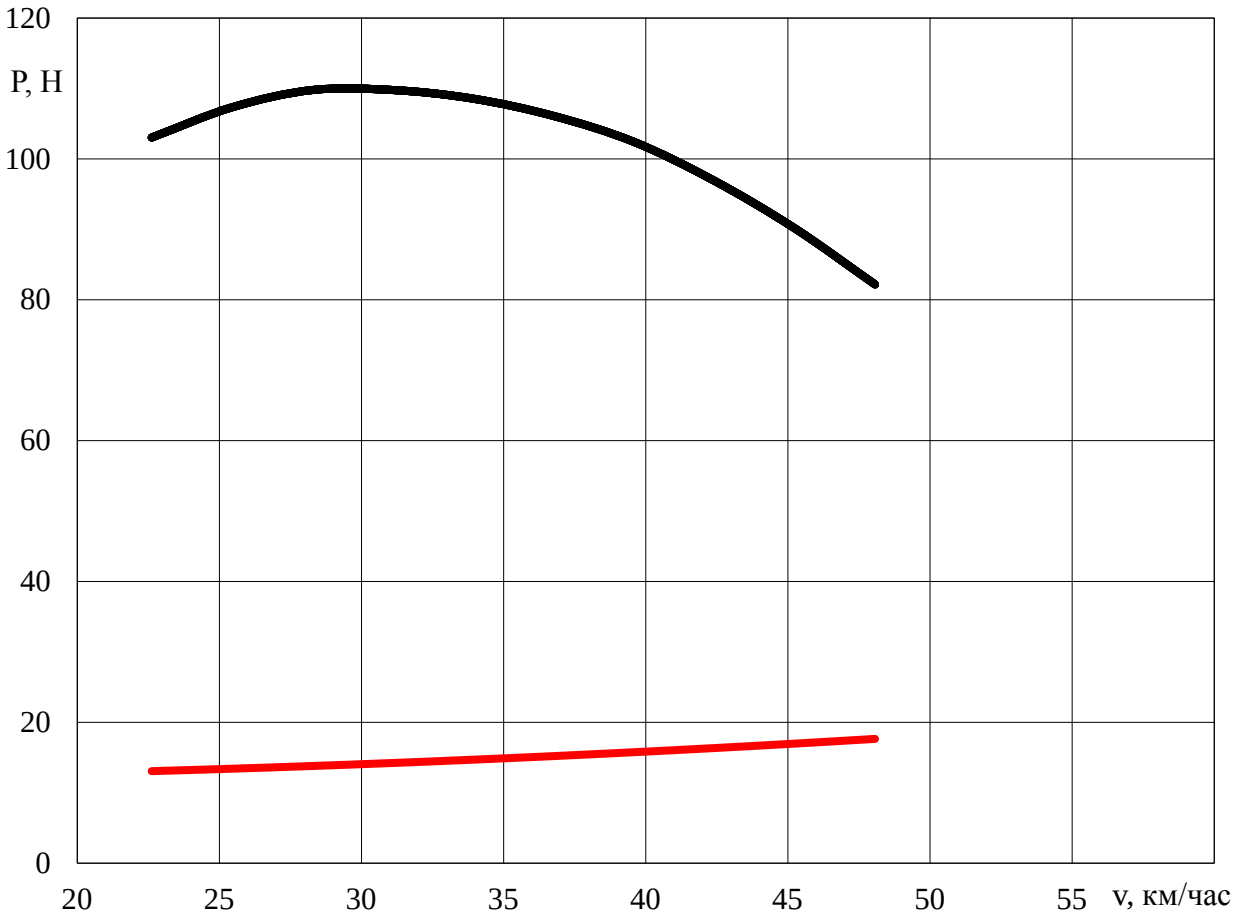


Рисунок 9. Тяговый расчет автомобиля

Далее была построена топливно-экономичная характеристика автомобиля. Были определены мгновенный расход топлива при максимальном ускорении на каждой из передач, построены графики мгновенного расхода топлива. Согласно построенному графику было определено, что минимальный расход топлива происходит при частоте вращения коленчатого вала более 6500 об/мин.

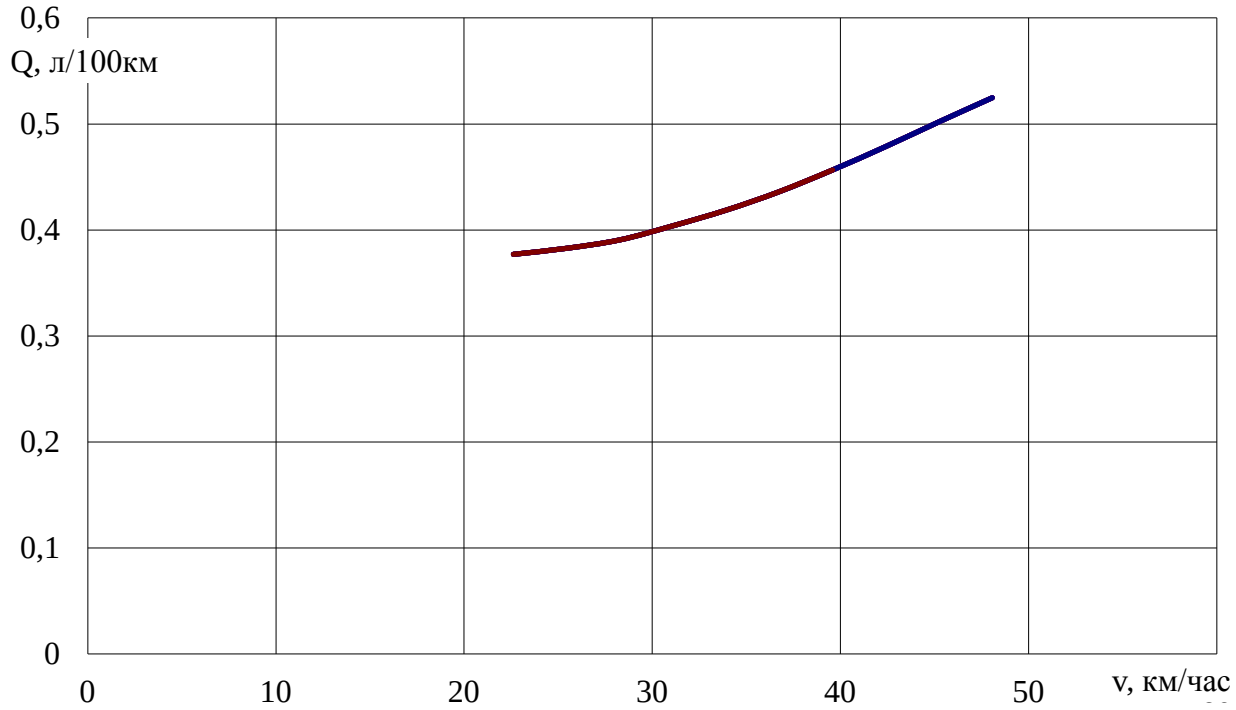


Рисунок 10. Топливно-экономичная характеристика автомобиля

Далее были разработаны два различных варианта коробок переключения передач. Первый вариант ─ трехвальная двухступенчатая коробка мотоциклетного типа, расположена согласно кинематической схеме после сцепления автомобиля и первой цепной передачи. Кинематическая схема представлена на рисунке 5. Второй вариант – трехвальная двухступенчатая.коробка автомобильного типа, которая согласно кинематической схеме расположена непосредственно после сцепления автомобиля. Кинематическая схема представлена на рисунке 6.

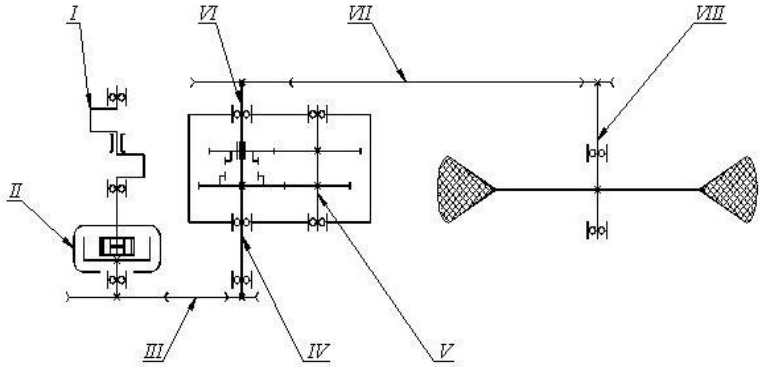


Рисунок 11. Первый вариант кинематической схемы трансмиссии:
I – двигатель; *II* – сцепление; *III, VII* – цепне передачи; *IV* – первичный вал КПП; *V* – промежуточный вал КПП; *VI* – вторичный вал КПП; *VIII* – колесо.

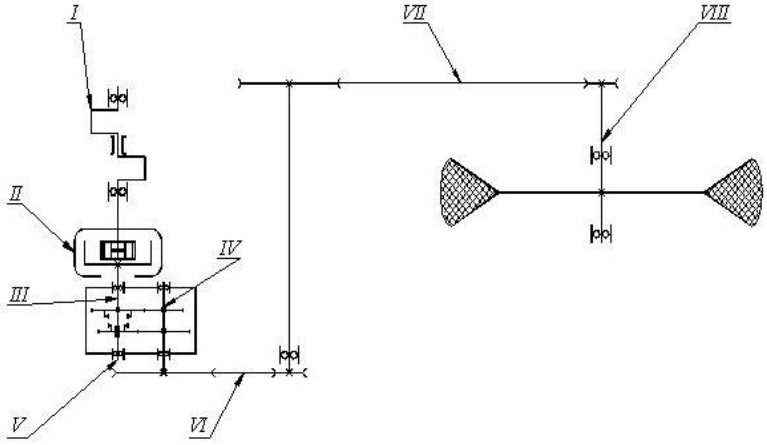


Рисунок 12. Второй вариант кинематической схемы трансмиссии:
I – двигатель; *II* – сцепление; *III* – первичный вал КПП; *IV* – промежуточный вал КПП; *V* – вторичный вал КПП; *VI, VII* – цепные передачи; *VIII* – колесо.

Согласно проведенного анализа наиболее удачно подошла трехвальная двухступенчатая коробка передач мотоциклетного типа, с возможностью включения второй прямой передачи посредством кулачковой муфты. Исходными данными для расчета и проектирования коробки передач стали максимальный крутящий момент двигателя, количество зубьев каждой передачи и требуемые передаточные отношения каждой передачи. В ходе проектирования был проведен анализ на прочность пар зубчатых зацеплений и смоделирован процесс включения второй передачи посредством кулачковой муфты, после чего был проведен динамический анализ ее работы.

Рисунок 13. Трехмерная модель коробки переключения передач

Ввиду значительного роста автомобилизации очень актуальным есть развитие концепций, направленных на минимизацию габаритных размеров транспортных средств, максимально рациональное использование допустимого рабочего пространства автомобиля. Сейчас эту тенденцию можно легко отследить на примере типичного городского автомобиля, чей доминантной характеристикой есть минимальные габариты, максимальная топливная экономичность, маневренность и безопасность.

В поиске инновационных идей, направленных на выявление и развитие современных технологий в автомобилестроении, компания Shell стала организатором соревнований, охвативших весь мир. Благодаря Shell Eco-marathon студенческие команды из университетов со всего мира имеют возможность в конкурентной борьбе раскрыть свой потенциал и привнести свой вклад в развитие автомобиля будущего. В этих соревнованиях Украина представлена командой Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. Специалистами и студентами СПКБ ЛСА ХАДИ был представлен автомобиль для рекордных заездов ХАДИ-34.

В ходе разработки и исследования экомобиля был проведен анализ тягово-скоростных свойств, который дал возможность подобрать наиболее подходящие передаточные отношения трансмиссии, также проведен анализ топливно-экономичных свойств, спроектирована коробка переключения передач.

АНАЛИЗ СИЛ В ЭЛЕМЕНТАХ ПОДВЕСКИ ЛЁГКОГО СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ

Рябев А.В.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Автомобильный институт, факультет «Автомобили и тракторы»
Научный руководитель – к.т.н., проф. Щетинин Ю.С.

Целью данной работы является определение нагрузок, возникающих в элементах подвески на поперечных А-образных рычагах, в зависимости от реакций опорной поверхности, приложенных к колесу, с целью дальнейшей оптимизации конструкции.

При проектировании подвески автомобиля класса "Formula SAE" команда стремиться выполнить следующие требования:
- обеспечение правильной геометрии и кинематики подвески;
- обеспечение оптимальных жёсткостей упругих элементов;
- обеспечение прочности и надёжности работы подвески;
- обеспечение минимальной массы.

Рассмотрим, каким образом влияет на вышеуказанные характеристики подвески распределение сил в её элементах. Итак:

1. Деформации элементов подвески, вызванные возникающими в них нагрузками, могут негативно повлиять на положение колёс (изменение схождения, развала или поворот относительно рамы) и тем самым испортить кинематику подвески;
2. Выбор жесткостей упругих элементов невозможен без определения нагрузок, приходящихся на них.
3. Прочность обеспечивается выбором таких сечений элементов подвески, которые гарантированно способны воспринять возникающие силы без разрушения.
4. В то же время размеры этих сечений должны быть минимальны для того, чтобы не увеличивать массу автомобиля.

Это означает, что при проектировании подвески необходим её силовой расчёт. В настоящее время он выполняется в виде проверочного, то есть сначала создаётся модель подвески на основании кинематических требований и из опыта проектирования выбираются сечения элементов подвески, а затем с помощью различных программ выполняется расчёт возникающих напряжений и деформаций. На его основании принимается решение об утверждении имеющейся конструкции подвески либо о измени сечений тех или иных элементов.

Преимуществами такого подхода являются высокая скорость и точность выполнения расчёта, но при этом он имеет и существенные недостатки:

- отсутствует понимание взаимосвязи конструктивных параметров подвески и возникающих в её элементах сил

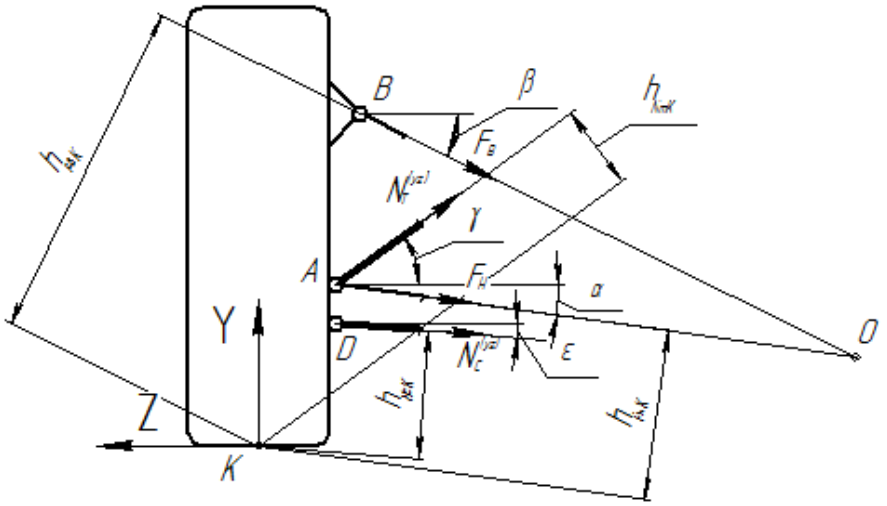
- отсутствует понимание зависимости сил в различных элементах от приложения различных видов нагрузок

- при проектировании подвески с нуля нет возможности заранее количественно оценить влияние тех или иных применяемых решений на работу подвески под нагрузкой

Это означает, что подвеска проектируется интуитивно, что, скорее всего, может привести к тому, что выбранные параметры не будут оптимальны и максимальная производительность машины не будет достигнута.

Предлагаемое решение состоит в том, чтобы с помощью методов теоретической механики выявить аналитические силовые зависимости, разобраться в работе подвески и построить графики, наглядно демонстрирующие возникающие в элементах подвески напряжения в зависимости от условий движения и различных конструктивных параметров, что позволит в дальнейшем более осознанно подходить к проектированию и, возможно, позволит приблизиться к созданию оптимальной конструкции подвески.

Рассмотрим равновесие колеса в трёх взаимно перпендикулярных плоскостях:



Рассмотрим равновесие колеса в плоскости YZ:

1. По оси Z:

$$\Sigma F_z = -F_н \cdot \cos\alpha - F_в \cdot \cos\beta - N_т^{(уз)} \cdot \cos\gamma - N_с^{(уз)} \cdot \cos\varepsilon + Z = 0$$

2. По оси Y:

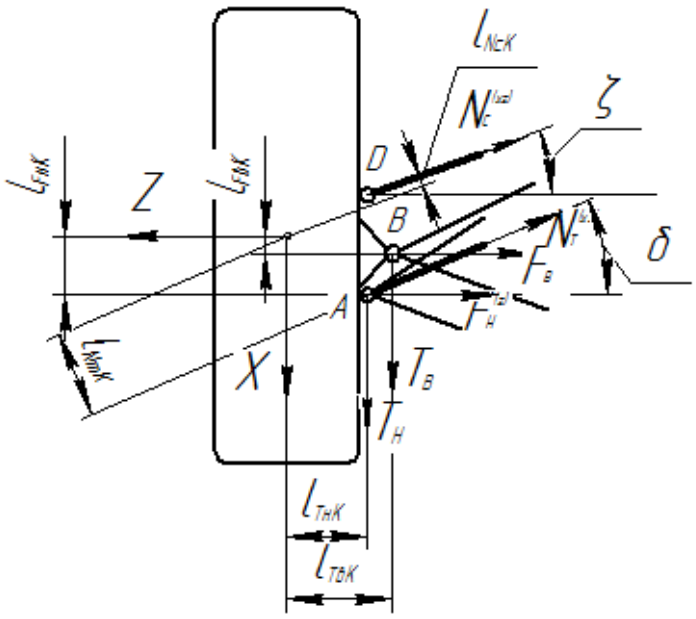
$$\Sigma F_y = -F_н \cdot \sin\alpha - F_в \cdot \sin\beta + N_т^{(уз)} \cdot \sin\gamma - N_с^{(уз)} \cdot \sin\varepsilon + Y = 0$$

3. Относительно пятна контакта K:

$$\Sigma M_K = -F_н \cdot h_{нк} - F_в \cdot h_{вк} - N_т^{(уз)} \cdot h_{NтK} - N_с^{(уз)} \cdot h_{NсK} = 0$$

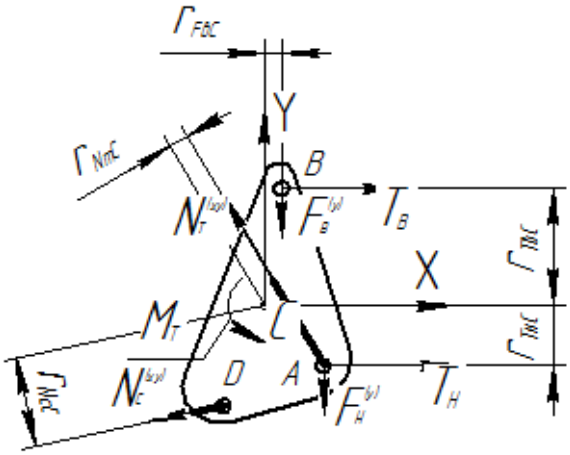
перенесём внешние силы в правую часть:

1. $\cos\alpha \cdot F_н + \cos\beta \cdot F_в + \cos\gamma \cdot N_т^{(уз)} + \cos\varepsilon \cdot N_с^{(уз)} = Z$
2. $\sin\alpha \cdot F_н + \sin\beta \cdot F_в - \sin\gamma \cdot N_т^{(уз)} + \sin\varepsilon \cdot N_с^{(уз)} = Y$
3. $h_{нк} \cdot F_н + h_{вк} \cdot F_в + h_{NтK} \cdot N_т^{(уз)} + h_{NсK} \cdot N_с^{(уз)} = 0$



В плоскости XZ аналогичным образом можно добавить ещё 2 уранения (равновесие по оси X и относительно точки контакта K):

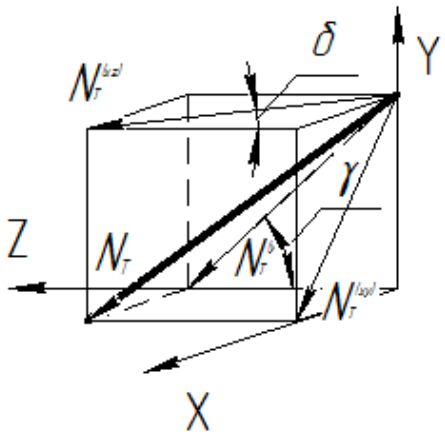
4. $\sin\delta \cdot N_r^{(xz)} + \sin\zeta \cdot N_c^{(xz)} - 1 \cdot T_H - 1 \cdot T_B = X$
5. $-l_{FHK} \cdot F_H^{(z)} - l_{FBK} \cdot F_B^{(z)} - l_{NmK} \cdot N_r^{(xz)} + l_{NcK} \cdot N_c^{(xz)} + l_{THK} \cdot T_H + l_{FBK} \cdot T_B = 0$



В плоскости XZ добавим последнее уранение (равновесие относительно оси колеса C):

6. $r_{FHC} \cdot F_H^{(y)} + r_{FBC} \cdot F_B^{(y)} - r_{NmC} \cdot N_r^{(xy)} + r_{NcC} \cdot N_c^{(xy)} - r_{THC} \cdot T_H + r_{FBC} \cdot T_B = M$

Для дальнейшего решения необходимо установить взаимосвязь между проекциями сил на различные плоскости.



Для силы N_T можно показать, что:

$$N_T^{(yz)} = \frac{1}{\sqrt{tg^2\delta \cdot \cos^2\gamma + 1}} \cdot N_T = k_T^{(yz)} \cdot N_T;$$

$$N_T^{(xz)} = \frac{1}{\sqrt{tg^2\gamma \cdot \cos^2\delta + 1}} \cdot N_T = k_T^{(xz)} \cdot N_T;$$

$$N_T^{(xy)} = \sqrt{(k_T^{(yz)} \cdot \sin\gamma)^2 + (k_T^{(xz)} \cdot \sin\delta)^2} \cdot N_T = k_T^{(xy)} \cdot N_T;$$

(см. рисунок)

Аналогично для силы N_C:

$$N_C^{(yz)} = \frac{1}{\sqrt{tg^2\zeta \cdot \cos^2\varepsilon + 1}} \cdot N_C = k_C^{(yz)} \cdot N_C;$$

$$N_C^{(xz)} = \frac{1}{\sqrt{tg^2\varepsilon \cdot \cos^2\zeta + 1}} \cdot N_C = k_C^{(xz)} \cdot N_C;$$

$$N_C^{(xy)} = \sqrt{(k_C^{(yz)} \cdot \sin\varepsilon)^2 + (k_C^{(xz)} \cdot \sin\zeta)^2} \cdot N_C = k_C^{(xy)} \cdot N_C;$$

Для проекций сил F_H и F_B:

$$F_H^{(y)} = F_H \cdot \sin\alpha;\ F_H^{(z)} = F_H \cdot \cos\alpha;\ F_B^{(y)} = F_B \cdot \sin\beta;\ F_B^{(z)} = F_B \cdot \cos\beta$$

Из полученных уравнений можно составить систему, которая в матричном виде будет выглядеть так:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & \sin\delta \cdot k_T^{(xz)} & \sin\zeta \cdot k_C^{(xz)} & -1 & -1 \\ \sin\alpha & \sin\beta & -\sin\gamma \cdot k_T^{(yz)} & \sin\varepsilon \cdot k_C^{(yz)} & 0 & 0 \\ \cos\alpha & \cos\beta & \cos\gamma \cdot k_T^{(yz)} & \cos\varepsilon \cdot k_C^{(yz)} & 0 & 0 \\ h_{F_H} & h_{F_B} & h_{Nm} \cdot k_T^{(yz)} & h_{Nc} \cdot k_C^{(yz)} & 0 & 0 \\ -l_{F_H} \cdot \cos\alpha & -l_{F_B} \cdot \cos\beta & -l_{Nm} \cdot k_T^{(xz)} & l_{Nc} \cdot k_C^{(xz)} & l_{T_H} & l_{T_B} \\ r_{F_H} \cdot \sin\alpha & r_{F_B} \cdot \sin\beta & -r_{Nm} \cdot k_T^{(xy)} & r_{Nc} \cdot k_C^{(xy)} & -r_{T_H} & r_{T_B} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} F_H \\ F_B \\ N_T \\ N_C \\ T_H \\ T_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 0 \\ 0 \\ M_T \end{pmatrix}$$

В таком общем виде система сложна для восприятия и не позволяет производить наглядный анализ подвески. В некоторых частных случаях отдельные элементы матрицы могут выродиться в ноль, и тогда можно будет сделать вывод о том, что некоторые внешние силы никак не влияют на элементы подвески (как, например, в данном случае отсутствует взаимосвязь между продольной реакцией рычагов T и силой вдоль оси x на колесе). Однако эти выводы достаточно просто делаются просто при взгляде на конструкцию подвески.

Поэтому предполагается, что эта матрица будет выводиться в виде чисел (а не в общем виде как здесь) и тогда по величине коэффициентов можно будет примерно оценивать степень влияния того или иного силового фактора на реакции в элементах подвески.

Ещё более информативная картина получится, если решить эту систему и записать решение также в матричной форме (метод обратной матрицы). Тогда мы получим уравнение вида:

$$\begin{pmatrix} F_H \\ F_B \\ N_T \\ N_C \\ T_H \\ T_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & A_{14} & A_{15} & A_{16} \\ A_{21} & . & . & . & . & . \\ A_{31} & . & . & . & . & . \\ A_{41} & . & . & . & . & . \\ A_{51} & . & . & . & . & . \\ A_{61} & . & . & . & . & A_{66} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 0 \\ 0 \\ M_T \end{pmatrix},$$

Которое можно записать проще, учитывая, что четвёртый и пятый столбцы умножаются на 0:

$$\begin{pmatrix} F_H \\ F_B \\ N_T \\ N_C \\ T_H \\ T_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & A_{16} \\ A_{21} & . & . & . \\ A_{31} & . & . & . \\ A_{41} & . & . & . \\ A_{51} & . & . & . \\ A_{61} & . & . & A_{66} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ M_T \end{pmatrix},$$

В этой матрице будет наглядно виден коэффициент, нагружающий каждый элемент подвески от действия какой-либо внешней силы. Например, коэффициент A_{12} покажет, какова доля участия вертикальной силы на колесе (Y) в поперечной реакции (F_H) нижнего рычага.

На основании вышеизложенного можно составить алгоритм для какой-либо программы (например, для MS Excel), который позволит отследить изменение реакций в элементах подвески в зависимости от вектора внешних сил и конструктивных параметров подвески. Также появится возможность построить интересующие нас зависимости в графическом виде. Всё это, возможно, позволит сделать какие-либо выводы относительно оптимизации конструкции подвески.

Планы на дальнейшее развитие этой работы:

1. - составление системы уравнений, позволяющих получать в ответе реакции непосредственно в стержнях рычагов (а не продольную и поперечную реакцию в рычагах);
2. - составление дополнения, позволяющего учесть перераспределение нагрузки в нижнем рычаге и в толкателе качалки, связанное со смещением крепления толкателя относительно точки А, а также учесть возникающие при этом изгибающие нагрузки в нижнем рычаге;
3. - составление системы для более общего случая конструкции подвески (в первую очередь для подвески на косых рычагах);
4. - составление алгоритма для MS Excel, в котором информация о конструкции подвески вводилась бы в удобной форме (например, координаты точек и углы), и который позволял бы получать наглядные результаты;

5. - проведение анализа конструкций подвесок с помощью этого алгоритма;
6. - получение выводов о режимах работы и возможностях оптимизации конструкции подвески или о нецелесообразности выполненной работы в случае отрицательного результата.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОПОГЛОЩАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ И ПРИМЕНЕНИЕ ИХ ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ КЛАССА FORMULA STUDENT

Якомульский П. Д.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Автомобильный институт, факультет «Автомобили и тракторы»
Научный руководитель: к.т.н., проф. Маневский С. Е.

Цель работы – исследование энергопоглощающих материалов разной структуры, придание им определенной формы и применение их в конструкции болида класса FS.

Энергопоглощающие материалы применяются в качестве демпфера опасной кинетической энергии, которая при столкновении сильно воздействует на водителя. Эта энергия выделяется в течение доли секунды, что может травмировать водителя даже при наличии достаточного пространства, ремней безопасности и соответствующей экипировки. Следовательно, чем больше время выделения кинетической энергии торможения, тем эффективнее энергопоглощающая конструкция.

Как и любое гоночное соревнование, FSAE имеет свой определенный регламент, задающий определенные параметры для front impact attenuator (фронтального гасителя удара). Аттенюатор должен погасить энергию, создаваемую движущийся на встречу 300 килограммовой массы со скоростью 7 м/с, т.е. энергию в 7350 Дж. Аттенюатор крепится к алюминиевой или стальной пластине, и, в соответствии с регламентом, прогиб пластины не должен быть более 25,4 мм. Так же есть ограничения по перегрузке, величина которой не должна превышать 40 g’s, а средняя величина перегрузки – 20 g’s. Регламент не ограничивает в выборе материала, поэтому спектр возможностей неограничен, но в основном, в настоящее время, применяют следующие материалы: стеклопластиковые и алюминиевые соты, различные пены (полистирол, пропилен, полиуретан и д.р.), различные гранулы или капсулы, наполненные жидкостью или газом, конструкции из алюминия или углепластика (карбона).

Команда Formula Student Машиностроительного университета (МАМИ) в этом году провела испытания аттенюатора из двух различных материалов: стеклопластиковых сот и полистирола. Приоритетным являлся полистирол, так как он прост, доступен, не дорог, имеет более безопасную структуру и меньший вес, по сравнению со стеклопластиковыми сотами (рис. 1.).

Рис.1. Аттенюатор из полистирола и стеклопластиковых сот

Предварительные испытания материалов проходили в лаборатории Университета машиностроения и в лаборатории Национального Института Авиационных Технологий. Задачей данных испытаний было выявление свойств материалов при приложении к ним нагрузки в различных направлениях, анализ данных и нахождение определенных зависимостей (рис. 2.). Пример исследуемых данных приведен в таблице.

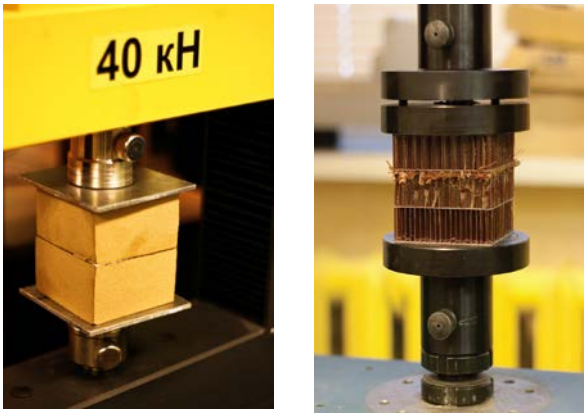


Рис.2. Образцы испытаний

Таблица

№	V мм/мин	ε (м)	σ (МПа)	E (МПа)	A(U) Дж	Дж/см^3
1	10	0,95	0,073	0,08	21,57	0,103
2	20	0,95	0,0625	0,07	17,56	0,106
3	30	0,945	0,092	0,10	27,195	0,125
4	40	0,931	0,075	0,08	22,5	0,115
5	50	0,944	0,078126	0,08	24,4	0,12

Основные испытания проходили на Дмитровском автополигоне. Аттенюатор закреплялся на маятнике массой 300 кг, который отводился на высоту 2,5 метра, чтобы накопить энергию в 7350 Дж (рис. 3.). К аттенюатору прикреплялся датчик перегрузки, который замерял значение замедления, а также была фотоаппаратура, создающая 250 кадров в секунду. Таким образом, мы получали данные замедления маятника и перемещения аттенюатора. Оба испытания прошли успешно и выявили определенные свойства обоих материалов.

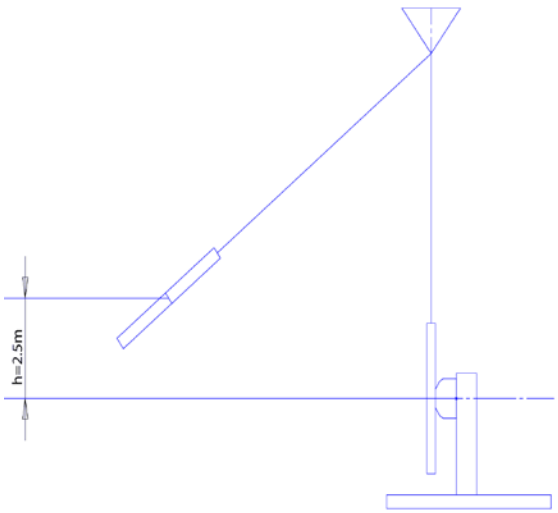


Рис. 3. Схема установки.

По полученным данным и их анализу можно сказать, что полистирол обладает хорошими демпфирующими свойствами, так как после удара прогиб пластины и значение перегрузки были удовлетворительными. Но он также обладает упругими свойствами, так как во время удара, когда маятник достиг крайней точки (его скорость равна нулю), аттенюатор отдал значительную часть энергии маятнику (около 30%) (рис. 4.).

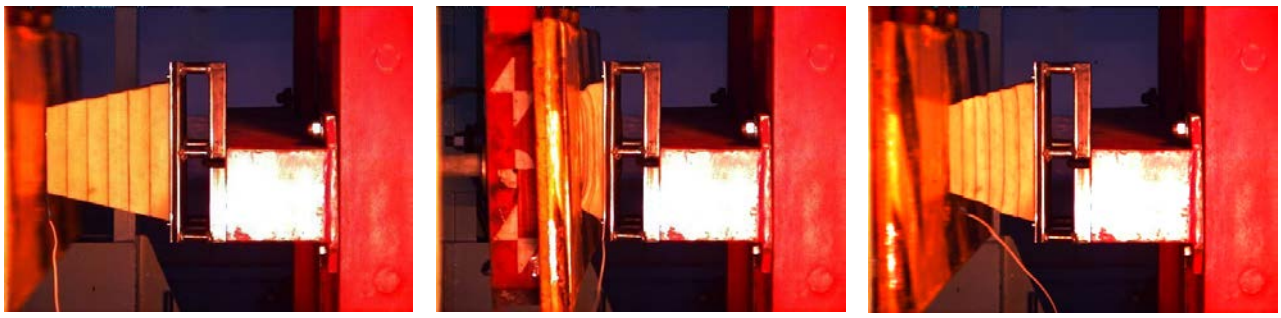


Рис. 4. Полный ход маятника и работа аттенюатора из полистирола

Такой материал можно применять в различных конструкциях, но его упругие свойства создают опасность при столкновении, так как автомобиль не полностью останавливается, а продолжает движение и может создать опасность для водителя или других участников движения. Некоторые фирмы применяют упругие материалы, но их упругость компенсируется либо особенностью конструкции, либо дополнительными системами безопасностями. Все зависит от задачи, предъявляемой к материалу. Если задача стоит в поглощении энергии, то полистирол хорошо для этого подходит, но если задача стоит в полной остановке движения машины после удара, то применение полистирола не приемлемо.

По данным и анализу испытаний стеклопластиковых сот можно сказать, что этот материал обладает хорошими энергопоглощающими свойствами, у него малая склонность к упругости, так как это разрушающийся материал (рис. 5.). Но соты имеют большую жесткость, поэтому возникают проблемы с габаритами конструкции, т.к. приходится делать блоки либо малой площади, либо большей, но полыми, хотя объем сот много меньше, чем полистирола. Стеклопластиковые соты трудоемки в изготовление и имеют высокую стоимость, поэтому их применение является экономически не выгодным.

Такой материал можно применять в большем спектре конструкций, т.к. помимо поглощения энергии, соты почти не обладают упругими свойствами, поэтому при ударе они полностью останавливают машину, что делает конструкцию более безопасной. Здесь стоит сказать, что рассматривается только сам материал, но при ударе также участвуют и другие элементы, например, такие как рама, и у нее свои свойства, которые при анализе обоих материалов не учитываются.

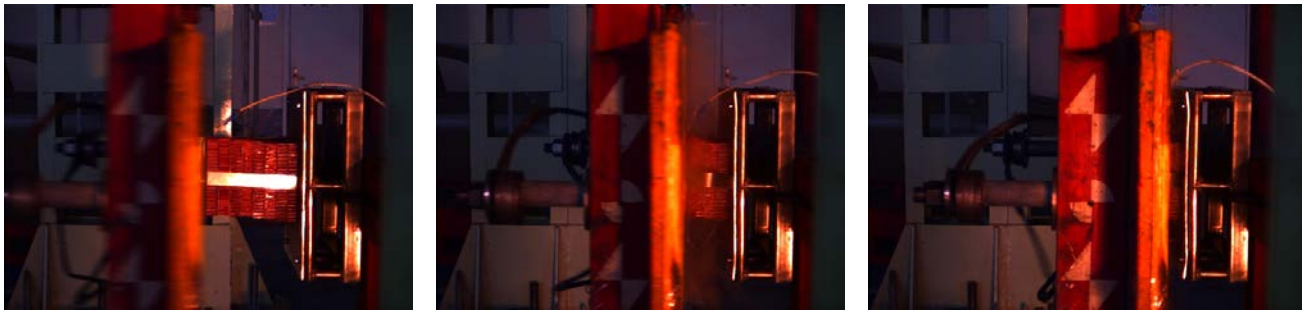


Рис. 5. Полный ход маятника и работа аттенюатора из сот

Очень важно сказать, что все зависит от конструкции, объема и других условий, влияющих на работу материала. Для более точного сравнения стоит оценивать одинаковые конструкции, с одинаковым объемом материала и одинаковыми условиями испытаний. В данной статье объем материала и конструкции различаются, но вес и условия испытаний были одинаковы.

Подведем итоги исследования материалов. Полистирол обладает хорошими демпфирующими свойствами, прост, имеет малую стоимость, малый вес, безопасную структуру, хорошо технологически обрабатывается. Недостатками являются большие габариты, по сравнению со стеклопластиковыми сотами, упругие свойства. Стеклопластиковые соты обладают хорошими демпфирующими свойствами, разрушаемые, имеют малые габариты, по сравнению с полистиролом, малый вес. Недостатками сот являются сложность структуры, высокая стоимость, трудность в технологической обработке и изготовлении, жесткость блоковой структуры.

В заключении можно сказать, что на данный момент во все мире студенты разных университетов занимаются поиском и испытанием новых материалов. При хороших данных эти материалы могут быть использованы для современных конструкций автомобиля, что может повысить пассивную безопасность водителя, так как вопрос безопасности является наиболее актуальным на сегодняшний день. В дальнейшем команда FS Университета машиностроения (МАМИ) будет продолжать поиск новых материалов для применения их в конструкции аттенюатора.

СЕКЦИЯ «ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ»

ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЙ НАДДУВ

Нетрусов А. Н.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Автомобильный институт, факультет «Энергомашиностроения»
Научный руководитель: к.т.н., доц. Апелинский Д. В.

Введение

В настоящее время во всем мире проектирование и доводка ДВС не мыслится без проведения математического моделирования и компьютерной модернизации. Актуальность проведения таких работ все более возрастает с ужесточением нормативов, ограничивающих выбросы вредных веществ, требований экономичности и высокой удельной мощности. Предварительная расчетная проработка вопросов, связанная с совершенствованием рабочих вопросов ДВС позволяет существенно сократить объем дорогостоящих экспериментальных работ. Чем полнее математическая модель охватывает рассматриваемые физические процессы и корректнее их описывает, тем точнее и надежнее может быть получен результат. Недостаточно получить в расчете хорошее совпадение с экспериментом, необходимо найти эффективные пути совершенствования конструкции, отыскать значения многих конструктивных факторов, по-разному влияющих на процесс.

На кафедре «Автомобильные и тракторные двигатели» в рамках студенческой научно-исследовательской работы проводится исследование волновых процессов во впускном трубопроводе двигателя внутреннего сгорания, которые позволяют получить газодинамический наддув. Газодинамический наддув основан на использовании резонанса волновых явлений, которые возникают вследствие хода поршня и собственных колебаний во впускной системе, вызываемых предыдущими рабочими циклами двигателя. Получение резонанса или каких-то других желаемых волновых свойств достигается, только за счёт изменение геометрических параметров впускной системы, что на практике достаточно, просто и дёшево сделать. На рис.1 показана диаграмма давления перед клапаном в зависимости от угла поворота коленча-

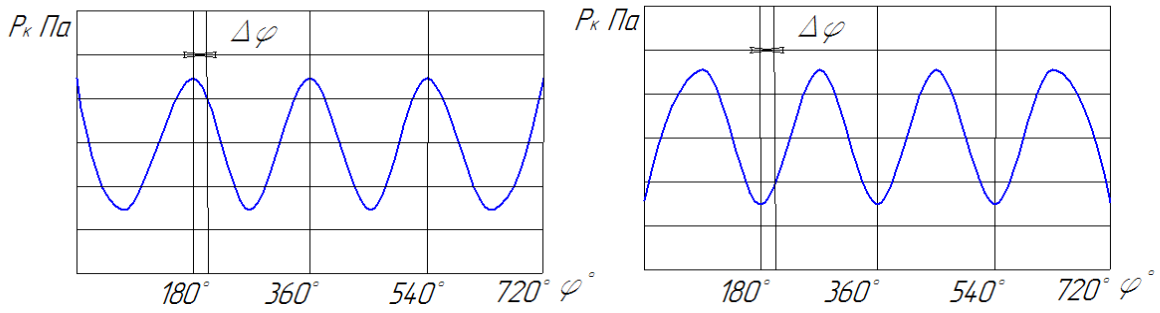


Рис.1.

Δф – угол запаздывания закрытия впускного клапана.

того вала, показывающая принцип работы газодинамического наддува. На данной диаграмме рассматривается давление перед клапаном, в зависимости от угла поворота коленчатого вала, в двух патрубка с различной длиной при прочих равных условиях. Очевидно, диаграмма давления правильно настроенной впускной системы (расположена слева) будет характерна большим коэффициентом дозарядки, а диаграмма не настроенной системы (расположена справа), будет иметь большой обратный выброс, что на прямую влияет на коэффициент наполнения двигателя. Работа состоит из двух основных этапов: разработка математической модели колебательных процессов во впускном тракте двигателя, проверка адекватности разработанной математической модели на экспериментальной установке. Для проведения эксперимента в лабораториях кафедры «АТД» установлен бензиновый 4-х цилиндровый двигатель внутреннего сгорания Honda CBR 600

Ранее по данной тематике в ХПУ им. В. И. Ленина проводились исследования Даниловым В. В. и Якубовым А. Д. В их работах акустический наддув в рамках одномерной линеаризованной задачи

нестационарного течения сжимаемой среды описывается при помощи гиперболического уравнения без учёта вязкости. Решение этой начально-краевой задачи приводится виде обобщённого ряда Фурье [4,5]. Позднее проводились исследования в УАИ им. Орджоникидзе и МВТУ им. Баумана. Их проводили Рудой Б. П. и Гришин Ю. А. Свои решения эти авторы построили на базе уравнений Навье-Стокса. Рудой Б. П. использует метод «произвольного разрыва» [6], а Гришин Ю. А. – метод «плавающей сетки» [7]. Оба метода являются численными и представляют собой частные случаи метода конечных разностей. Для всех авторов характерно то, что они рассматривают только впускную систему, состоящую из патрубка и цилиндра, при этом в работах Данилова В. В. Якубова А. Д. резонатор представляет собой местное расширение патрубка, а не отдельное ответвление.

Схема построения математической модели

Данная работа предлагает следующую схему решения:

- создание аналитического – эталонного решения, для всех остальных численных методов решения, которое требуется для оценки погрешности на этапе проекта;
- создание программы расчёта аналитического решения;
- построение численного решения методом конечных разностей и методом прямых для схемы, к которой было уже получено аналитическое решение;
- сравнение аналитического – эталонного решения с численным решением;
- по результатам сравнения если погрешность будет незначительная, то по принципу «не возникновения осцилляции» добавляем переменное граничное условие со стороны поршня, клапана и «пришиваем» рукав резонатора;
- создание программы, новой расчётной схемы;
- выбор объёмов резонатора к каждой частоте вращения коленчатого вала;
- на основании полученных данных проводим эксперимент.

Большое количество математических расчётов, которые содержит работа обусловлено сложностью, стоимостью и затратами по времени с которыми приходится сталкиваться при экспериментальном исследовании. Все программы, полученные в ходе работы, являются универсальными и могут применяться для описания волновых явлений во впускных каналах любых типов двигателей.

Аналитическое решение

В настоящей работе, как и во всех других работах, посвящённых изучению влияния колебательных явлений на наполнение, приняты основные допущения:

1. Процесс адиабатический;
2. Стенки трубопровода абсолютно жёсткие;
3. Среднее давление и плотность среды постоянны по длине впускного тракта и по времени;
4. Давление, плотность и скорость одинаковы по сечению.

Ламинарное течение вязкого, идеального газа в канале круглого поперечного сечения описывается уравнением неразрывности (1)

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + div(\rho \bar{\upsilon}) = 0 \qquad (1)$$

тремя уравнениями Навье–Стокса в цилиндрической системе координат x, r, θ

$$\begin{cases} \rho(\upsilon_{,t} + \upsilon u_{,x} + \upsilon u_{,r} + w\upsilon_{,\theta}/r) = F_x - p_{,x} + \mu\nabla^2 u + \frac{1}{3}(\upsilon_{,x} + v_{,r} + w_{,\theta}/r)_{,x}, \\ \rho(v_{,t} + \upsilon v_{,x} + v v_{,r} + w v_{,\theta}/r) = F_r - p_{,r} + \mu\nabla^2 v + \frac{1}{3}(\upsilon_{,x} + v_{,r} + w_{,\theta}/r)_{,r}, \\ \rho(w_{,t} + \upsilon w_{,x} + v w_{,r} + w w_{,\theta}/r) = F_\theta - p_{,\theta}/r + \mu\nabla^2 w + \frac{1}{3r}(\upsilon_{,x} + v_{,r} + w_{,\theta}/r)_{,\theta}, \end{cases} \qquad (2)$$

$$\nabla^2(.) = (.)_{,xx} + (.)_{,rr} + (.)_{,r}/r + (.)_{,\theta\theta}/r^2$$

$$p = p_0\left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^{\gamma} \qquad (3)$$

υ, v, w – проекции вектора скорости на оси координат

F – вектор сил внешнего воздействия

μ – коэффициент динамической вязкости

ρ – плотность

r – радиус в полярной системе координат

θ – угол в полярной системе координат

γ – показатель адиабаты

Данные уравнения описывают суммарные величины параметров для определения параметров волны необходимо разделить на основное и возмущённое состояние

$$\rho = \rho_0 + R, \quad P = p_0 + p, \quad \upsilon = u_0 + u, \quad u_0, p_0, \rho_0 = const$$

ρ_0 – плотность основного состояния

R – плотность возмущённого состояния

p_0 – давление основного состояния

P – давление возмущённого состояния

u_0 – скорость основного состояния

u – скорость возмущённого состояния

Скорость начального, невозмущённого (основного) состояния, принимается равной нулю, данное упрощение принимается у всех авторов и как показали эксперименты, не создаёт практически никакой погрешности, но в свою значительно упрощает расчёты, после всех преобразований получим следующую систему уравнений

$$\begin{cases} u_{,tt} = a^2 u_{,xx} + \dfrac{4\mu}{3\rho_0} u_{,xxt} \\ R_{,x} = -\dfrac{\rho_0}{a^2} u_{,t} + \dfrac{4\mu}{3a^2} u_{,xx} \\ P = a^2 R \end{cases} \qquad (4)$$

a - скорость звука, значение принимается для нормальных условий.

После того как уравнения получены, необходимо данные уравнения применить к расчётной схеме приведённой на рис.2

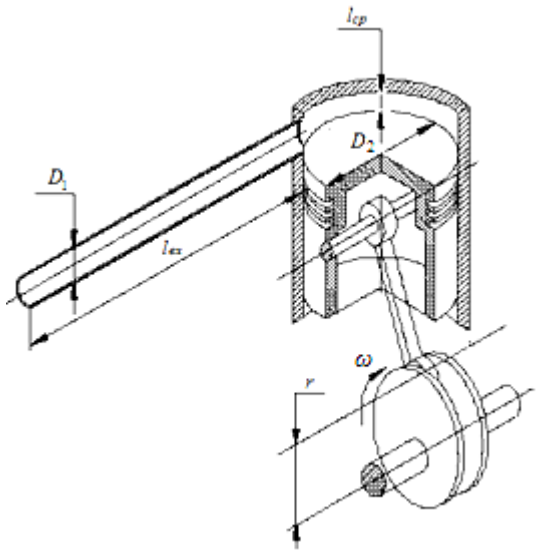


Рис.2.

r – радиус кривошипа, или расстояние между осью коренной и шатунной шейками

ω – частота вращение коленчатого вала

D_1 – диаметр впускного патрубка

D_2 – диаметр цилиндра

l_1 – длина впускного патрубка

l_2 – средняя длина поршня

Основным уравнением, которое описывает колебательные процессы, является (5)

$$u_{,tt} = a^2 u_{,xx} + \frac{4\mu}{3\rho_0} u_{,xxt} \qquad (5)$$

Решение ищется для каждого участка по отдельности, которым будут соответствовать свои собственные функции, тогда уравнение примет вид следующей системы дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} u_{1,tt} = a^2 u_{1,11} + \dfrac{4\mu}{3\rho_0} u_{,11t} \quad (0 \le x_1 \le l_1) \\ u_{2,tt} = a^2 u_{2,22} + \dfrac{4\mu}{3\rho_0} u_{,22t} \quad (0 \le x_2 \le l_2) \end{cases} \qquad (6)$$

Для получения решения, система уравнений должна быть дополнена четырьмя граничными и начальными условиями.

Граничные условия:

- На свободном конце патрубка соединённого с ресивером давление постоянно, следовательно $u_{1,1}(0,t) = 0$
- В месте соединения патрубка и поршня из условия неразрывности течения ставятся ещё два условия, это равенство расходов и давлений на границе двух участков следовательно $D_1^2 u_1(l_1,t) = D_2^2 u_2(l_2,t),\ u_{1,1}(l_1,t) = u_{2,2}(l_2,t)$
- На правой границе находится поршень и поэтому $u_2(0,t) = u_n(t)$

Начальные условия:

- Все начальные условия принимаются на основании, что в начальный момент времени система покоилась, их математическая интерпретация выглядит следующим образом $u_1(x_1,0) = 0; u_{1,t}(x_1,0) = 0;\ u_2(x_2,0) = 0;\ u_{2,t}(x_2,0) = 0$

Система граничных условий изображена на рис.3

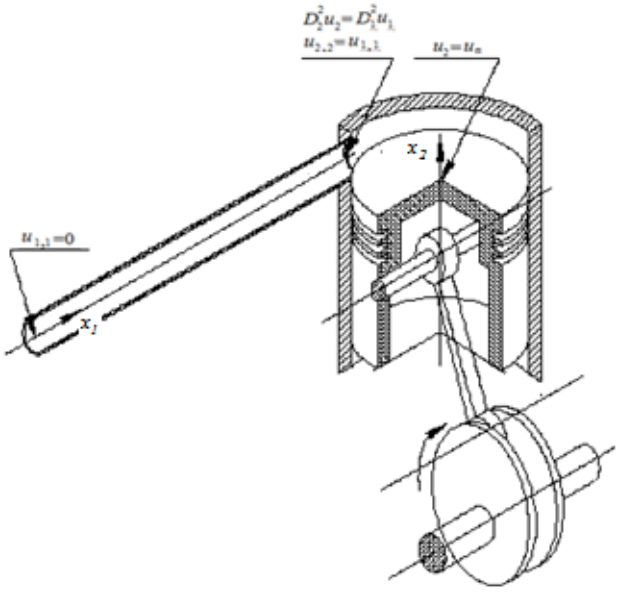


Рис.3.

x_1, x_2 – оси участков и соответствующие им направления.

Далее решение производится по следующей схеме:

1. Приведение граничных условий к однородному виду;
2. Запись «новых» начальных условий, на основании граничных условий после замены;
3. Применение метода разделения переменных;
4. Решение задачи на собственные функции и собственные значения;
5. Нахождение констант интегрирования собственных функций;
6. Нахождение нормы функции.

После проведения вышеуказанных действий функция примет следующий вид

$$\begin{cases} u_1\ (x_1,t) = V_1\ (x_1,t) + \dfrac{D_2^2}{D_1^2} u_n(t) \quad (0 \le x_1 \le l_1) \\ u_2\ (x_2,t) = V_2\ (x_2,t) + u_n(t) \quad (0 \le x_2 \le l_2) \end{cases} \qquad (7)$$

где

$$V(x,t) = \begin{Bmatrix} V_1(x_1,t) \quad (0 \le x_1 \le l_1) \\ V_2(x_2,t) \quad (0 \le x_2 \le l_2) \end{Bmatrix} = X_n(x) \cdot T_n(t) = \begin{Bmatrix} -\dfrac{\cos \lambda_n l_2}{\sin \lambda_n l_1} \cdot \cos \lambda x_1 \cdot T_n(t) \quad (0 \le x_1 \le l_1) \\ \sin \lambda x_2 \cdot T_n(t) \quad (0 \le x_2 \le l_2) \end{Bmatrix} \qquad (8)$$

где λ_n – собственные значения функции, находятся из характеристического уравнения (9) полученного на основании граничных условий, методом половинного деления

$$D_1^2 \cos \lambda l_1 \cdot \lambda \cos \lambda l_2 + D_2^2 \sin \lambda l_2 \lambda \sin \lambda l_1 = 0 \qquad (9)$$

Далее производится поиск обобщённого коэффициента стоящего перед собственной функцией, представляющий собой сомножитель комбинации граничных условий и, который позволяет сократить собственные функции. После данного преобразования получается функция (9), значение которой зависит только от времени.

$$\ddot{T}_n(t) = -a^2 \cdot T_n(t) - \lambda^2{}_n \cdot \beta \cdot \dot{T}_n(t) - \ddot{u}_n(t) \cdot q_n \qquad (10)$$

$$\upsilon_n = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty}\left(a_k \cos\frac{k\omega t}{2} + b_k \sin\frac{k\omega t}{2}\right), \qquad (11)$$

где q_n – обобщённый коэффициент; $\beta = \frac{4\mu}{3\rho_0}$; a_k, b_k – коэффициенты ряда Фурье, находятся в соответствии с [4]

Решением неоднородного дифференциального уравнения (9) является уравнение (10), которое состоит из решения однородного дифференциального уравнения второго порядкаи частного решения

$$T_n(t) = D_{1n} e^{\frac{-\beta\lambda^2{}_n t}{2}} \cdot \cos\frac{\sqrt{-\beta^2\lambda^4{}_n + 4a^2}}{2} t + D_{2n} e^{\frac{-\beta\lambda^2{}_n t}{2}} \cdot \sin\frac{\sqrt{-\beta^2\lambda^4{}_n + 4a^2}}{2} t + T_n(t)_{частное} \qquad (12)$$

Частное решение ищется виде обобщённого ряда Фурье

$$T_n(t)_{частное} = \sum_{k=1}^{\infty}\left(A_{kn} \cos\frac{k\omega t}{2} + B_{kn} \sin\frac{k\omega t}{2}\right) \qquad (13)$$

Поиск A_{kn} и B_{kn} осуществляется подстановкой (11) в (9), D_{1n} и D_{2n} находятся на основании начальных условий.

$$A_{kn} = \frac{q_n\left(\frac{k\omega}{2}\right)^2 a_к - \frac{\lambda^2{}_n q_n\left(\frac{k\omega}{2}\right)^3 b_k}{\left[(a\lambda_n)^2 - \left(\frac{k\omega}{2}\right)^2\right]}}{\left[(a\lambda_n)^2 - \left(\frac{k\omega}{2}\right)^2 + \frac{\lambda^4{}_n\left(\frac{k\omega}{2}\right)^2}{\left[(a\lambda_n)^2 - \left(\frac{k\omega}{2}\right)^2\right]}\right]} \qquad (14)$$

$$B_{kn} = \frac{\lambda^2{}_n \frac{k\omega}{2} A_{kn} + q_n\left(\frac{k\omega}{2}\right)^2 b_k}{\left[(a\lambda_n)^2 - \left(\frac{k\omega}{2}\right)^2\right]} \qquad (15)$$

$$\begin{cases} D_{1n} = -q_n \sum_{k=1}^{\infty} a_k - \sum_{k=1}^{\infty} A_{kn} \\ D_{2n} = -\frac{q_n\left(\frac{\omega}{2}\sum_{k=1}^{\infty} k b_k\right) + \left(q_n \sum_{k=1}^{\infty} a_k + \sum_{k=1}^{\infty} A_{kn}\right)\left(\frac{-\beta\lambda_n}{2}\right) - \frac{\omega}{2}\sum_{k=1}^{\infty} k B_{kn}}{\left(\frac{\sqrt{-\beta^2\lambda^4{}_n + 4a^2}}{2}\right)} \end{cases} \qquad (16)$$

Давление вычисляется по формулам (12), (13), полученным из второго уравнения, системы (4)

$$p(x_1,t) = p_0 - \rho_0 \int_0^{x_1} u_{1,t}\, dx_1 = {}_0 - \rho_0 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{C_{1n}}{\lambda_n} \dot{T}_n(t) \sin\lambda_n x_1 + \frac{D_2^2}{D_1^2} u_{n,t}(t) \cdot x_1 \Rightarrow p(l_1,t) \qquad (17)$$

$$p(x_2,t) = p_1 - \rho_0 \int_0^{x_1} u_{2,t}\, dx_2 = {}_1 - \rho_0 \sum_{n=1}^{\infty} -\frac{1}{\lambda_n} \dot{T}_n(t) \cos\lambda_n x_2 + u_{n,t}(t) \cdot x_2 \qquad (18)$$

Результаты программирования

Программа написана на языке Fortran, и основана на аналитическом решении, рассмотренном выше. Программа, рассчитывает и графически интерпретирует следующие параметры: давление перед клапаном (рис.4), давление по длине канала и поршня (рис.5,6) и скорость перед поршнем (рис.7). Расчётная система имеет следующие параметры: r=0,06 [м]; D_n=0,105 [м]; $D_{вх}$=0,042 [м]; ω=1800 [об/мин]; $\Delta\phi=38^0$; l=1,25[м];

p_0=100 [КПа]; γ=1,3; R=1,23 [кг/м^3]; μ=15,5 [Па·с], a=297 [м/с]

Результаты работы программы приведены ниже:

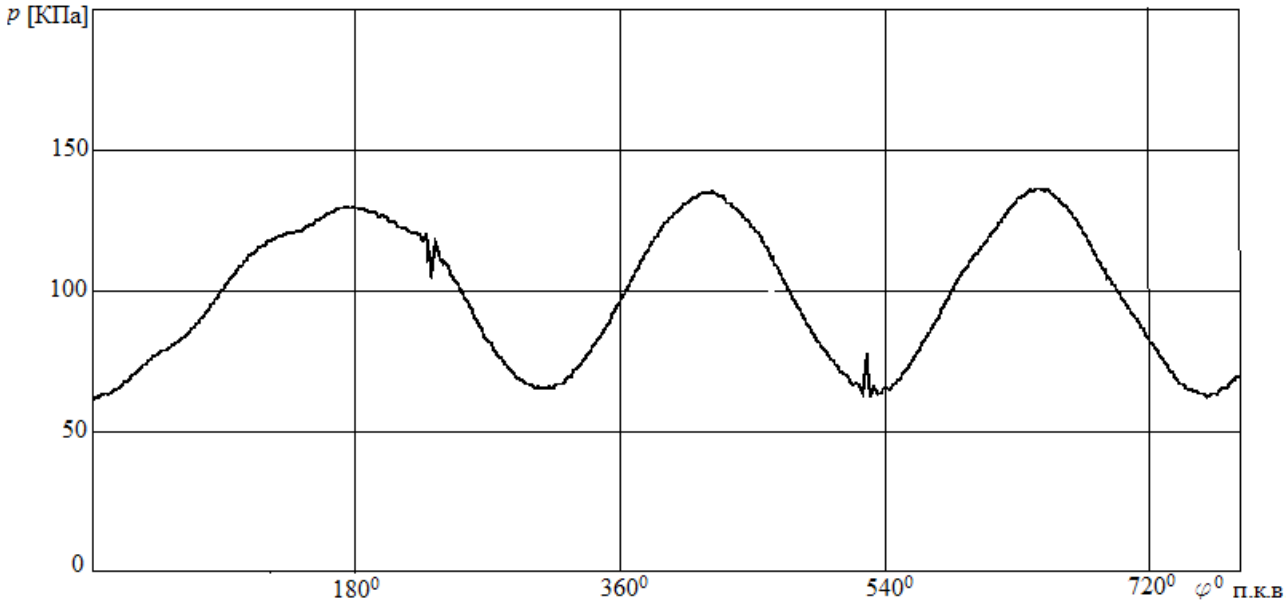


Рис.4.

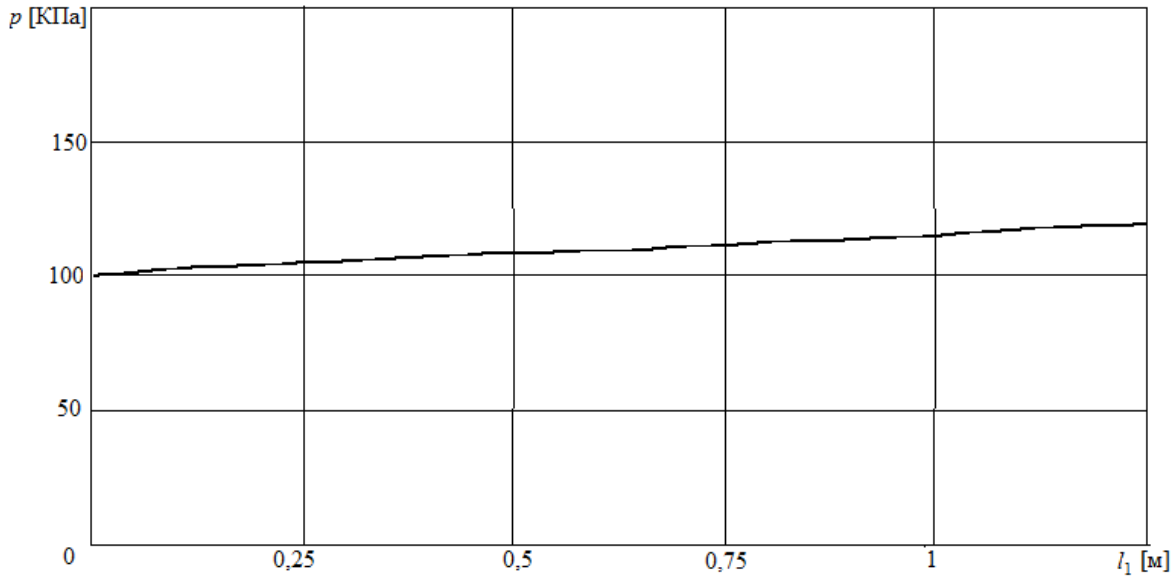


Рис.5.

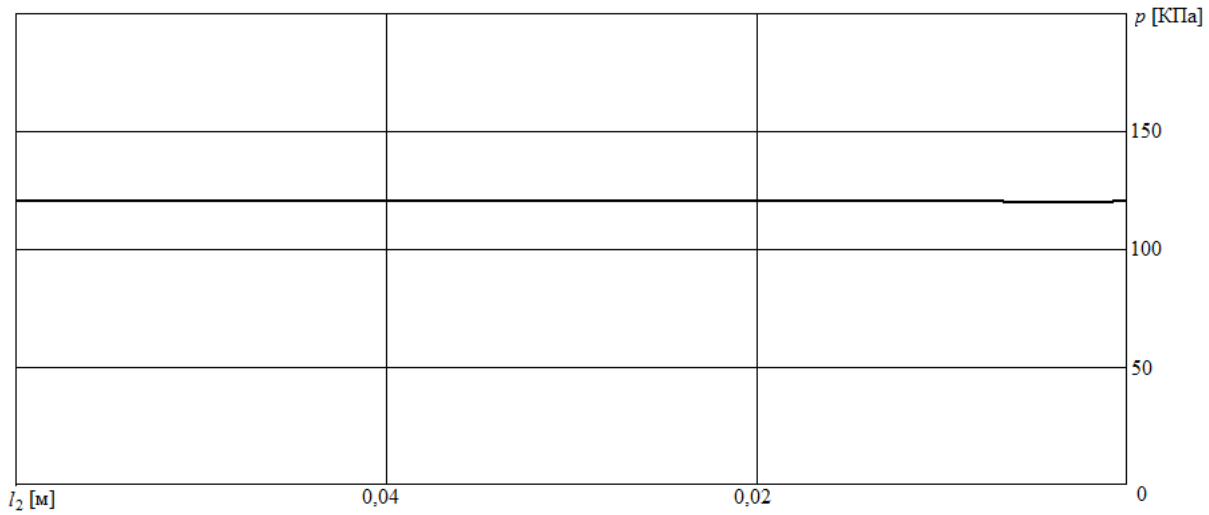


Рис.6.

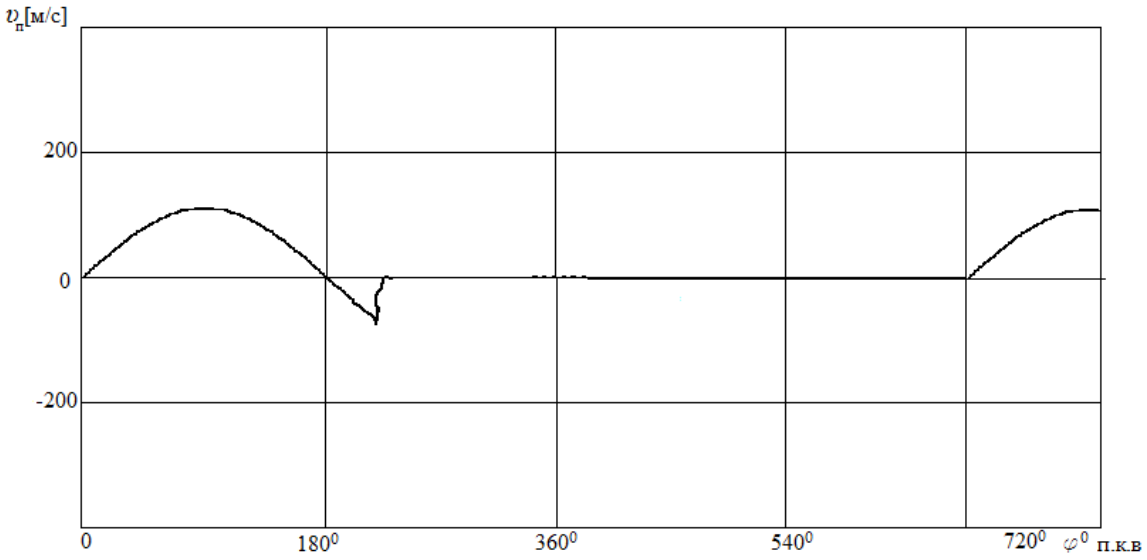


Рис.7.

Экспериментальные результаты, полученные в ходе стендовых испытаний в МВТУ им. Баумана [7] представлены на рис.8.

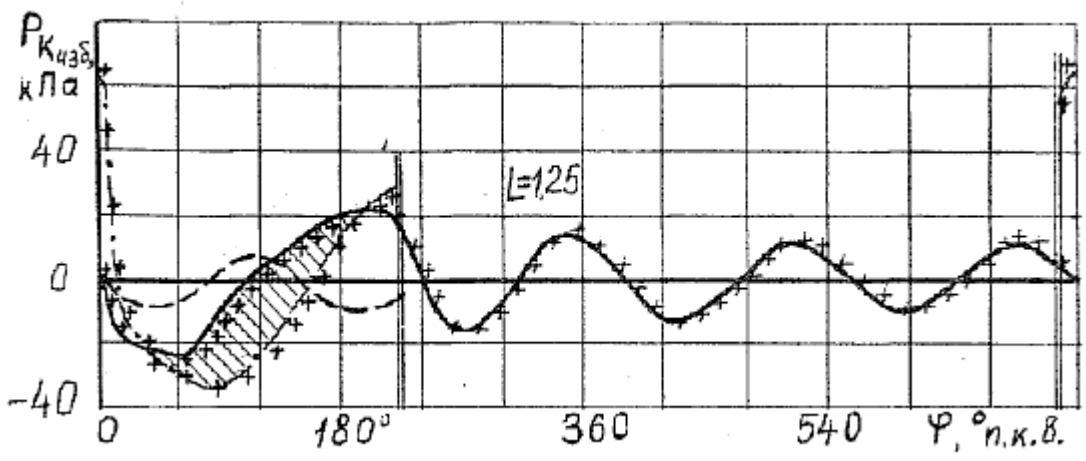


Рис.8.

Вывод

На основании выше изложенного можно заключить, что математическая модель полностью удовлетворяет физическому смыслу задачи, совпадает по амплитуде с результатами эксперимента, не совпадение по фазе обусловлено отсутствием клапана и как следствие этого длина поршня участвует во всех тактах тем самым, создавая дополнительный путь волне давления. Данная математическая модель, может служить эталоном для численного решения и математической модели построенной методом конечных разностей, а затем и схемы имеющей резонатор, клапан, и переменную границу в виде поршня. В результате по которой можно составить зависимость наиболее эффективной комбинации волн от объёма резонатора, которая позволит создавать газодинамический наддув на всех частотах работы двигателя.

Литература.

1. Абрамович Г. Н. Прикладная газовая динамика. М. , изд. «Наука», главная редакция физико-математической литературы, 1976.
2. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. М. , изд. технико-теоретической литературы, 1950
3. Коган Е. А., Лопаницын Е. А. Ряды Фурье. Уравнение математической физики. Учебное пособие. МГТУ «МАМИ». Москва, 2008.
4. Данилов В. В. Акустический наддув четырёхтактного тракторного дизеля. Диссертация на соискание учёной степени кандидат наук. Харьковский политехнический институт им. В. И. Ленина. Харьков, 1963.
5. Якубов А. Д. Исследование влияние резонанса колебаний давления во впускном тракте на наполнение тракторного дизеля. Диссертация на соискание учёной степени кандидат наук. Харьковский политехнический институт им. В. И. Ленина. Харьков, 1963.
6. Рудой Б. П. Исследование нестационарных явлений при течении газа в системе цилиндр трубопровод. Диссертация на соискание учёной степени кандидат наук. Уфимский авиационный институт им. Орджоникидзе. Уфа, 1969.
7. Гришин Ю. А. Газодинамическое совершенствование проточной части двигателей внутреннего сгорания. Диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук. МГТУ им. Н. Э. Баумана. Москва, 2000.

УСТРОЙСТВО И СХЕМА ЖИДКОСТНОЙ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ

Применко Я. А., Ненюков И. Ф.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Автомобильный институт, факультет «Автомобили и тракторы»
Научный руководитель: к.т.н., проф. Михайлин Александр Александрович

Система жидкостного охлаждения позволяет равномерно забирать тепло у всех узлов двигателя, независимо от тепловых нагрузок. Двигатель водяного охлаждения является менее шумным по сравнению с двигателем воздушного охлаждения, менее склонен к детонации, быстрее разогревается при запуске.

Система охлаждения состоит из рубашки охлаждения, радиатора, вентилятора, центробежного насоса и термостата.

Рубашка охлаждения представляет собой сообщающиеся полости между двойными стенками двигателя в местах, откуда необходим отвод избыточного тепла посредством циркуляции охлаждающей жидкости.

Радиатор системы охлаждения служит для отдачи тепла в окружающую среду. Радиатор выполняется из большого количества изогнутых (в настоящее время чаще всего алюминиевых) трубок, имеющих дополнительные ребра для повышения теплоотдачи.

Вентилятор предназначен для усиления потока набегающего воздуха на радиатор системы охлаждения (работает в сторону двигателя) и включается посредством электромагнитной (иногда – гидравлической) муфты от сигнала датчика при превышении порогового значения температуры охлаждающей жидкости. Большое распространение на легковых автомобилях получили вентиляторы с приводом от электродвигателя. В этом случае срабатывание вентилятора происходит с помощью датчика, который устанавливается последовательно с электродвигателем в электрической цепи и замыкает цепь при превышении пороговой температуры охлаждающей жидкости. Вентиляторы охлаждения с постоянным приводом от двигателя встречаются в настоящее время довольно редко.

Центробежный насос служит для обеспечения бесперебойной циркуляции охлаждающей жидкости в системе охлаждения работающего двигателя. Привод насоса от двигателя осуществляется механическим путем: ремнем, реже - шестернями. Некоторые двигатели, такие как двигатели с турбонаддувом, непосредственным впрыском топлива, могут оснащаться двухконтурной системой охлаждения – дополнительным насосом для указанных агрегатов, подключаемой по команде с электронного блока управления двигателем при достижении порогового значения температур.

Термостат – это двухпозиционный распределитель. Он управляется от температурного воздействия на биметаллическую пластину, реже - электронный клапан, установленный между рубашкой охлаждения двигателя и входным патрубком радиатора охлаждения. Назначение термостата – обеспечение оптимальной температуры охлаждающей жидкости в системе. При холодном двигателе термостат закрыт, и циркуляция охлаждающей жидкости происходит «по малому кругу» - внутри двигателя, минуя радиатор. При увеличении температуры жидкости до рабочего значения термостат открывается, и система начинает работать в режиме максимальной эффективности.

Системы охлаждения двигателей внутреннего сгорания представляют собой гидросистемы с замкнутым контуром, а потому в их состав включается расширительный бачок,

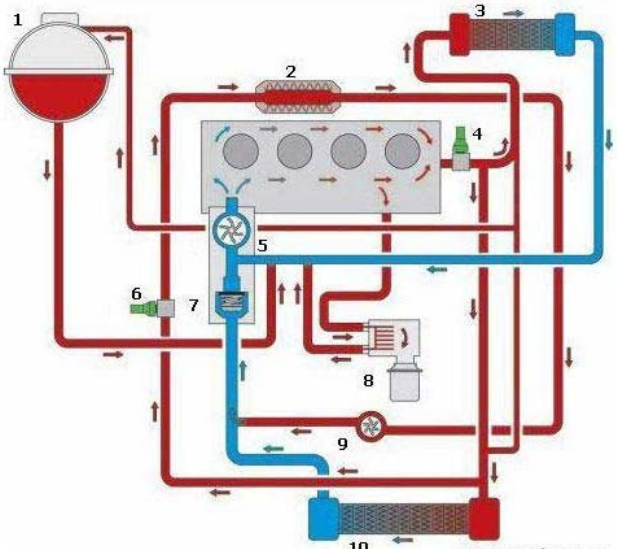
компенсирующий изменение объема жидкости в системе при изменении температуры. Через расширительный бачок обычно и заливается охлаждающая жидкость в систему.

Система охлаждения часто выполняется совместно с системой отопления салона автомобиля.

Радиатор отопителя – это, по сути, радиатор системы охлаждения, уменьшенный в размерах и установленный в салоне автомобиля. Если радиатор системы охлаждения отдает тепло в окружающую среду, то радиатор отопителя – непосредственно в салон. Для достижения максимальной эффективности отопителя забор рабочей жидкости для него из системы осуществляется в самом «горячем» месте - непосредственно на выходе из рубашки охлаждения двигателя.

Основным элементом в цепи устройств управления системой охлаждения является температурный датчик. Сигналы с него поступают на контрольный прибор в салоне автомобиля, электронный блок управления (ЭБУ) с настроенным соответствующим образом программным обеспечением, затем через него - на иные исполнительные устройства. Список этих исполнительных устройств, расширяющих стандартные возможности типовой системы жидкостного охлаждения достаточно широк: от управления вентилятором, до реле дополнительного насоса в двигателях с турбонаддувом или непосредственным впрыском топлива, режимом работы вентилятора двигателя после остановки, и так далее.

Рассмотрим схему устройства системы охлаждения:



1 – расширительный бачок, 2 – радиатор системы рециркуляции отработавших газов, 3 – теплообменник отопителя, 4 – датчик температуры охлаждающей жидкости, 5 – насос охлаждающей жидкости, 6 – датчик температуры ОЖ на выходе радиатора, 7 – термостат, 8 – масляный радиатор, 9 – дополнительный насос ОЖ, 10 – радиатор системы охлаждения.

В жидкостной системе охлаждения используются специальные охлаждающие жидкости, имеющие температуру застывания -40 °С и ниже. Минимальная рабочая температура двигателя на 10-17°С выше температуры застывания. Большинство специальных охлаждающих жидкостей состоят из этиленгликоля, воды и пакета присадок, придающих жидкости антикоррозионные, антикавитационные и антипенные свойства. Данные жидкости ядовиты и требуют осторожного обращения. Этиленгликоль, помимо понижения температуры замерзания, приводит к повышению температуры кипения охлаждающей жидкости, что является дополнительным преимуществом при эксплуатации автомобилей в теплое время года. По сравнению с водой охлаждающие жидкости на основе этиленгликоля имеют меньшую теплоемкость и поэтому отводят теплоту от стенок цилиндров двигателя

менее интенсивно. Так, при охлаждении специальной охлаждающей жидкостью температура стенок цилиндров на 15...20°С выше, чем при охлаждении водой. Это ускоряет прогрев двигателя и уменьшает изнашивание цилиндров, но в летнее время может привести к перегреву двигателя. Оптимальным температурным режимом двигателя при жидкостной системе охлаждения считается такой, при котором температура охлаждающей жидкости в двигателе составляет 80 ...100 °С на всех режимах работы двигателя. Это возможно при условии, что с охлаждающей жидкостью уносится в окружающую среду 25...35 % теплоты, выделяющейся при сгорании топлива в цилиндрах двигателя. При этом в бензиновых двигателях величина отводимой теплоты больше, чем в дизелях.

Приведем диаграмму распределения теплоты, выделяющейся при сгорании топлива в цилиндрах двигателей автомобилей при жидкостной системе охлаждения:

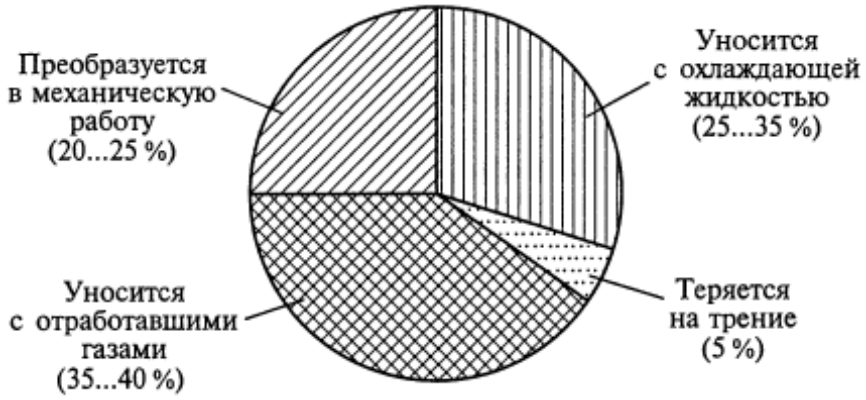


Диаграмма распределения теплоты.

Из диаграммы следует, что в механическую работу преобразуется 20...35% теплоты, уносится с отработавшими газами 35...40%, теряется на трение 5 % и уносится с охлаждающей жидкостью 25...35 % теплоты.

По сравнению с воздушной – жидкостная система охлаждения более эффективная, менее шумная, обеспечивает меньшую среднюю температуру деталей двигателя, улучшение наполнения цилиндров горючей смесью и более легкий пуск двигателя при низких температурах, а также использование жидкости для подогрева горючей смеси и отопления салона кузова автомобиля. Однако в системе возможно подтекание охлаждающей жидкости и имеется вероятность переохлаждения двигателя в зимнее время.

К преимуществам жидкостного охлаждения следует отнести:

1) более эффективный отвод тепла от нагретых деталей двигателя при любой тепловой нагрузке, вследствие чего ресурс двигателя увеличивается;

2) быстрый и равномерный прогрев двигателя при пуске;

3) допустимость применения блочных конструкций цилиндров двигателя;

4) меньшая склонность к детонации в бензиновых двигателях;

5) более стабильное тепловое состояние двигателя при изменении режима его работы;

6) меньшие затраты мощности на охлаждение и возможность использования тепловой энергии,отводимой в систему охлаждения.

Недостатки системы жидкостного охлаждения:

1) большие затраты на обслуживание и ремонт при эксплуатации;

2) пониженная надежность работы двигателя при отрицательных температурах окружающей среды и большая чувствительность к ее изменению.

В двигателях автомобилей жидкостная система охлаждения получила наиболее широкое распространение, нежели воздушная, которая часто встречается только в конструкции двигателей мотоциклов, мопедов и мотоблоков.

АДАПТАЦИЯ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА НЕРАВНОВЕСНОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ГАЗОВОГО ДВИГАТЕЛЯ С ИСКРОВЫМ ЗАЖИГАНИЕМ К УСЛОВИЯМ В ЦИЛИНДРЕ ГАЗОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Приходкин А. А.
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет (ХНАДУ),
автомобильный факультет, кафедра «Двигателей внутреннего сгорания».
Научный руководитель: к. т. н., доц. Кабанов А. Н.

В мире, как альтернатива жидким нефтяным топливам, наиболее широко применяется природный газ. Его широкое использование обусловлено тем, что производство природного газа не требует глубокой химической переработки первичного сырья, а подготовку к использованию осуществляют физическими методами, такими как: сжатие или сжижение. В связи с распространением использования природного газа в качестве моторного топлива, возникает необходимость в выполнении расчета химического состава продуктов сгорания с целью поиска путей снижения токсичности отработавших газов газового двигателя с искровым зажиганием.

Целью данного исследования является адаптация методики расчета неравновесного химического состава продуктов сгорания к условиям в цилиндре газового двигателя.

Сейчас для расчета содержания токсических компонентов в отработавших газах двигателя с искровым зажиганием преимущественно используется методика расчета равновесного состава продуктов сгорания, предложенная проф. Звоновым В. О. [1]. Для расчета концентрации NO_x данная методика дополняется кинетическим уравнением Зельдовича [3].

Суть метода: сначала выполняется расчет равновесного состава продуктов сгорания (решается система из N нелинейных уравнений из N неизвестных) [1, 2, 4, 5]. Затем выполняется расчет NO (так как в ДВС с искровым зажиганием количество монооксида азота NO составляет более 97 % от всех выбросов оксидов азота, то при определении концентраций NO_x принимается допущение, что образуется только NO) по кинетическому уравнению Зельдовича [3]. И выполняется повторный расчет равновесного состава с предварительно найденными значениями NO, которые принимаются константами.

Также существует методика расчета неравновесного состава продуктов сгорания. В основу этой методики положен механизм горения природного газа GRI 3.0, предложенный Калифорнийским университетом в Беркли [7]. Суть этой методики заключается в том, что на основе уравнений химических реакций происходящих в цилиндре двигателя (эти уравнения берутся из механизма GRI 3.0 [7]) составляется система дифференциальных уравнений относительно каждого из компонентов продуктов сгорания. Решив эту систему, получим концентрации составляющих отработавших газов.

Анализ литературы показал, что в отличие от расчета равновесного состава, расчет неравновесного состава имеет следующие преимущества:
- выше точность результата вследствие более совершенной модели расчета;
- возможность рассчитать концентрацию оксидов азота без применения отдельных методов;
- рассчитывается большее количество ядовитых веществ, в том числе и альдегиды.

Главным недостатком метода расчета неравновесного состава является то, что он более сложен, чем расчет равновесного состава. Но в современных условиях этот недостаток не является таким, что не позволяет использование этой методики. Итак, так как расчет неравновесного состава имеет больше преимуществ, чем недостатков, по сравнению с расчетом равновесного состава, и недостатки не критичны, то для расчета состава

отработавших газов газового двигателя с искровым зажиганием целесообразнее использовать метод расчета неравновесного состава.

Система дифференциальных уравнений составляется по следующему принципу: начальные уравнения химических реакций [7]:

$$\begin{matrix} 1) A + B \underset{k_1^b}{\overset{k_1^f}{\rightleftarrows}} C \\ 2) A + D \underset{k_2^b}{\overset{k_2^f}{\rightleftarrows}} C \end{matrix}, \quad (1)$$

где A, B, C, D – компоненты продуктов сгорания, концентрации которых необходимо определить;

$$k_i^{f(b)} = k_0 \cdot T^x \cdot \exp\left(-\frac{E_i}{R_T}\right), \quad (2)$$

– константы скорости прямой и обратной реакций i-го уравнения, находятся согласно уравнению Аррениуса.

После преобразований получим систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dn_A}{dt} = -k_1^f \cdot n_A \cdot n_B + k_1^b \cdot n_C - k_2^f \cdot n_A \cdot n_D + k_2^b \cdot n_C \\ \frac{dn_B}{dt} = -k_1^f \cdot n_A \cdot n_B + k_1^b \cdot n_C \\ \frac{dn_C}{dt} = k_1^f \cdot n_A \cdot n_B - k_1^b \cdot n_C + k_2^f \cdot n_A \cdot n_D - k_2^b \cdot n_C \\ \frac{dn_D}{dt} = -k_2^f \cdot n_A \cdot n_D + k_2^b \cdot n_C \end{cases}, \quad (3)$$

где n_X – концентрация соответствующего компонента.

В сокращенном виде эту систему можно записать так:

$$\begin{cases} \frac{dA}{dt} = f(A,B,C,D) \\ \frac{dB}{dt} = f(A,B,C) \\ \frac{dC}{dt} = f(A,B,C,D) \\ \frac{dD}{dt} = f(A,C,D) \end{cases}, \quad (4)$$

де A, B, C, D – искомые концентрации компонентов продуктов сгорания.
Так как основой данной методики является механизм горения газа GRI 3.0 [7], то под адаптацией методики расчета неравновесного состава к условиям газового двигателя понимается адаптация именно механизма GRI 3.0 к этим условиям. Этот механизм предусматривает горение газа при нормальных условиях (температура 20 ° C, давление 768 мм. рт. ст.), но в цилиндре двигателя температура и давление намного выше. Значит, в первоначальном виде нельзя применить механизм GRI 3.0 для расчета неравновесного

состава продуктов сгорания газового двигателя, так как это приведет к получению неверных результатов расчета. Механизм горения природного газа GRI 3.0 включает в себя 325 уравнений химических реакций для 53 компонентов [7]. Но при условиях, возникающих во время горения рабочей смеси в цилиндре газового ДВС образуются не все компоненты (из-за того, что температура и давление в цилиндре не соответствуют условиям их образования). Также количество некоторых компонентов, из тех, что образуются, настолько мала, что их содержанием в отработавших газах двигателя можно пренебречь. Это позволяет уменьшить количество компонентов реакций, а значит и количество дифференциальных уравнений в расчетной системе, до 25, а количество уравнений реакций до 121 (так как реакции, компоненты которых были изъяты из расчета, не могут состояться, то эти реакции также исключаются из дальнейших расчетов). Эти упрощения облегчат процесс составления и решения системы дифференциальных уравнений, но это никоим образом не повлияют на точность полученных результатов.

Начальный набор компонентов в механизме GRI 3.0 такой [7]:
H_2, H, O, O_2, OH, H_2O, HO_2, H_2O_2, C, CH, CH_2, CH_2(S), CH_3, CH_4, CO, CO_2, HCO, CH_2O, CH_2OH, CH_3O, CH_3OH, C_2H, C_2H_2, C_2H_3, C_2H_4, C_2H_5, C_2H_6, HCCO, CH_2CO, HCCOH, N, NH, NH_2, NH_3, NNH, NO, NO_2, N_2O, HNO, CN, HCN, H_2CN, HCNN, HCNO, HOCN, HNCO, NCO, N_2, AR, C_3H7, C_3H_8, CH_2CHO, CH_3CHO.

Набор компонентов после адаптации:
H_2, H, O, O_2, OH, H_2O, HO_2, H_2O_2, C, CH, CH_2, CH_3, CH_4, CO, CO_2, HCO, CH_2O, CH_2OH, CH_3O, CH_3OH, N, NO, NO_2, N_2O, N_2.

Итак, в результате адаптации механизма горения природного газа к условиям в газовом двигателе, удалось существенно уменьшить количество компонентов, концентрации которых надо найти, что в свою очередь значительно облегчило процесс составления и решения расчетной системы и одновременно не повлияло на точность результатов.

После адаптации механизма горения к условиям в двигателе необходимо составить расчетную систему. Эта система была составлена, и в сокращенной форме имеет вид:

$$
\begin{cases}
\frac{d\mathrm{H_2}}{dt} = f(\mathrm{H_2},\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{H_2O},\mathrm{HO_2},\mathrm{H_2O_2},\mathrm{C},\mathrm{CH},\mathrm{CH_2},\mathrm{CH_3},\mathrm{CH_4},\mathrm{CO},\mathrm{CO_2},\mathrm{HCO},\mathrm{CH_2O},\mathrm{CH_2OH},\mathrm{CH_3O},\mathrm{CH_3OH}) \\
\frac{d\mathrm{H}}{dt} = f(\mathrm{H_2},\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{H_2O},\mathrm{HO_2},\mathrm{H_2O_2},\mathrm{C},\mathrm{CH},\mathrm{CH_2},\mathrm{CH_3},\mathrm{CH_4},\mathrm{CO},\mathrm{CO_2},\mathrm{HCO},\mathrm{CH_2O},\mathrm{CH_2OH},\mathrm{CH_3O},\mathrm{CH_3OH},\mathrm{N},\mathrm{NO},\mathrm{NO_2},\mathrm{N_2O},\mathrm{N_2}) \\
\frac{d\mathrm{O}}{dt} = f(\mathrm{H_2},\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{H_2O},\mathrm{HO_2},\mathrm{H_2O_2},\mathrm{C},\mathrm{CH},\mathrm{CH_2},\mathrm{CH_3},\mathrm{CH_4},\mathrm{CO},\mathrm{CO_2},\mathrm{HCO},\mathrm{CH_2O},\mathrm{CH_2OH},\mathrm{CH_3O},\mathrm{CH_3OH},\mathrm{N},\mathrm{NO},\mathrm{NO_2},\mathrm{N_2O},\mathrm{N_2}) \\
\frac{d\mathrm{O_2}}{dt} = f(\mathrm{H_2},\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{H_2O},\mathrm{HO_2},\mathrm{H_2O_2},\mathrm{C},\mathrm{CH},\mathrm{CH_2},\mathrm{CH_3},\mathrm{CH_4},\mathrm{CO},\mathrm{CO_2},\mathrm{HCO},\mathrm{CH_2O},\mathrm{CH_2OH},\mathrm{CH_3O},\mathrm{N},\mathrm{NO},\mathrm{NO_2},\mathrm{N_2O},\mathrm{N_2}) \\
\frac{d\mathrm{OH}}{dt} = f(\mathrm{H_2},\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{H_2O},\mathrm{HO_2},\mathrm{H_2O_2},\mathrm{C},\mathrm{CH},\mathrm{CH_2},\mathrm{CH_3},\mathrm{CH_4},\mathrm{CO},\mathrm{CO_2},\mathrm{HCO},\mathrm{CH_2O},\mathrm{CH_2OH},\mathrm{CH_3O},\mathrm{CH_3OH},\mathrm{N},\mathrm{NO},\mathrm{NO_2},\mathrm{N_2O},\mathrm{N_2}) \\
\frac{d\mathrm{H_2O}}{dt} = f(\mathrm{H_2},\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{H_2O},\mathrm{HO_2},\mathrm{H_2O_2},\mathrm{CH},\mathrm{CH_2},\mathrm{CH_3},\mathrm{CH_4},\mathrm{CO},\mathrm{HCO},\mathrm{CH_2O},\mathrm{CH_2OH},\mathrm{CH_3O},\mathrm{CH_3OH}) \\
\frac{d\mathrm{HO_2}}{dt} = f(\mathrm{H_2},\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{H_2O},\mathrm{HO_2},\mathrm{H_2O_2},\mathrm{CH_2},\mathrm{CH_3},\mathrm{CH_4},\mathrm{CO},\mathrm{CO_2},\mathrm{HCO},\mathrm{CH_2O},\mathrm{CH_2OH},\mathrm{CH_3O},\mathrm{NO},\mathrm{NO_2},\mathrm{N_2O},\mathrm{N_2}) \\
\frac{d\mathrm{H_2O_2}}{dt} = f(\mathrm{H_2},\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{H_2O},\mathrm{HO_2},\mathrm{H_2O_2},\mathrm{CH_3},\mathrm{CH_4}) \\
\frac{d\mathrm{C}}{dt} = f(\mathrm{H_2},\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{C},\mathrm{CH},\mathrm{CO},\mathrm{N},\mathrm{NO}) \\
\frac{d\mathrm{CH}}{dt} = f(\mathrm{H_2},\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{H_2O},\mathrm{C},\mathrm{CH},\mathrm{CH_2},\mathrm{CH_3},\mathrm{CO},\mathrm{CO_2},\mathrm{HCO},\mathrm{CH_2O},\mathrm{N},\mathrm{NO}) \\
\frac{d\mathrm{CH_2}}{dt} = f(\mathrm{H_2},\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{H_2O},\mathrm{HO_2},\mathrm{CH},\mathrm{CH_2},\mathrm{CH_3},\mathrm{CH_4},\mathrm{CO},\mathrm{CO_2},\mathrm{HCO},\mathrm{CH_2O}) \\
\frac{d\mathrm{CH_3}}{dt} = f(\mathrm{H_2},\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{H_2O},\mathrm{HO_2},\mathrm{H_2O_2},\mathrm{CH},\mathrm{CH_2},\mathrm{CH_3},\mathrm{CH_4},\mathrm{CO},\mathrm{HCO},\mathrm{CH_2O},\mathrm{CH_2OH},\mathrm{CH_3O},\mathrm{CH_3OH}) \\
\frac{d\mathrm{CH_4}}{dt} = f(\mathrm{H_2},\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{H_2O},\mathrm{HO_2},\mathrm{H_2O_2},\mathrm{CH_2},\mathrm{CH_3},\mathrm{CH_4},\mathrm{CO},\mathrm{HCO},\mathrm{CH_2O},\mathrm{CH_2OH},\mathrm{CH_3O},\mathrm{CH_3OH}) \\
\frac{d\mathrm{CO}}{dt} = f(\mathrm{H_2},\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{H_2O},\mathrm{HO_2},\mathrm{C},\mathrm{CH},\mathrm{CH_2},\mathrm{CH_3},\mathrm{CH_4},\mathrm{CO},\mathrm{CO_2},\mathrm{HCO},\mathrm{CH_2O},\mathrm{N},\mathrm{NO}) \\
\frac{d\mathrm{CO_2}}{dt} = f(\mathrm{H_2},\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{HO_2},\mathrm{CH},\mathrm{CH_2},\mathrm{CO},\mathrm{CO_2},\mathrm{HCO},\mathrm{N},\mathrm{NO}) \\
\frac{d\mathrm{HCO}}{dt} = f(\mathrm{H_2},\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{H_2O},\mathrm{HO_2},\mathrm{CH},\mathrm{CH_2},\mathrm{CH_3},\mathrm{CH_4},\mathrm{CO},\mathrm{CO_2},\mathrm{HCO},\mathrm{CH_2O},\mathrm{N},\mathrm{NO}) \\
\frac{d\mathrm{CH_2O}}{dt} = f(\mathrm{H_2},\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{H_2O},\mathrm{HO_2},\mathrm{CH},\mathrm{CH_2},\mathrm{CH_3},\mathrm{CH_4},\mathrm{CO},\mathrm{HCO},\mathrm{CH_2O},\mathrm{CH_2OH},\mathrm{CH_3O}) \\
\frac{d\mathrm{CH_2OH}}{dt} = f(\mathrm{H_2},\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{H_2O},\mathrm{HO_2},\mathrm{CH_3},\mathrm{CH_4},\mathrm{CH_2O},\mathrm{CH_2OH},\mathrm{CH_3O},\mathrm{CH_3OH}) \\
\frac{d\mathrm{CH_3O}}{dt} = f(\mathrm{H_2},\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{H_2O},\mathrm{HO_2},\mathrm{CH_3},\mathrm{CH_4},\mathrm{CH_2O},\mathrm{CH_2OH},\mathrm{CH_3O},\mathrm{CH_3OH}) \\
\frac{d\mathrm{CH_3OH}}{dt} = f(\mathrm{H_2},\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{OH},\mathrm{H_2O},\mathrm{CH_3},\mathrm{CH_4},\mathrm{CH_2OH},\mathrm{CH_3O},\mathrm{CH_3OH}) \\
\frac{d\mathrm{N}}{dt} = f(\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{C},\mathrm{CO},\mathrm{CO_2},\mathrm{N},\mathrm{NO},\mathrm{N_2}) \\
\frac{d\mathrm{NO}}{dt} = f(\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{HO_2},\mathrm{C},\mathrm{CH},\mathrm{CO},\mathrm{CO_2},\mathrm{HCO},\mathrm{N},\mathrm{NO},\mathrm{NO_2},\mathrm{N_2O},\mathrm{N_2}) \\
\frac{d\mathrm{NO_2}}{dt} = f(\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{HO_2},\mathrm{NO},\mathrm{NO_2}) \\
\frac{d\mathrm{N_2O}}{dt} = f(\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{HO_2},\mathrm{NO},\mathrm{N_2O},\mathrm{N_2}) \\
\frac{d\mathrm{NO_2}}{dt} = f(\mathrm{H},\mathrm{O},\mathrm{O_2},\mathrm{OH},\mathrm{HO_2},\mathrm{N},\mathrm{NO},\mathrm{N_2O},\mathrm{N_2})
\end{cases}, \qquad (5)
$$

Результаты расчета данной системы при различных частотах вращения коленчатого вала представлены на рис. 1 и рис. 2 в виде нагрузочных характеристик.

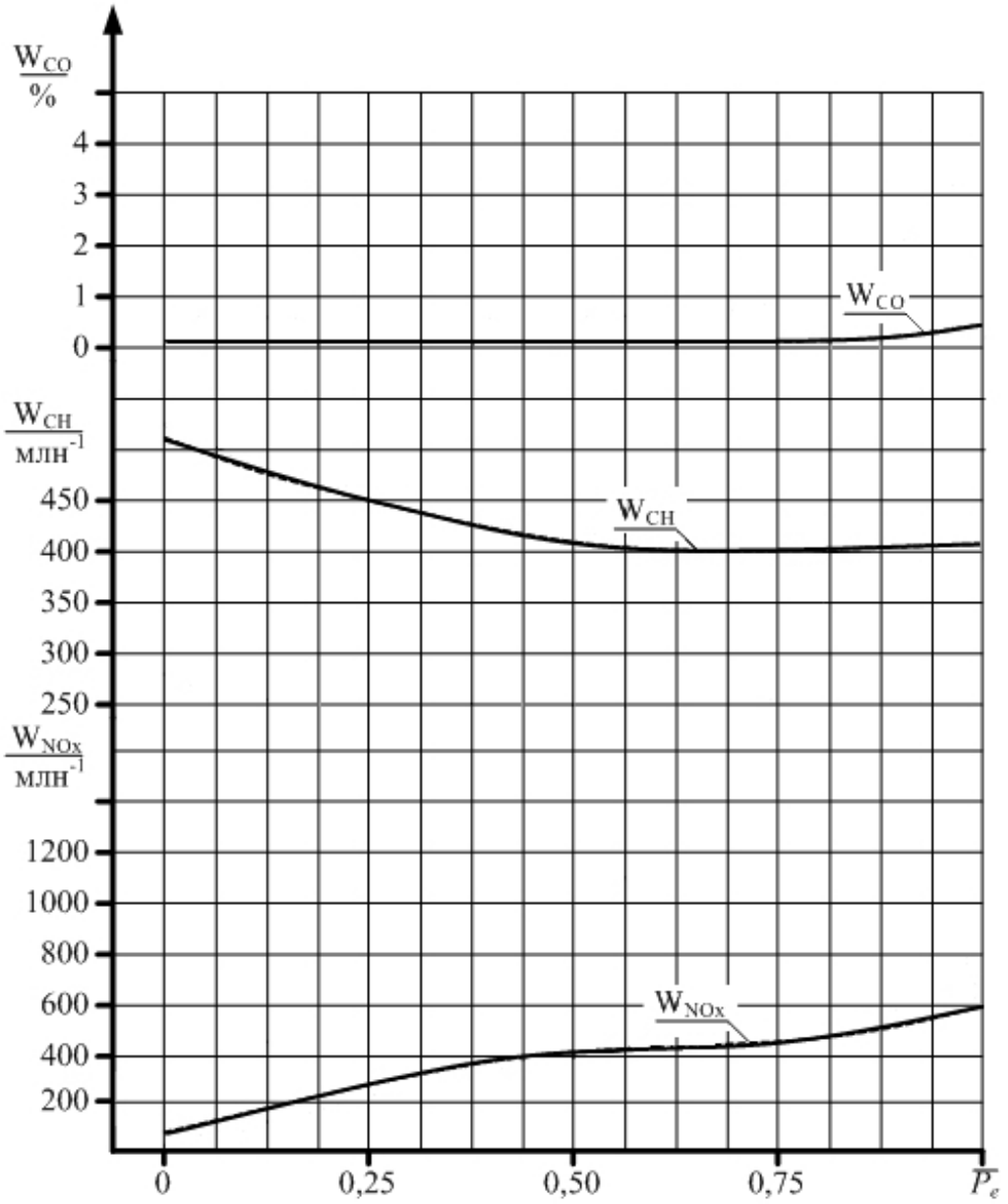


Рисунок 1 – Расчетные показатели токсичности двигателя 4ГЧ7,55/7,35 при n = 2500 мин$^{-1}$.

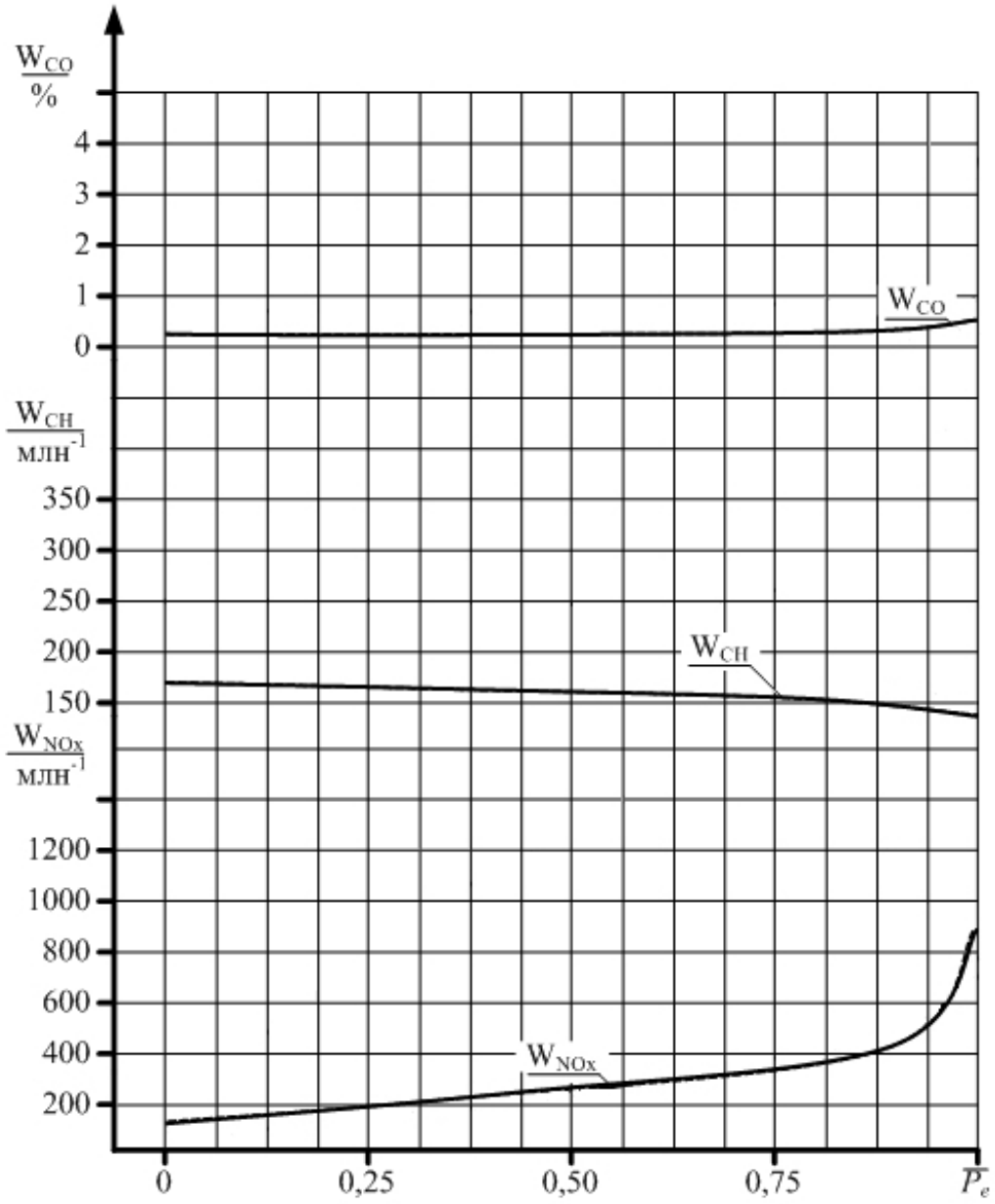


Рисунок 2 – Расчетные показатели токсичности двигателя 4ГЧ7,55/7,35 при n = 4000 мин$^{-1}$.

На примере нагрузочной характеристики двигателя 4ГЧ7, 5/7, 35 на рис. 3 и рис. 4 приведены сравнения результатов расчета неравновесного состава и результатов эксперимента [6].

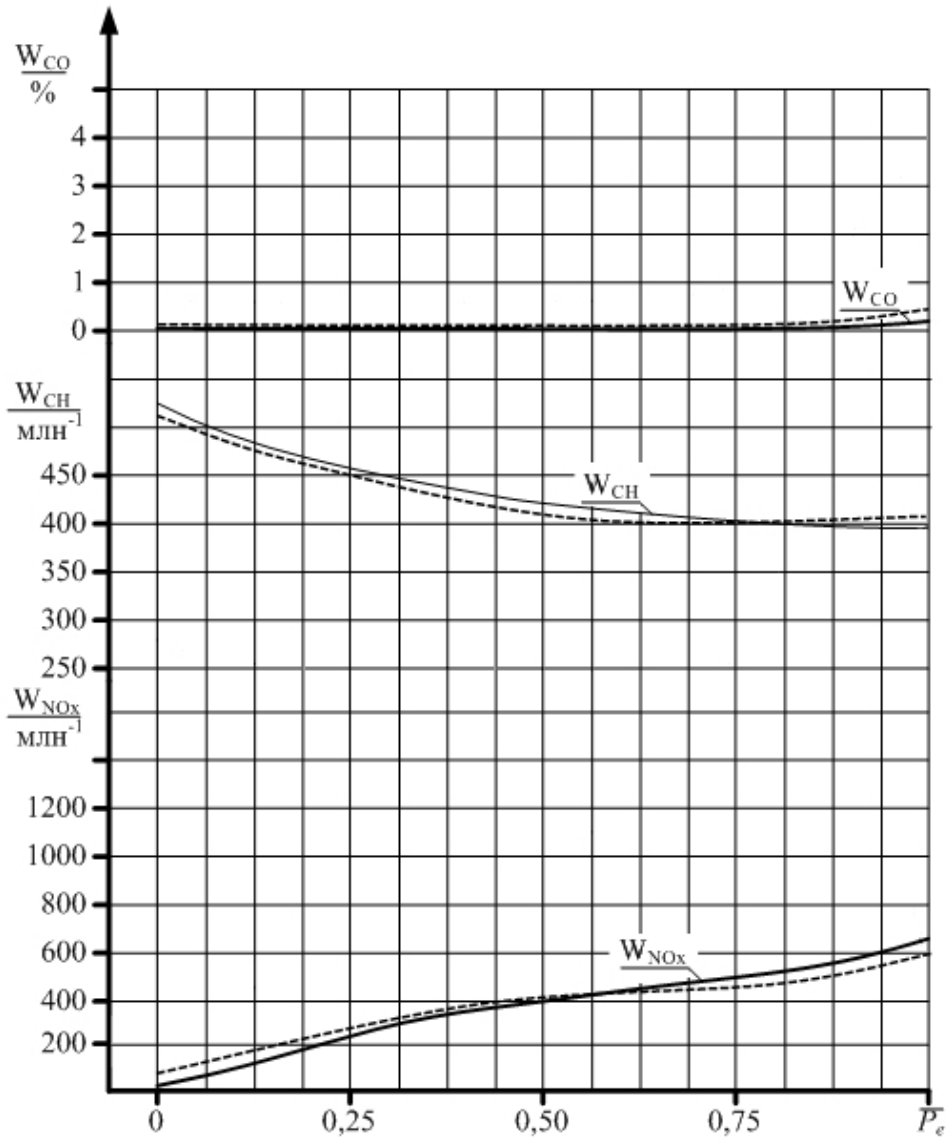


Рисунок 3 – Сравнение показателей токсичности двигателя 4ГЧ7,55/7,35 при n = 2500 мин$^{-1}$.
——— – экспериментальные данные
- - - - - - – результаты расчета

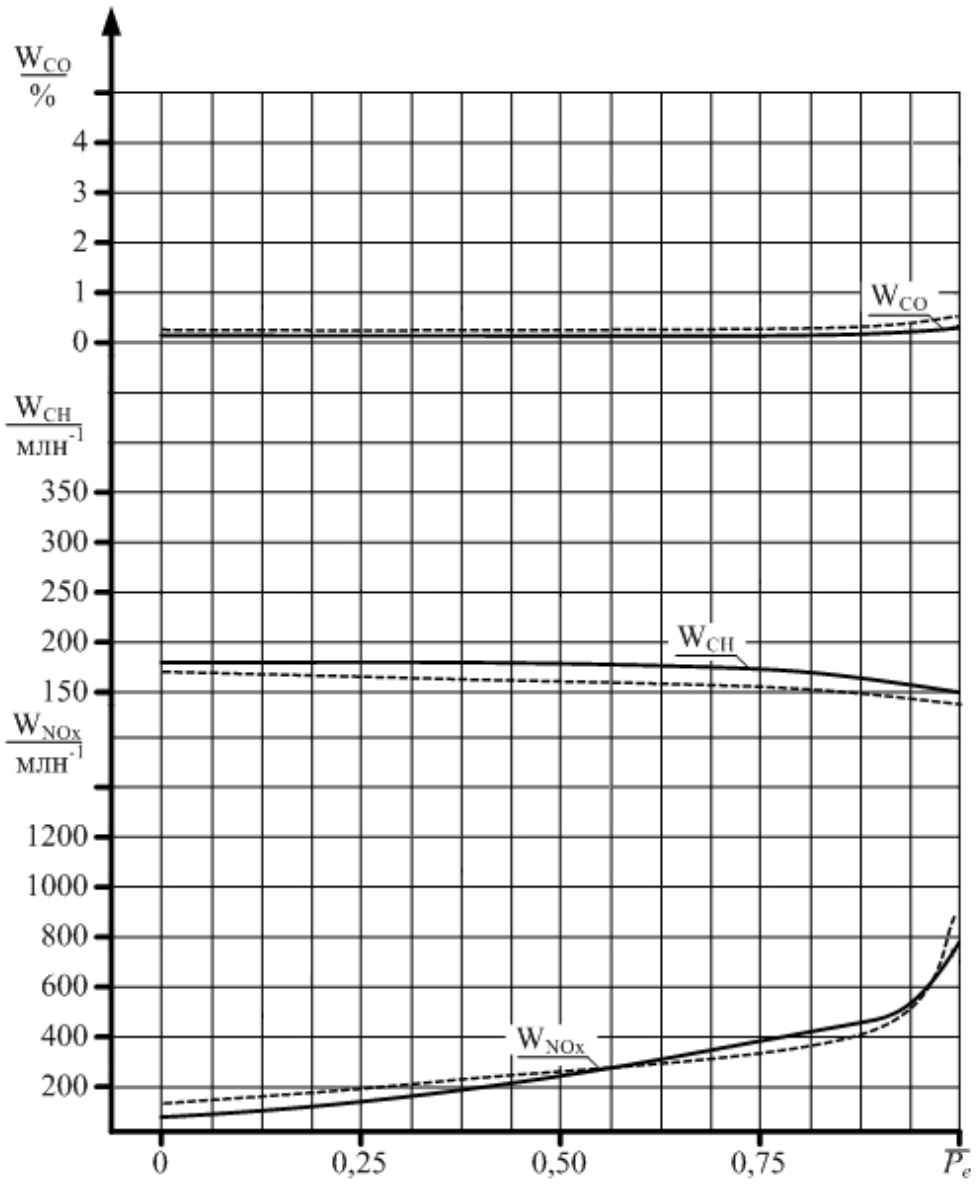


Рисунок 4 – Сравнение показателей токсичности двигателя 4ГЧ7,55/7,35 при n = 4000 мин$^{-1}$.
——— – экспериментальные данные
- - - - - - – результаты расчета

Сравнение результатов расчета неравновесного состава с результатами эксперимента показало, что отклонения между этими результатами не превышает 15%.

Список литературы:

1. Звонов В. А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания: учеб. пособие для ВУЗов / В. А. Звонов. – 2-е изд., перераб. и дополн. – М.: Машиностроение, 1981. – 154 с.
2. Куценко А. С. Моделирование рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания на ЭВМ / Куценко А. С.– К.: Наукова думка, 1988. – 104 с.
3. Зельдович Я. Б. Расчёты тепловых процессов при высокой температуре / Я. Б. Зельдович, А. И. Полярный. М.: НИИ №1, 1947. – 68 с.
4. Синярёв Г. Б. Жидкостные ракетные двигатели / Г. Б. Синярёв, М. В. Добровольский. – М.: Государственное изд-во оборонной промышленности, 1955. – 488 с.
5. Квасников В. А. Теория жидкостных ракетных двигателей / В. А. Квасников. – Л.: Государственное союзное изд-во судостроительной промышленности, 1959. – 542 с.
6. Кабанов А. Н. Основы использования природного газа в качестве топлива для автомобильных двигателей: монография / А. Н. Кабанов. – Х.: ХНАДУ, 2012. – 240 с.
7. Gri Mech home page [Электронный ресурс] / M. Frenklach, T. Bowman, G. Smith, B. Gardiner: http://www.me.berkeley.edu/gri_mech/

МИРОВОЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГИБРИДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АВТОМОБИЛЬНОМ СПОРТЕ.

Топорков М. А.
МАДИ (ГТУ), факультет «Автомобильный транспорт».
Научный руководитель: к.т.н., доцент каф. «Автомобили» Карпухин К. Е.

Первые гибридным автомобилем в мире можно считать Lohner-Porsche, созданный конструктором Фердинандом Порше совместно с австрийской фирмой Hofwagenfabrik Ludwig Lohner & Co в 1900 году. Несмотря на очевидные преимущества от применения гибридных силовых установок, несовершенность технологий того времени не позволила массово внедрить их в серийные автомобили. Однако сейчас ситуация кардинально изменилась и на первый план вышли экологические требования к современным автомобилям и высокие цены на автомобильное топливо, что в конечном итоге привело к возрождению интереса гибридным автомобилям.

Не обошли вниманием гибридные технологии и конструкторы гоночных автомобилей. На сегодняшний день сжатые технические регламенты способствуют применению нестандартных методов увеличения эффективности гоночных автомобилей, которая заключается в улучшении управляемости, динамических характеристик, тормозных свойств и т.д. Главная цель – преодоление заданной дистанции за минимальное время. Данный тезис относится практически ко всем дисциплинам автоспорта. На данный момент существует несколько удачных примеров применения гибридов в автомобильном спорте:

1. KERS (kinetic energy recovery system) – система рекуперации кинетической энергии, Применяется на автомобилях, участвующих в чемпионате мира по кольцевым гонкам Формула 1 (англ. FIA Formula One World Championship). Появление KERS относят к началу 90-х годов, когда три команды вели разработки такой системы, позволяющей заряжать аккумуляторы при торможении, чтобы затем использовать запасенную энергию при разгоне. Однако ФИА (Международная автомобильная федерация) запретила работу над этими системами, опасаясь неконтролируемого роста расходов. Однако в 2009 году применение системы рекуперации кинетической энергии было разрешено и несколько команд установили ее на своих машинах.

Существует несколько вариантов исполнения системы KERS, которые отличаются между собой по способу накопления энергии: электрический (в аккумуляторной батарее) и механический (при помощи маховика). В первом случае в трансмиссию автомобиля встраивается обратимая электрическая машина (2), которая при торможении преобразует кинетическую энергию в электрическую. Электроэнергия накапливается в аккумуляторной батарее (4). Весь процесс контролируется блоком управления (3).

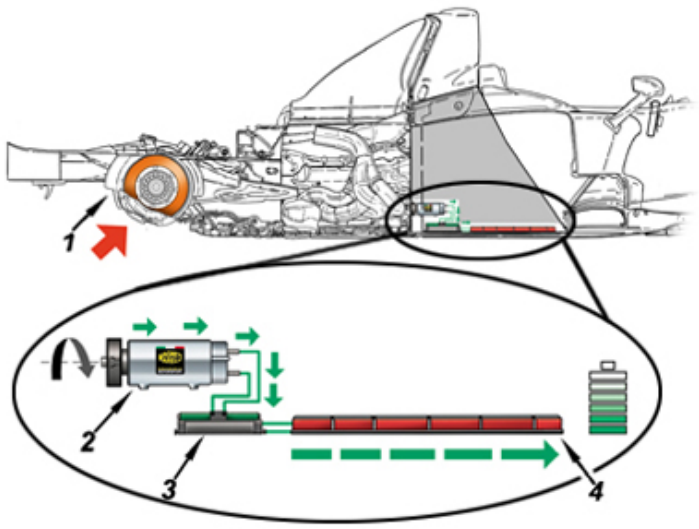


Рис.1 Схема работы электрической KERS при торможении автомобиля.
1 – задние тормозные механизмы; 2 – обратимая электрическая машина; 3 – блок управления системой KERS; 4 – аккумуляторная батарея.

На стадии ускорения обратимая электрическая (2) машина работает в режиме электрического двигателя, используя энергию, запасенную в аккумуляторной батарее (4).

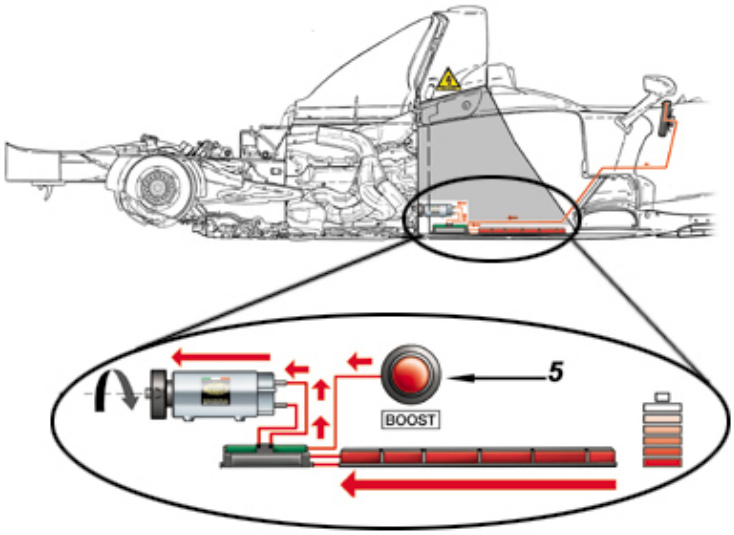


Рис. 2 Схема работы электрической KERS при разгоне автомобиля.

Управление системой полуавтоматическое – накопление энергии происходит без участия водителя, при каждом торможении, а ее использование может осуществляться лишь после подачи соответствующего сигнала в блок управления. Таким образом, гонщик сам определяет оптимальные моменты времени для использования «лишней» энергии, например при обгоне соперника. Однако ФИА регламентирует количество запасаемой энергии, которое составляет 400 кДж, а кратковременная (порядка 6,6 секунды на круге) прибавка в мощности равняется 60 кВт (примерно 80 л. с.). Применение системы позволяет добиться уменьшения времени прохождения круга на 0.1 – 0.4 секунды.

На данный момент конструкторы нескольких команд, участвующих в чемпионате мира разрабатывают систему рекуперации кинетической энергии с механическим накопителем (маховиком). Это решение обусловлено тем, что в вышеописанной системе с аккумуляторной батареей происходит преобразование энергии из механической в электрическую, а затем в химическую и наоборот, что приводит к большим ее потерям. В системе с механическим накоплением потери энергии минимальны. Последнее становится особо актуальным в свете решения ФИА о увеличении запасаемого количества энергии с 400

кДж до 2 МДж. Главным элементом системы является накопитель энергии – маховик, вращающийся в вакуумной камере с частотой до 70000 об/мин. Применение высокопрочных композитных материалов диктуется большими центробежными силами, нагружающими сам маховик. Использование вакуумной камеры позволило продлить срок службы системы – при трении о воздух поверхность маховика сильно разогревается, что может привести к его разрушению.

Flybrid является одной из немногих фирм, продвигающих концепцию накопления энергии в механическом виде. Компания готовила прототип системы рекуперации кинетической энергии (KERS) на базе маховичного накопителя и механической трансмиссии для использования в гоночных автомобилях «Формулы-1», однако в действии система так и не была продемонстрирована. Возможно, подвел вариатор торового типа, на базе которого трансмиссия была построена. Так или иначе, Flybrid вернулась к паллиативному варианту – маховичному накопителю с электрической передачей, который унаследовал существенную долю недостатков электрических гибридных силовых установок.

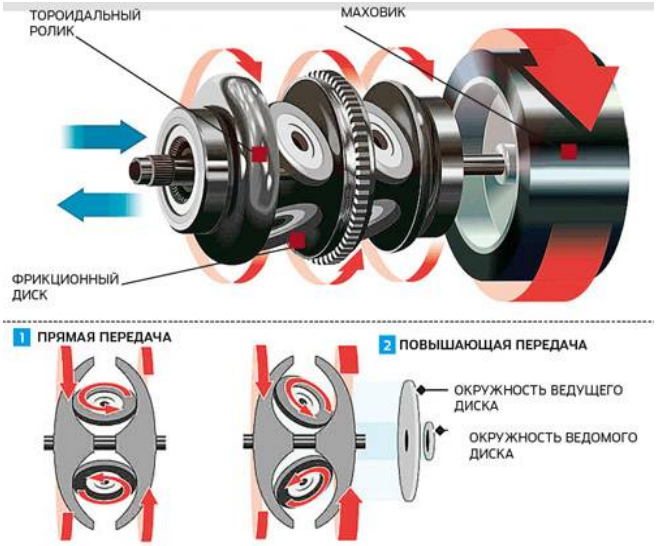


Рис. 3 Привод маховика механической KERS посредством вариатора.

Широкодиапазонная бесступенчатая трансмиссия является ключевым звеном механического гибрида. Для эффективного использования преимуществ маховичного накопителя необходима механическая передача с диапазоном варьирования передаточного отношения не менее 20. Механические фрикционные вариаторы обеспечивают эффективный диапазон варьирования не более 6, поэтому для получения большого диапазона регулирования вариаторы объединяют с зубчатыми передачами в сложные схемы с разделением потока мощности. Партнер Flybrid, компания Torotrak, разработала двухдиапазонную схему трансмиссии на базе торового вариатора. Торовый вариатор, как и многие другие конструкции вариаторов, обладают весомым недостатком – невозможностью передачи больших мощностей. В противном случае фрикционные вариаторы уже заняли бы нишу трансмиссий не только легкового, но и коммерческого транспорта. А двух диапазонов трансмиссии Flybrid для достижения требуемых показателей недостаточно. Трех- и четырехдиапазонные схемы трансмиссии компаний General Motors и Daimler, известные по патентным материалам, крайне сложны для практической реализации.

2. Porsche 911 GT3 R Hybrid и Audi R18 e-tron quattro – два немецких гибридных автомобиля для участия в длинных гонках LMS (le mans series). Audi R18 e-tron quattro – победитель престижного марафона 24 часа Ле-Мана 2012 года. Немецкие конструкторы разработали систему гибридного полного привода с механическим накопителем энергии. Колеса задней оси автомобиля приводятся во вращение от бензинового двигателя через механическую трансмиссию. Колеса передней оси вращают две обратимых электрических машины.

Сущность работы данной схемы заключается в следующем: привод на колеса задней оси обеспечивает бензиновый ДВС, а колеса передней – две тяговых электрических машины (2). При торможении автомобиля происходит рекуперация кинетической энергии в электрическую. При последующем разгоне накопленная энергия используется в приводе передних колес. Это возможно благодаря обратимости тяговых электрических машин. Механическая связь между колесами передней и задней оси отсутствует.

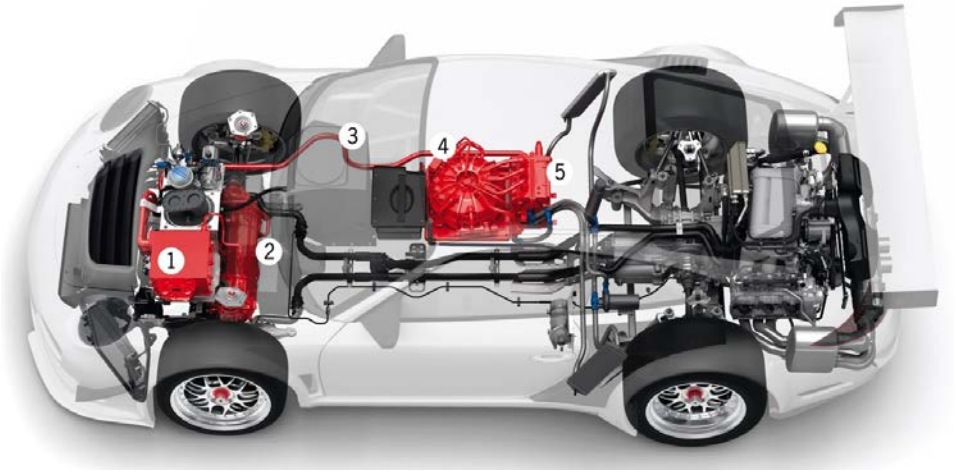


Рис.4 Схема гибридного полного привода Porsche.

1 – блок управления электрическими машинами; 2 – тяговые электрические машины; 3 – кабели для передачи электрической энергии; 4 – накопитель энергии; 5 – блок управления накопителем.

Отличительной особенностью конструкции является накопитель (4) – маховик с электрическим приводом. Таким образом, конструкторы решили проблему, связанную с отсутствием механической связи между передней осью автомобиля и его трансмиссией. Собственно роль самого маховика играет ротор электрической машины, вращающийся в вакуумной камере. Одной из положительных сторон такого решения является упразднение сложных уплотнений вала маховика.

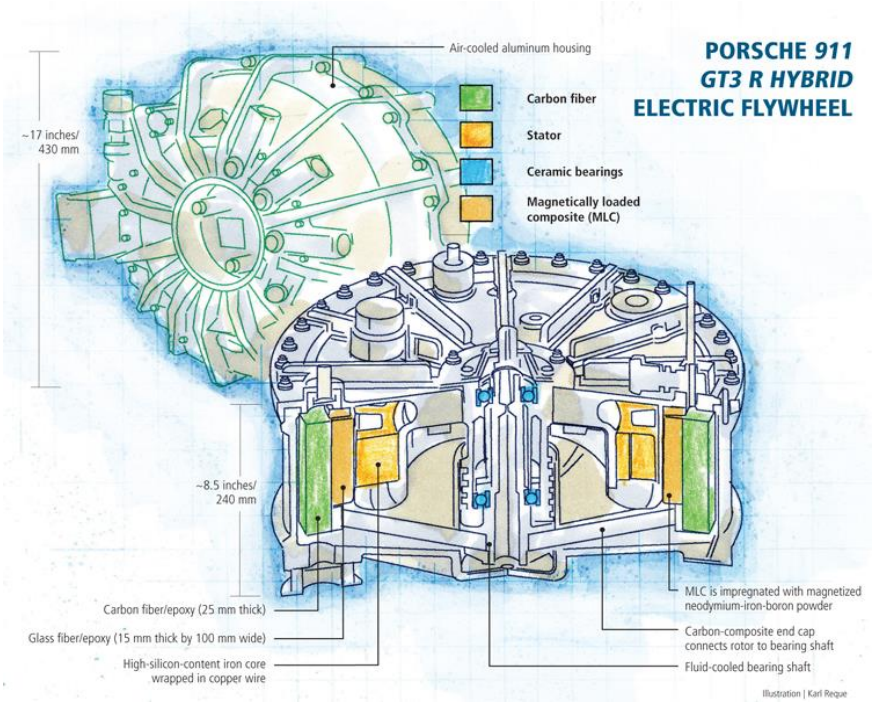


Рис.5 Схема маховика с электрическим приводом.

При этом, несмотря на индивидуальный привод колес передней оси Porsche 911 GT3 и Audi R18 e-tron Quattro R Hybrid не обладают постоянным полным приводом: питание тяговых электрических машин осуществляется от энергии, выработанной при торможении и запасенной в накопителе. Таким образом, данную схему можно считать разновидностью KERS – с электромеханическим накоплением энергии. Ее плюсом является неограниченность циклов накопления – отдачи энергии, а минусом – потери при преобразовании этой же энергии из одного вида в другой (по сравнению с механической KERS).

Porsche 911 GT3 R Hybrid приводится в движение бензиновым оппозитным шестицилиндровым двигателем объемом 4л и мощностью 480 л. с. Суммарная мощность тяговых электрических машин – 205 л. с. (в последней версии автомобиля).

Помимо улучшения характеристики разгона вышеописанная система полного привода позволила улучшить топливную экономичность автомобиля. Последнее играет немаловажную роль в суточных марафонах – при меньшем расходе топлива гоночному автомобилю требуется меньшее количество остановок для дозаправки топливом, что, в конечном счете, приводит к увеличению его общей средней скорости. Данный тезис полностью подтвердился успехом Audi R18 e-tron Quattro в прошлогоднем марафоне.

Из анализа вышеописанных гибридных конструкций можно сделать несколько выводов:

- Международная автомобильная федерация (ФИА) взяла курс на внедрение гибридных технологий в автомобильный спорт, что доказывается соответствующими изменениями в технических требованиях к автомобилям.
- Активнее всего процесс внедрения идет шоссейно-кольцевых гонках, таких как мировой чемпионат в классе Формула 1 (F1) и гонки серии Ле-Ман (LMS).
- Большинство рассмотренных конструкций работают на принципе рекуперативного торможения, что дает улучшение динамики автомобиля и топливной экономичности.
- Гибридный полный привод Porsche и Audi не является постоянным, так как питание электрических машин осуществляется за счет рекуперированной ими же энергии.

Нельзя также не заметить, что гибридный полный привод может представлять наибольший интерес для спортивных команд, участвующих в таких дисциплинах как ралли, автокросс, ралли-кросс, ралли-рейды. Данные дисциплины отличает одна немаловажная особенность: автомобили могут двигаться либо по смешанному покрытию (ралли, ралли-кросс), либо по гравийному или грунтовому (автокросс, ралли-рейды). Достаточно сложное покрытие предъявляет особые требования к динамике, управляемости и проходимости к автомобилей, выступающих в данных дисциплинах. Требование проходимости более всего относится к ралли-рейдам – трасса нередко проходит по труднопроходимым местам, нередко по песчаному или грязевому покрытию.

Не случайно выше затронут вопрос управляемости автомобилей. После недолгих рассуждений можно прийти к выводу, что гибридный полный привод схемы Porsche и Audi может дать некий выигрыш, так как позволяет свободно распределять крутящий момент, подводимый к левому и правому колесам автомобиля. Это возможно благодаря применению индивидуальных тяговых электрических машин. Однако как уже говорилось, выше данный полный привод не является постоянным, так как питание тяговых электродвигателей осуществляется за счет накопленной при рекуперативном торможении энергии. Следовательно, можно сделать вывод – автомобиль является полноприводным лишь при

разгоне, пока не израсходует накопленную энергию. Таким образом, для организации гибридного постоянного полного привода необходим постоянный источник электрической энергии, приводимый в движение штатным двигателем внутреннего сгорания. Таким источником энергии может служить стартер-генераторная установка (СГУ) – обратимая электрическая машина, устанавливаемая на коленчатом вале двигателя (чаще всего СГУ монтируется на видоизмененный маховик). При запуске штатного двигателя СГУ работает в стартерном режиме, а затем автоматически переходит в генераторный режим. На данный момент СГУ применяется практически во всех гибридных автомобилях в качестве источника электроэнергии, а в некоторых схемах – в качестве тягового электродвигателя (вариант hard hybrid).

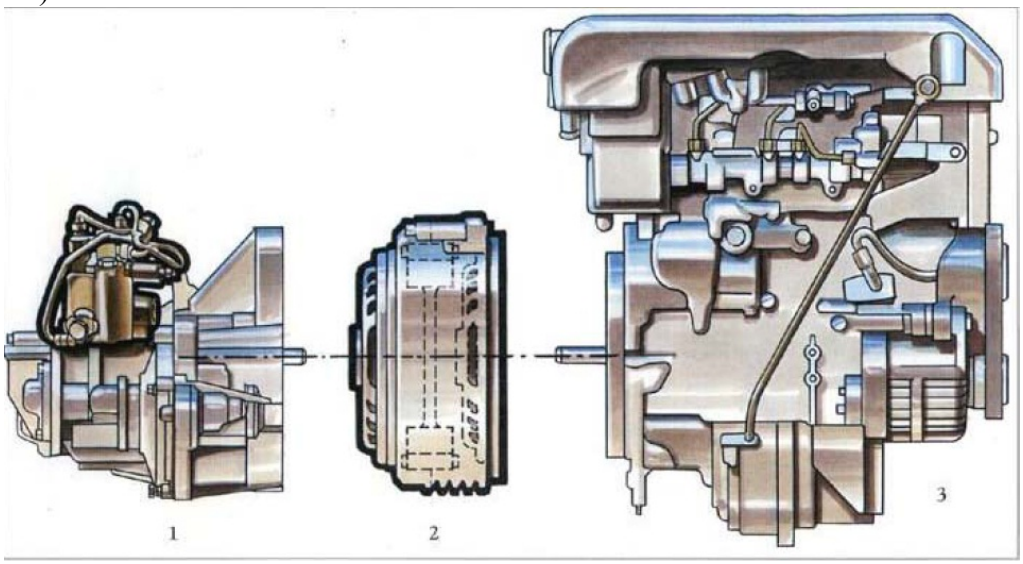


Рис.6 Расположение СГУ в силовой установке автомобиля.

1 – коробка передач; 2 – стартер-генераторная установка; 3 – двигатель внутреннего сгорания.

Определяющим моментом для СГУ является тип применяемой электрической машины. Разработки СГУ большинством ведущих фирм строятся на нескольких типах электрических машин. Чаще всего встречается асинхронная машина с короткозамкнутым ротором. Ее достоинствами являются: простота конструкции, высокая надежность и малая стоимость. Однако ее конструктивные недостатки проявляются в виде потерь в роторе, что приводит к снижению КПД.

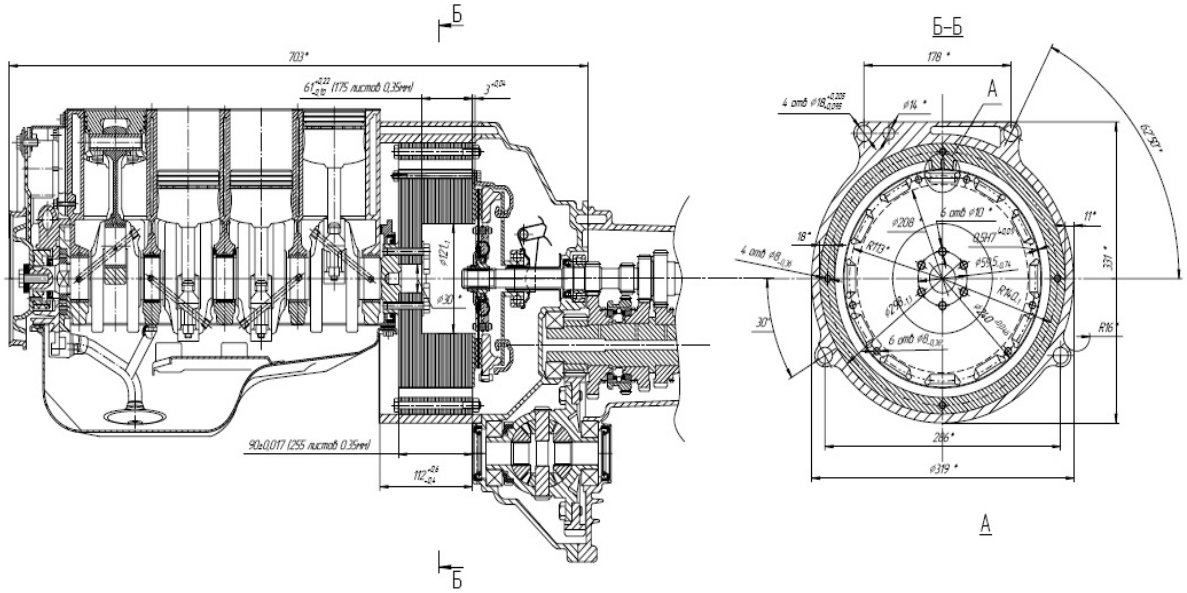


Рис.7 СГУ на базе асинхронной машины в разрезе.

Как видно из *рис.7* габариты асинхронной машины могут также явиться недостатком при ее применении в качестве СГУ. На данном примере отчетливо видно, что необходима доработка картера сцепления, что может привести к увеличению габаритов трансмиссии. В условиях ограниченного подкапотного пространства (в особенности у переднеприводных автомобилей) данный недостаток может оказаться решающим.

Наименее часто в качестве СГУ используется ВИМ – вентильно-индукторная машина (в мировой технической литературе ВИМ обозначается как Switched Reluctance Machine – SRM). Вентильно-индукторная машина относится к классу синхронных машин с вентильным управлением и представляет собой совокупность электромеханического преобразователя энергии – индукторной машины (*Рис.8*) и электронного блока управления (*Рис.9*).

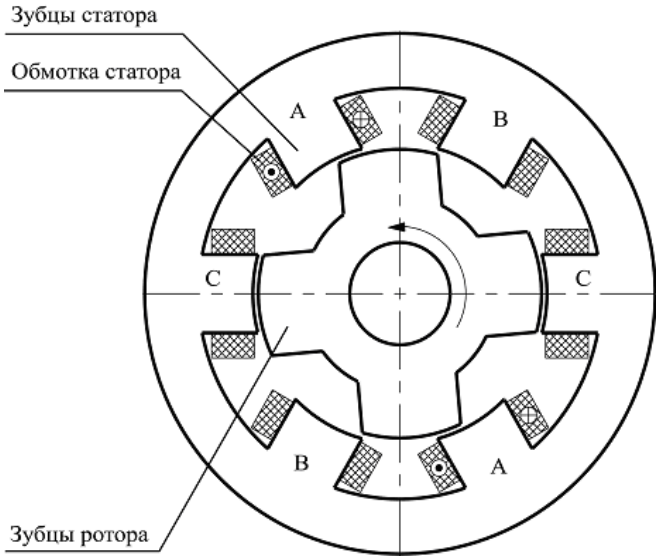


Рис.8 Конструкция индукторной машины конфигурации 6/4.

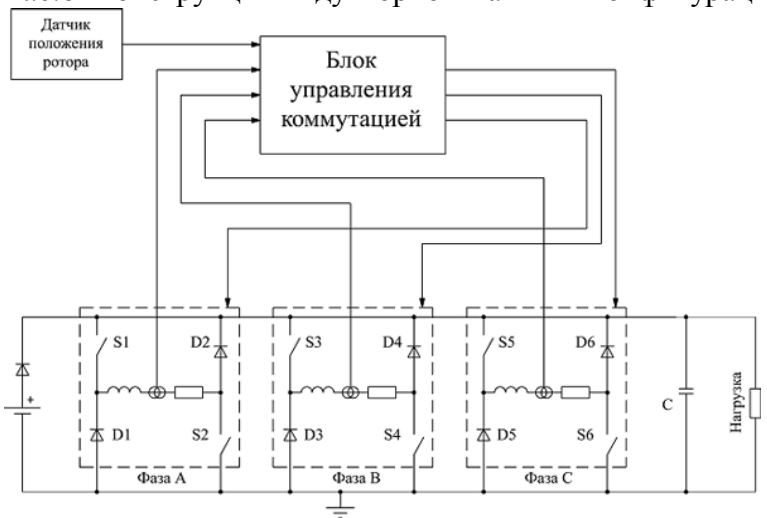


Рис.9 Схема блока управления ВИМ.

Стартер-генератор на базе ВИМ – вентильно-индукторный стартер-генератор (ВИСГ) – имеет ряд особенностей по сравнению с ВИМ общего назначения, связанных как с конструкцией, так и с режимами работы.

ВИСГ имеет большой диаметр вала ротора, что вызвано интеграцией его с диском сцепления автомобиля. Сцепление размещается внутри ротора ВИСГ, который также выступает

маховиком ДВС. Длина активной части, как правило, небольшая и обусловлена размещением ВИСГ в автомобиле.

Диапазон скоростей вращения ВИСГ, как в стартерном, так и в генераторном режиме, должен быть широким и полностью покрывать диапазон рабочих скоростей вращения ДВС. Особенность ВИСГ заключается в том, что существует диапазон скоростей вращения, при которых ВИМ должна работать и как стартер, и как генератор, что исключается при проектировании ВИМ на один из режимов. Таким образом, диапазоны рабочих скоростей стартера и генератора должны взаимно перекрываться (Рис.10).

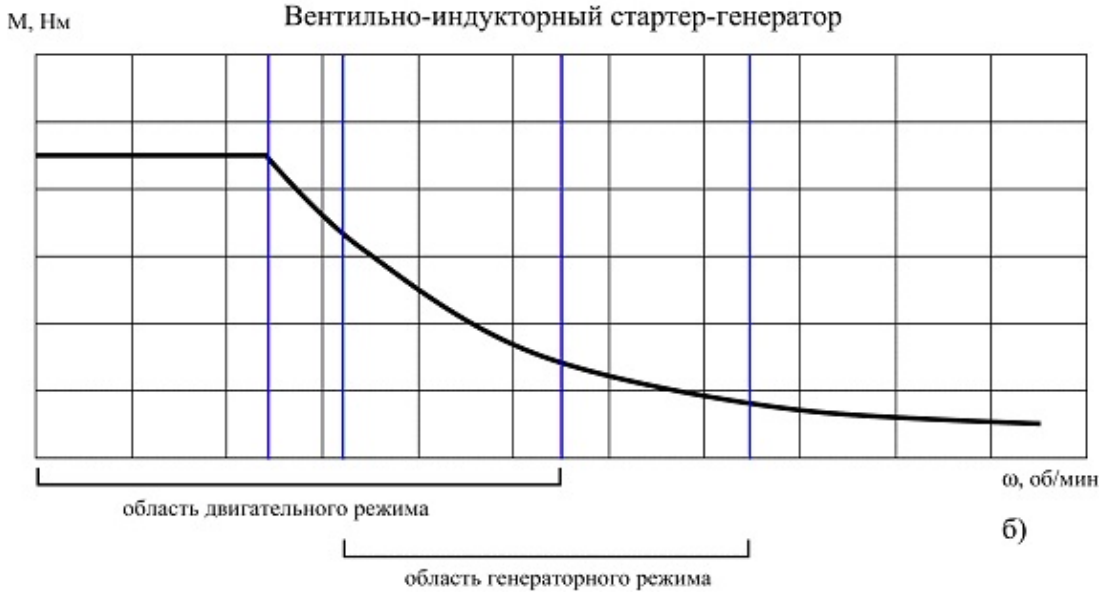


Рис.10 Диапазоны рабочих скоростей ВИСГ.

Плюсами ВИД являются: относительная простота конструкции, возможность плавного регулирования частоты вращения в широком диапазоне, технологичность при производстве.

Недостатки ВИД: повышенный уровень шумов и вибраций, необходимость в датчике положения ротора, дороговизна при производстве. Однако следует заметить, что в настоящее время многие из указанных недостатков успешно устраняются: применяются методы косвенного определения положения ротора (бездатчиковое управление), благодаря чему из состава ВИД исключается механический датчик положения, а шумы и вибрации могут быть минимизированы выбором оптимального алгоритма управления и детальным профилированием зубцовой зоны.

Помимо источника электрической энергии для реализации гибридного полного привода необходим накопитель энергии. В качестве такового может быть использован маховик с электрическим приводом, как в конструкциях Porsche и Audi. Однако у маховика имеется несколько недостатков и главный из них – преобразование электрической энергии в механическую и обратно при его работе. При работе данной системы возникают необратимые потери, так как происходит неоднократное преобразование энергии из одного вида в другой. Выходом может служить накопление энергии в электрическом виде, без ее преобразования в механическую. Однако даже у современных аккумуляторных установок имеются недостатки, главный из которых – ограниченное число циклов заряда-разряда. В условиях, когда автомобиль многократно тормозит и разгоняется, эта особенность может привести к весьма существенному снижению ресурса батареи. Однако не следует делать поспешных выводов. На мой взгляд, необходимо индивидуально подбирать тип накопителя энергии с учетом индивидуальных особенностей каждой дисциплины автоспорта. В качестве

примера можно привести вышеупомянутый ралли-кросс. В данной дисциплине автомобили движутся по трассе со смешанно асфальто-гравийным покрытием. Трасса изобилует разнообразными поворотами, а общая длина прямых отрезков очень мала. Таким образом, можно заключить, что во время заезда автомобили постоянно разгоняются и тормозят, а движение с постоянной максимальной скоростью практически отсутствует. Следовательно, главным требованием к накопителю будет являться большое количество циклов заряда-разряда. На основе такого приблизительного анализа можно предположить тип накопителя – суперконденсатор (ионистор). Однако действительную возможность применения данного накопителя может подтвердить лишь расчет.

Из всего вышесказанного можно вывести примерную концепцию будущего спортивного автомобиля с гибридным полным приводом: базовый автомобиль с приводом на одну ось, с установленными на нем элементами полного привода (СГУ, накопитель, тяговые электрические машины, блоки управления).

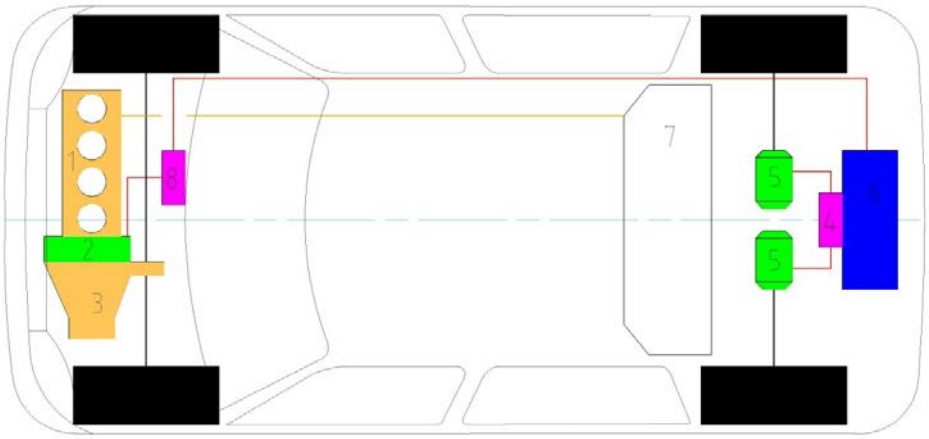


Рис.11 Принципиальная схема автомобиля с гибридным полным приводом.
1 – ДВС; 2 – стартер-генераторная установка; 3 – механическая трансмиссия; 4 – блок управления тяговыми электрическими машинами; 5 – тяговые электрические машины; 6 – накопитель электрической энергии; 7 – топливный бак; 8 – блок управления стартер-генераторной установкой.

Следует отметить, что данная схема приблизительно описывает общую архитектуру будущей трансмиссии, однако на ней не отражено управление элементами гибридной трансмиссии. Система управления и алгоритм ее работы – обширный вопрос, требующий самой детальной проработки. Здесь следует отметить тот факт, что данная трансмиссия не может работать абсолютно независимо от ДВС. Следовательно, необходима интеграция системы управления гибридной трансмиссией с системой управления ДВС. Помимо информации о режимах работы ДВС потребуется и дополнительная информация: угол поворота управляемых колес, боковые ускорения автомобиля, продольное ускорение, угловые скорости вращения колес. Наличие вышеописанных датчиков позволяет системе адаптироваться под изменяющиеся условия движения автомобиля и соответственно изменять механические параметры тяговых электрических машин (крутящий момент и угловая скорость). Нельзя не заметить, что алгоритм работы данной системы во многом схож с алгоритмом управления активным дифференциалом, который устанавливается на автомобиле Mitsubishi Lancer Evolution, что дает возможность использовать опыт японских конструкторов при проектировании системы управления.

Автором данной работы в качестве темы научного исследования предлагается проект спортивного автомобиля с гибридным полным приводом для участия в чемпионате России

по ралли-кроссу. В качестве базового автомобиля для проекта выбрана спортивная модификация Лада 11119 (калина), производства фирмы Торгмаш (Тольятти). Данный автомобиль представлен в классе автомобилей с приводом на переднюю ось и объемом двигателя до 1600 куб. см. (Д1А). Цель проекта является создание определенного комплекта узлов и элементов для установки на вышеозначенный автомобиль и дальнейшего его участия в классе для автомобилей с приводом на все колеса (Д1).

В качестве возможных преимуществ данной модификации можно выделить:

1. Относительная простота компоновки полноприводной трансмиссии (отсутствует редуктор отбора крутящего момента для привода задних колес; нет необходимости в карданном вале).
2. Улучшение характеристик разгона, за счет использования рекуперативного торможения (при торможении тяговые электрические машины работают в генераторном режиме).
3. Улучшение управляемости за счет интеллектуального распределения крутящего момента между задними ведущими колесами (достигается за счет их индивидуального привода).
4. Возможность адаптации поведения автомобиля в соответствии с особенностями управления конкретным гонщиком (адаптация «под пилота»).
5. Возможность кратковременного увеличения крутящего момента, подводимого к передним колесам (СГУ может работать как тяговый электродвигатель).

Для реализации данного проекта необходимо решить несколько важных вопросов:

- Разработка методики расчета параметров гибридного полного привода.
- Выбор оптимальных по своим характеристикам электрических машин для стартер-генераторной установки и тягового привода колес задней оси автомобиля.
- Разработка оригинальной подвески задних колес автомобиля с учетом размещения некоторых элементов гибридного полного привода.
- Подбор и оптимального типа накопителя энергии для данной дисциплины автоспорта.
- Разработка архитектуры системы управления трансмиссией и ее интеграция с системой управления ДВС.
- Разработка алгоритма работы блока управления для получения оптимальных характеристик управляемости автомобиля.

Последний пункт данного списка представляет особый интерес, так как необходима тщательная отработка алгоритмов работы системы, которая невозможна без соответствующих тестов. На первых стадиях эта работа может производиться при помощи ПО, способного имитировать движение автомобиля. Однако детальная проработка невозможна без проведения испытательных заездов, после которых окончательно может подтвердиться работоспособность системы гибридного полного привода. Однако уже сейчас можно утверждать, что данный проект вполне осуществим. Подтверждением данного тезиса может служить тот факт, что японская компания Honda разработала концепцию SPORT HYBRID SH-AWD: схема полного привода, аналогичная вышеописанной, разработанная для серийных автомобилей.

Рис.12 Гибридная полноприводная трансмиссия Honda SPORT HYBRID SH-AWD.

Заключение.

В целом мировой опыт применения гибридных технологий в автомобильном спорте можно признать успешным. Основной принцип – преобразование кинетической энергии торможения в электрическую с последующим ее использованием при разгоне автомобиля (рекуперативное торможение). Также нельзя отрицать тот факт, что Мировая автомобильная федерация после анализа опыта, полученного в чемпионате Формула 1 и серии Ле-Ман, может перенести его и на другие дисциплины автоспорта. В целом можно предположить широкую интеграцию современных гибридных технологий в мировой автомобильный спорт.

АНТИКОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА АНТИФРИЗА И МЕТАЛЛОВ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДНЕНИЯ ДВС

Федосеенко Е. Ю.
Российский университет дружбы народов (РУДН), факультет «Инженерный»
Научный руководитель: к.х.н., доц. Ходяков А. А.

Используемые в современных двигателях антифризы содержат, как это отмечается, например, в литературном источнике [1], ингибиторы (замедлители) коррозии металлов. Ингибиторы коррозии условно делят на две группы - пассивационные и адсорбционные замедлители коррозионного износа металлов системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания.

Ингибиторы коррозии металлов - химически активные вещества, присутствие которых в агрессивной среде замедляет коррозию металлов**.** Защитное действие указанных веществ связано с изменением состояния поверхности металла (вследствие адсорбции замедлителя на поверхности) или с образованием при взаимодействии ионов металла с ингибитором малорастворимых (в охлаждающих жидкостях) соединений.

Наличие большого ассортимента используемых в двигателях внутреннего сгорания охлаждающих жидкостей делает необходимым проведение испытаний с целью выявления способности антифриза проявлять антикоррозионные свойства.

Экспериментальная часть

В качестве объектов для исследования антикоррозионных свойств охлаждающих жидкостей был взят карбоксилатный антифриз (не содержащий нитритов, фосфатов, боратов, аминов, силикатов) AGA-Z40 (VW TL 774-F, G12+) и раствор тетраборнокислого натрия (активно используется при производстве традиционных антифризов; образует с железом на поверхности металла комплексное соединение, выполняющее функции защитного барьера от коррозии). Объем жидкой фазы, контактирующей с образцами металлов, составлял 20-40 мл. При проведении опытов жидкую фазу в течение 9-17 часов периодически перемешивали, используя магнитную мешалку. Общее время контакта жидкостей с металлами составляло 72-168 часов. Электропроводность (σ) антифриза и раствора тетраборнокислого натрия измеряли кондуктометром COM-100, водородный показатель жидкой фазы - pH-метром 5170. Параметр σ раствора тетраборнокислого натрия составил $1.4 \cdot 10^{-3}$ См/см, антифриза - $1.7 \cdot 10^{-3}$ См/см, водородный показатель (pH) антифриза – 8.5, тетраборнокислого натрия - 9.2.

Испытанию подвергали образцы коррозионно-стойкого железа, цинка, меди и никеля. Использовали метод лабораторного испытания - контактную коррозию. Площадь поверхности образцов (толщина $1.0 \cdot 10^{-6}$-$1.5 \cdot 10^{-6}$ м) меди, никеля и железа (контактирующих с исследуемыми жидкостями) составляла $2.6 \cdot 10^{-4}$-$4.4 \cdot 10^{-4}$ м^2. Образцы указанных металлов, в отличие от цинка (форма прямоугольника), имели овальную форму. Площадь поверхности образцов цинка составляла $0.7 \cdot 10^{-5}$-$1.1 \cdot 10^{-4}$ м^2. Соотношение поверхностей для проведения опытов в гальванопарах составило: Fe-Zn 1:0.4; Fe-Ni 1:1; Fe-Cu 1:0.7. Расстояние между электродами в короткозамкнутых парах равнялось 0.02 м. Перед проведением опытов поверхность металлов подвергали обработке: шлифованию, обезжириванию ацетоном и этиловым спиртом. Анализ состояния поверхности железа осуществляли предварительно промыв (дистиллированной водой) и высушив образцы Fe.

Оценку изменений состояния поверхности образцов железа после их контакта с антифризом и тетраборнокислым натрием проводили, используя водный раствор (реактив), содержащий (в определенном соотношении) ферроцианид калия $K_3[Fe(CN)_6]$ и NaCl, а также 1%-ный

спиртовой раствор фенолфталеина. После нанесения на поверхность образца железа капли ферроцианида калия и капли раствора фенолфталеина фиксировали время образования турнбулевой сини в центре пятна и время, в течение которого на периферии пятна появляется малиновая окраска (рис. 1). Среднее арифметическое значение времени (τ) рассчитывали, проводя на каждом образце железа три, четыре измерения τ.

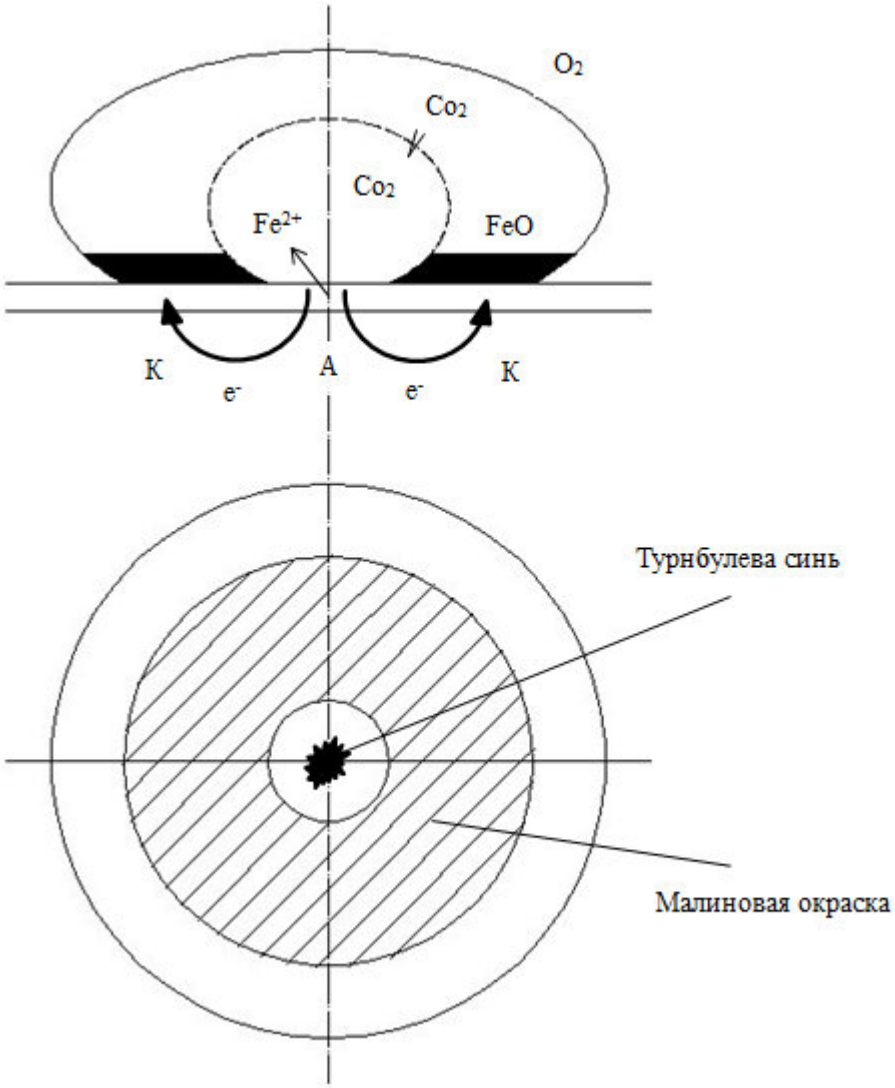


Рис. 1. Коррозия металла под каплей раствора электролита при различной аэрации

На анодном участке: $FeO \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$ (рис. 1). Электроны перемещаются в металле к внешним краям капли (к катоду). Синий осадок турнбулевой сини является маркером на ионы Fe^{2+}: $3\ Fe^{2+} + 2[Fe(CN)_6]^{3-} = Fe_3[Fe(CN)_6]_2$. На катоде восстанавливается кислород: $2H_2O + O_2 + 4e^- = 4OH^-$. Фенолфталеин индицирует наличие гидроксил-ионов. Время появления синего цвета на исходных образцах железа составило не более 1 секунды, малинового цвета - 300±60 сек. Эти параметры τ и были теми значениями, по которым проводили оценку антикоррозионных свойств исследуемых жидкостей и металлов. Рост времени окрашивания при одинаковых условиях доступа кислорода к поверхности железа должен свидетельствовать об изменениях состояния поверхности, связанных с действием на Fe антифриза (АНТ) и тетраборнокислого натрия (ТБН).

Контроль знака заряда металлов в короткозамкнутых парах проводили, организуя опыты параллельно экспериментам, осуществляемым в режиме периодического перемешивания

жидкой фазы. Жидкую фазу не перемешивали. В момент определения знака заряда пару замыкали на измеритель - мультиметр DT9208A или MS8221C.

Масса образцов коррозионно-стойкого железа составляла ~0.3 г. Причем эта величина, как в процессе проведения опытов, так и после их завершения существенно не менялась (варьировалась в пределах ошибки определения массы образцов). Это не позволило оценить не только скорость коррозии железа, но и образование на поверхности металла защитного слоя.

Обсуждение результатов

Таблица 1. Изменения водородного показателя и электропроводности антифриза (АНТ) и раствора тетраборнокислого натрия (ТБН) после контакта жидкостей с металлами

Параметр	Пара Fe-Zn		Пара Fe-Ni		Fe	
	АНТ*	ТБН**	АНТ*	ТБН**	АНТ*	ТБН**
pH	9.1	11.0	9.1	11.0	9.4	10.3
σ, См/см	$1.7\cdot10^{-3}$	$1.5\cdot10^{-3}$	$1.7\cdot10^{-3}$	$1.6\cdot10^{-3}$	$1.7\cdot10^{-3}$	$1.7\cdot10^{-3}$

*- исходное значение pH=8.5; исходное значение $\sigma=1.7\cdot10^{-3}$ См/см.

**- исходное значение pH=9.2; исходное значение $\sigma=1.4\cdot10^{-3}$ См/см.

Таблица 2. Время появления турнбулевой сини ($\tau_{син}$) и малиновой окраски ($\tau_{мал}$) на поверхности железа

Параметр	Пара Fe-Zn		Пара Fe-Ni		Fe	
	АНТ	ТБН	АНТ	ТБН	АНТ	ТБН
$\tau_{син}$, сек	не более секунды		не более секунды			
$\tau_{мал}$, сек	780	23	390	1100	300	300

В результате проведенных исследований установлено, что изменения поверхности образцов коррозионно-стойкого железа после его контакта (в течение 72 часов) с антифризом и тетраборнокислым натрием идентичны. Так, мелкие синие пятна в центральной части нанесенного на поверхность Fe реактива появляются моментально. При этом время появления малинового цвета на краях указанного ранее пятна составило 300 сек. Такие значения времени (идентичны параметрам τ, полученным для исходных образцов) свидетельствуют, что состояние поверхности железа после контакта с антифризом и тетраборнокислым натрием не изменилось. Электропроводность антифриза после контакта с железом не изменилась, pH возрос на 0.5 единиц (табл. 1). Водородный показатель тетраборнокислого натрия после контакта раствора с железом составил 10.3, что выше на 1.1 единицу аналогичного параметра, регистрируемого в исходном растворе (табл. 1). Увеличение наблюдается и в значении электропроводности (на ~18%). Такие данные свидетельствуют, что по химической активности, в отсутствии видимых отличий в состоянии поверхности образцов железа, тетраборнокислый натрий превосходит антифриз. Аналогичный вывод следует и из анализа данных, полученных для гальванопар (табл. 1).

Установлено, что в гальванопарах Fe-Zn и Fe-Ni железо является катодом (заряжено положительно), на цинке и никеле избыточное количество электронов формирует отрицательный заряд. Этот избыток электронов, перемещаясь, по замкнутому контуру, к положительно заряженному металлу - Fe, блокирует протекание на нем процессов перехода железа в жидкую фазу. Знак заряда Fe, Zn и Ni не меняется в течение 24, 72 и 168 часов опыта.

Из сопоставления данных (табл. 2) следует, что время появления малиновой окраски превосходит аналогичный параметр, полученный для исходных образцов Fe и железа, не замкнутого на никель и цинк (исключение составил образец железа, контактирующий с тетраборнокислым натрием в галванопаре Fe-Zn). Более высокое время $\tau_{мал}$ свидетельствует, что катодная реакция $2H_2O+O_2+4e^-=4OH^-$ протекает медленнее, аналогичной реакции, проходящей на поверхности железа, не замкнутого на никель и цинк. Это свидетельствует, что поверхность железа приобретает свойство барьера, сдерживающего протекание указанной реакции.

В гальванопаре Fe-Cu железо, растворяясь в антифризе, заряжается отрицательно. Знак заряда за 24, 72 часа опыта не меняется. Время появления малиновой окраски на поверхности Fe составило 120 сек, что намного ниже параметра $\tau_{мал}$, фиксируемого на поверхности железа, не замкнутого на медь (300 сек). Следовательно, поверхность Fe после его контакта с антифризом не приобретает свойство барьера, сдерживающего протекание реакции $2H_2O+O_2+4e^-=4OH^-$, а наоборот проявляет способность ускорять ее.

Таким образом, исследованный в данной работе антифриз, изменяя состояние поверхности железа, придает ей свойство барьера, сдерживающего протекание химических реакций, т. е. обладает антикоррозионным действием. Эффективность такого действия в условиях электрохимической коррозии железа связана с активностью металла, образующего с железом гальваническую пару. В паре с цинком и никелем антифриз защищает поверхность железа от коррозии, в паре с медью, которая используется в системах охлаждения двигателей внутреннего сгорания, антифриз по отношению к железу не проявляет защитных свойств.

Следует отметить, что железо в щелочных растворах коррозионно-устойчиво. В интервале pH от 7 до 14 на поверхности Fe образуется малорастворимая в щелочных растворах защитная гидроксидная пленка. Такая же пленка, скорее всего, возникает и на поверхности железа в гальванопарах Fe-Zn и Fe-Ni при контакте Fe с антифризом. Косвенным подтверждением такого вывода могут служить результаты опытов, проведенных с раствором тетраборнокислого натрия. Данные по параметрам времени появления на поверхности железа малинового цвета для образцов, контактирующих с тетраборнокислым натрием, отличаются от аналогичных параметров, полученных для антифриза. Такое отличие может быть связано с тем, что при контакте железа с тертраборнокислым натрием на поверхности Fe формируется защитная пленка, состоящая как из гидроксида железа, так и из его комплекса с бором.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гольтяев О. М. Охлаждающие жидкости. Аргументы и факты. // Детальный подход. 2009. № 2 (22).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВС

Стратонов Г.Ю. Ульяновский государственный технический университет (УлГТУ), Машиностроительный факультет.
Научный руководитель: доцент Мигачёв В.А.

Автомобили, оснащённые дизельными ДВС были и остаются популярны в России, однако используемые сейчас методы по оптимизации процессов смесеобразования и сгорания, а также рециркуляции ОГ дизельных ДВС и окислительные нейтрализаторы не обеспечивают выполнение данными типами двигателей норм *ГОСТ Р 41.49-2003*, поэтому ведутся интенсивные поиски новых способов снижения токсичности ОГ и выбросами твёрдых частиц (сажи) дизельными ДВС.

Согласно стандарту EURO-4 все авто с дизельными двигателями должны оснащаться специальными фильтрами твёрдых частиц (ФТЧ) очищающими ОГ от твердых частиц углерода. В выпускном тракте до и после ФТЧ стоят датчики, определяющие степень загрязненности фильтра и позволяющие запустить процесс термической регенерации фильтра при первой необходимости, однако в связи с низким качеством топлива и суровыми погодно-климатическими условиями в России ФТЧ имеет довольно ограниченный срок службы – он засоряется уже через 50-80 *тыс. км* пробега. К тому же после определённого количества автоматических (по сигналу ЭБУ) или принудительных (в виде отдельно предоставляемой на СТО услуги) регенераций, ФТЧ теряет фильтрующую способность, что приводит к всё более учащающимся засорениям фильтра (примерно через 200-1000 *км*), особенно при совершении непродолжительных поездок. При его засорении дальнейшая эксплуатация авто довольно рискованна, так как может привести к более серьезным неприятностям в виде сгоревшего катализатора, поврежденного клапана системы рециркуляции отработавших газов (клапана EGR) и даже масштабного гидроудара из-за попадания масла в цилиндры, приводящего к полному выходу двигателя из строя. В этом случае неисправный фильтр необходимо заменить новым, что является достаточно дорогостоящей процедурой (цены на новый ФТЧ колеблются от 900 до 3000 тыс. евро, в зависимости от марки автомобиля).

В связи с этим в РФ набирают популярность услуги по комплексу мероприятий, включающих в себя физическое и программное удалению ФТЧ из автомобиля, что приводит к увеличению выхлопов твердых частиц, нанося тем самым ущерб экологии и здоровью человека.

Отработавшие газы дизельных ДВС представляют собой сложную многокомпонентную смесь газов, паров, капель жидкостей и дисперсных твердых частиц. Всего ОГ двигателей внутреннего сгорания содержат около 280 компонентов, среди которых можно выделить содержащиеся в воздушном заряде азот N_2 и кислород O_2, продукты полного сгорания топлива (диоксид углерода CO_2 и водяной пар H_2O), вещества, образующиеся в результате термического синтеза из воздуха при высоких температурах (оксиды азота NO_x), продукты неполного сгорания топлива (монооксид углерода CO, углеводороды CH_X, дисперсные твердые частицы, основным компонентом которых является сажа), а также оксиды серы, альдегиды, продукты конденсации и полимеризации (табл. 1) [1]. Кроме продуктов сгорания топлива в ОГ дизельных ДВС присутствуют продукты сгорания смазочного масла и вещества, образующиеся из присадок к топливу и маслу.

Таблица 1
Состав основных соединений ОГ дизельных ДВС

Вещество или класс веществ	Содержание, %	Качественная характеристика токсичности	Класс опасности	ПДК, *мг/м*^{3}
Азот (N_2),	75-78	нетоксичен	-	-
Кислород (O_2),	2-20	нетоксичен	-	-
Углекислый газ (CO_2)	0,5-12	нетоксичен	-	-
Пары воды	10-12	нетоксичен	-	-
Водород (H_2)	0,01-0,5	нетоксичен	-	-
Окись углерода (CO)	0,001-1,0	КЯ,НС*)	4	20
Углеводороды (CH) в пересчете на пропан (C_3H_8)	0,001-0,2	КЯ, КТ, Г, НС, Н, П, ПО, СС, С, РС*)	2-4	300
Окислы азота (NO_x) в пересчете на NO_2	0,02-0,2	КЯ, КТ, НС, О, П,РС*)	2	2,0
Сажа	0,01-1,0		4	4,0
Альдегиды в пересчете на акролеин (C3H4O),	0,001-0,01	Г, Н, НЯ, НС, О, П. ПО, РС, С*)	2-3	0,02
Формальдегид (CH_20)	0,00010-0,0019	О, П, ПО, НС, РС,С*)	2	0,5
Бенз(а)пирен, *мг/м*^{3}	До $20\cdot10^{-3}$	К, М*)	1	$1{,}5\cdot10^{-4}$

*)О - общее токсическое действие, Г - поражение зрительного нерва и сетчатки глаз, помутнение хрусталика, ожоги роговицы; К - канцероген; КТ - яды, действующие на кроветворение (вызывают изменение количества лейкоцитов, эритроцитов и т. д.); КЯ - кровяные яды (вызывают непосредственное изменение состава крови); М - мутаген; Н - наркотики; НС - поражение нервной системы; НЯ - нервные яды; П - поражение печени; ПО - поражение почек; РС -раздражают слизистые оболочки глаз и дыхательных путей; С - образование смога; СС - поражение сосудистой системы; У - удушающее действие.

В таблице 1 приведён лишь список основных загрязняющих веществ, определяющих токсичность ОГ дизельных ДВС, однако рассматривать закономерности образования их всех в данной работе не имеет смысла, поэтому детально будут разобраны лишь процессы образования твердых частиц углерода (сажи), а также параметры и режимы работы дизельных ДВС, непосредственно связанные с изменением количества ТЧ в ОГ.
Общая характеристика твёрдых частиц: Частицы сажи в ОГ дизельных ДВС представляют собой пористые формирования углерода С (Рис. 1), имеют неправильную форму и линейные размеры 0,1-100 *мкм* (преимущественно от 0,2 до 5,0 *мкм*). При среднем арифметическом значении диаметра около 3,0 мкм сажевые частицы имеют очень развитую поверхность, равную около 90 *м*^{2}*/гр* [2].

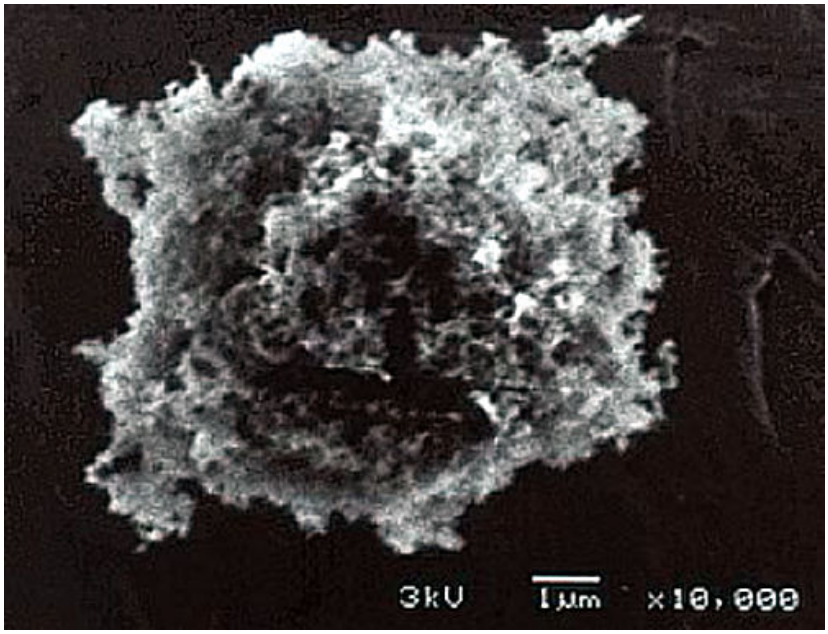


Рис. 1. Частица сажы при увеличении в 10000 раз

Наличие сажи в ОГ двигателей внутреннего сгорания приводит к потере их прозрачности (увеличению оптической плотности) и появлению облака дыма черного цвета. Оптическая плотность ОГ зависит в первую очередь от количества и размеров ТЧ, а также от содержания в ОГ паров воды, несгоревших частиц масла и топлива. Дымление особенно характерно для дизельных ДВС, работающих на режимах с низким коэффициентом избытка воздуха ($\alpha<(1,2-1,3)$). Видимое дымление дизельных ДВС соответствует содержанию сажи в ОГ, превышающему 0,1 *г/м*^{3}. В отличие от дизельных ДВС в бензиновых двигателях дымность практически отсутствует.

Сажа не единственное твердое вещество, содержащееся в ОГ. Другие твердые вещества – сульфаты (соли оксидов серы) образуются при сгорании серы и ее соединений, содержащихся в топливе и масле. Выброс сульфатов в атмосферу с ОГ дизельных ДВС составляет 5-11 *мг* на километр пробега АТС, и напрямую зависит от содержания серы в дизельном топливе. Кроме того, в ОГ присутствуют твердые вещества, образующиеся в результате сгорания моторного масла, попадающего в камеру сгорания (КС), а также металлы (сталь и чугун Fe, никель Ni, медь Cu, цинк Zn и др.) и их оксиды, являющиеся продуктами износа деталей двигателя и компонентами присадок к топливу и моторному маслу.

Все вещества, улавливаемые специальным фильтром при прохождении через него ОГ, получили название – твердые частицы. Эти частицы состоят из растворимых и нерастворимых в органических растворителях фракций. В быстроходных дизельных ДВС соотношение между содержанием в ОГ растворимых и нерастворимых фракций составляет 1:9 [3]. Первые представляют собой в основном несгоревшие фракции топлива и моторного масла, а последние – непосредственно твердые частицы углерода. Причем на большинстве эксплуатационных режимов работы дизельного ДВС нерастворимые твердые частицы на 20-30% состоят из углерода, а их остальные компоненты – это в основном оксиды металов, сульфаты, ПАУ, вода и т.д. На режимах работы дизельного ДВС с низкими коэффициентами избытка воздуха ($a<(1,2-1,3)$) углерод составляет большую часть массы твердых частиц (до 95-98%).

Механизм образования ТЧ представляет собой последовательность процессов термического разложения углеводородных топлив, образования активных углеводородных частиц в пламени, роста ядер ТЧ, агломерации частиц и частичного окисления. Таким образом, содержание твёрдых частиц

углерода в ОГ является результатом протекания двух определяющих процессов – образования и частичного окисления.

При сильном нагревании (выше 1300-1800 *К*) в зонах КС с недостатком кислорода наблюдается разложение углеводородов топлива с образованием углерода. Минимально допустимым с точки зрения дымности ОГ дизельных ДВС является значение коэффициента избытка воздуха $\alpha = 1,3$, которое называют пределом дымления. Диапазон α, в котором происходит наиболее интенсивное образование сажи, составляет 0,33-0,7 [2]. При таких α происходит реакция разложения (пиролиза) молекул углеводородного топлива по общей формуле

$$C_nH_m \leftrightarrow nC + 0,5mH_2.$$

Так, разложение метана может происходить по реакции

$$CH_4 \leftrightarrow C + 2H_2.$$

Возможны и другие реакции разложения метана, например

$$2CH_4 \leftrightarrow C_2H_2 + 3H_2.$$

Образующийся при этом ацетилен C2H2 в условиях повышенной температуры в КС дизеля также может разлагаться на углерод и водород

$$C_2H_2 \leftrightarrow 2C + H_2.$$

Кроме коэффициента избытка воздуха на образование ТЧ в дизельных ДВС оказывают влияние температуры в КС. Ускоренное образование сажи отмечается при температурах в КС выше 2050 *К*, а ее максимальная концентрация — при температуре около 2200 *К* [3]. При более высоких температурах скорость окисления сажи начинает превышать скорость ее образования и количество сажи в ОГ уменьшается. При температурах более 2400 *К* концентрация сажи в КС очень незначительна. Другими факторами, оказывающими влияние на образование ТЧ, являются особенности процесса смесеобразования, вид применяемого топлива, время сгорания. Окисление углерода проходит по следующим основным реакциям [2]:

$$C + O_2 \leftrightarrow CO_2,$$
$$2C + O_2 \leftrightarrow 2CO,$$
$$C + CO_2 \leftrightarrow 2CO,$$
$$C + H_2O \leftrightarrow CO + H_2,$$
$$C + 2H_2O \leftrightarrow CO_2 + 2H_2,$$
$$C + 2H_2 \leftrightarrow CH_4.$$

При этом значительная часть ТЧ выгорает в КС на такте расширения и в выпускной системе дизеля, однако в городских условиях дизельные ДВС работают на преимущественно на низких оборотах и на неустановившихся режимах работы с переменной нагрузкой (Рис. 2) [3].

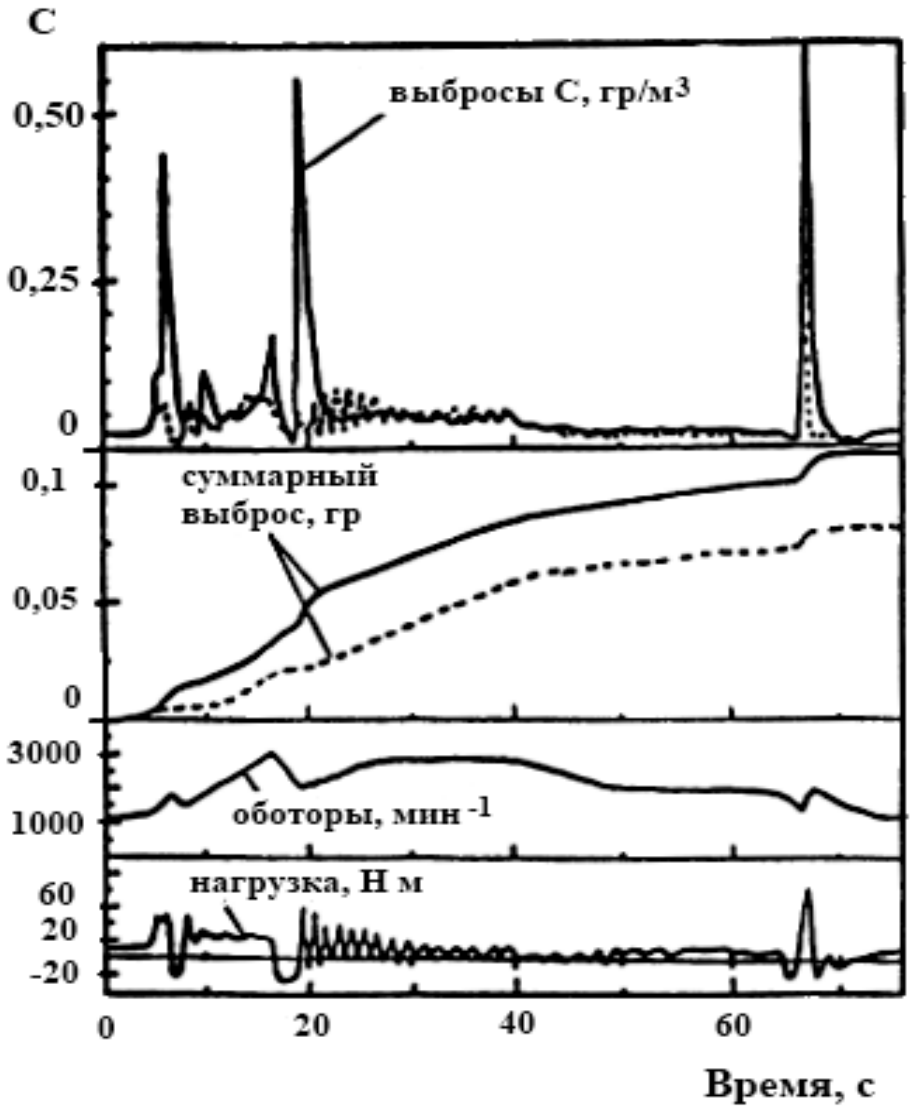


Рис. 2. График зависимости выбросов сажи от нагрузки и оборотов по времени в установившемся (обозначен пунктиром) и неустановившемся (сплошной линией) режимах.

Устройство и принцип работы электростатического фильтра.

Отделение из пылегазовой смеси твердой фазы в ЭСФ совершается в мощном электрическом поле. Под действием коронирующего разряда происходит ионизация газовой среды, зарядка твёрдых частиц, перемещение заряженных частиц к электродам под действием сил кулоновского притяжения и их осаждение на электродах.

Последующими операциями являются: механическое снятие осевших твёрдых частиц с электродов, транспортирование их (обычно свободным падением) в бункеры и регулярное удаление собранной пыли из бункеров.

Обычно коронирующий электрод питают от отрицательного полюса источника постоянного высокого напряжения (40 – 70 *кВ*), а осадительный электрод заземляют.

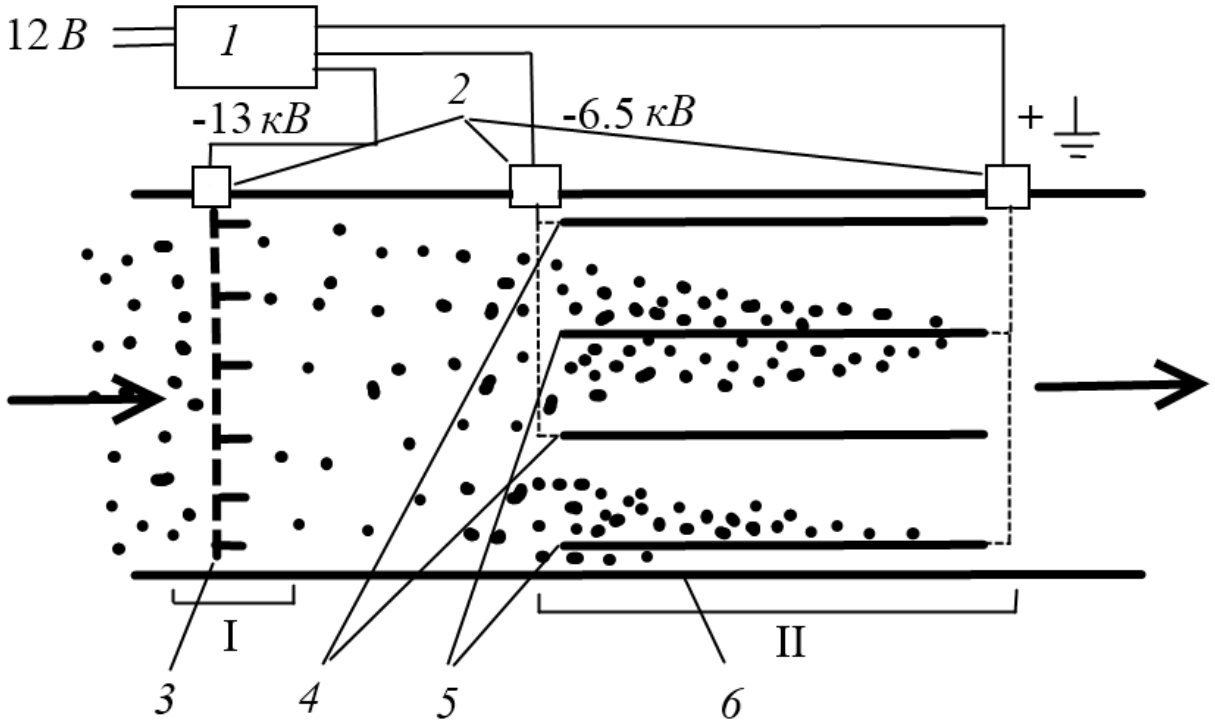


Рис. 3. Схема двухзонального электростатического фильтра:
I – ионизационная зона, II – осадительная зона, 1 – высоковольтный преобразователь напряжения, 2 – высоковольтные изоляторы, 3 – ионизирующий электрод, 4 – отрицательно заряженные пластины, 5 – положительно заряженные пластины, 6 – корпус.

Наиболее перспективными являются двухзональные электрофильтры (Рис. 3), в которых частицы сначала заряжаются в ионизационной зоне, а затем осаждаются на осадительный электродах в осадительной зоне. Для обеспечения интенсивной ионизации на электродах ионизационной зоны поддерживается устойчивый коронный разряд.
При такой схеме представляется возможным работать с напряжением 10-20 *кВ* и избегать, таким образом, образования нежелательных побочных продуктов (окиси азота, озона), неизбежных при напряжениях 80 – 100 *кВ*. Одновременно упрощается и система питания электрофильтра [4].

Эффективность ЭСФ зависит в основном от размера (поверхности) улавливаемых частиц, напряженности электрического поля и времени пребывания заряженных частиц в электрическом поле. В двухзональном электрофильтре ток от первичного источника электрического тока подается в питающее устройство, предназначенное для преобразования его в постоянный ток высокого напряжения.

Напряжение -13 *кВ* подается на тонкие стальные электроды ионизационной зоны, а напряжение -6,5 *кВ* – на осадительные электроды. Глубина осадительной зоны фильтра выбирается соответственно принятой скорости движения воздуха и необходимости минимального пребывания частиц в электрическом поле ~ 0,2 *сек*.

Холодная эмиссия электронов с ионизирующих электродов и ионизация молекул газа и ТЧ в зоне ионизации (см. рис. 4).

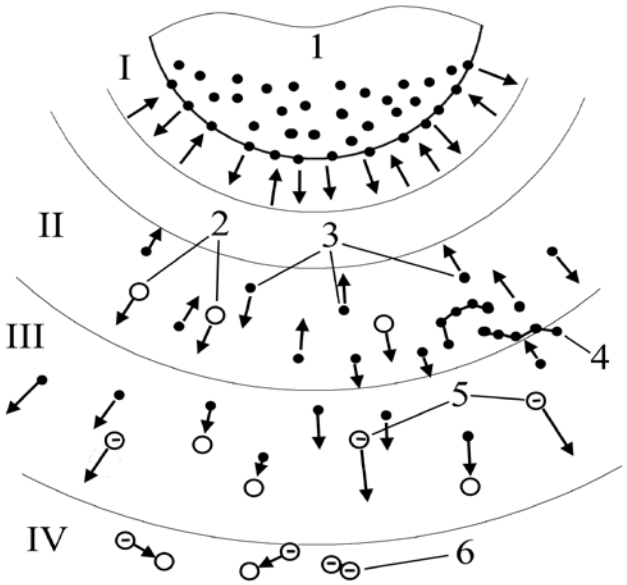


Рис. 4. Схема холодной эмиссии электронов с поверхности отрицательного электрода. 1 – отрицательный электрод, 2 – молекулы газа или твёрдые частицы, 3 – электроны, 4 – лавина электронов, 5 – отрицательно заряженные ионы или твёрдые частицы. I – двойной потенциальный барьер, $l=10^{-4}$ *см*; II – зона ионизации, $l=10^{-2}$ *см*; III – зона заряда взвешенных частиц, l=0,1 *см*; IV – зона коагуляции высокодисперсных частиц.

Согласно электронной теории металлов, отличительные свойства металлов объясняются наличием в них свободных электронов со средней скоростью хаотического движения. Когда электрон подходит к границе между поверхностью металла и газовой средой, равнодействующая сил, действующих на электрон направлена внутрь металла и препятствует выходу электрона из металла. Таким образом, как только электрон пытается пройти границу металл-газ, возникает кулоновская сила притяжения, между электроном и образовавшимся на поверхности избыточным положительным зарядом. Для того, чтобы покинуть металл, электрон должен преодолеть потенциальный барьер и совершить работу. Для этого электрону необходимо сообщить энергию, не меньшую, чем работа выхода электронов металла электрода.

$A_{вых} = e(\varphi_{вн} - \varphi_{пов}) \leq eEd$,[5]

где d – толщина двойного электрического слоя на границе раздела сред.

Обычно у чистых металлов $d \approx 10^{-10}$*м* и $A_{вых} \approx 10^{-19}$ *Дж*=1*эВ*. При $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ *Кл* получим $E = 10^{10}$*В/м*. На практике же холодная эмиссия наблюдается при значении напряженности порядка 10^6–10^8*В/м*. Такое несовпадение относят на счет несостоятельности классических представлений для описания процессов на микроуровне.

При попадании частиц в осадительную зону протекает ряд процессов, в результате которых под действием электрического поля высокой напряженности происходит коагуляция мелкодисперсных частиц пыли и осаждение их на осадительных пластинах ЭСФ (Рис. 5).

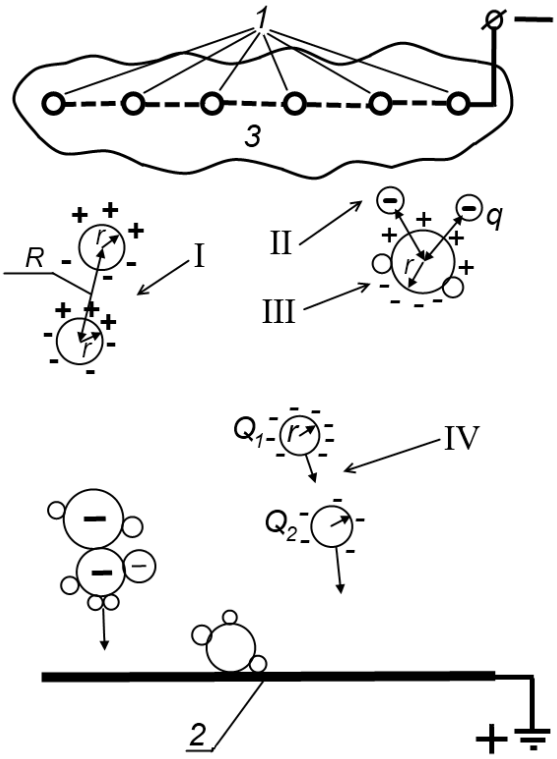


Рис. 5. Схематическое представление процессов, протекающих при укрупнении высокодисперсных частиц в электростатическом поле
1 – отрицательный электрод, положительный электрод, 2 – положительный электрод, 3 – зона ионизации молекул газа.

I. Некоторые частицы, не подвергшись ионизации из-за высокой скорости и, соответственно, слишком малого времени нахождения в зоне ионизации приобретают поляризацию (перераспределение зарядов в объёме частицы), что приводит к появлению у неё двух разноимённо заряженных полюсов. При этом частицы притягиваются друг к другу разноимёнными полюсами за счёт сил кулоновского притяжения, коагулируясь в более крупные агрегаты.

II.

При этом сила взаимодействия поляризованных частиц определяется по формуле [5]:

$$F_n = \frac{p_1 p_2}{R^4},$$

где p_1 *и* p_2 – электрические моменты диполей, а R – расстояние между центрами диполей в см.

III. Сила взаимодействия поляризованной крупной частицы/агрегата с меньшей, несущей отрицательный заряд q [5],

$$F_p = -E_0 q \frac{r^3}{R^3} \cos \propto ,$$

где E_0 – напряжённость основного поля в *В/м*,
q – величина заряда малой частицы в Кл,
r – радиус большой поляризованной частицы, см,
α – угол смещения частиц от нормали силовых линий поля,

IV. Сила зеркального отображения заряда частицы на поверхности заряженной или поляризованной другой частицы с большим радиусом [5],

$$F_{\text{з.о.}} = -\frac{q}{4(R-r)^2},$$

IV.Сила взаимодействия между частицами, несущими различный по величине, но одноименный по знаку заряд,

$$F_{\text{з}} = E_o(Q_2 - Q_1)\cos\propto,$$

где Q_1 и Q_2 — величины заряда укрупненных частиц в *к* (в данном случае $Q_1 > Q_2$).
При коагуляции и осаждении частиц высокодисперсной пыли также действует кулоновская сила [5],

$$F_{\text{к}} = \pm\frac{q \times Q}{R^2},$$

Которая при одинаковом заряде частиц их взаимному отталкиванию, а при различных зарядах – взаимному притягиванию.

Вывод:

1. Высокие современные требования к экологичности автомобилей заставляют искать конструкторов автотранспортных средств всё более эффективные средства очистки отработавших газов. При этом пассивные средства очистки не всегда удовлетворяют предъявляемым к ним требованиям что приводит к появлению активных средств очистки и нейтрализации вредных веществ в ОГ ДВС, действующих избирательно и весьма эффективно.

2. Электростатический фильтр, работа которого основана на принципе коагуляции и выводе из газового потока твёрдых частиц, с последующим их осаждением, на пластинах фильтра позволяет теоретически достичь степени очистки 95–98% [4] за счёт избирательного притяжения ТЧ к осадительным пластинам ЭСФ. Причём степень очистки от мелкодисперсных частиц выражается в гораздо большей степени, чем у классических сепарационных фильтров, по причине увеличения скорости заряжаемости и подвижности частиц с уменьшением их линейных размеров, что и привело к обширному внедрению ЭСФ в системах очистки вентиляционного воздуха в помещениях.

3. ЭСФ наряду с рядом недостатков (сложность конструкции, необходимость дополнительного источника электроэнергии) обладают и рядом неоспоримых преимуществ, по сравнению с сепарационными механическими фильтрами:

- Более высокая степень очистки ОГ,
- Большая экологичность,
- Большая стабильность рабочих параметров,
- Гораздо меньшее противодавление потоку подлежащих очистке отработавших газов, что благоприятно сказывается на работе ДВС,
- Отказ или загрязнение ЭСФ вызовет только к ухудшению экологичности, не приводя к поломке других систем АТС.

Список сокращений

АТС – автотранспортное средство
ДВС – двигатель внутреннего сгорания
ЭСФ – электростатический фильтр
ОГ – отработавшие газы
КС – камера сгорания
ПАУ – полициклические ароматические углеводороды
EGR – система рециркуляции отработавших газов
ТЧ – твёрдые частицы
ФТЧ – фильтр твёрдых частиц (сажевый фильтр)
ЕС – Европейский Союз
О – общее токсическое действие
Г – поражение зрительного нерва и сетчатки глаз, помутнение хрусталика, ожоги роговицы
К – канцероген
КТ – яды, действующие на кроветворение (вызывают изменение количества лейкоцитов, эритроцитов и т. д.)
КЯ – кровяные яды (вызывают непосредственное изменение состава крови)
М – мутаген
Н – наркотики
НС – поражение нервной системы
НЯ – нервные яды
П – поражение печени
ПО – поражение почек
РС – раздражают слизистые оболочки глаз и дыхательных путей
С – образование смога
СС - поражение сосудистой системы
У – удушающее действие.

Список литературы

1. *Голубихин Ю.А.* Методика диагностирования эколого-технических показателей дизельных двигателей транспортных средств по составу отработавших газов [автореферат] : дис. … канд. техн. наук : 05.22.10 : защищена 21.06.2005.

2. *Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И.* Токсичность отработавших газов дизелей. 2-е изд., перераб и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002. – 376с.

3. *Горбунов В.В., Патрахальцев Н.Н.* Токсичность двигателей внутреннего сгорания: Учеб. пособие. – М.: Изд-во РУДН, 1998. – 214с.

4. *Кучерук В.В.*Очистка вентиляционного воздуха от пыли – М.: Изд-во Госгортехиздат, 1963. – 146с.

5. *Киселев Н.Д.* Очистка воздуха от пыли методом искусственной ионизации – М.: Изд-во «МАШИНОСТРОЕНИЕ», 1966. – 72с.

АНАЛИЗ УВЕЛИЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ. СРАВНЕНИЕ И ПОДБОР ТУРБОКОМПРЕССОРА.

Любушкин Т.Е.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Автомобильный институт, факультет «Энергомашиностроения»
Научный руководитель: к.т.н., доцент Апелинский Д.В.

1. Введение

Проектирование силовой установки включает в себя технические условия, концепцию и оценку характеристик двигателя. При конструировании системы были учтены регламент соревнований FSAE, а также предыдущие полученные результаты. Специфические особенности и их производные напрямую зависят от пилота, траектории прохождения трассы и отдельных условий соревнований.

2. Ограничения

Для обеспечения безопасности, низкой стоимости и честной конкуренции на двигатели соревнований FSAE наложены некоторые ограничения. Могут быть использованы только четырехтактные поршневые двигатели с рабочим объемом не более 610 см3. Максимальный уровень шума, производимый двигателем не должен превышать 110 дБ. Ограничения впускной системы регламентируют использование рестриктора диаметром 20 мм, ограничивающего количество всасываемого воздуха. Автомобили, работающие на топливе E85, должны быть оборудованы рестриктором с диаметром 19мм. Регулирование количества подаваемого воздуха должно осуществляться перед рестриктором. Турбокомпрессоры и механические нагнетатели разрешены только при условии их расположения после рестриктора. Результаты предыдущих соревнований показывают, что наиболее совершенные автомобили развивают максимальную мощность, измеренную на заднем колесе, равную 70 кВт и выполняют разгонный тест, являющийся частью соревнования, за 3,5 с. Результаты тестов на экономичность показывают, что расход 6,9 л топлива E85 или 4,1 л бензина в течение гонки на выносливость является отличным результатом. Последним условием является безотказность системы в течение всего соревнования. Команды, которые не заканчивают все тесты соревнования, обычно не добиваются высоких итоговых результатов. Цели участников соревнования FSAE – безопасность, низкая стоимость, честная конкуренция и творческий подход при проектировании.

3. Эффективная мощность двигателя

Эффективная мощность двигателя и кривая изменения крутящего момента определяют характеристики автомобиля. Мощность, передаваемая с коленчатого вала к ведущим колесам, производит движущую тягу. Далее описывается влияние изменения характера мощности двигателя на движущую тягу и свойства силовой установки. В связи с тем, что на эффективную мощность влияет достаточно много различных факторов, целесообразно использование комплексного программного обеспечения для симуляции работы двигателя, такого как Engine Analyzer или Dynomation. Для получения графиков зависимости тяги от скорости с достаточным уровнем точности очень полезна программа Bill Mitchell’s Racing от компании Numbers Software. Уравнение эффективной мощности выявляет несколько основных моментов:

$N_e = \rho_i \cdot i \cdot \frac{N}{2} \cdot V_h \cdot \eta_v \cdot \eta_м \cdot \eta_t \cdot \alpha \cdot$, где

ρ_i – плотность всасываемого воздуха;

i – количество цилиндров;

N – скорость вращения коленчатого вала, $^{об}/_{мин}$;
V_h - рабочий объем двигателя, м3;
η_v – коэффициент наполнения, %;
$\eta_м$ - механический КПД, %;
η_t - термический КПД, %;
α - коэффициент избытка воздуха;
h_u - нижняя теплотворная способность топлива, $^{МДж}/_{Кг}$.

Анализ этого выражения показывает, что увеличение плотности подаваемого воздуха, числа цилиндров, частоты вращения коленчатого вала и рабочего объема могли бы привести к явному росту мощности, однако все это взаимосвязано с ограничениями на впуске. Давайте подробнее рассмотрим каждое из составляющих этого выражения.

Увеличение количества цилиндров i и рабочего объема Vh двигателя позволяют повысить мощность, но они влекут за собой серьезные изменения конструкции двигателя, а также увеличение его массы и габаритов.

Увеличение частоты вращения коленчатого вала N позволяет повысить мощность без серьезных конструктивных изменений двигателя, однако с увеличением оборотов растут аэродинамические потери во впускной системе и в квадратичной зависимости увеличиваются инерционные нагрузки и механические потери в двигателе.

На коэффициент наполнения влияют такие параметры как атмосферное давление и температура, охлаждение топлива, увеличение температуры при наддуве, давление во впускном трубопроводе, инерционные эффекты, нагрев впускного трубопровода, конструкция клапанов и камеры сгорания, степень сжатия, коэффициент избытка воздуха и давление остаточных газов.

$$\eta_v = \frac{\text{объем зашедшего воздуха}}{\text{рабочий объем}}$$

Увеличить эффективную мощность можно улучшением коэффициента наполнения. Существует также момент, когда двигатель будет подвержен серьезной детонации вследствие экстремальных давлений и температур. Если профиль кулачков распределительного вала не будет скорректирован с учетом ограниченного потока воздуха, это приведет к увеличению потерь вследствие обратного выброса, что отрицательно скажется на топливной экономичности и насосных потерях.

Механический КПД это отношение энергии, полученной от сгорания топливовоздушной смеси, к полезной энергии на коленчатом валу. Может быть представлен в следующем виде:

$$\eta_м = \frac{N_e}{N_i} = 1 - \frac{N_м}{N_i}$$

Для улучшения механического КПД важно как снижение потерь на трение, так и поддержание высокой индикаторной мощности при высоких параметрах расхода воздуха.

КПД цикла это термодинамическая мера четырехтактного цикла. Он зависит от степени сжатия также как и от коэффициента избытка воздуха.

$$\eta_t = 1 - \frac{T_b - T_a}{T_z - T_c},$$

где Т – одна из температур идеального цикла. Важно учитывать, что для каждого топлива существуют определенные пределы. В зависимости от степени сжатия КПД цикла изменяется согласно формуле:

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$$

Рост степени сжатия также повлияет на давление и температуру и в конечном счете приведет к детонации. Момент подачи искры, коэффициент избытка воздуха и скорость распространения пламени также играют роль в изменении параметров внутри цилиндра и также изменяют цикловой КПД.

Коэффициент избытка воздуха является хорошим параметром для управления дорожными качествами и регулирования переходных режимов. Для предотвращения сгорания переобедненных смесей при изменении положения дроссельной заслонки требуется значительное изменение коэффициента избытка воздуха. На процесс сгорания влияют температура охлаждающей жидкости и масла, а также атмосферное давление. Для выявления оптимального соотношения топливо-воздух, соответствующего максимальной мощности, могут использоваться измерения на динамометрическом стенде. Индикаторами качества смеси могут служить свечи зажигания и состав выхлопных газов. Коэффициент избытка воздуха это переходная характеристика, которая позволяет водителю комфортно управлять системой.

Низшая теплота сгорания h_u может быть предоставлена поставщиком топлива. Если это невозможно, информацию можно взять из Справочника Автомобильных Топлив. Согласно данным нефтяной компании Sunoco низшая теплота сгорания бензина с октановым числом 105 равна 43,03 МДж/кг, E85 – 23,28 МДж/кг. Правила соревнований Формула SAE запрещают использование любых топлив, кроме предоставляемых организатором бензина и смеси E85.

Наиболее же эффективным способом повышения мощности двигателя без существенного изменения его габаритов и массы, при сохранении уровня инерционных нагрузок (т. е. повышения частоты вращения), при данной тактности двигателя является повышение плотности воздуха, подаваемого в цилиндры двигателя для сгорания топлива. Увеличивая массовый заряд цилиндра воздухом, можно пропорционально увеличивать количество топлива, которое удаётся сжечь в цилиндре для получения тепловой энергии и последующего её преобразования в механическую работу.

Учитывая, всё вышеизложенное и все ограничения регламента относительно силовой установки наиболее эффективным способом достижения заданных характеристик проектируемого двигателя является применение наддува.

Основными агрегатами для создания наддува ДВС являются компрессоры, которые могут быть различны по конструкциям и по-разному приводиться в движение. В настоящее время широко применяются объемные и лопастные компрессоры. Из объемных широко применяются конструкции Рутс и Лисхольм и приводимые в движение механическим приводом от коленчатого вала двигателя. К лопастным компрессорам являются центробежные компрессоры, которые могут приводиться в движение как и через механическую передачу, так и через газовую турбину, образуя при этом агрегат, называемый турбокомпрессором. Центробежные компрессоры являются более привлекательными по сравнению с объемными, так как сжатие воздуха в них происходит не дискретно (т. е. не отдельными порциями), и поэтому исключаются пульсации воздуха во впускной системе, вызванные работой компрессора. Так же центробежные компрессоры имеют в несколько раз большую частоту вращения, чем объемные и поэтому способны произвести ту же работу сжатия, что и объемные, но при значительно меньших габаритах и массе, что особенно важно для гоночного автомобиля. Механический привод компрессора позволяет получить мгновенную реакцию компрессора на увеличение частоты вращения коленчатого вала, т. е. уменьшить время отклика двигателя на открытие дроссельной заслонки. Также механический привод позволяет создавать нужное давление наддува на более низких

оборотах, чем при использовании турбокомпрессора. Однако механический привод усложняет компоновку компрессора на двигателе, а также увеличивает механические потери двигателя пропорционально росту оборотов двигателя. Поэтому является нецелесообразным использование механического компрессора на проектируемом двигателе.
Учитывая всё вышесказанное, самым оптимальным выбором является использование для наддува двигателя турбокомпрессора с радиальным центробежным компрессором и радиальной центростремительной турбиной.

Анализ конфигураций трасс соревнований показывает, что автомобили должны иметь высокие динамические качества, так как на трассе присутствует множество медленных поворотов, которые приводят к частым сменам скоростных режимов автомобиля. То есть двигатель должен иметь характеристику крутящего момента, которая позволит выполнить эти требования. Атмосферные двигатели из-за ограничителя во впускной системе имеют характеристики крутящего момента с пиком, смещенным в сторону высоких оборотов (11000-12000 об/мин), что вынуждает пилота во время гонки поддержать обороты двигателя в этом диапазоне. Использование турбонаддува позволяет сместить и растянуть пик кривой крутящего момента в зону средних оборотов (7000-9000 об/мин).
Учитывая вышесказанное, целью данной работы является проектирование системы турбонаддува, которая позволит максимально увеличить крутящий момент на низких и средних оборотах двигателя.

4. Определение степени повышения давления и выбор турбокомпрессора. Впускная система.
Для того, чтобы проектируемый двигатель развивал мощность $N_e = 80$ КВт, массовый расход воздуха должен быть равен:

$$G_в = \frac{\alpha l_o g_e N_e}{1000 * 3600} = \frac{0{,}9 * 14{,}957 * 240 * 80}{1000 * 3600} = 0{,}07179 \frac{кг}{с},$$

где α=0,9 коэффициент избытка воздуха
$l_o = 14{,}957$ - количество воздуха, необходимое для полного сгорания 1 кг топлива.
$g_e = 240$ - г/КВтч – эффективный удельный расход топлива.
$N_e = 80$ КВт - эффективная мощность двигателя.
Впускная система гоночного болида класса Формула SAE имеет несколько принципиальных отличий от впускных систем, используемых на обычных автомобилях. Основные отличия связаны с наличием обязательного по правилам соревнования 20 мм ограничителя впускной системы, т.н. рестриктора. Его главная задача – снижение максимальной мощности двигателя для повышения безопасности гонщика. По правилам соревнования весь поток воздуха, поступающий в цилиндры двигателя должен проходить через рестриктор, а управление расходом воздуха должно осуществляться одной дроссельной заслонкой с механическим приводом, находящейся перед ограничителем.

Двигатель с наддувом не является исключением, и компрессор должен быть установлен после дроссельного узла и рестриктора, и вся впускная система будет иметь следующую последовательность элементов:

1) воздушный фильтр;
2) дроссельный узел:
3) рестриктор;
4) диффузор;
5) компрессор;
6) охладитель надувочного воздуха;

7) ресивер;
8) впускные патрубки.

Учитывая вышесказанное, сначала необходимо сконструировать дроссельный узел и рестриктор, которые будут обеспечивать минимальное сопротивление потоку.
Диффузор. Для обеспечения высокого коэффициента наполнения необходимо оборудовать рестриктор конфузором и диффузором с максимально плавным изменением поперечного сечения и которые исключают отрыв потока от стенок трубопровода. Применив вычислительную гидродинамику было определены углы конфузора и диффузора, которые будут создавать минимальные потери при потребном расходе воздуха и не нарушать компоновку силовой установки на автомобиле. В итоге конфузор имеет коническую форму с углом наклона 8 градусов, и диффузор с углом наклона 4 градуса. Т Потери давления воздушного потока при расходе воздуха 0,072 кг/с составят 0,015 МПа.

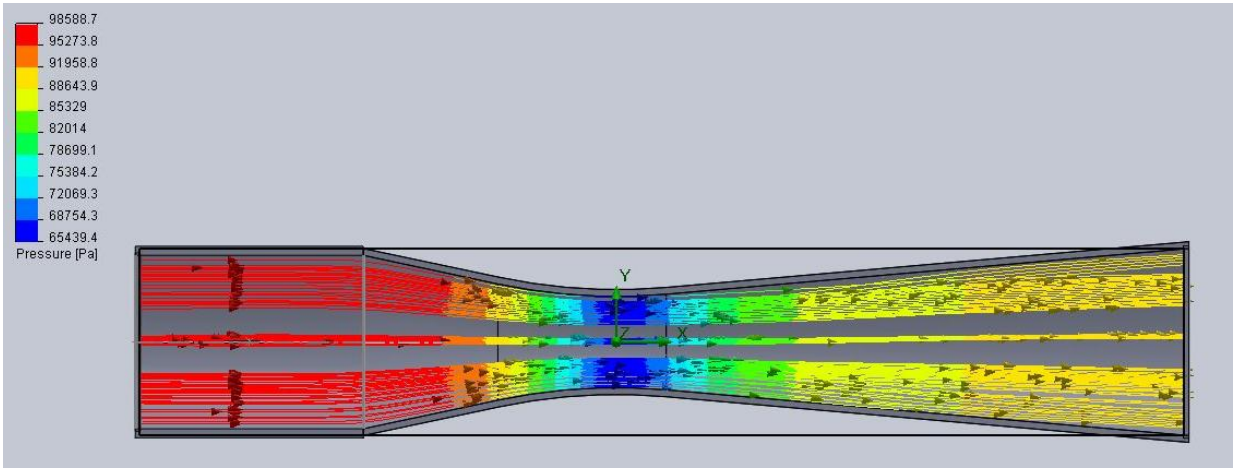


Рисунок 1. Изменение давления в рестрикторе.

Турбокомпрессор. После того как определены потери в рестрикторе, можно определить степень повышения давления в компрессоре и выбрать подходящий турбокомпрессор.

P0 = 0,085 МПа и T0 = 298 К – атмосферные условия на входе компрессора.

P1=0,085-0,002=0,083 МПа – давление на входе колеса компрессора.

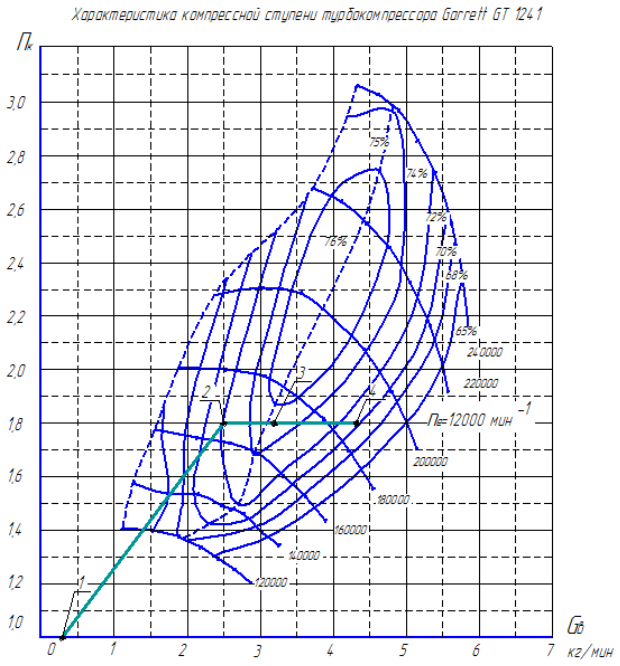
По данным теплового расчета двигателя было установлено, что для достижения мощности 80 кВт, необходимо иметь давление на впуске равное 0,13 МПа. Так как компрессор при своей работе увеличивает температуру воздушного потока необходимо установить во впускной системе, который будет понижать температуру воздуха и увеличивать плотность потока. Но любой охладитель будет создавать потери потоку. Для двигателей, давление наддува в которых не превышает 0,05 МПа потери в охладителе наддувочного воздуха в среднем составляют 0,02 МПа. Итого потребное давление воздуха на выходе из компрессора равно 0,15 МПа.

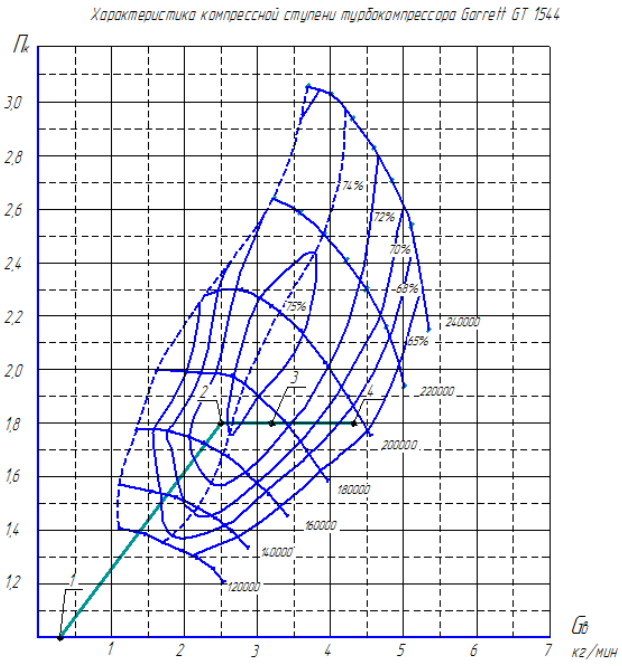
Отсюда степень повышения давления в компрессоре равна:

$$\pi к = p2/p1 = 0,15/0,083 = 1,80.$$

Теперь зная расход воздуха и степень повышения давления необходимо выбрать турбокомпрессор, который будет оптимально подходить для проектируемого двигателя, т. е. необходимо подобрать компрессор с такой характеристикой при которой зона наибольшего КПД компрессора будет располагаться в наиболее используемом диапазоне работы двигателя. Так как проектируемый двигатель по автомобильным меркам имеет небольшой литраж (0,6 л), то выбор подходящего турбокомпрессора является сложной задачей, так как большинство турбокомпрессоров являются очень большими для данного двигателя. Сравнив

характеристики различных турбокомпрессоров было определено два наиболее подходящих турбокомпрессора: Garrett GT1241и Garrett GT1544.





Характерные точки на графиках:

1 – $n_{хх}$ = 1000 мин $^{-1}$

2 – n= 7000 мин $^{-1}$ – начало работы клапана перепуска

3 – $n_{м}$ = 9000 мин –

4– $n_{м}$ = 12000 мин $^{-1}$

Сравнение КПД двух турбокомпрессоров в характерных точках.

Garrett GT1241		Garrett GT1544	
Точка графика	КПД, %	Точка графика	КПД, %
1	0	1	0
2	74	2	74
3	75	3	74
4	72	4	68

Сравнив характеристики этих компрессоров с режимами работы двигателя, было установлено, что GT1241 является наиболее подходящим турбокомпрессором, так как диапазон основной работы двигателя лежит в зоне наибольшей эффективности компрессора (74-75 %). К тому же данный колеса на входе равен 35,5 мм и 30 мм на выходе. Вал турбокомпрессора образует одну деталь с турбинным колесом, изготовленных из жаропрочной стали. С другой стороны на вал напрессовано колесо компрессора. Сам вал вращается в подшипниках скольжения, которые запрессованы в корпус подшипников. Смазка подшипников обеспечивается подводом к ним масла по сверлениям в корпусе подшипников. Подвод масла к турбокомпрессору обеспечивается по масляному шлангу, который соединен с масляной магистралью двигателя. Отвод масла от турбокомпрессора может быть осуществлен за счет его самостоятельного возврата в масляный поддон двигателя под действием силы тяжести. Но компоновка турбокомпрессора на автомобиле делает невозможным применение данной схемы, так как турбокомпрессор установлен на одном уровне с поддоном двигателя, а система смазки двигателя имеет «сухой картер», т. е. масло храниться не в поддоне двигателя, а в отдельном бачке, уровень в котором выше расположения турбокомпрессора. Поэтому для отвода масла из турбокомпрессора применяется электрический масляный насос, который имеет малые массу и габариты, но в тоже время способен создавать необходимое давление масла. Насос возвращает масло в масляный бак, установленный справа от двигателя. Компоновку всей системы можно увидеть на 9 листе графической части дипломного проекта.

Также турбокомпрессор имеет водяное охлаждение, которое позволяет понизить температуру масла и тем самым исключить возможность его коксования и снизить вероятность заклинивания подшипников турбокомпрессора.

Охладитель наддувочного воздуха - это теплообменник, расположенный между турбокомпрессором и впускным коллектором. Основная его задача состоит в том, чтобы отвести часть теплоты от воздушного потока, которая было к нему добавлена в процессе сжатия в компрессоре и тем самым повысить его плотность и эффективность всей системы турбонаддува. Выбор охладителя основывается на балансе между внутренним сопротивлением охладителя, его эффективностью и объемом. Учитывая это, был выбран охладитель с размерами ядра 250x130x50 мм. Конечные бачки сварены из алюминиевого листа, в соответствии с компоновочной схемой системы.

5. Управление наддувом.

Так как с повышением числа оборотов ротора турбокомпрессора повышается и создаваемое им давление наддува, значит для предохранения двигателя от избыточного давление наддува и излишних тепловых и механических нагрузок, которые могут привести к его поломке, необходимо внедрить в систему механизм, который будет регулировать создаваемое компрессором давление наддува. Простым и эффективным способом снижения давления наддува является перепуск отработавших газов мимо лопаток турбины. Это может быть реализовано при помощи клапана, устанавливаемого в выпускной коллектор перед турбокомпрессором, который при подаче на него управляющего сигнала откроется и перепустит часть отработавшие газов мимо турбины, тем самым понизив его производительность и следовательно давление наддува. Клапан может быть также интегрирован в корпус турбины и являться элементом турбокомпрессора. Выбранный турбокомпрессор как раз относится к такому типу турбокомпрессоров, в который встроен клапан перепуска. Но когда исполнительный механизм известен, надо понять, когда клапану необходимо открываться и стравливать отработавшие газы. Управление клапаном может быть осуществлено различными способами, но чаще всего им управляет мембранный регулятор, который состоит из корпуса, разделенного на две полости мембраной, в одной из которых установлена цилиндрическая пружина, а в другой находится воздух. Когда давление воздуха создает на мембране силу, достаточную для сжатия пружины, мембрана перемещается и двигает закрепленный на ней шток, который перемещает клапан перепуска в открытое положение. Управляющее давление может быть взято прямо на выходе из компрессора. Но тогда максимальное давление наддува будет зависеть от жесткости пружины и площади мембраны регулятора. Чтобы получить возможность регулирования давления наддува мы применяем электромагнитный клапан, который врезается в контур, соединяющий мембранный регулятор и точку из которого подается управляющее давление. Он может стравливать часть воздуха, т. е. понижать значения управляющего давления в зависимости от необходимого давления наддува и тем самым обеспечивать регулирование наддува.

УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТИЛОВОГО ЭФИРА ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА.

Пугачёв И.О.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Автомобильный институт, факультет «Автомобильные и Тракторные Двигатели»
Научный руководитель: к.т.н., доц. Белов В.П.

В связи с увеличением потребления автотранспортом топлив нефтяного происхождения, в скором времени может возникнуть их дефицит. Во всем мире идут интенсивные исследования по поиску альтернативных видов топлива, кроме того их использование позволяет снизить токсичность отработавших газов. Отдается предпочтение замене не возобновляемых источников топлива на возобновляемые [2].

Одним из решений этих проблем является использование топлив на основе растительных масел. Топлива на основе растительных масел относятся к разряду биодизельных топлив (ДБТ) и могут применяться в дизелях следующим образом:

- Как очищенное рапсовое масло (РМ) или его смеси с ДТ
- В качестве метилового эфира рапсового масла (МЭРМ) и его смеси с ДТ
- Как смеси МЭРМ со спиртами (этанолом и метанолом, которые можно получать из биомассы)

В общем виде процесс получения МЭРМ представлен на (рис.1):

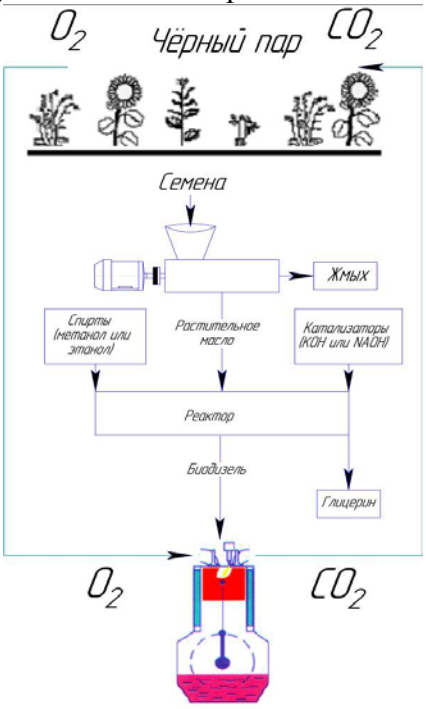


Рисунок 1.Общая схема получения МЭРМ.

Реакции кислот со спиртами, ведущие к образованию сложных эфиров жирных кислот, называются реакциями этерификации. В общем виде получение таких эфиров может быть выражено уравнением показанным на (рис.2)

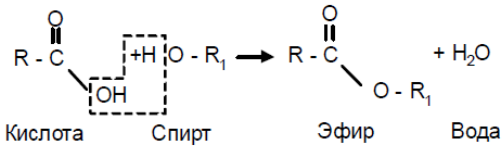


Рисунок 2. Реакция этерификации.

Существуют некоторые особенности получения МЭРМ. Например, в растительное масло добавляется смесь спирта с катализатором (рис.3).

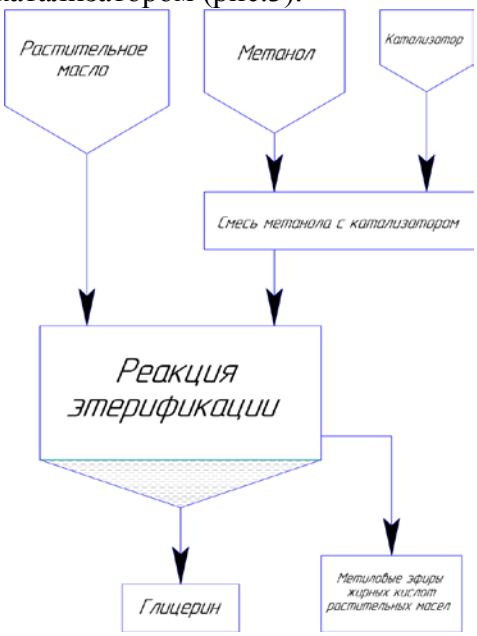


Рисунок 3. Схема получения МЭРМ с добавкой смеси спирта с катализатором.

Согласно полной схеме (рис.4), сначала происходит смешивание метанола со щелочью, а затем в отдельной емкости происходит их перемешивание с очищенным растительным маслом[5].

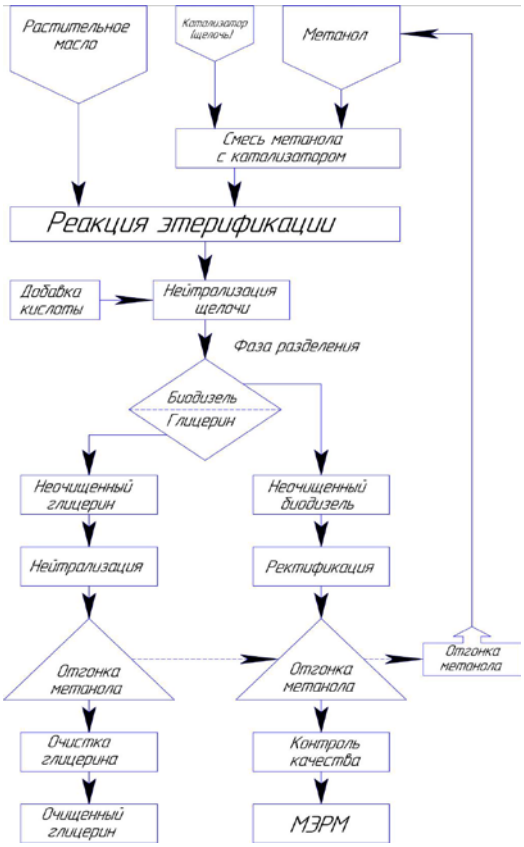


Рисунок 4. Полная схема получения МЭРМ

После реакции, к реагентам добавляется серная кислота для нейтрализации избытка щелочи. Затем смесь поступает в разделительную ёмкость, из которой извлекаются неочищенные метиловые эфиры жирных кислот и глицерин. Растительное масло подвергается ректификации и из него отгоняется метанол, который поступает снова для обеспечения

реакции. В конце производится контроль качества МЭРМ. Из неочищенного глицерина отгоняется метанол и производится его очистка. В некоторых случаях, когда реакцию, по экономическим соображениям, выполняют с недостатком катализатора (CaOH) после реакции выполняется титрование (метод объёмного анализа), к раствору определяемого вещества (титруемому вещества) добавляют небольшими порциями раствор титранта (рабочий раствор),с целью установления концентрации. Это необходимо, чтобы определить количество катализатора для добавления[4].

Существует варьирование реагентов при получении МЭРМ, которые объясняются различными технологическими особенностями в зависимости от сырья используемого в производстве. Содержание реагентов до (рис.5) и после (рис.6) реакции получения МЭРМ следующее:

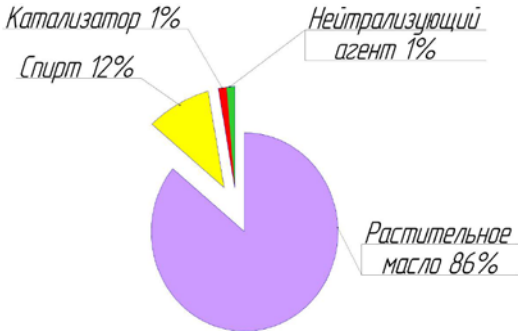


Рисунок 5.Состав реагентов до приготовления МЭРМ.

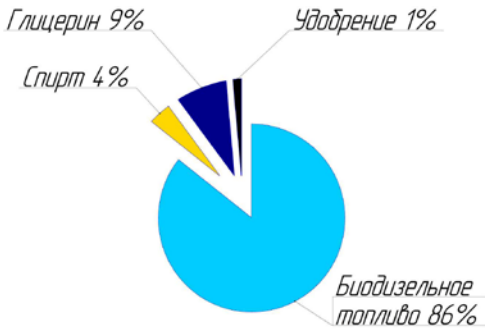


Рисунок 6. Состав реагентов после приготовления МЭРМ.

Количество РМ до реакции равно получившемуся количеству МЭРМ после реакции в процентном соотношении – 86%. До реакции количество спирта в смеси составляет 12%, после реакции 4%. Избыток спирта приводит к ускорению реакции, но это требует дополнительных затрат на удаление спирта из смеси. Объем катализатора до реакции составляет около 1%. После реакции получается 9 % глицерина.[3]

Таблица 1.

Соотношение реагентов до и после реакции.

Реагенты	До реакции,кг	До реакции,см^3	До реакции,%	После реакции,кг	После реакции,%
РМ	356	386,9	87,6		
Метанол	44	55,6	10,8		
КОН	6,5		1,6		
Диметиловые эфиры жирных кислот				300	73,8
Глицерин				106,5	26,2
Суммарное колличество	406,5		100	406,5	100

В общем можно считать, что при использовании метанола соотношение реагентов находится в следующем диапазоне: на 86 частей растительного масла добавляется от 10 до 20 частей метанола, а количество щелочи составляет от 0,8 до 1,6 частей.

Лабораторный способ приготовления МЭРМ.

Обычно для отладки какого-либо химического процесса начинаются исследования с лабораторной установки. Затем по теории подобия полученные результаты переносятся на установки большего размера. На (рис 7.) представлена опытная лабораторная установка для

получения МЭРМ объемом 1000 см3. РМ подогревается в реакторе 4 до температуры 60-65С. По достижению этой температуры, смесь метанола со щелочью (KOH), подаётся в ручную небольшими порциями из заливной ёмкости 2, обеспечивая при этом постоянное перемешивание в течение 2 часов. Протекание реакции фиксируется визуально. При относительно малой скорости перемешивания, наблюдается образование белых капель. По мере увеличения подачи смеси на поверхности масла начинают образовываться «коржи» белого цвета – глицерин. При увеличении скорости перемешивания - образуется однородная масса с более твердой фазой. Прореагировавший раствор необходимо слить через сливную ёмкость 9, дать ему отстояться и затем удалить, выпавший в осадок, глицерин из раствора. МЭРМ промыть водой, чтобы убрать водорастворимые соединения. При этом стоит соблюдать осторожность, поскольку интенсивное перемешивание в реакторе, может привести к образованию эмульсии, которая вызовет затяжение процесса расслаивания.

В настоящее время в качестве реагентов применяются метанол и щелочь(KOH). Более производительным является процесс непрерывного получения МЭРМ, схема которого приведена на (рис.8).

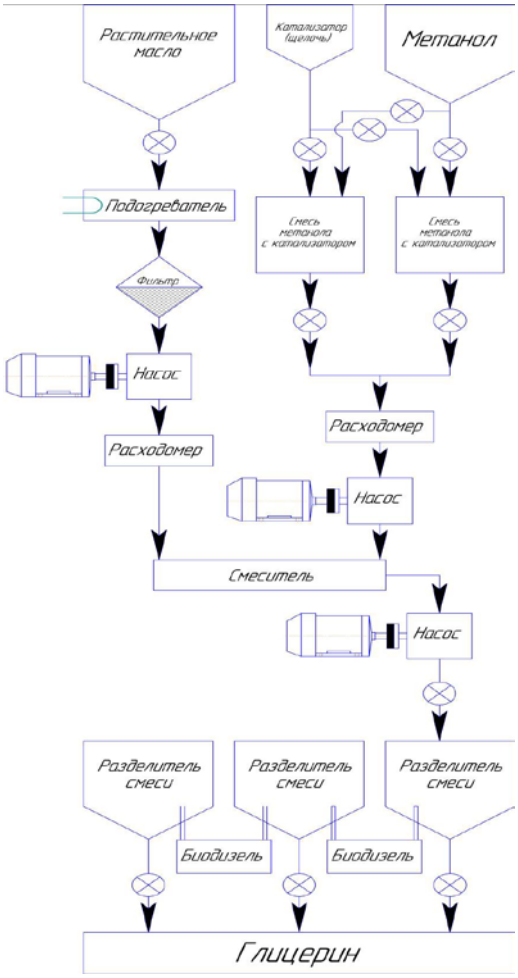


Рисунок 8.Схема получения МЭРМ непрерывным способом.

Одновременно, в нескольких емкостях приготавливается смесь метанола со щелочью, которая подается через расходомеры в смеситель. На смеситель и на насос отводится функция по перемешиванию реагентов, для ускорения реакции. Затем, прореагировавшая смесь, поступает последовательно в разделительные колонны, в которых происходит её разделение на МЭРМ и глицерин. В конце процесса глицерин удаляют из нижней части колонны. В схемах данного типа отличительной особенностью является высокая производительность смесителя, что обеспечивает полную реакцию этерификации.

Предпочтительно использование различных типов специальных диспергаторов (аппарат для получения однородных (не расслаивающихся), мелко измельчённых смесей, а также эмульсий высокой дисперсности) и интеграторов - устройств, которые облегчают разрыв межмолекулярных связей.

Для этих целей используется ультразвук, с помощью которого время реакции может быть уменьшено с 1–5 часов до 15 минут, а процесс сепарации (разделение смешанных объёмов разнородных частиц, смесей жидкостей разной плотности, эмульсий) вместо 5–10 часов может быть выполнен за 15 минут. [4] При этом обеспечивается восстановление от 50 до 60 % катализатора.

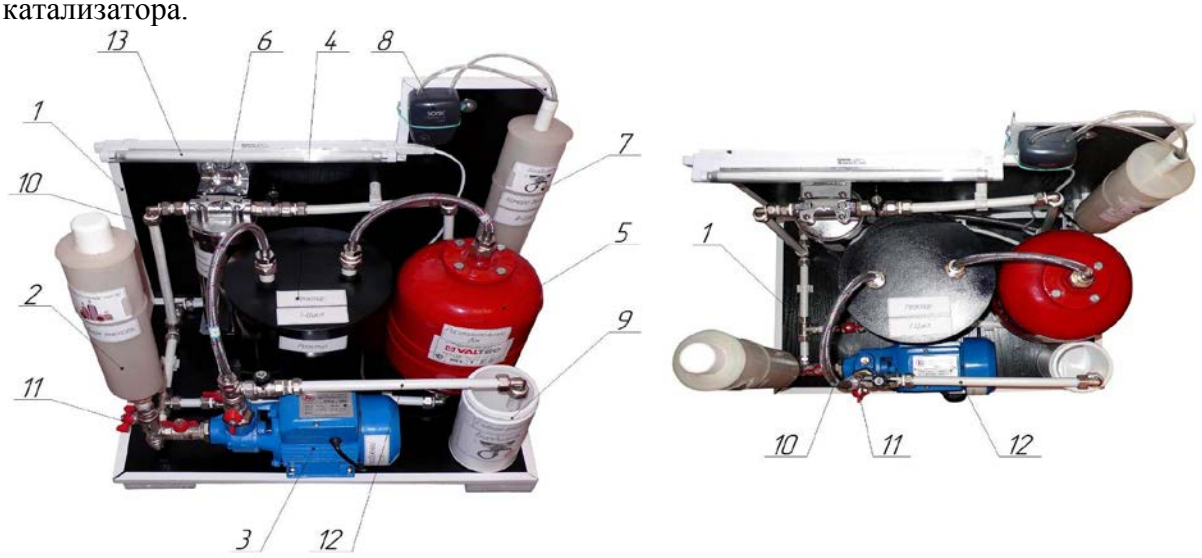


Рисунок 7. Лабораторная установка для получения МЭРМ

Установка состоит из:

1.Каркас
2.Заливная ёмкость
3.Центробежный насос
4.Реактор
5.Расширительный бак
6.Фильтр
7.Ёмкость для “Выпарки”
8.Компрессор
9. Сливная ёмкость
10. Гибкие шланги
11.Фитинги
12.Металлопластиковые трубы
13.Электроосвещение

Суперкритическая технология.

Впервые суперкритическая технология была реализована в Японии, представлена на (рис.9). В качестве реактора служил цилиндр объемом 5 мл, который был помещен в расплавленный металл. При этом использовалось соотношение количества спирта к РМ в пропорции 42:1. [5]

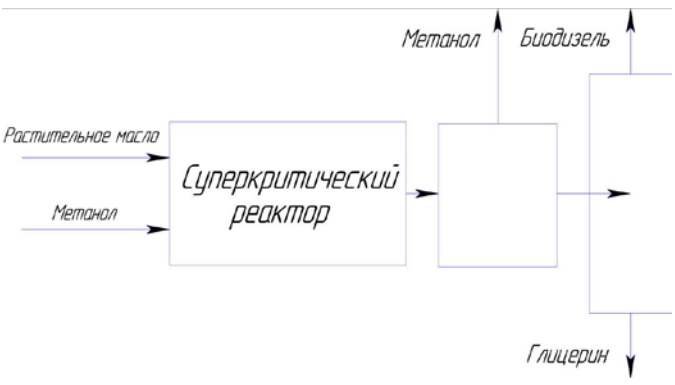


Рисунок 9. Схема процесса суперкритической технологии.

В этих условиях температура в реакторе находится в диапазоне 350–400С, давление 8 Мпа, время реакции около 3–5 минут. По окончании реакции необходимо быстро охладить получившиеся продукты во избежание их распада.

К преимуществам такой технологии относятся:

- небольшое время протекания реакции;
- отсутствие необходимости в катализаторе.

К недостаткам:

- необходимость специального дорогостоящего оборудования;
- большие энергозатраты.

В настоящее время уже используются промышленные установки для производства МЭРМ по такой технологии, например на ЧП «Химпоставщик» (г.Северодонецк,Луганская обл.)[1].

Процесс проходит при температуре 300 ^{o}C и давлении 30 МПа. В настоящее время производится отладка технологического процесса для обеспечения европейских норм. Сравнительные характеристики ДБТ марки БИО ЭСТ и БИО ЭСТ «П», полученных по данной технологии, приведены в таблице 2.

Есть и другие особенности связанные с получением МЭРМ - количество производимого глицерина непрерывно растет. На каждую тонну МЭРМ приходится больше 100 кг сырого глицерина. Сегодня в мире получают около 15 млн. тонн МЭРМ, а потребность в глицерине оценивают от 1 до 1,5 млн.тонн в год. [1]. То есть уже сейчас мировое производство глицерина только на биодизельных заводах примерно соответствует потребности в этом веществе. А в самом недалеком будущем, за счет новых предприятий в Америке и Азии, предложение превысит спрос. Но ведь есть еще и заводы, для которых глицерин — целевой продукт. Все это приводит к тому, что цена на глицерин на мировом рынке быстро падает, поэтому позволить себе его очищать могут лишь самые крупные компании. Сырой глицерин надо очистить от остатков спиртов и щелочей, а затем под вакуумом дистиллировать при температуре 180—200 ^{o}C.

Таблица 2.

Характеристики БИО ЭСТ “П” по нормам EN 14214

Характеристики	ДТ по ДСТУ	БИО ЭСТ	БИО ЭСТ "П"	БТ EN 14214
ρ^{20},кг/м^3	844	884	0,891	–
ρ^{15},кг/м^3	–	887		0,86–0,9
ν^{20},мм^2/с	5,3	7,3	10,6	–
ν^{40},мм^2/с	–	4,73		3,5–5
$t^{зп}_{всп}$, °С	78	173	150	120min
$Q_н$,кДж/кг	42700	37200	37200	–
Цетановое число	45	51	52	51min
Йодное число,г (I_2/100г)	6	129,5	110	120max
Содержание воды, мг/кг	нет	300	нет	500max
Содержание фосфора,мг/кг	–	9	8	10max
Кислотное число,мг КОН/г		0,46	До 1	0,5max
Содержание метанола,% масс		0	0,05	0,2max
Содержание эфира,%масс			96,5	96,5min
Содержание свободного глицерина			0,04**	0,02max
Содержание моноглицеридов,%масс		Норма*	0,93**	0,8max
Содержание диглицеридов,%масс		Превышение*	0,6**	0,2max
Общий глицерин,%масс			0,385%	0,25max
$t_{пом}$, °С	-12	-3	0	
$t_{засп}$, °С	-24	-5	-5	

*по результатам анализов в Польше.
**результаты анализов ASG-Analytik-Service Gesellschaft mbH (Германия)

Глицерину необходимо найти экономически выгодное применение (рис.10). Очищенный глицерин используют для производства технических моющих средств (мыла). После глубокой очистки получают фармакологический глицерин. При добавлении фосфорной кислоты к глицерину можно получить фосфорные удобрения. Если не будет возможности дальнейшего использования глицерина, то он станет ограничивать распространение ДБТ.

Выводы

Использование реакции этерификации является доступным способом получения МЭРМ. При этом следует отметить, что в зависимости от степени совершенства технологии получают МЭРМ с разной глубиной переработки, что сказывается на его качестве.

Для получения МЭРМ можно использовать серную кислоту и этанол, но для ускорения процесса обычно используют метанол и щелочь (KOH или NaOH), чаще KOH как более дешевый реагент.

Последовательность получения метиловых эфиров жирных кислот из РМ сводится к следующему:

- очистка масла (фильтрование частиц из РМ не больше 5 мкм, рафинирование);
- обезвоживание спирта;
- смешивание спирта с катализатором (щелочью);
- перемешивание смеси спирта с катализатором и РМ при температуре около 80С в течение 1–2 часов;
- оценка глубины протекания реакции этерификации жирных кислот, способом титрования;
- осуществление разделения МЭРМ и глицерина;

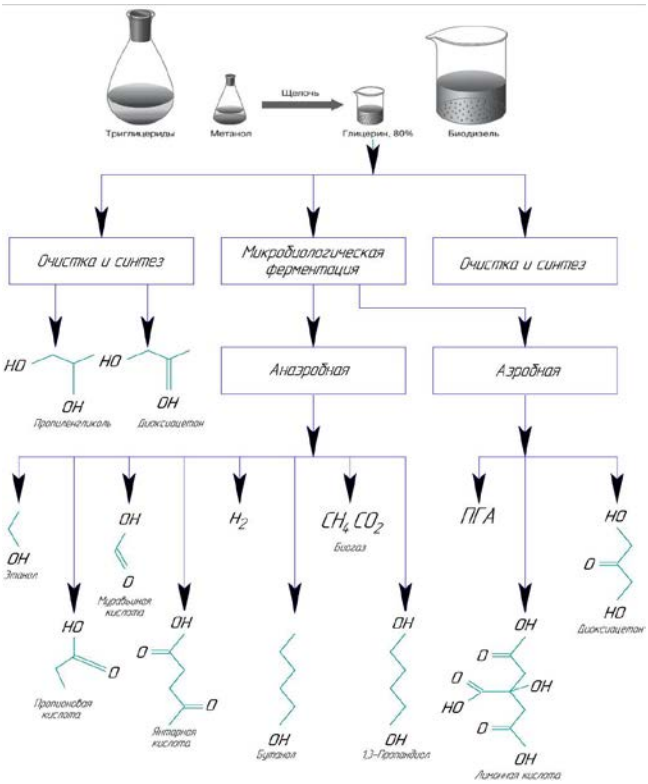


Рисунок 10. Дальнейшее использование глицерина.

- вакуумирование МЭРМ с целью удаления метанола;
- промывка МЭРМ водой;
- вакуумная перегонка;
- удаление спирта из глицерина и его очистка.

Существуют различные схемы получения МЭРМ: в одном большом реакторе или в нескольких небольших. В конечном счете, это определяется экономической целесообразностью и обработанностью технологии. Более прогрессивным методом считается непрерывное получение (рис.8). В настоящее время ведутся мероприятия по внедрению суперкритической технологии, как наиболее быстродействующей. Традиционные схемы (рис.3) получения (рис.4) МЭРМ получили наибольшее распространение, они используются на большинстве действующих заводов.

При использовании ДБТ по сравнению с ДТ можно выделить [4]:

Достоинства:

- Хорошие смазочные характеристики.
- Биодизель, несмотря на значительно меньшее содержание серы, характеризуется хорошими смазочными свойствами, что продлевает срок жизни двигателя. Это вызвано его химическим составом и содержанием в нём кислорода.
- Более высокое Цетановое число
  -Для минерального дизтоплива 42-45,
  -Для биодизеля (метиловый эфир) не менее 51.
- Высокая температура воспламенения. Точка воспламенения для биодизеля превышает 150°С, что делает биогорючее сравнительно безопасным веществом.

Увеличение срока службы двигателя. При работе двигателя на биодизеле одновременно производится смазка его подвижных частей, в результате которой, как показывают

испытания, достигается увеличение срока службы самого двигателя. Важно отметить, что нет необходимости модернизировать двигатель. [3]

Недостатки:

- В холодное время года необходимо подогревать топливо, идущее из топливного бака в топливный насос, или применять смеси 20 % биодизеля и 80 % ДТ марки B20.
- Небольшое время хранения (около 3 месяцев)
- Производство топлива из растений занимает большие площади.

Список литературы:

1. Матиевский Д.Д. , Кулманаков С.П., Лебедев С.В., Шашев А.В. Применение топлива на основе рапсового масла в дизелях / Ползуновский вестник. Барнаул (Россия) – 2006. – № 4. – С.118–127.

2. Марченко А.П., Минак А.Ф., Семенов В.Г., Линьков О.Ю., Шпаковский В.В.,Обозный С.В. Расчетно-экспериментальные исследования по оценке влияния подогрева альтернативных топлив на показатели работы дизеля // Вестник Национального технического университета «ХПИ», Двигатели внутреннего сгорания. - Харьков: 2005. – № 1. – С.8–17.

3. Bannikov M. G., Tyrlovoy S. I., Vasilev I. P., Chattha A. J. Investigation of characteristics of a fuel injection pump of a diesel engine fuelled with viscous vegetable oil diesel oil blends // Proc. Instn. Mech. Engrs. Part D. Journal of Automobile Engineering,2006. – vol. 270.– № 6. – pp. 787–792.

4. Werner Korbitz. Status and Development of Biodiesel Production and Projects in Europe // SAE Techn. Pap. Ser. – 1995. – № 952768. – pp. 249–254.

5. Craig L. Chase, Charles L. Peterson, Gary Lowe, Paul Mann, Jeffrey A. Smith, Norman Y. Kado. A 322,000 kilometer (200,000 mile) Over the Road Test with HySEE Biodiesel in a Heavy Duty Truck // SAE Techn. Pap. Ser. – 2000. – № 2000-01-2647.– pp. 1–22.

СЕКЦИЯ «АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОНТЕЙНЕРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ КУЗОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Фомичев А. А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)
Научный руководитель: К. т. н., доцент, Авдеев В. Б., Кузьминский Д. Л.

Одним из основных агрегатов автомобиля является кузов. Каждая новая модель автомобиля – это, прежде всего новый кузов, новая кабина. Требования к автомобилю в части улучшения его внешнего вида, комфортабельности, удобств для водителя и пассажиров, надежности, травмобезопасности, долговечности, экономичности – это в первую очередь требования к кузову. Поэтому так важно спроектировать технологический контейнер для кузовных деталей легковых автомобилей, который будет обеспечивать их сохранность во время их транспортировки и хранения.

В настоящее время в России наблюдался стабильный рост производства легковых автомобилей – порядка 5% – 10% ежегодно. В связи с этим и значительно увеличивается производство кузовных деталей легковых автомобилей, которые приходиться хранить или транспортировать в специальных технологических контейнерах одним или несколькими видами транспорта. Как правило, предприятие специализируется на транспортировке кузовных деталей легковых автомобилей одной или нескольких марок машин. Технологический контейнер – это элемент транспортного оборудования, обладающий постоянной технической характеристикой и достаточной долговечностью для многократного использования. Контейнер имеет специальную конструкцию, обеспечивающую перевозку кузовных деталей легковых автомобилей. Конструкция контейнера должна обеспечить максимальную надежность сохранения конструкторско-технологических свойств кузовных деталей.

Для проектирования данных контейнеров широко применяются компьютерные программы. Без сомнения, компьютерное моделирование является необходимым инструментов создания современных объектов. Главная цель нашей работы – это разработка метода проектирования технологических контейнеров для транспортировки и хранения кузовных деталей. Такой метод проектирования будет разрабатываться при помощи программного инструмента SolidWorks. Почему мы выбрали именно SolidWorks? Потому что SolidWorks - программный комплекс САПР (система автоматизированного производства) для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку изделий любой степени сложности и назначения. Работает в среде Microsoft Windows. Решаемые задачи: конструкторская подготовка производства (КПП), технологическая подготовка производства (ТПП), управления данными и процессами.

SolidWorks обладает несколькими методиками проектирования. Сборку можно создавать, используя проектирование «снизу вверх», проектирование «сверху вниз» или комбинацию этих двух методов.

Проектировщики обычно используют проектирование «сверху вниз» для создания плана своих сборок и для определения ключевых аспектов деталей, специфичных для их сборок. Для нашего случая наиболее приемлемым является метод проектирования «сверху вниз». При проектировании «сверху вниз» один или больше элементов детали определяются

элементом сборки, например, компоновочным эскизом или геометрией другой детали. Замысел проекта (размеры элементов, размещение компонентов в сборке, расположение по отношению к другим деталям, и т.д.) отталкивается от верхнего уровня (сборка) и двигается вниз (к деталям), что обуславливает название "сверху вниз".

Можно использовать все или некоторые методы проектирования «сверху вниз»:

- Отдельные элементы могут быть спроектированы «сверху вниз» путем ссылок на другие детали в сборке. При проектировании «сверху вниз» деталь строится в отдельном окне, где отображается только она. Однако, программа SolidWorks позволяет редактировать детали во время работы в окне сборки.
- Целые детали могут быть построены с использованием метода «сверху вниз» путем создания новых компонентов в контексте сборки. Созданные компоненты прикреплены (сопряжены) к другим существующим компонентам сборки. Геометрия созданного компонента базирована на существующем компоненте. Этот метод полезен для таких деталей как кронштейны и арматура, которые часто в большей степени или полностью зависимы от других деталей, которые определяют их форму и размер.
- Сборка полностью может быть спроектирована «сверху вниз» путем создания компоновочного эскиза, который определяет размещение компонентов, ключевые размеры и т.д. Затем создаются трехмерные детали с использованием одного из вышеперечисленных методов таким образом, что трехмерные детали следуют эскизу в их размерах и местоположению. Скорость и гибкость эскиза позволяет быстро проверить несколько версий проекта перед построением трехмерной геометрии. Даже после построения трехмерной геометрии, эскиз позволяет сделать большое количество изменений в одном центральном месторасположении.

Рассмотрим использование программного инструмента SolidWorks на примере проектирования технологического контейнера для крыши легкового автомобиля. Чертеж и 3D-модель крыши (рисунок 1) передаются Проектировщику Заказчиком.

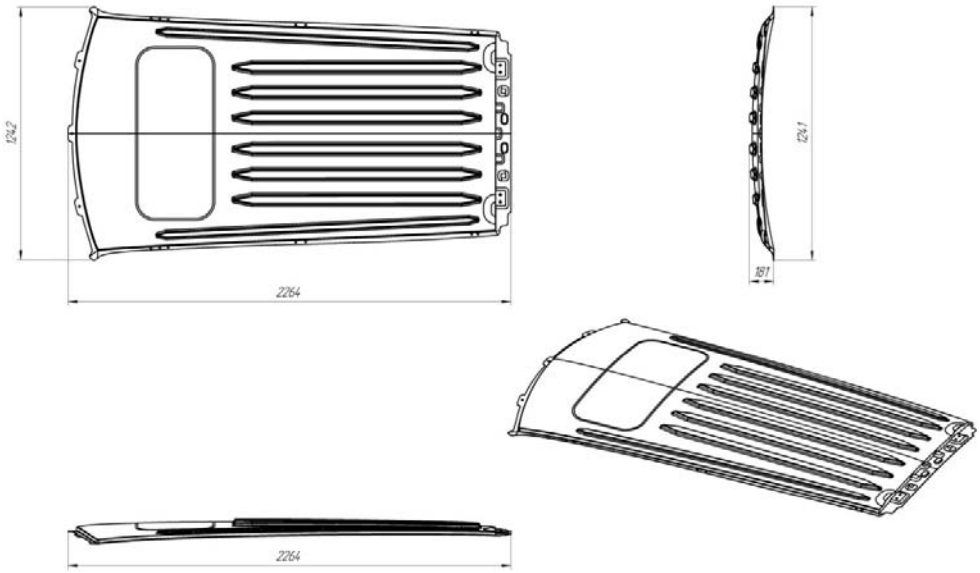


Рисунок 1 – Эскиз крыши легкового автомобиля

Проектирование будет осуществляться при помощи метода проектирования «сверху вниз» и состоять из 6 основных этапов.

1 этап. Проектирование элементов базы технологического контейнера для крыш легкового

автомобиля.

На данном этапе проектируются элементы базы технологического контейнера. Первым шагом проектирования базы является определение ее очертаний, ориентировочных габаритов. Главный принцип – повышенная надежность конструкции базы. База технологического контейнера – сварная конструкция. База состоит из нескольких типов деталей, выполненных из низкоуглеродистой стали. При проектировании создаём 3D-модели деталей: гнутый профиль, треугольная косынка, негнутый профиль, опора гнутая, опора горизонтальная, опора вертикальная, настил. 3D-модели элементов базы создаются по следующему алгоритму: создание эскиза в виде требуемой детали и дальнейшее вытягивание его при помощи соответствующей команды в меню программы SolidWorks.

Пример проектирования детали ТРЕУГОЛЬНАЯ КОСЫНКА.
1) Создание эскиза на плоскости СПЕРЕДИ в виде профиля косынки (рисунок 2) при помощи команд ЛИНИЯ.

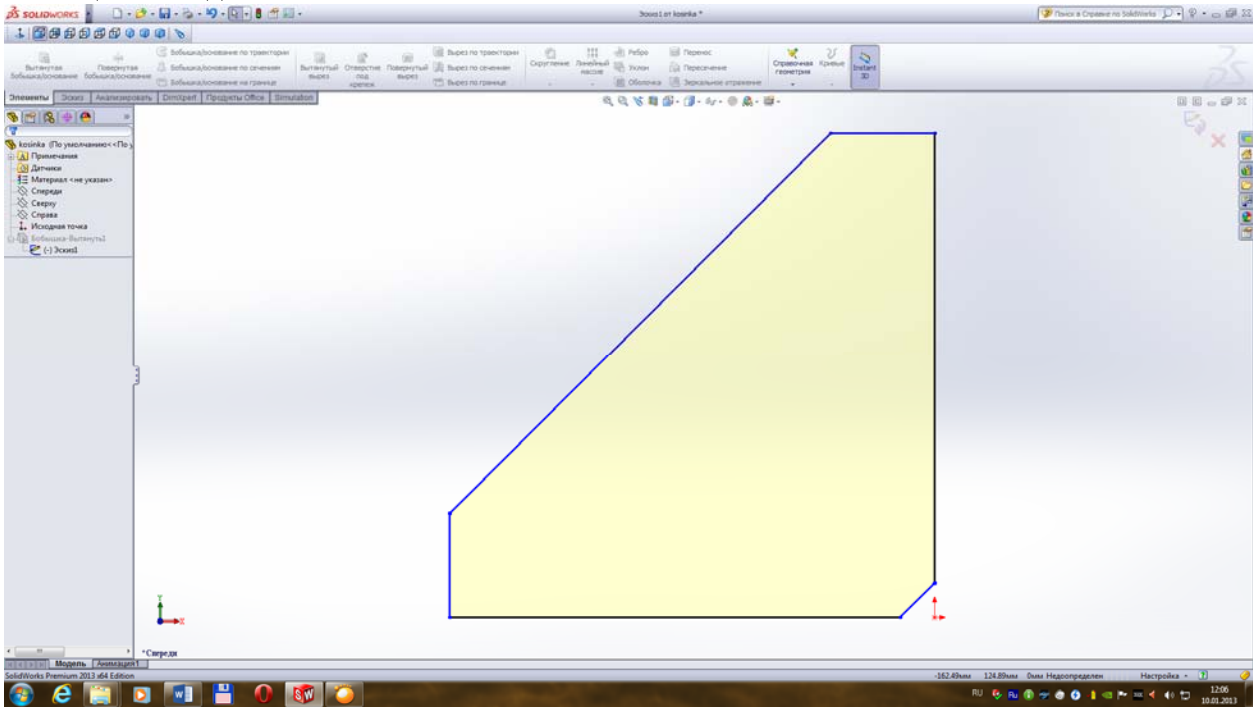


Рисунок 2 – Эскиз на плоскости спереди профиля треугольной косынки

2) Применение команды ВЫТЯНУТАЯ БОБЫШКА и получение 3D-модели треугольной косынки (рисунок 3).

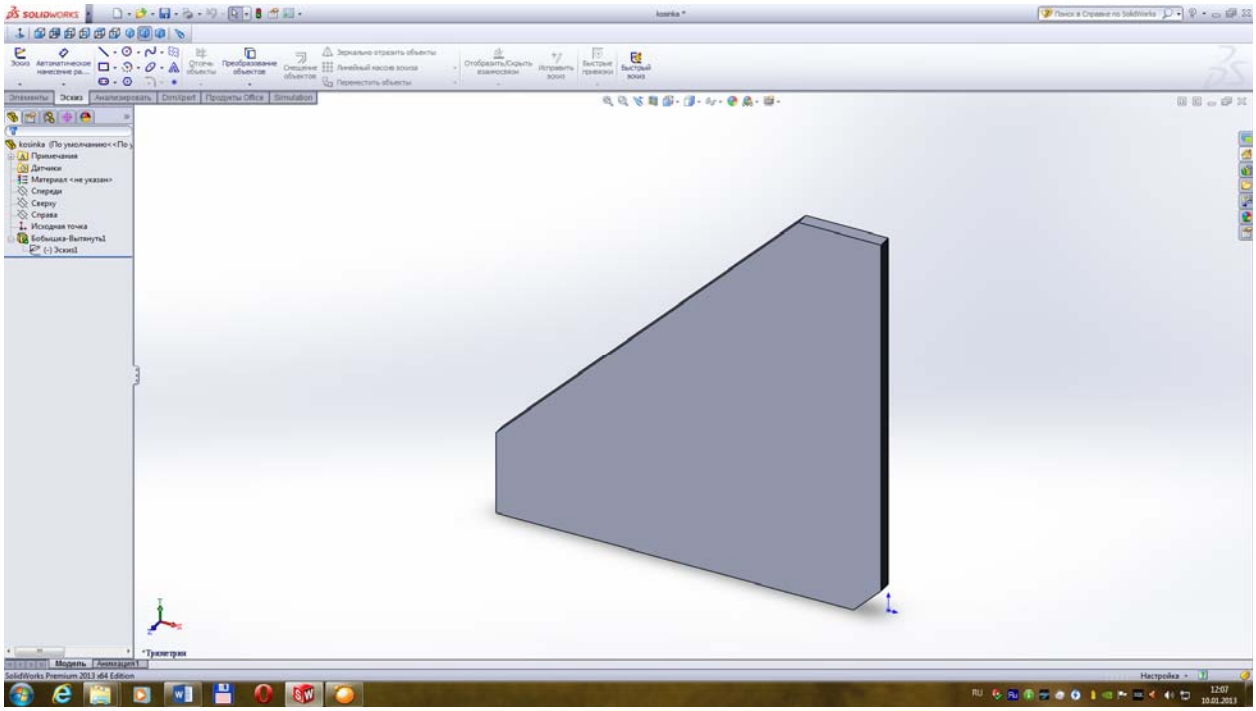


Рисунок 3 - 3D-модель треугольной косынки

Команды ЛИНИЯ, ВЫТЯНУТАЯ БОБЫШКА являются стандартными командами и располагаются в меню программного инструмента SolidWorks.
2 этап. Проектирование элементов каркаса технологического контейнера для крыш легкового автомобиля.

На данном этапе проектируются элементы каркаса технологического контейнера. Необходимым шагом является определение очертаний и габаритов. Конструкция не должна ослаблять несущие элементы каркаса. Каркас, так же как и база, сварная конструкция деталей, выполненных из низкоуглеродистой стали. Проектируются 3D-модели деталей: уголок, опора горизонтальная, опора горизонтальная наклонная, опора вертикальная, косынка квадратная, косынка треугольная. 3D-модели элементов каркаса контейнера создаются по следующему алгоритму: создание эскиза в виде требуемой детали и дальнейшее вытягивание его при помощи соответствующей команды в меню программы SolidWorks.

3 этап. Проектирование элементов внутренней конструкции технологического контейнера для крыши легкового автомобиля.
На данном этапе проектируются элементы внутренней конструкции технологического контейнера, которая выполнена из низкоуглеродистой стали. Проектируются 3D-модели деталей: штанга, заклёпка, ручка, кронштейн, замок. 3D-модели элементов внутренней конструкции контейнера создаются по следующему алгоритму: создание эскиза в виде требуемой детали и дальнейшее вытягивание его при помощи соответствующей команды в меню программы SolidWorks.

4 этап. Проектирование элементов внутренней конструкции технологического контейнера для крыши легкового автомобиля.
На данном этапе проектируются элементы внутренней конструкции технологического контейнера, которая выполнена из неметаллических материалов. Очень важно спроектировать элементы так, чтобы крыша легкового автомобиля надежно устанавливалась и фиксировалась. Проектируются 3D-модели деталей: подвижная пластина, пластина с пазами, щётка, наконечник и другие точки опоры и фиксации крыши. 3D-модели элементов внутренней конструкции контейнера создаются по следующему алгоритму: создание эскиза

в виде требуемой детали и дальнейшее вытягивание его при помощи соответствующей команды в меню программы SolidWorks.

Точки опоры и фиксации крыши (рисунок 4).

На рисунке 4 вид 2 крыша автомобиля опирается на пластины, изготовленные из капрона, в которых выполнены пазы с учётом геометрии панели. На видах 1 и 4 рисунка 4 фиксация панели осуществляется наконечниками, которые снабжены элементами, выполненными из полиуретана. Фиксация подвижных пластин, показанных на видах 1 и 4 рисунка 4, осуществляется штангой и замком. Фиксация кронштейна со щёткой, показанного на виде 3 рисунка 4, происходит при помощи замка.

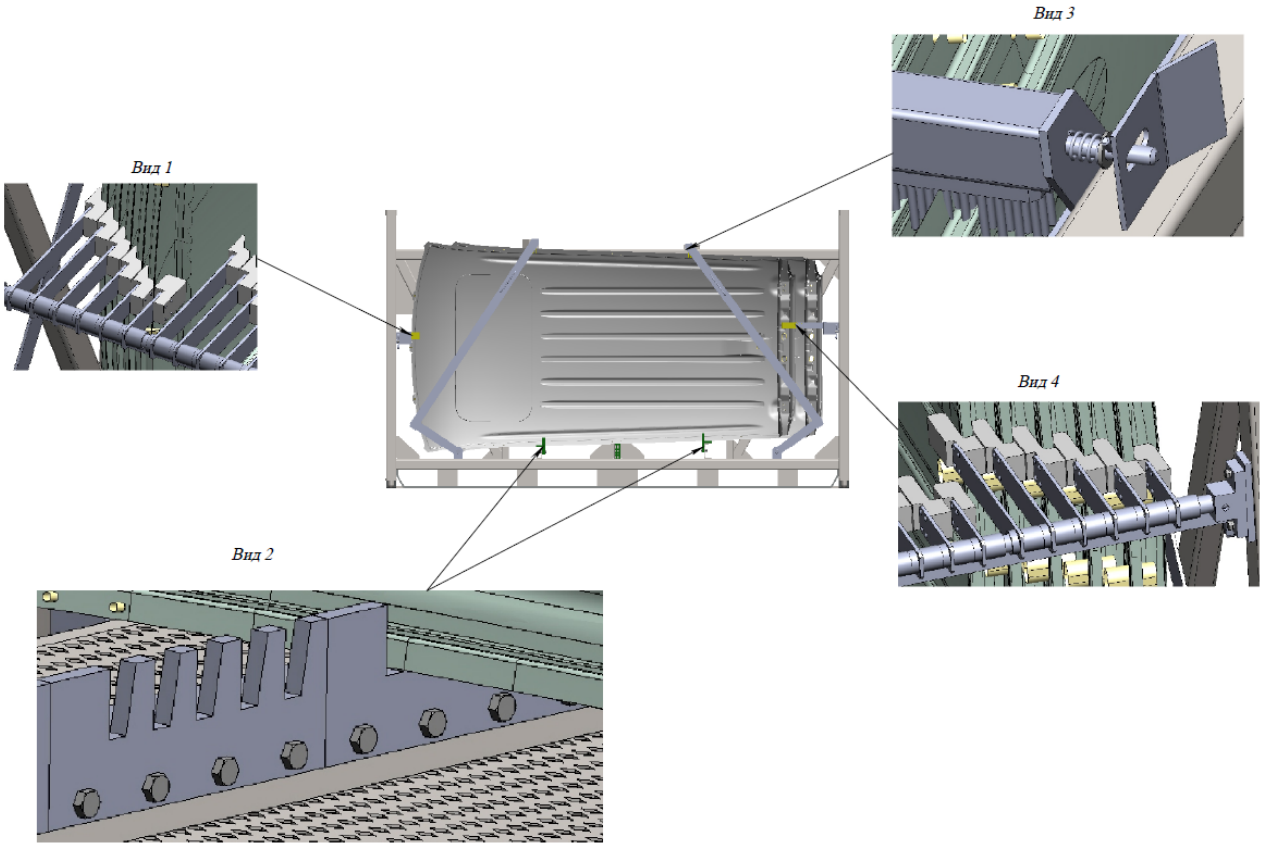


Рисунок 4 – Точки опоры и фиксации крыши

5 этап. Проектная сборка.
Соединение всех полученных ранее 3D-моделей элементов базы, каркаса, внутренних элементов конструкции технологического контейнера в единую проектную сборку. Соединение деталей в единую проектную сборку выполняется при помощи команды СОПРЯЖЕНИЕ. Используются следующие типы СОПРЯЖЕНИЯ: СОВПАДЕНИЕ, ПАРАЛЛЕЛЬНОСТЬ, КАСАТЕЛЬНОСТЬ, КОНЦЕНТРИЧНОСТЬ, РАССТОЯНИЕ. Данные команды располагается в меню программного инструмента SolidWorks.

6 этап. Оформление конструкторской документации (чертежей) спроектированного технологического контейнера.

Результатом данного метода проектирования явилась следующая конструкция технологического контейнера для крыш легкового автомобиля (рисунок 5): база контейнера представляет собой сварную конструкцию, состоящую из квадратного трубного проката, гнутого металлического профиля, нарезанного швеллера. Для усиления конструкции используется треугольная косынка. К самой базе крепится настил с отверстиями для облегчения массы контейнера. На настил установлены швеллера, на которых крепится

гребенка из капрона, тем самым крыша не повреждается при ее хранении и транспортировки. Сверху и сбоку каркаса контейнера имеются щетки, которые ограничивают подвижность крыши. По бокам каркаса контейнера установлены фиксирующие панели с кронштейнами из полиуретана, тем самым ограничивая движения крыши при транспортировке в осевом направлении.

Все кронштейны выполнены таким образом, что крыша надежно фиксируется и не повреждается под собственным весом.

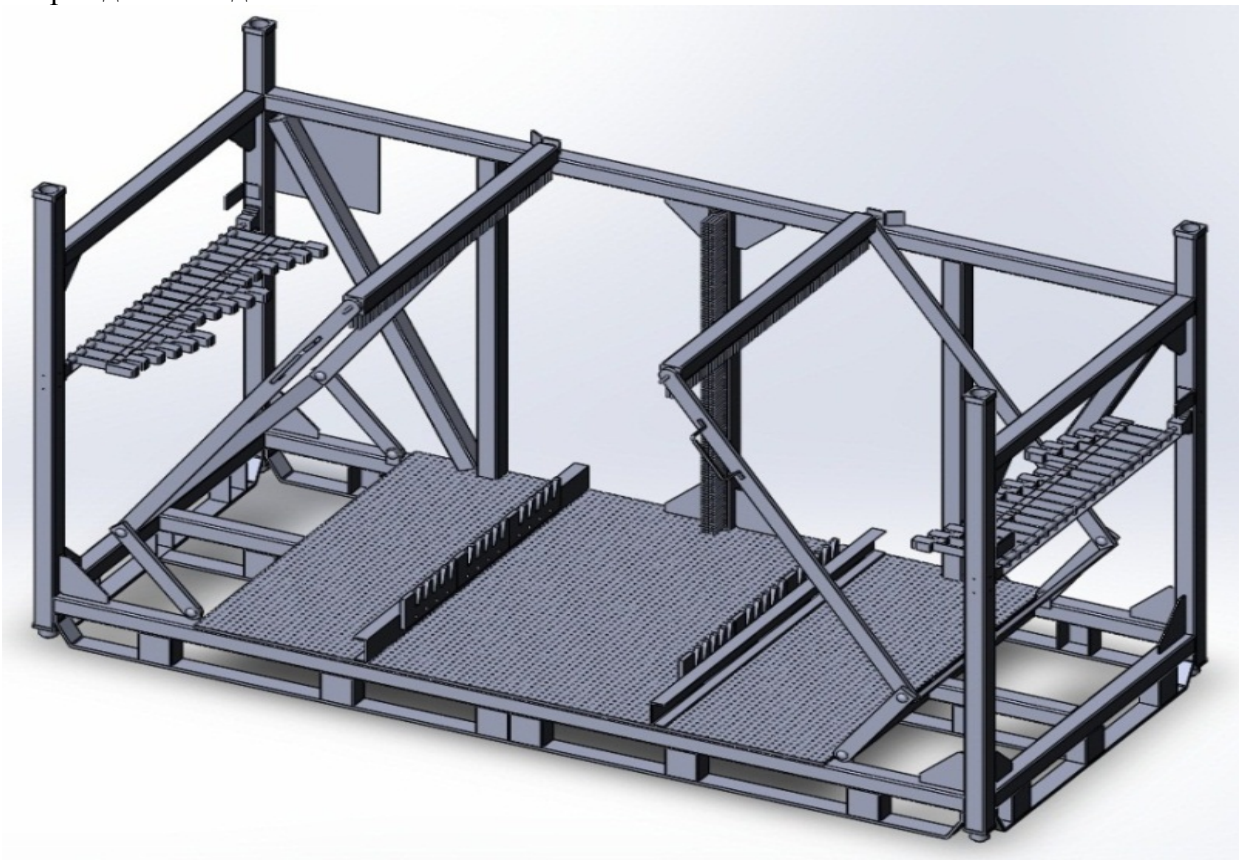


Рисунок 5 – Технологический контейнер для крыш легкового автомобиля

Загружаем технологический контейнер крышами (рисунок 6). Количество загружаемых крыш – 15 штук.

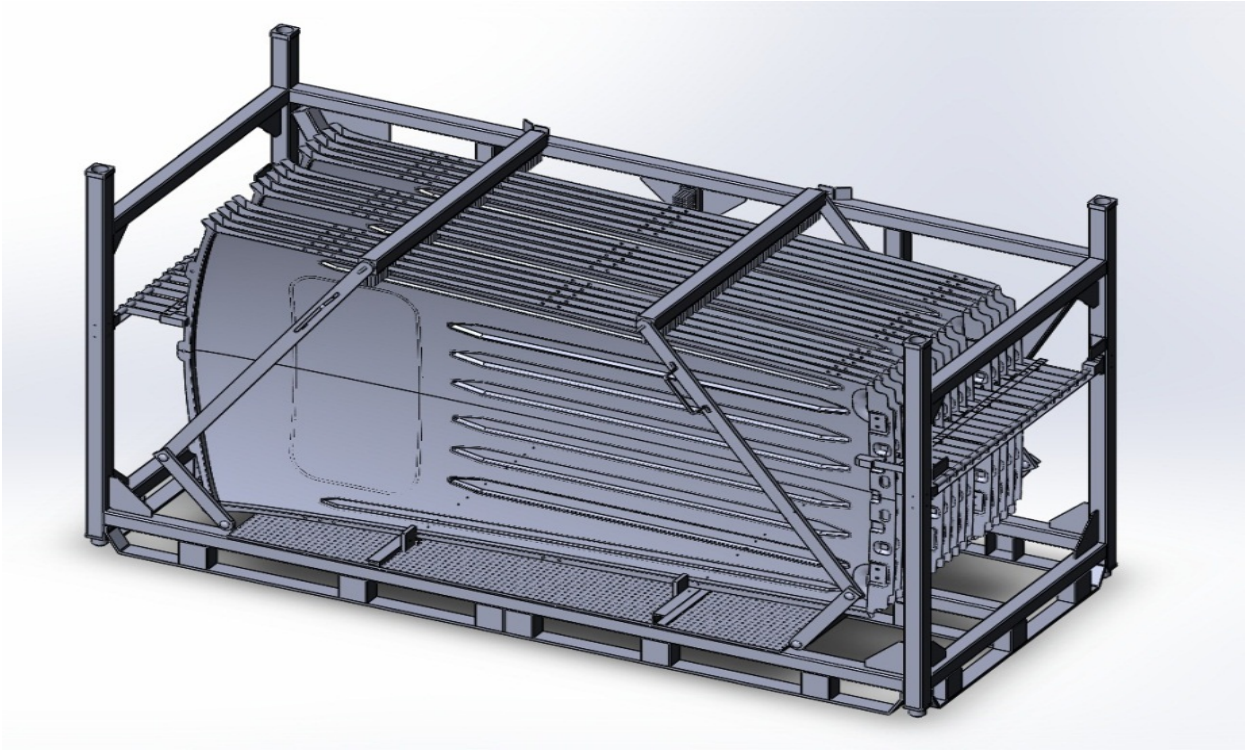


Рисунок 6 – Технологический контейнер, полностью загруженный крышами легкового автомобиля

В ходе данной работы был разработан метод проектирования технологического контейнера для крыши автомобиля, который удовлетворяет всем требованиям, как технологичности, так и прочности. Кроме того конструкция контейнера позволяет устанавливать несколько контейнеров друг на друга, что положительно сказывается на экономии места на складе. Все элементы для базирования крыш выполнены таким образом, чтобы не повреждать сами крыши. Конструкция контейнера оптимизирована в максимальной степени в плане ее веса, материалоемкости и трудоемкости изготовления. Габаритные размеры контейнеров позволяют обеспечить максимальную загрузку транспортной платформы автомобиля транспортирующего контейнеры.

Необходимо отметить эффективное применение программного инструмента SolidWorks при проектировании технологических контейнеров. С его помощью можно создать модели нужных нам деталей, провести сборку с применением специальных команд и возможностей SolidWorks. Используя такой программный инструмент при проектировании, мы значительно экономим затраты на проектирование. Проектируемый технологический контейнер при эксплуатации отвечает всем требованиям. Метод проектирования конструкции, разработанной в SolidWorks, позволяет сохранить конструкторско-технологические свойства крыши автомобиля. Использование такого технологического контейнера существенно облегчает хранение и транспортировку крыш легкового автомобиля.

Литература

1. Технология изготовления автомобильных кузовов. Под редакцией Д. В. Горячего. – М.: «Машиностроение», 1979.
2. Контейнеры. Справочник. Под редакцией В. А. Шкуркина. – М.: «Машиностроение», 1981.
3. Алямовский А. А., Собачкин А. А., Одинцов Е. В. и др. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике. – СПб.: «БХВ-Петербург», 2008.
4. Интерактивная справка программы SolidWorks.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ ЗНАКОВ ОГРАНИЧЕНИЯ СКОРОСТИ

Просвирин А.Е.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Технологический институт, Факультет Автоматизации
Науч. руководитель: к.ф.-м.н., доцент, Идиатуллов Т.Т.

Ежегодно количество автомобилей в мире продолжает увеличиваться, что приводит к росту числа дорожно-транспортных происшествий. Одной из основных причин дорожно-транспортных происшествий с тяжелыми последствиями является превышение допустимого скоростного режима на отведённом участке трассы. В связи с этим уделяется большое количество внимания проблеме разработки высокоинтеллектуальных систем, способных предотвратить опасные ситуации на дороге, в особенности системам распознавания дорожных знаков и дорожной разметки.

Распознавание дорожных знаков является актуальной научно-практической задачей распознавания образов. Целью данной работы является разработка алгоритма распознавания знаков ограничения скорости с возможностью работы в режиме реального времени. В ходе работы решаются следующие задачи: преобразование цветового пространства; сегментация изображения по цвету; поиск контуров; очистка изображения от шумов и ложных объектов; идентификация знака ограничения скорости.

Знак ограничения скорости имеет красный контур и круглую форму. Поэтому первым шагами алгоритма будет сегментация по цвету с целью первичного поиска кандидатов для дальнейшего распознавания:

Рисунок 1. Пример знака ограничения скорости.

Входной видеосигнал представляет собой последовательность идущих друг за другом кадров, каждый из которых представлен в цветовом пространстве RGB. Изображение по своей сути представляет собой матрицу из пикселей размером WxH, где каждый пиксель имеет 3 канала(R,G и B соответственно). Каждый канал представлен в диапазоне от [0-255] . Однако, цвет может изменяться в зависимости от погодных условий, времени суток и еще множества других факторов, поэтому использование RGB палитры для данной задачи является не целесообразным. Гораздо лучше будет использовать HSV палитру, разработанную Элви Реем Смитом, в 1978 году. Она является нелинейным преобразованием модели RGB.

HSV (англ. **Hue, Saturation, Value** — тон, насыщенность, значение) или **HSB** (англ. **Hue, Saturation, Brightness** — оттенок, насыщенность, яркость) — цветовая модель, в которой координатами цвета являются:

Hue — цветовой тон, (например, красный, зелёный или сине-голубой). Варьируется в пределах 0—360°, однако иногда приводится к диапазону 0—100 или 0—1.

Saturation — насыщенность. Варьируется в пределах 0—100 или 0—1. Чем больше этот параметр, тем «чище» цвет, поэтому этот параметр иногда называют чистотой цвета. А чем ближе этот параметр к нулю, тем ближе цвет к нейтральному серому.

Value (значение цвета) или **Brightness** — яркость. Также задаётся в пределах 0—100 и 0—1.

В **Windows** весь цветовой спектр делится на 256 оттенков (что можно наблюдать в редакторе палитры MS Paint), следовательно вышеперечисленные параметры необходимо привести к данному спектру.

Рисунок 2.Исходное изображение(палитра RGB)

Рисунок 3. Изображение, преобразованное в палитру HSV

Экспериментально были подобраны следующие параметры HSV для порогового преобразования по красному цвету. Стоит обратить внимание, что по шкале оттенка(Hue), красный цвет представлен двумя диапазонами:

$$H = [0 - 40] \cup [170 - 255]$$
$$S = [100 - 255]$$
$$V = [100 - 255]$$

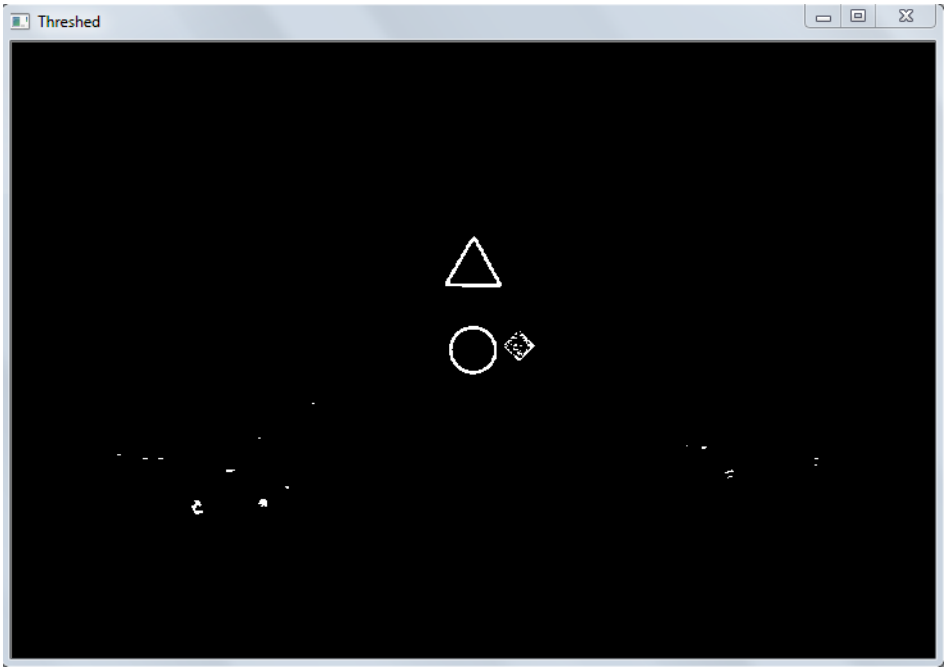


Рисунок 4. Изображение после порогового преобразования по красному цвету.

Как видно из рисунка 4, помимо интересующего нас знака(окружность) были найдены еще объекты(треугольник и ромб) и маленькие объекты(шумы). Это значит, что только по цвету нам не удастся распознать знак и чтобы решить данную задачу, нужно перейти к контурному анализу объектов. Для начала найдём границы данных объектов (кривые на изображении, вдоль которых происходит резкое изменение яркости), используя **детектор границ Канни.**

После того, как границы были найдены, необходимо найти **контуры** объектов. Контуры представляют собой внешние очертания предмета/объекта. Среди найденных контуров необходимо отсеять слишком маленькие объекты, объекты не круглой формы, а также слишком вытянутые объекты.

Для поиска круглых объектов вычислим площадь найденных контуров, а также их периметр. Отношение этих двух величин называется компактностью. Чтобы получить какую-то пороговую величину (компактность), которая будет инвариантна относительно радиуса окружности, разделим площадь окружности на квадрат длины окружности:

$$\frac{S}{L^2} = \frac{\pi * R^2}{(2 * \pi * R) * (2 * \pi * R)} = \frac{1}{4 * \pi} = 0{,}079$$

Теперь сравнивая значение компактности каждого контура со значением 1/4*π можно находить круглые объекты на изображении.

На следующем этапе необходимо закрасить данный контур белым цветом и вынести его на полностью чёрное изображение, одинакового размера с исходным – это называется маска изображения. Так как изображение – это матрица, то мы можем логически сложить каждый

элемент этих матриц, чтобы получить изображение знака, которое будет сравниваться с шаблонами.

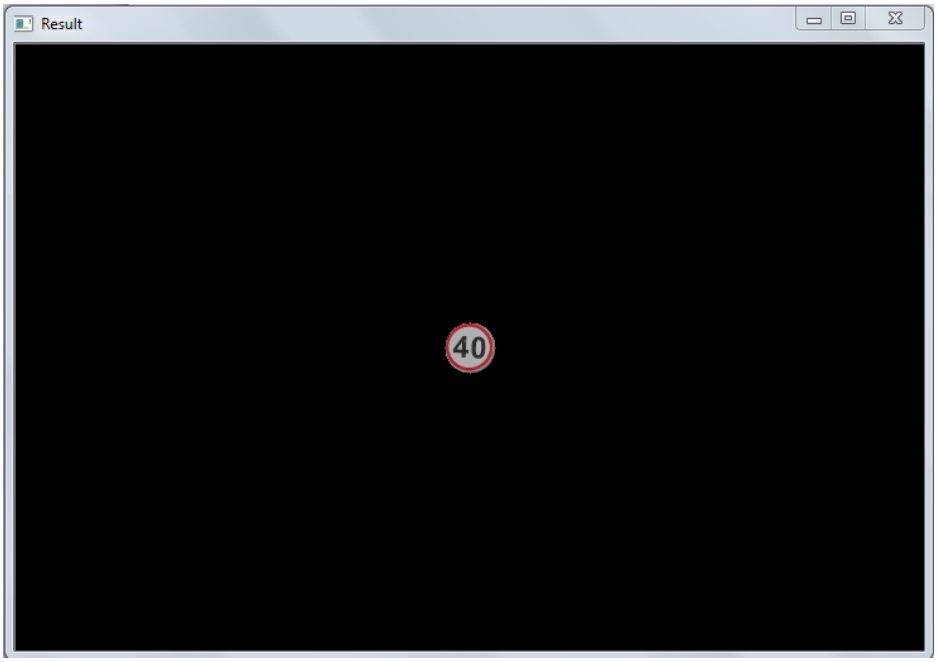


Рисунок 5. Результат логического сложения исходного изображения с маской.

Заключительный этап алгоритма – сравнение с шаблонами. Для улучшения результатов сравнения необходимо вырезать знак и нормализовать его размеры с размером шаблона (60x60 пикселей). Таким образом, если вырезанный знак больше данного размера, то его необходимо сжать, а если же меньше, то растянуть.

Рисунок 6. Изображения кандидатов на распознавание.

Рисунок 7. Изображения шаблонов.

Сравнение знака с шаблоном происходит по формуле нормированного коэффициента корреляции:

$$K(f,g)=\frac{\sum_{(x,y)\in X}(f(x,y)-f^{0})(g(x,y)-g^{0})}{\sqrt{\sum_{(x,y)\in X}(f(x,y)-f^{0})^{2}}\sqrt{\sum_{(x,y)\in X}(g(x,y)-g^{0})^{2}}};\quad(1)$$

Где f(x,y) , g(x,y) - функции интенсивности данного пикселя, X – размер шаблона, x,y-координаты пикселей, f^{0}, g^{0} -средние значения интенсивностей изображений f и g соответственно.

Результаты эксперимента и выводы

Исследование алгоритма проводилось в среде программирования Microsoft Visual C# 2010 Express с использованием библиотеки компьютерного зрения OpenCV 2.4 и библиотеки-обёртки OpenCVSharp 2.4. Тестирование проводилось на ноутбуке ASUS X53S со следующими характеристиками:

-Процессор Intel Core i5-2410;

-ОЗУ 6 Gb DDR2

Для исследования была отснята база из 112 изображений при различных углах съёмки, расстояниях и условиях освещённости.

Программой, работающей по вышеописанному алгоритму, было найдено 108 верных кандидатов на распознавание и 4 ложных. Результат распознавания правильно найденных кандидатов представлен в таблице 1.

Таблица 1. Результаты эксперимента.

Знак	Количество	Количество верно распознанных	Количество неверно распознанных	Точность распознавания
	49	48	1	98%
	59	52	7	88%
Всего	108	100	8	93%

Среднее время обработки одного изображения (кадра) составляет 80мс, что позволяет применить данный алгоритм для обработки видео (около 12 кадров/с). Замеры быстродействия алгоритма проводились при помощи программы EQUATEC Profiler.

Таким образом, в результате данной работы был разработан алгоритм распознавания знаков ограничения скорости с приемлемой точностью и быстродействием, что позволяет использовать этот алгоритм для построения интеллектуальных систем компьютерного зрения, способных работать и решать задачи в реальном времени.

РАЗРАБОТКА АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Кудрин А.Д.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Технологический институт, факультет Автоматизации
Научный руководитель: к.т.н., проф. Харитонов В.И.

Цель проекта: предложить методику по расчету параметров выбора мультимедийного оборудования с целью оснащения учебных аудиторий мультимедийной компьютерной техникой, чтобы помочь студенту глубоко и полно освоить основные теоретические положения дисциплины и создать условия для самостоятельного изучения основ электроники в домашних условиях. Повысить качество и эффективность учебного процесса на основе комплексного применения информационных технологий.

Современная молодежь привыкла жить с постоянным музыкальным и мультимедийным фоном. Ужин, завтрак под включенный телевизор является нормой. Следствием этого является то, что в аудитории некоторые студенты воспринимают учебный материал как шумовой фон и слушая преподавателя, его не слышат. Известно, что эффективное влияние на человека оказывает та информация, которая воздействует на несколько органов чувств, и запоминается тем лучше, чем больше каналов восприятия задействовано. Современная кафедра, планирующая свое прогрессивное развитие должна учитывать это путем внедрения современной компьютерной информационной технологии, которая объединяет в одной программно-технической системе текст, звук, видеоизображение, графическое изображение и анимацию. Например, современная лекционная аудитория должна иметь мультимедийную трибуну лектора, с помощью которой могут быть задействованы сенсорные системы человека - визуальная, аудиальная и кинестетическая.

Кафедра "Автоматика и процессы управления" ведет большую работу по использованию активных информационных технологий, основанных на качественно новых принципах организации учебного процесса и использовании современных технических средств обучения. По мере развития материально-технической базы университета полным ходом идет оснащение кафедры мультимедийной компьютерной техникой, формирование образовательного контента и интенсивное использование вышеперечисленных ресурсов в учебном процессе. На создание современных учебных аудиторий направлен наш проект, ориентированный на внедрение информационных технологий в практику обучения. Для достижения поставленных целей должны быть решены следующие задачи:

1. Определение рационального перечня оборудования для аудитории;
2. Разработка, апробация и внедрение аппаратно-программного комплекса и методических материалов.

В настоящее время часть задач уже решена, другая часть - находится в стадии решения. Анализ зарубежного опыта показал, что есть интересные решения у многих компаний-производителей оборудования для учебных заведений. Определились минимальные требования к техническому и информационному оснащению учебного процесса. Так, например, мы уже можем сказать, что должна представлять собой лекционная аудитория и какое оборудование должно работать в ней, при изучении электроники и других технических дисциплин. Аудитория должна иметь три составляющие:

- Классная доска, экран, проектор, точка беспроводного доступа Wi-Fi;
- Автоматизированное рабочее место преподавателя;
- Средства индивидуальной работы студента.

В практике обучения информационно-развитых стран все большее применение находят автоматизированные рабочие места преподавателей в виде мультимедийных трибун. Появились компании, производящие мультимедийные трибуны лектора. На рисунке 1 показан внешний вид мультимедийных трибун различных фирм производителей

а) б) в)

Рисунок 1. Внешний вид мультимедийных трибун: а) фирмы Tecom Electronics, б) фирмы Smart One, в) фирмы Maestro

Эксплуатация таких трибун требует квалифицированного технического персонала, обеспечивающего ввод в эксплуатацию, техническую помощь и обслуживание. Обслуживание должны выполнять инженер-программист и инженер-электроник. Представленные на рисунке 1 трибуны оборудованы высокопроизводительным компьютером, внешним DVD приводом, адаптером для быстрого подключения персонального ноутбука, интерактивным LCD монитором, микрофоном, контроллером микрофона и аудио системы, документ-камерой с возможностью зуммирования для представления фотографий, документов и объемных предметов, USB портами, клавиатурой и мышью. Программное обеспечение ориентировано на операционную систему Windows 7. На сегодняшний день стоимость трибуны составляет в среднем от 250 000 ... 500 000 рублей.

Выбор мультимедийного проектора осуществляется на основании того, что благоприятные условия для проведения занятий без вреда для здоровья студента, является освещенность экрана равная $E_э$ = 500 лк. Освещенность зависит от светового потока, который обеспечивает проектор и от расстояния до проектора, на котором находится студент, сидящий на последней парте в аудитории. На представленной ниже таблице приведены зависимость расстояний до экрана и необходимого светового потока для обеспечения благоприятных условий обучения. Высота экрана рассчитывается по формуле H=L/(5..6). Ширина экрана рассчитывается исходя из соотношения B=H*4/3. Необходимый световой поток рассчитывается по формуле Ф=E*S, где E- освещенность экрана, S-площадь экрана.

Аудитория	Расстояние до экрана	Ширина экрана	Высота экрана	Световой поток	Освещенность экрана
В-208	4 м	1 м	0,7 м	350 лм	500 лк
В-506	7 м	1,7 м	1,3 м	1 080 лм	500 лк
В-505	13 м	3,2 м	2,4 м	3 750 лм	500 лк
А-202	20 м	4,8 м	3,6 м	8 800 лм	500 лк

Определились компании, производящие проекторы обладающие множеством функций, которые могут помочь преподавателю в презентации учебного материала (Рисунок 2).

а) б) в)

г)

Рисунок 2. Проекторы, устанавливаемые в лекционных аудиториях: а) проектор компании Epson, б) проектор компании Sanyo, в) проектор компании BenQ- короткофокусный, г) проектор компании Epson-для больших аудиторий

Технические характеристики проекторов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Технические характеристики мультимедийных проекторов

Модель проектора/ матрица	Реальное/поддерживаемое разрешение	Свет. поток/ контрастность	Расст. до экрана/ ширина изображения/ масштабирование	Цена
BenQ LW61ST (LAN) DLP 0,49"	WXGA (1280x800)	2000 ANSI Lm 80000:1	0.60 - 0.60 : 1 /	62 000 р.
Epson EMP-1717 (Wi-Fi, MPEG-2) LCD: 3 x 0.7" P-Si TFT	XGA (1024x768) / UXGA (1600x1200)	2500 ANSI lm 400:1	1 – 12.1 м /	42 000 р.
Sanyo PLC-XU101	XGA (1024x768)	4000 ANSI lm 500:1	1.3 - 10 м/0.84-7.62м/1.2	80 000 р.
Epson EB- 10000NL	XGA (1024x768)	10000 ANSI Lm 5000:1	1.94-27.16м/1,52-12,7м/	414 200 р.

На кафедре «Автоматика и процессы управления» творческим коллективом студентов под руководством преподавателя реализуется проект "Информационные технологии в практику

обучения". В рамках проекта разработаны и изготовлены мультимедийные трибуны, одна из которых показана на рисунке 3.

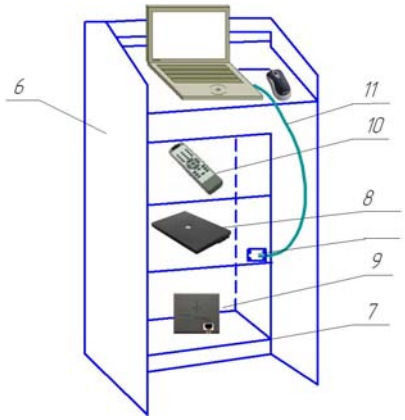


Рисунок 3. Внешний вид мультимедийной трибуны, разработанной в рамках проекта

В корпусе 6 трибуны установлен сейф 7, в котором размещены ноутбук 8, электронный блок 9,пульт дистанционного управления 10. Трос безопасности с замком Кенсингтона 11 связывает ноутбук с корпусом сейфа. Программное обеспечение ноутбука ориентировано на операционную систему Windows XP. Стоимость трибуны составляет около 50 тыс. рублей, что в разы дешевле трибун, показанных на рисунке 1. Если учесть, что жизненный цикл современного мультимедийного оборудования 2-3 года, то можно признать техническую разработку кафедры оптимальной.

На рисунке 4 показано техническое оснащение лекционной аудиторииВ-506. В аудитории установлены мультимедийная трибуна 5, проектор Panasonic PT-LB1E 3, смонтированный на потолке, меловая доска 1 площадью 20 м^2 , проекционный экран 2, звуковая колонка 4.

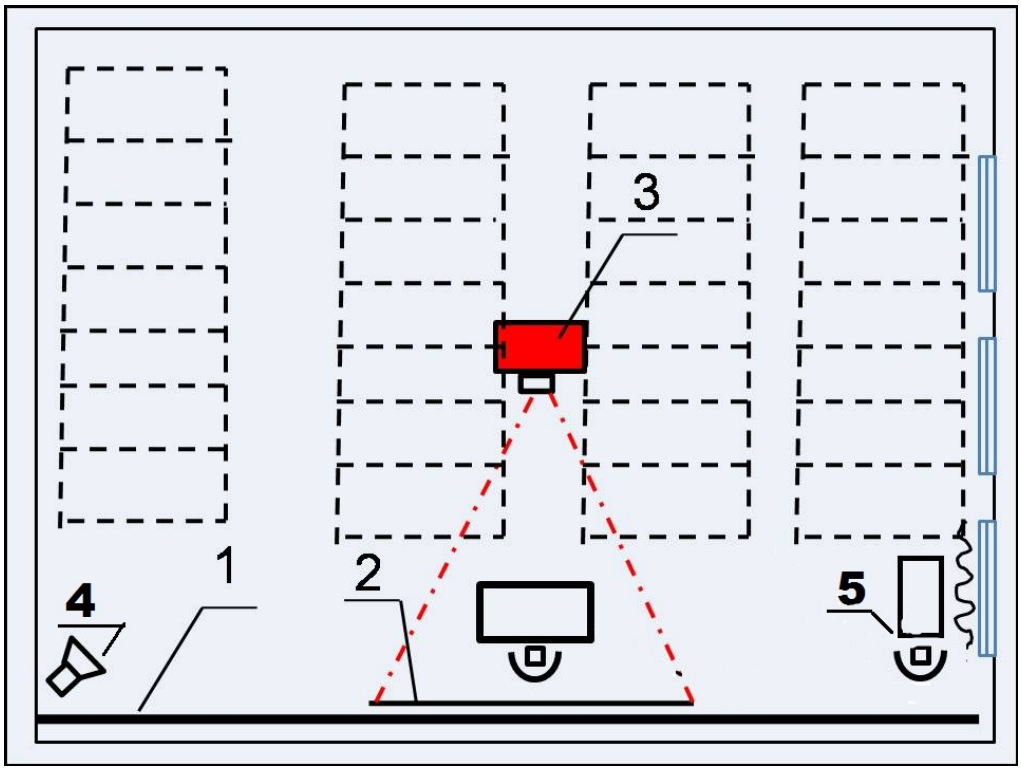


Рисунок 4. Лекционная аудитория, оборудованная мультимедийной аппаратурой.

Обслуживание трибуны осуществляет лаборант кафедры. Учитывая, что лекция является ведущей формой подачи материала, то мультимедийное оборудование аудитории решает задачи эффективной организации труда преподавателя и студентов. Техника мультимедиа обеспечивает реализацию объяснительно-иллюстративного метода обучения: презентацию текста, звука, иллюстраций, фото, видео, анимаций, моделирования.

Опыт работающих по современному преподавателей в лекционной аудитории, представленной на рисунке 4, показывает, что мультимедийная трибуна и проектор решают только часть педагогических задач. Глубокое усвоение учебного материала требует интерактивного взаимодействия между преподавателем и студентом. Технология мультимедиа создает предпосылки интерактивности. Поэтому в комплекты оборудования лекционных аудиторий и лабораторий кафедры входят недорогие и доступные мультимедийные средства. Одним из таких комплектов является мультимедийная система на базе планшетного компьютера iPad. Система обучения на базе iPad может обеспечить не только проведение лекционных и лабораторных занятий, но так же курсовое и дипломное проектирование и самостоятельную работу студента в домашних условиях. Позволяет с приемлемыми экономическими затратами обеспечить мобильность и снизить уровень компьютерной тревожности преподавателей в отношении технического и программного обеспечения. На рисунке 5 показан внешний вид планшетных компьютеров iPad.

а) б) в) г)

Рисунок 5. Внешний вид планшетных компьютеров iPad компания Apple:
а)iPad, б) iPad 2, в) The New iPad, г) iPad Mini

Таблица 2. Технические характеристики планшетных компьютеров iPad

Модель	Размеры	Процессор	Объем памяти (оперативная/постоянная)	Область применения
I-Pad	Высота-24.3 см Ширина-19.0 см Толщина-1.3 см	1 GHz Apple A4	256 МБ DDR SDRAM/ 16, 32, и 64 GB	Развлекательные программы: Художественная литература,журналы Видеотека Аудиотека Интернет-серфинг Учебные
I-Pad 2	Высота -24.12 см Ширина-18.57 см	1 GHz двухъядерный Apple A5	512 МБ LPDDR2/ 16, 32, и 64 GB	

	Толщина-0.88 см			программы: Учебная литература Справочники Обучающие программы
New I-Pad	Высота - 24.12 см Ширина-18.57 см Толщина-0.94 см	1 GHz двухъядерный Apple A5X.	1024 МБ/ 16, 32, и 64 GB	
I-Pad Mini	Высота - 20 см Ширина-13.47 см Толщина-0.72 см	1 GHz двухъядерный Apple A5	512 МБ / 16, 32, и 64 GB	

Мобильность достигается за счет использования iPad в качестве источника информации. Для согласования выхода iPad с входом проектора используется приставка Apple TV, обеспечивающая беспроводную потоковую передачу медиа-данных (аудио, видео, изображений)при помощи беспроводной технологии AirPlay (Рисунок 6).

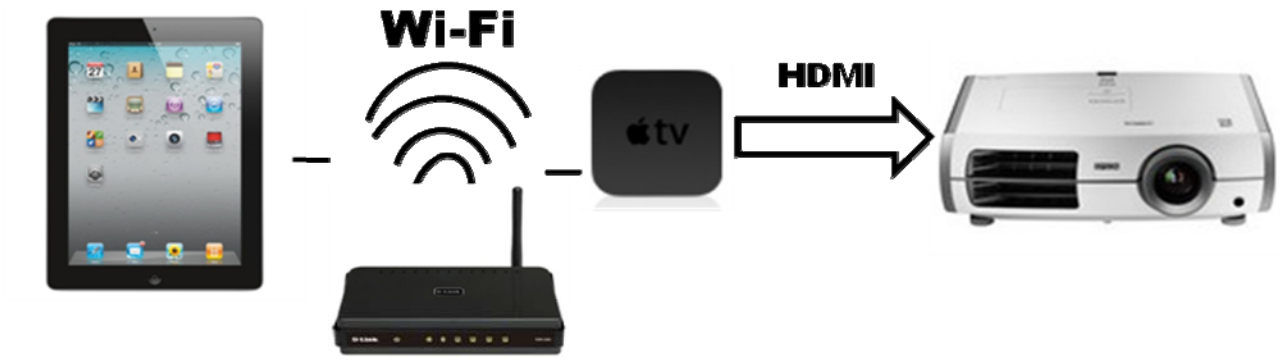


Рисунок 6. Мобильное мультимедийное оборудование учебной аудитории, оснащенной точкой беспроводного доступа Wi-Fi

Проектор с приставкой Apple TV закреплены на потолке в учебной аудитории, оснащенной беспроводной локальной сетью. Преподаватель использует личный или кафедральный iPad. Подготовка к работе сводится к подаче питания на проектор и приставку Apple TV. От преподавателя требуется только умение работать с iPad, что снижает уровень компьютерной тревожности. Оборудование может быть использовано в лекционной, семинарской аудиториях и в лабораториях. Стоимость оборудования составляет около 50 000 рублей. Функциональные возможности оборудования обеспечивают проведение лекционных и лабораторных занятий, а так же курсовое и дипломное проектирование. iPad использует специализированное программное обеспечение, которое включает iBooks, iBooks Author, Keynote. Приложение iBooks позволяет просматривать электронные книги, созданные в формате PDF и книги созданные в приложении iBook Author. Программное обеспечение iBook Author предназначено специально для создания, редактирования электронных книг. В настоящее время данное программное обеспечение используется ведущими высшими образовательными учреждениями в зарубежных странах для создания учебной литературы, которая позволяет наглядно демонстрировать студентам учебный материал.
iBooks Author – это бесплатное приложение, позволяющее авторам без усилий составлять интерактивные книги. Все, что для этого нужно – компьютер под управлением Mac.

Программа совместима с файлами из офисных пакетов Apple и Microsoft и поддерживает виджеты на JavaScript и HTML5. Особенности программного обеспечения iBooks Author:

1) Большой набор шаблонов:

- Создание книги с помощью шаблонов, описывающих дизайн страниц, текста, шрифтов, цветов и оформления;
- Быстрое наполнение книги текстом и изображениями, добавление новых слоев и возможность сохранения собственных шаблонов;
- Навигатор для организации книги, создания обложки и оглавления;

2) Стили оформления:

- Использование набора готовых стилей в каждом шаблоне;
- Добавление текста, форм, графиков, таблиц и других мультимедийных объектов на любой странице;
- Импортирование схем разбивки по главам из Pages или Microsoft Word и применение к текущему шаблону;
- Добавление любых слов в глоссарий, а также фотографий, изображений, графиков и таблиц одним кликом;
- Создавайте портретный режим просмотра в автоматическом режиме.

3) Мультитач-виджеты:

- Огромное число виджетов, добавляющих интерактивность вашей книге;
- Возможность размещения на странице фотографий, видеороликов, презентаций Keynote, интерактивных изображений, карт, звукозаписей, трехмерных моделей объектов или произвольного HTML-кода;

4) Экспорт в iBookstore или iTunes U:

- Возможность просмотра книги в iBooks на iPad;
- Добавление обложки, видеодемонстрации и дополнительные страницы;
- Загрузка книги в iBookstore на продажу или для бесплатной загрузки;
- Экспорт книги в формат iBooks для обмена в iTunes U;
- Конвертирование в PDF формат.

В результате выполненной работы разработана методика оптимального подбора технических средств для оснащения учебных аудиторий с целью комплексного применения информационных технологий в обучении. Планируется оснащение аудитории В-504 мультимедийным оборудованием стоимостью не выше 50 000 рублей и обеспечивающее благоприятные условия труда для преподавателя и студента.

ФУКНЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

Мишулин Е.Ю., Петросян Р.Х.
Владимирский государственный университет, «Автотранспортный факультет»
Научный руководитель: д.т.н., проф. Кобзев А.А.

Современный уровень развития робототехники характеризуется разработкой и широким применением мобильных роботов (МР). В докладе рассматривается современное состояние мобильных наземных роботов. Выделены две классификационные группы признаков на основе анализа работ [1-4]. Первая группа отражает конструктивные особенности, среди которых выделены следующие. 1. Среда обитания: наземные, для водных и воздушных сред. 2. По типу движителя (здесь и далее для наземных роботов): колесные, гусеничные, комбинированные, с несколькими единицами движителей. 3. По типу силовой установки: двигатели внутреннего сгорания, электродвигатели, гибридные. 4. По массе транспортируемой полезной нагрузки, кг: 5, 25, 50, 100, более 100. 5. По виду навесного оборудования: системы технического зрения, специализированные роботы и манипуляторы. Вторая группа классификационных признаков отражает особенности систем управления. 1. По функциональному назначению (виду выполняемых навесным оборудованием работ): для контроля и обзора местности, для военной техники (разминирование, проделывание проходов, обезвреживание боеприпасов) и др.; для нужд МЧС (обзор местности, инспектирование транспортных коммуникаций, пожаротушение, ликвидация подозрительных объектов, обслуживание и ремонт нефте и газо магистралей и резервуаров хранения нефтепродуктов, и т.п.). 2. По виду первичной информации для системы управления и используемым аппаратным средствам. 3. По виду управления траекторией движения транспортного средства. Дистанционного управления с пункта дистанционного управления, программного управления, комбинированные, с прогнозированием траектории движения. В соответствии с выделенными признаками приводятся характеристики и особенности построения характерных аналогов зарубежных и отечественных мобильных роботов. Большее внимание уделено конструктивным особенностям и алгоритмов управления движением мобильных роботов.

Одним из перспективных направления является использование интеллектуального управления в мобильных роботах как для управления траекторными перемещениями, так и для управления навесным оборудованием. Последнее в основном представлено дистанционно или автоматически управляемыми роботами-манипуляторами. В настоящее время принципы построения интеллектуальных робототехнических систем находятся в стадии активного формирования и экспериментальной проверки. Несмотря на то, что эта проблема еще далека от своего окончательного разрешения, уже сейчас стоит вопрос о создании мультиагентных систем, которые должны обеспечивать выполнение требуемых задач силами группы интеллектуальных автономных роботов, взаимодействующих друг с другом. Специфика организации совместной работы роботов в составе мультиагентной системы неизбежно будет предъявлять расширенные требования к их интеллектуальным, функциональным и коммуникативным возможностям. Анализ этих требований, а также разработка соответствующих моделей и алгоритмов группового управления, формирования и распределения заданий, планирование поведения, обработки и обобщения разнородной сенсорной и командной информации представляет крайний интерес для создания перспективных образцов как интеллектуальных автономных роботов, так и мультиагентных систем, организуемых на их основе [1,2]. Акцентированное внимание к проблематике мультиагентных робототехнических систем (МАРС), обусловлено чисто прагматическими соображениями о преимуществах их прикладного применения. Мотивацией к началу полномасштабных исследований в этом направлении послужили следующие основные аргументы:

- существование различных прикладных задач, единственная или наиболее эффективная альтернатива решения которых связана с организацией взаимодействий несколь-

ких исполнителей, объединяющих свои функциональные, интеллектуальные и/или технические ресурсы;

- существование различных прикладных задач, допускающих распараллеливание процессов своего решения между несколькими исполнителями в целях сокращения суммарных временных, энергетических и прочих затрат на достижение требуемого результата;
- возможность повышения надежности совместного решения общей прикладной задачи при отказе одного из исполнителей за счет перераспределения функций между оставшимися;
- возможность потенциальной замены сложных многофункциональных дорогостоящих систем группой узкоспециализированных более простых и дешевых робототехнических устройств.

Перспективы применения МАРС охватывают широкий спектр прикладных областей (рис. 1), включая военное дело и специальные операции, поисково-спасательные и ремонтно-восстановительные работы, промышленное производство и гражданское строительство, сельское и коммунальное хозяйство, освоение космического пространства, глубоководные изыскания, индустрию развлечений и т.д.

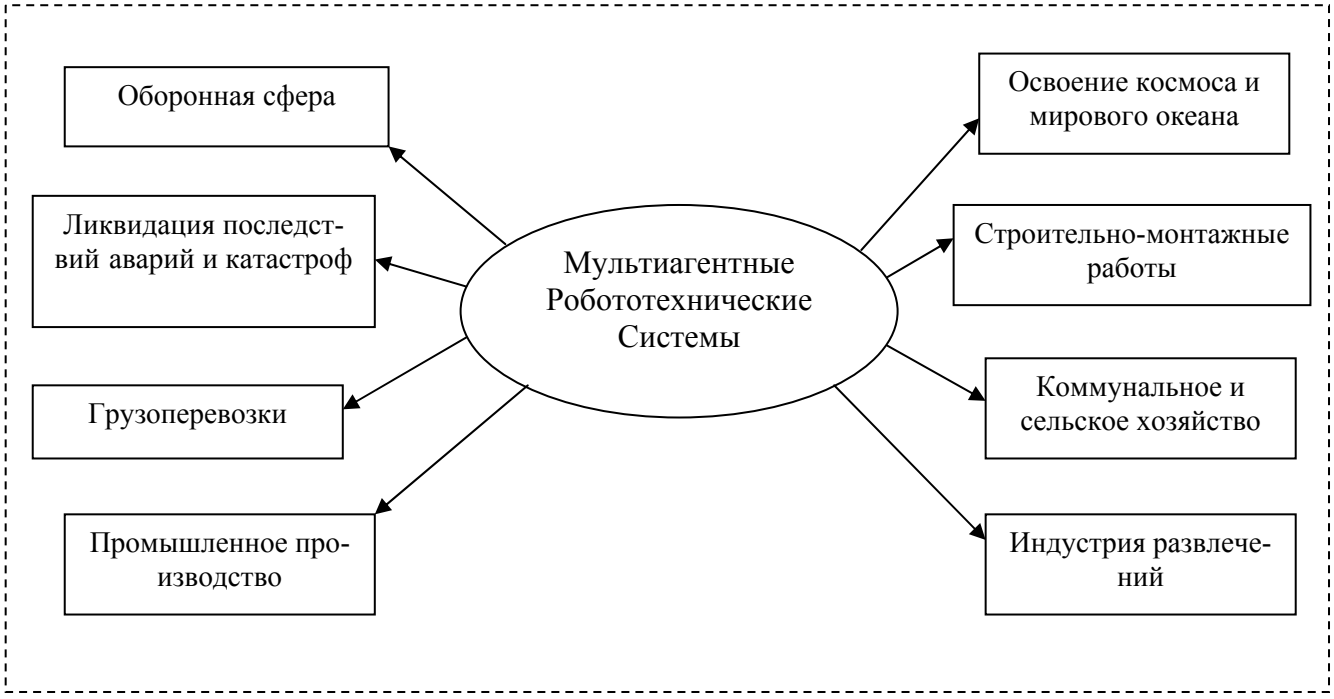


Рис. 1. Области прикладного применения мультиагентных робототехнических систем

На данный момент большинство мобильных роботов являются устройствами телеприсутствия, и лишь очень немногие модели имеют возможность выполнять некоторые задачи автономно, без вмешательства оператора.

Одним из основных вопросов при выполнении МР функциональных задач является движение в автоматическом режиме по программной траектории. Задача движения по программной траектории (в автономном режиме) относится к движению транспортного средства (ТС) по известной трассе [3,4]. Траектория движения задается табличным, аналитическим или графическим способом в бортовом компьютере. Если траектория отличается от фактической, тогда необходима ее корректировка с переходом на скорректированную траекторию [5]. При этом следует учитывать способ формирования управляющих воздействий для левого и пра-

вого движителей. Одной из задач рассматриваемой САУ является разложение траектории на управляющие функции для подсистем координатного управления. САУ траекторным движением ТС включает в себя две подсистемы САУ управлением движением каждой гусеницей ТС – левой САУ $Г_л$ и правой САУ $Г_п$. Движение ТС осуществляется совместной работой гусениц. Для изменения траектории по сигналам с формирователя управляющих воздействий (ФУВ) изменяется скорость одной из гусениц, что приводит к повороту корпуса ТС, или изменению траектории движения. Программная траектория вводится в ФУВ как функция $F_п(z_п,x_п)$. ФУВ разлагает заданную траекторию движения на управляющие для САУ гусениц сигналы: для левой гусеницы $g_л(t)$, для правой – $g_п(t)$. Закрепим плоскую систему координат XOZ для ТС: продольная ось ТС – X, поперечная – Z. Задачей управления является строгое движение по программной траектории. Введем блок определения ошибки (БОТ) от программной траектории (БОТ). Это отклонение может быть обусловлено двумя факторами: 1) несовпадением фактической трассы от программной; 2) уход (отклонение) ТС от программной траектории возмущающими воздействиями со стороны трассы, действующими на корпус ТС. При движении задача управления траекторными перемещениями дополняется управлением вектором скорости, или в простейшем случае управлением скоростью движения ТС. Фактические координаты ТС при движении определяются навигационной системы, как правило, гироскопической. Эти вопросы в докладе не затрагиваются.

Дается описание алгоритмов коррекции программного управления ТС в динамике [5]. Здесь возможны два варианта коррекции управляющих для подсистем САУ гусеницами варианта.

Вариант 1. Корректируются непосредственно управляющие воздействия для каждой подсистемы гусениц. При этом формируется дополнительная составляющая в основном управляющем воздействии. В зависимости от режима движения зависит и вид дополнительного управления. В этом случае следует рассматривать устойчивость вынужденного движения, так как в прямом контуре появляются дополнительные интегрирующие звенья. При необходимости вводить дополнительную коррекцию.

Вариант 2. Коррекция управляющих для подсистем гусениц управляющих воздействий достигается путем коррекции программной траектории на стадии ее разложения. При этом контур управления подсистемами САУ остается неизменным. Здесь программа представляется в виде сплайна. Компоненты – типовые траектории: прямая линия, окружность, парабола, гипербола. Коррекция программной траектории выполняется на этапе ее разложения на управляющие координатные воздействия и сводится к коррекции внутренних переменных программы.

Литература

1. Макаров И.И., Манько С.В., Романов М.П., Крюченков Е.Н. и др. Мультиагентные робототехнические системы: примеры и перспективы применения // Мехатроника, автоматизация, управление. 2012. № 2. С. 22-31.

2. Серебренный В.В., Котиев Г.О., Рубцов И.В., Гаврин Н.О. и др. Исследование характеристик криволинейного движения мобильного робототехнического комплекса // Мехатроника, автоматизация, управление. 2002. № 4. С. 25-35.

3. Притыкин Ф.Н. Синтез малых движений мобильного манипулятора по заданной траектории выходного звена с наложением условий на движения отдельных точек звеньев механизма, контактирующих с препятствиями // Мехатроника, автоматизация, управление. 2002. № 4. С. 31-41.

4. Системы передвижения мобильных роботов // РобоПортал A.S.A.R: Системы передвижения мобильных роботов [Электронный ресурс]. 2013. Режим доступа: http://asar.my1.ru/index/0-47. - Доступ свободный.

5. Кобзев А.А., Филиппов С.И. Управление программным движением мобильных роботов военного назначения с прогнозированием рельефа местности // Материалы III Всероссийской научно-технической конференции Информационно-измерительные и управляющие системы военной техники. М.: РАРАН, 2012. – С.228-230.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АППАРАТНОЙ ЧАСТИ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЗАРЯДОМ АККУМУЛЯТОРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ГИБРИДНЫХ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК АВТОМОБИЛЯ

Чекмарева Ю.Н.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Технологический институт, факультет автоматизации.
Научный руководитель: к.т.н., доц. Сизов Ю.А.

На современном этапе развития автомобильной промышленности для улучшения экономических, экологических и тяговых качеств автомобиля начали широко применять гибридные установки, т.е. двигатель внутреннего сгорания работает совместно с электрическим двигателем. Источником питания электродвигателя является аккумуляторная батарея (АБ) повышенного напряжения.

Отдельные аккумуляторы в батарее могут иметь несколько отличающиеся характеристики. Причиной этого является разброс параметров при производстве аккумуляторов, неравномерное распределение температуры внутри батареи при эксплуатации и разные темпы старения отдельных аккумуляторов. В итоге при зарядке батареи аккумуляторы с меньшей емкостью будут подвергаться перезарядке. Это вызывает дальнейшую деградацию таких аккумуляторов и выход их из строя. С другой стороны, если один из аккумуляторов в батарее имеет высокий саморазряд или вовсе закорочен, то при попытке полной зарядки такой батареи перезаряд будут испытывать исправные аккумуляторы.

В ходе анализа существующих методов и средств диагностики был выполнен поиск патентной информации по теме: Системы контроля и диагностики (СКД). Глубина поиска составила 12 лет (1994 - 2006 гг.). Цель поиска информации — формирование базового пакета патентно-информационных материалов для обеспечения возможности изучения позитивного отечественного и зарубежного опыта создания систем контроля и диагностики, а также оценка патентоспособности предложенных в работе научно-технических решений, подбор аналогов и прототипов.

Проведенный патентный поиск выявил следующие недостатки существующих систем контроля и диагностики АБ:

- необходимость мощных импульсов разряда батареи, что не позволяет использовать данный метод в автомобиле;
- Не имеется возможности контроля блока батарей – контролируется лишь один аккумулятор (прототип разрабатываемой системы).
- возможность диагностики только низковольтных АБ. Нам необходимо диагностировать АБ до 600В.

В связи с выявленными недостатками, были поставлены задачи по разработке аппаратно-программных средств для контроля и диагностики параметров состояния АБ:

- создание автоматизированного метода контроля, позволяющего осуществлять измерения параметров блока батарей с высоким суммарным напряжением;
- создание компьютерной модели системы контроля и управления АБ с уточненным математическим описанием взаимосвязи основных параметров АБ для применения в СКД АБ и имитационное моделирование модели АБ.

Основываясь на патенте, взятого за прототип предлагаем следующую функциональную схему контроля и диагностики параметров АБ, работающую следующим образом: (рисунок 1)

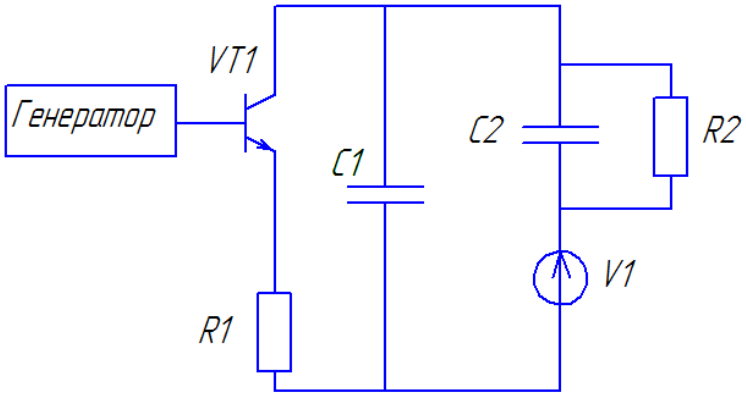


Рисунок 1 – Функциональная схема

При подаче открывающего импульса от генератора, транзистор входит в режим насыщения, следовательно, происходит падение напряжения на резисторе R1, а емкость C1 начинает разряжаться от напряжения 12 В до 0.7В. Одновременно происходит заряд емкости C2 по постоянной времени R2C2. При изменении параметров C2 и R2 и напряжения аккумулятора V1, изменяются длительности фронтов переходного процесса, что можно использовать как диагностический признак.

Для уточнения числовых значений элементов электрической схемы производим математический расчет операторным методом.

Расчет операторным методом состоит из двух основных этапов: составления изображения искомой функции времени; перехода от изображения к функции времени.

Направления контурных токов i11, i22, i33 показано на схеме (рисунок 2).

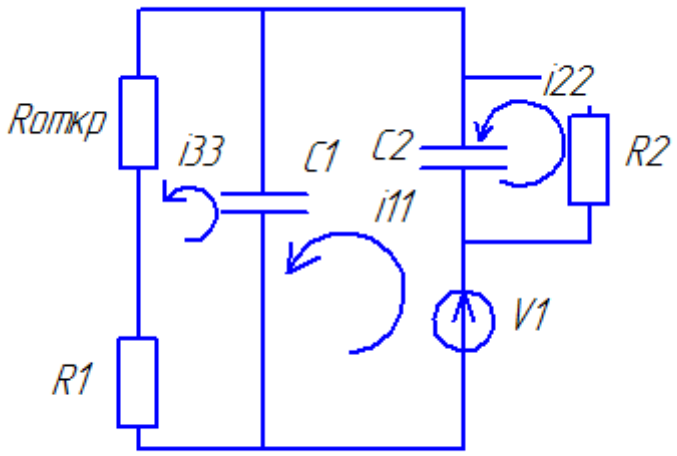


Рисунок 2 – Схема расчета электрических параметров

Алгебраическая сумма падений напряжений на всех ветвях, принадлежащих любому замкнутому контуру цепи, равна алгебраической сумме ЭДС ветвей этого контура. Имеем:

$$\frac{1}{C2}\int i_{11}dt + \frac{1}{C2}\int i_{11}dt = E(p)$$

$$i_{2в} * Rотк + i_{2в} * R1 + \frac{1}{C1}\int i_{2в}dt = E(p)$$

После преобразований по формуле изображений получаем зависимости:

$$\frac{du_{11}}{dt} = \frac{E(p)*p}{R3*(C1+C2)} * e^{pt} = \frac{12В*(-62500)}{10м*(8Ф+16*10^{-6}Ф)} * e^{-62500t} = -93749.8 * e^{-62500t}$$

$$u_{11} = -E(p)*(C1+C2)*\int e^{\frac{-C_1-C_2}{C_1-C_2-Ra}t}dt = -E(p)*(C1*C2)*R3*e^{\frac{-C_1-C_2}{C_1-C_2-Ra}t} - 12В*8Ф*16*10^{-6}*10м*$$

$$\frac{du_{2в}}{dt} = \frac{E(p)*p}{R2*C1} * e^{pt} = \frac{12В*(-62.5)}{0,002Ом*8Ф} * e^{-62.5t} = -46875 * e^{-62.5t}$$

$$\frac{du_{3в}}{dt} = \frac{E(p)*p}{R1*C2} * e^{pt} = \frac{12В*(-62.5)}{1000Ом*16*10^{-6}Ф} * e^{62.5t} = -46875 * e^{62.5t}$$

Так как нам необходимо исследовать общий участок заряда, суммируем заряд на участке 2 и 3.

В результате получены следующие переходные процессы (рисунок 3)

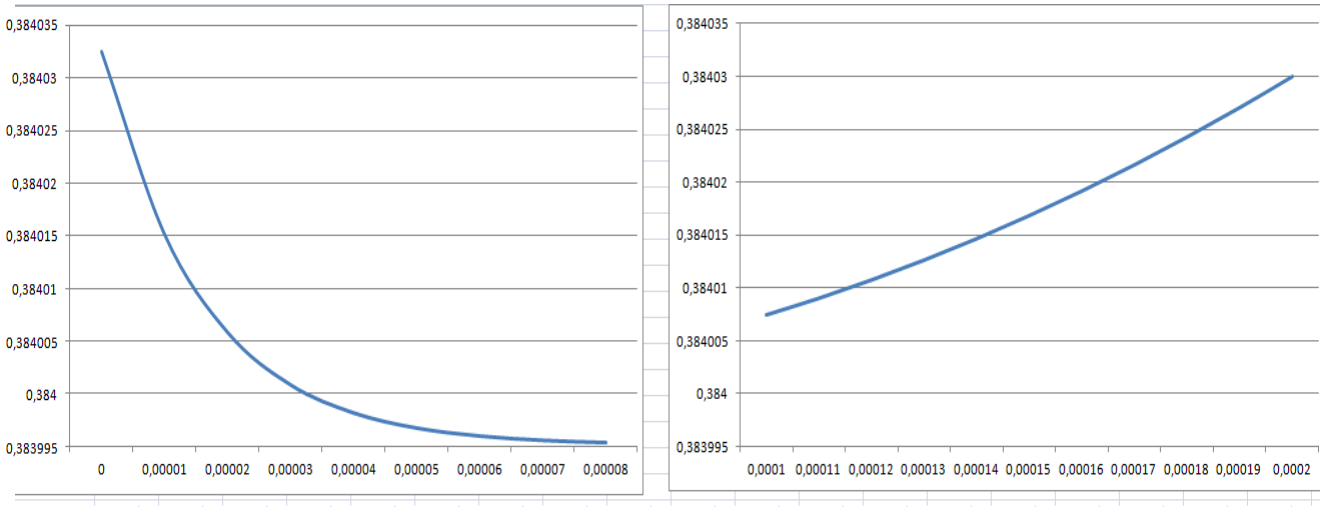


Рисунок 3 – Переходные процессы при математическом расчете

Для проверки схемы в среде моделирования «Multisim» строим разработанную схему (рисунок 4)

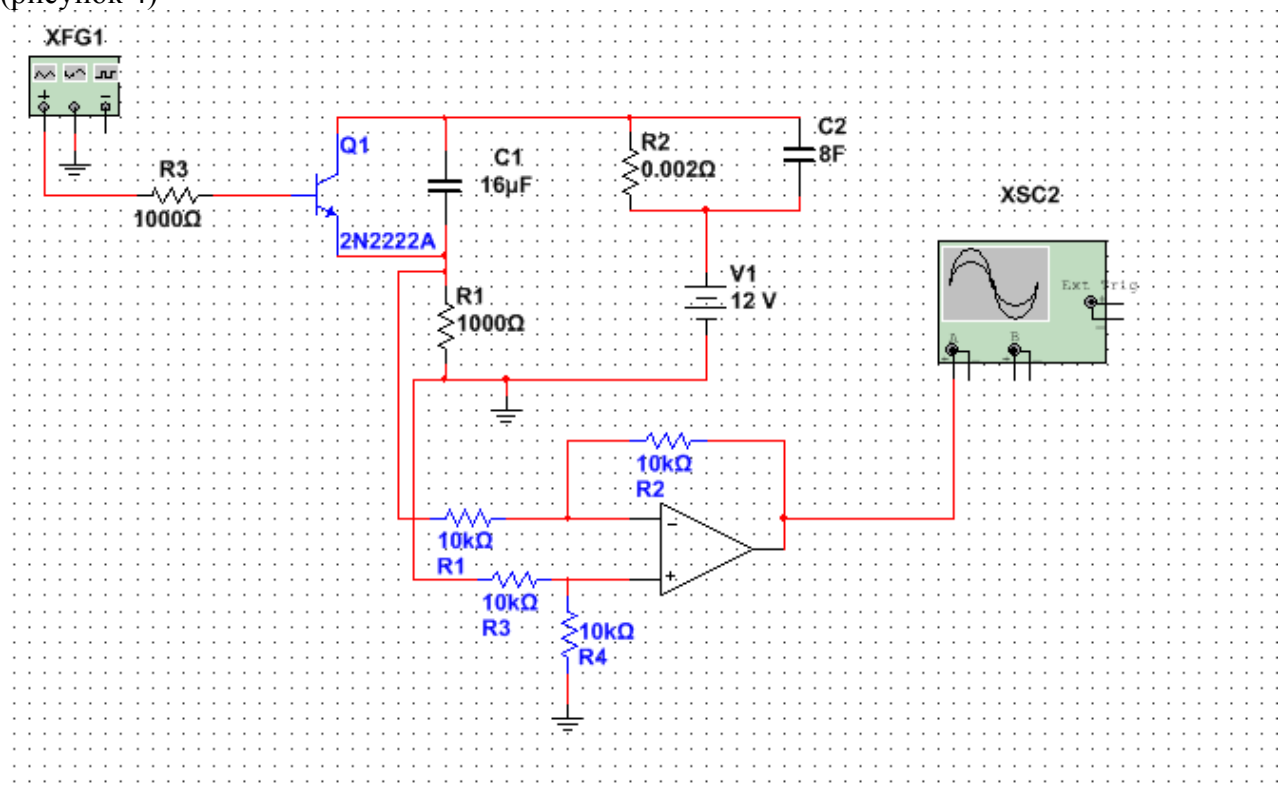


Рисунок 4 – Модель электрической схемы

Выбираем масштаб моделирования аналогичный рассчитанному в Excel. Переходные процессы (рисунок 5) совпадают с рассчитанными, следовательно, делаем вывод, что схема выполнена правильно.

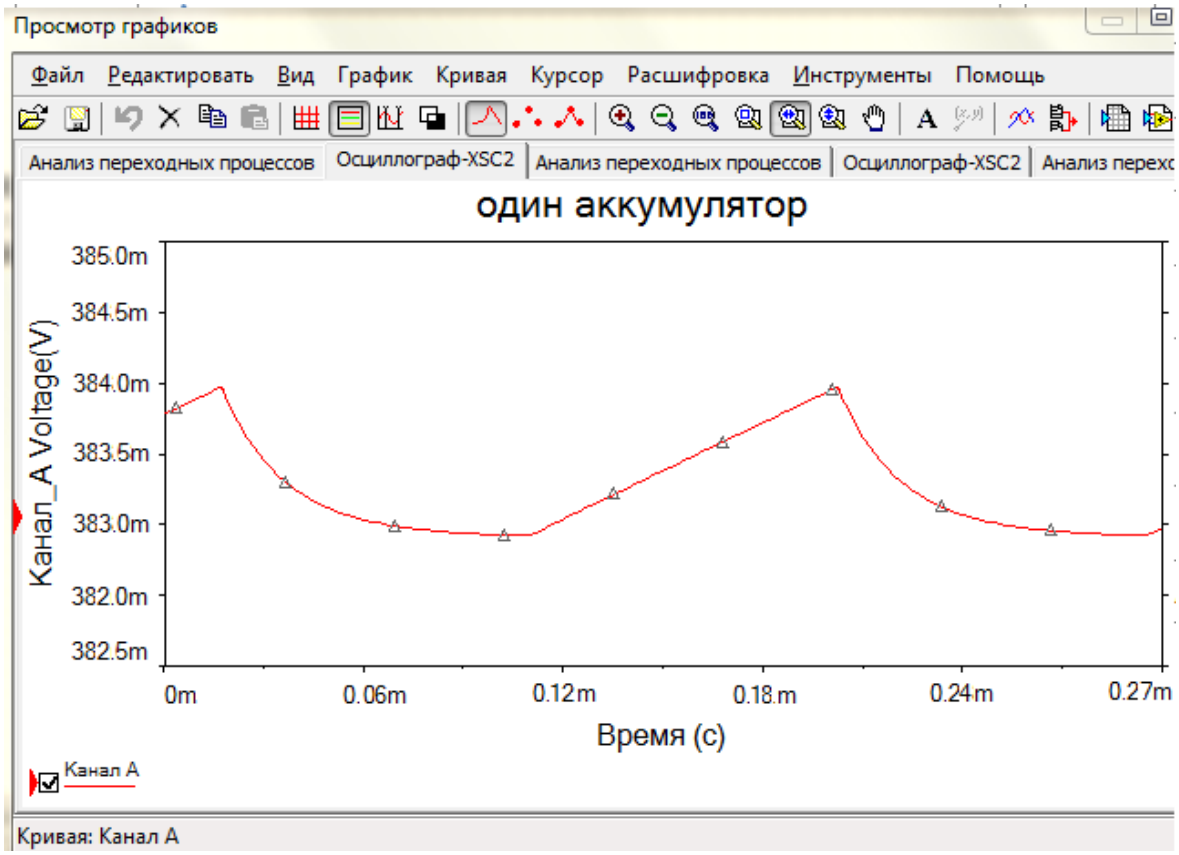


Рисунок 5 – Переходные процессы, полученные в результате моделирования

Далее мы исследовали, как меняются переходные процессы в зависимости от изменения параметров АБ – внутреннего сопротивления R2, емкости C2, напряжения V1.

При изменении напряжения (рисунок 6, 7, 8) изменяется амплитуда сигнала: при увеличении значения напряжения амплитуда росла и наоборот.
V1=6 В

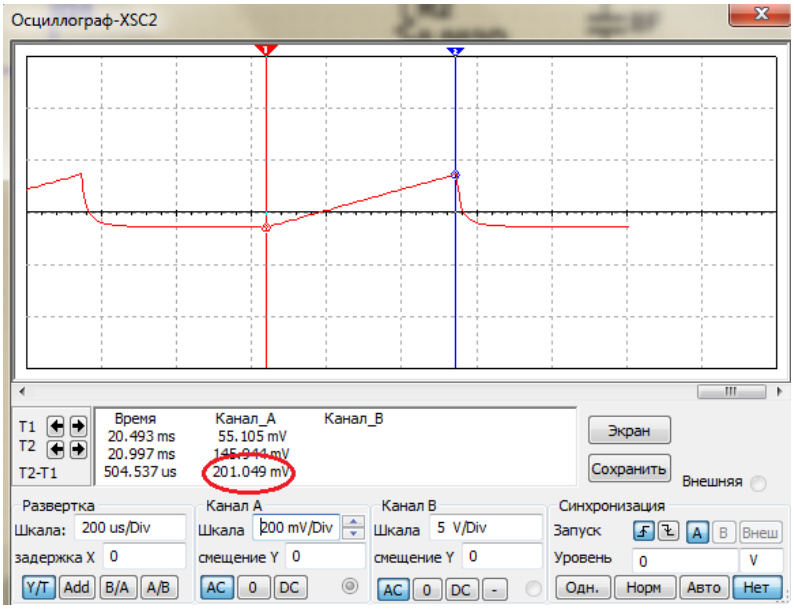


Рисунок 6 – Зависимость напряжения от амплитуды сигнала

V1=12В

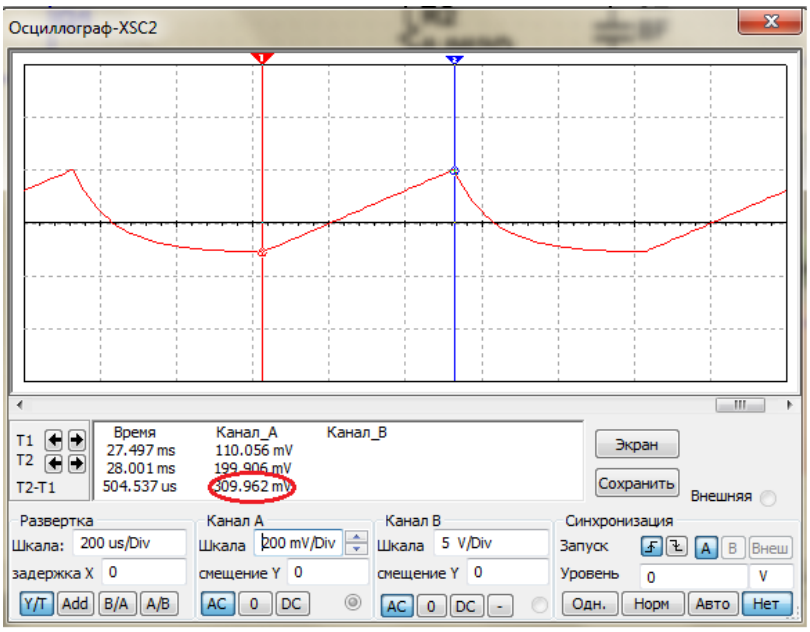


Рисунок 7 – Зависимость напряжения от амплитуды сигнала

V1=18В

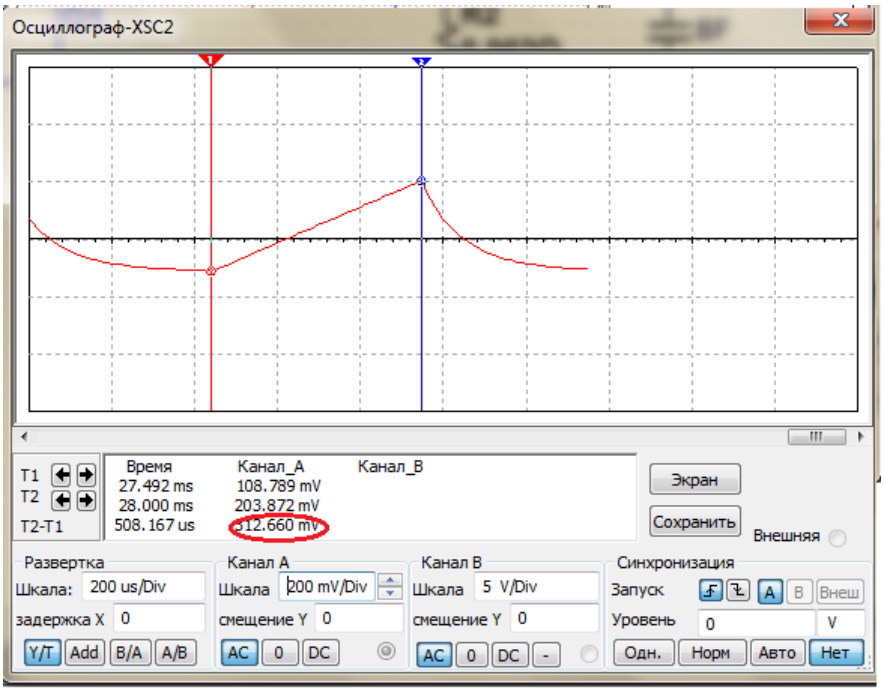


Рисунок 8 – Зависимость напряжения от амплитуды сигнала

При изменении внутреннего сопротивления R2 АБ (рисунок 9,10,11) изменялась длительность заряда АБ: с увеличением внутреннего сопротивления длительность заряда уменьшалась.

R2=0,0002Ом

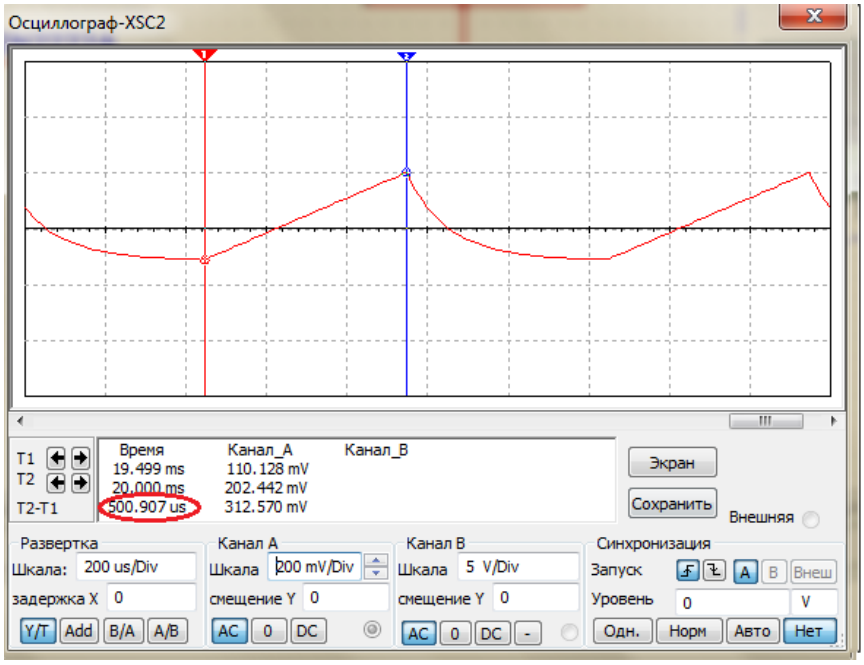


Рисунок 9 – Зависимость внутреннего сопротивления АБ от времени

R2=0,002Ом

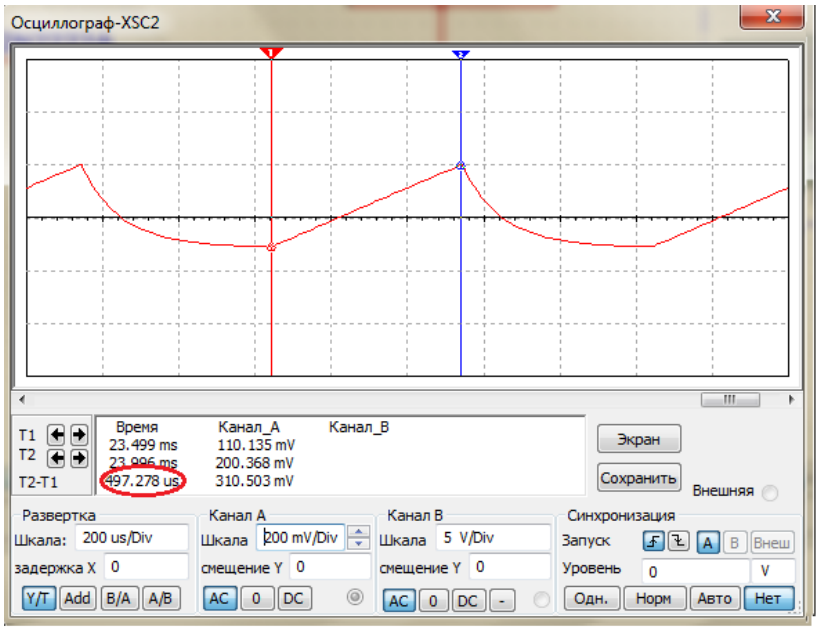


Рисунок 10 - Зависимость внутреннего сопротивления АБ от времени

R2=0,02Ом

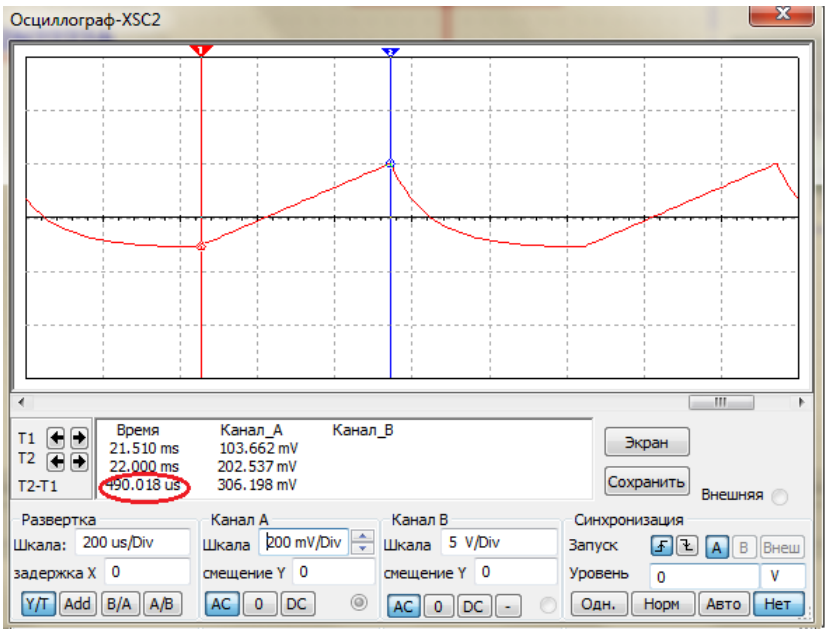


Рисунок 12– Зависимость внутреннего сопротивления АБ от времени

При изменении емкости C2 АБ (рисунок 12,13,14) изменялась длительность разряда АБ: с увеличением емкости длительность разряда уменьшалась.

C2=4Ф

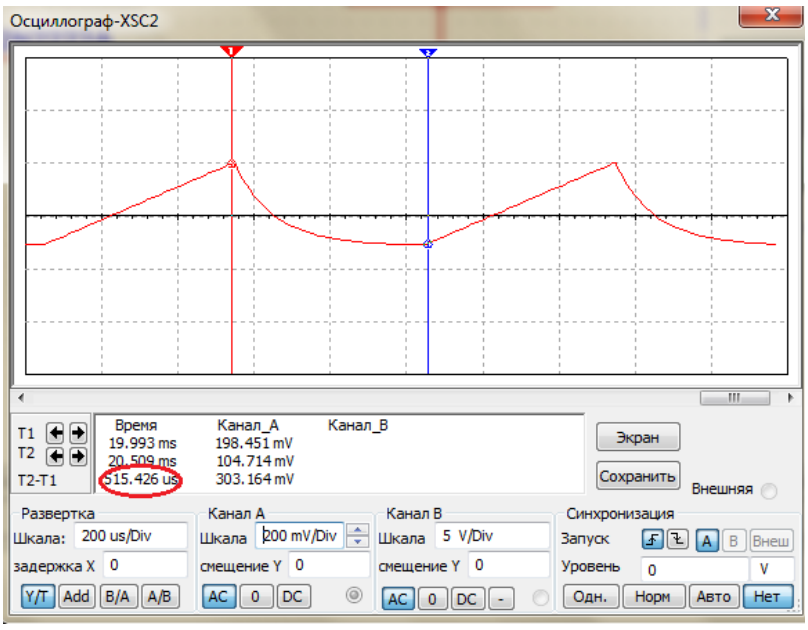


Рисунок 13 – Зависимость емкости АБ от времени

C2=8Ф

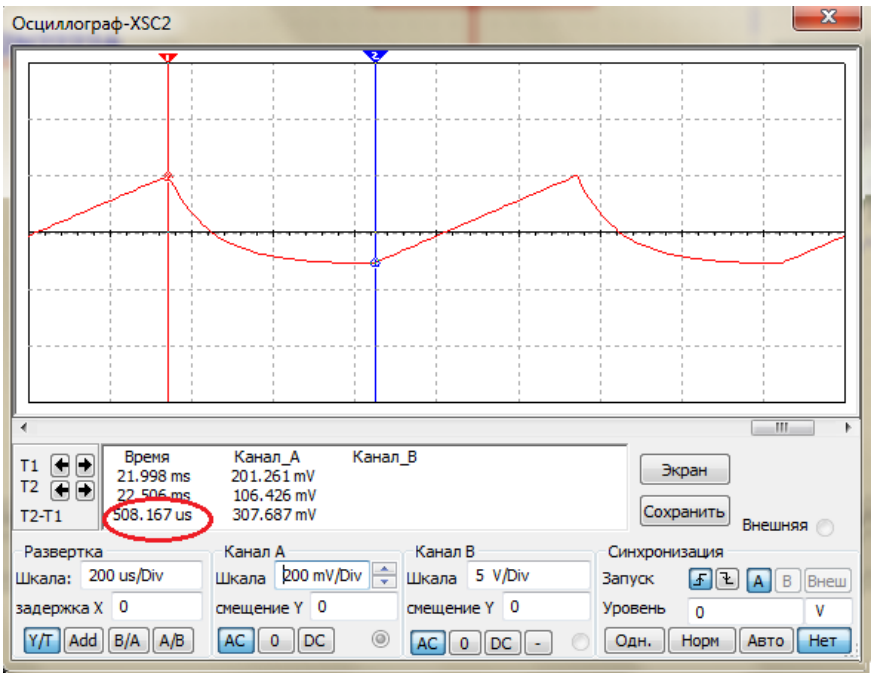


Рисунок 14 – Зависимость емкости АБ от времени

C2=12Ф

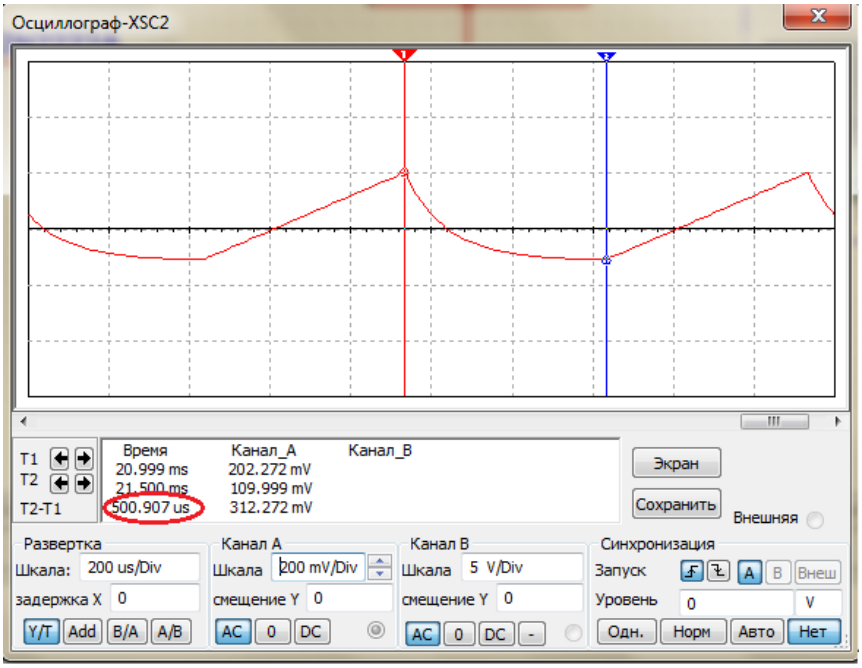
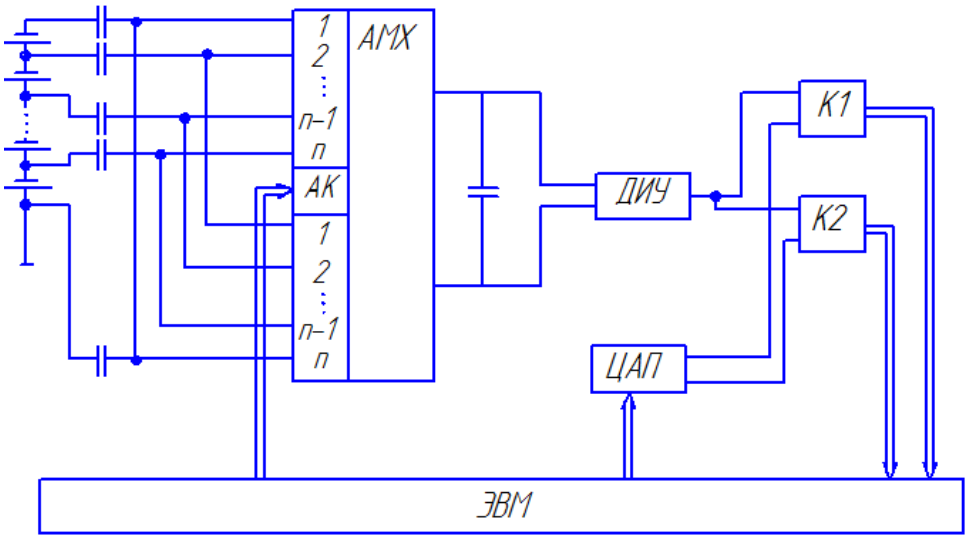


Рисунок 15 – Зависимость емкости АБ от времени

Основываясь на результатах проведенных исследований, для батареи, состоящей из n-аккумуляторов, была разработана структурная схема, которая позволяет включать десятки аккумуляторов, соединенных последовательно. Применение такой схемы целесообразно для диагностики аккумуляторов в составе АБ (рисунок 16).



СКД АБ работает следующим способом: ЭВМ подает сигнал на запуск мультиплексора (АМХ) и ЦАП. Мультиплексор начинает последовательно опрашивать аккумуляторы в составе АБ. ЦАП в это время передает цифровой эквивалент минимального и максимального порогового времени в компараторы 1 и 2 (К1 и К2) равные 0,1с и 0,9с, заложенных в программе ЭВМ. После усиления сигнала с мультиплексора, он поступает на компараторы, в которых полученное значение сравнивается с заданным – К1 установлен на минимальное и К2 на максимальное – соответственно. При достижении сигналом минимального порогового значения К1 запускает в ЭВМ таймер, который отсчитывает длительность переднего фронта переходного процесса заряда АБ и при достижении максимального порогового значения сигнала К2 выключает таймер. При достижении максимального порогового значения переходного процесса для заднего фронта при разряде АБ К2 снова включает таймер, при достижении сигналом минимального порогового значения К1 выключает таймер (рисунок 16).

Полученное время переходного процесса обрабатывается в ЭВМ в соответствии с известной зависимостью $t=f(R_b)$. Если время t1 превышает заданное, то делаем вывод о перезаряженности аккумулятора и сигнализируем его номер. Если t2 ниже заданного – аккумулятор недозаряжен – сигнализируем номер аккумулятора.

Поэтому можно говорить о том, что мы имеем возможность диагностировать аккумуляторы в составе АБ по зависимости t=f(R). То есть, в фиксированные моменты времени, соответствующие участку кривой t=0.1 и t=0.9 будем измерять длительность переходного процесса. Если длительность превышает заданную – будем говорить о перезаряженности АБ, если ниже заданной – о недозаряженности АБ. Для повышения точности измерения длительности фронтов переходных процессов повторяем 100 раз. Определяем математическое описание и дисперсию.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД ДЛЯ ПРОВЕРКИ ПЛАТ АТПС

Цепляев И. И.
Брянский государственный технический университет (БГТУ), факультет «Учебно-научный технологический институт»
Научный руководитель: к.т.н., доц. Хандожко В. А.

Задачей является проектирование автоматизированного стенда для проверки параметров схемы электрической принципиальной плат аппаратов телефонной перегонной связи (АТПС).

Аппаратура перегонной связи применяется для организации перегонной связи (ПГС), предназначенной для переговоров находящихся на перегоне работников различных служб (автоматики, телемеханики и связи, пути, энергетики) с дежурными раздельных пунктов, ограничивающих перегон, поездным энергодиспетчерами, диспетчерами дистанций пути и сигнализации и связи. При отсутствии поездной радиосвязи на участке или при неисправности локомотивной радиостанции ПГС служит для связи остановившегося в пути поезда с дежурным ближайшей станции.

Производство электроники в ООО НПО «Электронтехника» г.Брянск , Брянской области сопровождается контролем качества на всех этапах изготовления, начиная от входного контроля комплектующих и заканчивая приемо-сдаточными испытаниями. Для контроля качества и параметров телефонов и входящих в них блоков, используется стенд контроля плат АТПС.

Структурная схема проверяемой платы АТПС изображена на рисунке 1.

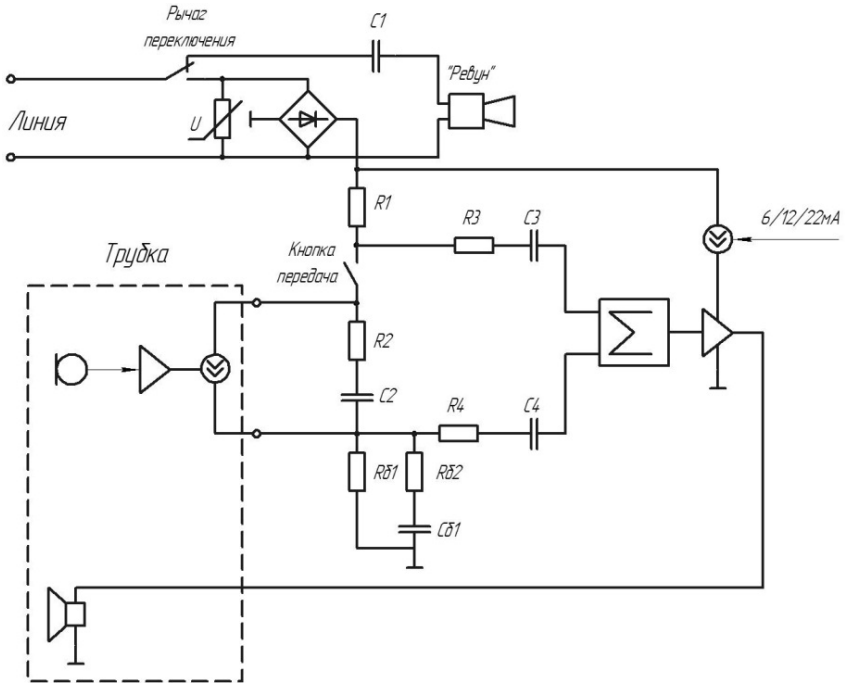


Рисунок 1. Структурная схема платы АТПС

По структуре плата АТПС практически не отличается от стандартного телефонного аппарата. Плата имеет три режима работы по току потребления от линии связи (ток занятия линии) – 6 мА, 12 мА и 22 мА, два уровня передачи, два уровня приема, защиту от перенапряжений в линии связи. Режимы работы по току, уровни приема и передачи

устанавливаются оперативно и позволяют адаптировать телефон для работы с различным станционным оборудованием и к линии связи в точке подключения.

На стенде проверки АТПС в настоящее время проверяются платы на работоспособность и соответствие заданным параметрам тракта приема и передачи, работа балансной схемы в части проникания сигнала тракта передачи в тракт приема. Эти параметры измеряются с помощью внешних приборов: вольтметра, миллиамперметра, осциллографа.
Функциональная схема стенда и внешний вид изображены на рисунках 2 и 3.

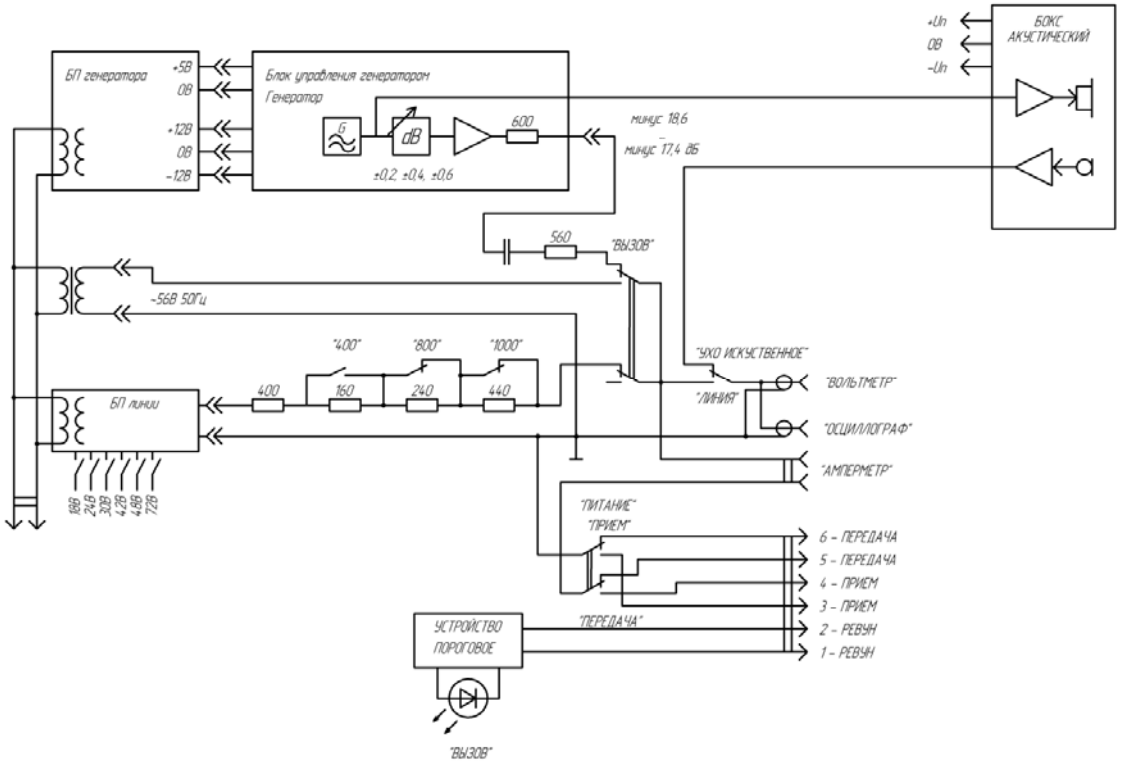


Рисунок 2 - Функциональная схема стенда контроля АТПС.

Базовый стенд для проверки АТПС обеспечивает проверку следующих параметров:

– ток потребления телефона в режимах приема и передачи при различных напряжениях питания линии;

– уровень сигнала на выходе телефона при уровне 96дБ (А) акустического сигнала частотой 1000Гц на микрофоне при 2-х и 4-х проводном включении;

– вносимое затухание тракта приема по напряжению на частоте 1000 Гц;

– коэффициент нелинейных искажений трактов приема и передачи с использованием внешнего измерителя нелинейных искажений;

Стенд обеспечивает следующие постоянные напряжения питания линии с максимальным током 100 мА:18В, 24В, 30В, 42В, 48В, переменного тока частотой 50 Гц.

Стенд обеспечивает имитацию сопротивления линии со следующими значениями:

– 560 Ом – номинальное сопротивление, при котором выполняются все проверки;

– 400 Ом – минимальное сопротивление линии для АТПС при напряжении питания линии 24В;

– 800 Ом – максимальное сопротивление линии для АТПС при напряжении питания линии 24В и минимальное сопротивление линии для АТПС при напряжении питания линии 54…72В;

– 1000 Ом – максимальное сопротивление линии для АТПС при напряжении питания линии 54…72В;

Стенд содержит:

– генератор синусоидального сигнала уровнем минус 18 дБ с возможностью плавной регулировки выходного уровня ±2дБ с выходными частотами 300 Гц, 1000 Гц, 3400 Гц и коэффициентом гармоник менее 2%;

Измерения производятся с использованием стандартных измерительных приборов.

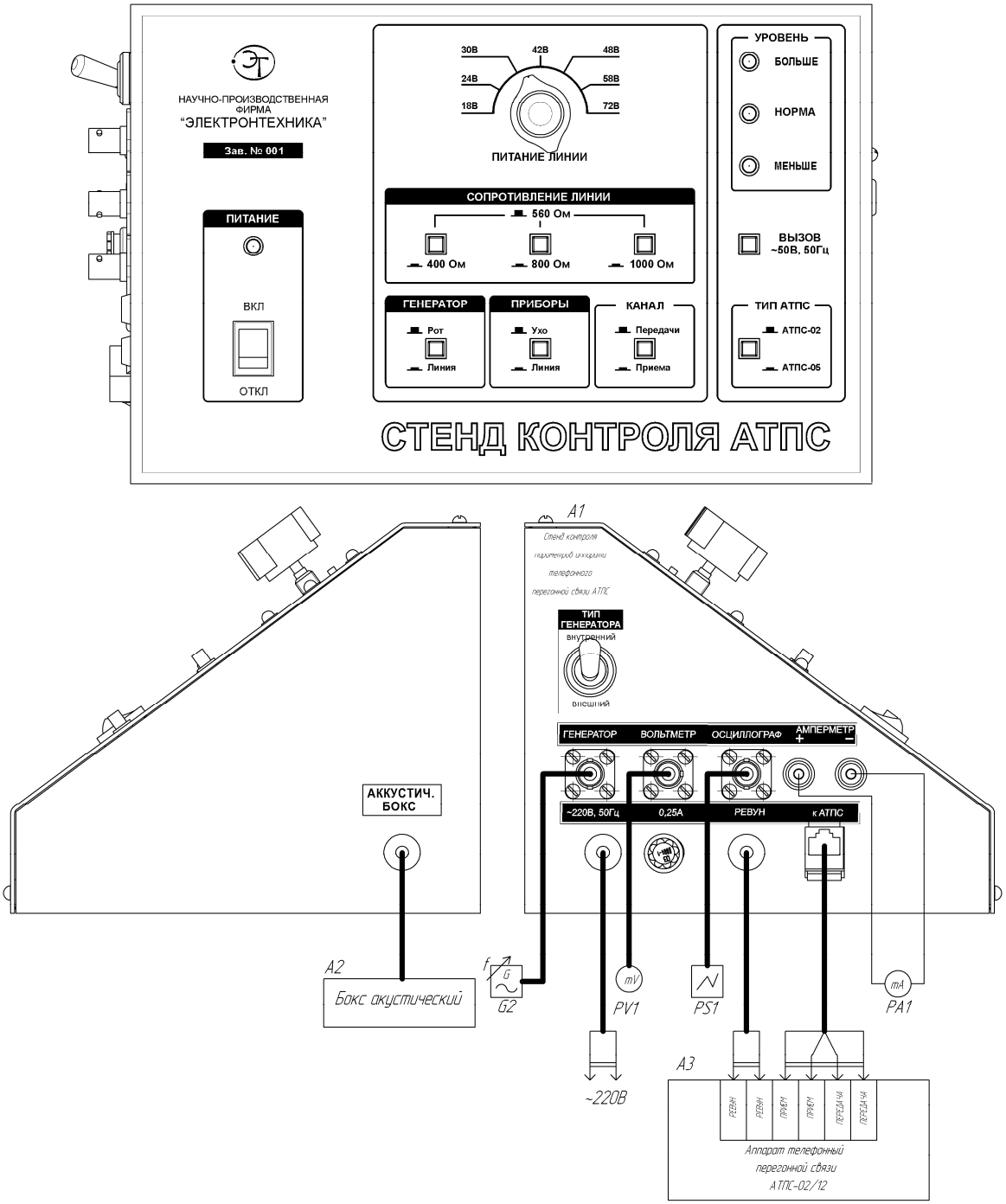


Рисунок 3 - Внешний вид существующего стенда для проверки параметров аппарата телефонного перегонной связи АТПС.

Этот стенд, выпущенный в 2006 году, обеспечивает проверку основных параметров в полном объеме приемо-сдаточных испытаний (ПСИ) всех имеющихся на текущий момент

исполнений АТПС. Все измерения в процессе ПСИ выполняются с применением стандартной контрольно-измерительной аппаратуры (КИА).

Последняя модификация платы АТПС позволяет выпускать универсальные телефоны с оперативно изменяемым током занятия линии и усилением трактов приема и передачи, что позволяет совместить в одном телефоне три, четыре исполнения ранее выпускавшихся АТПС. Модернизированный телефон АТПС-02М заменяет ранее выпускавшиеся телефоны АТПС-02, АТПС-02/12, АТПС-02/22 и АТПС-02 «ПРОГРЕСС».

Универсальность телефона приводит к возрастанию объема проверок и соответственно трудоемкости. Проверка универсальной платы АТПС и телефона на имеющемся стенде приведет к увеличению трудоемкости. Требуется изготовить новый автоматизированный стенд или провести модернизацию существующего стенда, которая позволила бы сохранить или снизить трудоемкость на прежнем уровне, а также повысить качество проверок и исключить человеческий фактор за счет автоматизации процесса проверки.

Переключение режимов измерений на существующем стенде производится с использованием механических кнопок и галетных переключателей. Имеющийся стенд не имеет устройства управления - микроконтроллера, что не позволяет провести модернизацию имеющегося стенда для организации автоматизированной проверки плат АТПС.

Среднее время проверки одной платы в ручном режиме на имеющемся стенде составляет около 20-30 минут. Годовой объем выпуска телефонов около 2000-2500 штук, что составляет 180-190 штук в месяц. При разработке и внедрении автоматизированного стенда предполагаемое суммарное время проверки сократится до 5 минут. Что позволит сэкономить до 80-ти часов рабочего времени в месяц.

Проектируемый стенд позволит дополнительно реализовать следующие функции: автоматический учет количества проверяемых плат, времени, записи информации о виде брака и прочих необходимых данных для ведения статистического учета качественных и количественных показателей.

Будущий стенд спроектирован в виде двух элементов: стенд и устройство подстыковки.

В качестве основы для способа проверки платы была выбрана технология внутрисхемного тестирования (In-Circuit Testing, ICT), которая широко и с успехом применяется при производстве электроники для тестирования исправности монтажа цифровых и аналоговых печатных плат.

Доступ ко внутренним цепям печатных плат основан на контактном способе (рисунок 4) и осуществляется при помощи контактных иголок, прижимаемых подстыковочным устройством к поверхности платы с одной или обеих ее сторон в зависимости от плотности размещения компонентов и расположения контактных площадок.

Игольчатые адаптеры обеспечивают согласование фиксированного местоположения тестовых иголок собственно тестера ICT с местоположением контактных площадок на поверхности тестируемой платы.

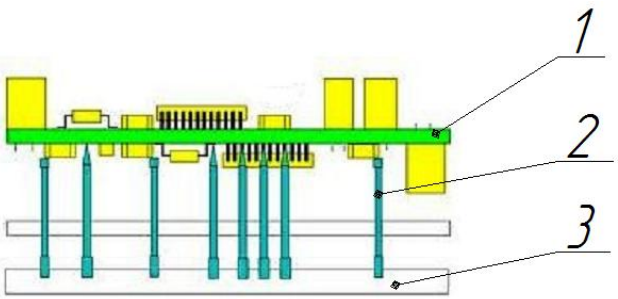


Рисунок 4 - Общий вид и принцип контактного способа. 1.-Проверяемая плата, 2.-Контактный штырь. 3.- Контактная площадка.

На начальном этапе для проверки электрических параметров на печатную плату были нанесены контактные площадки обеспечивающие доступ к проверяемым электрическим цепям (рисунок 5 и 6).

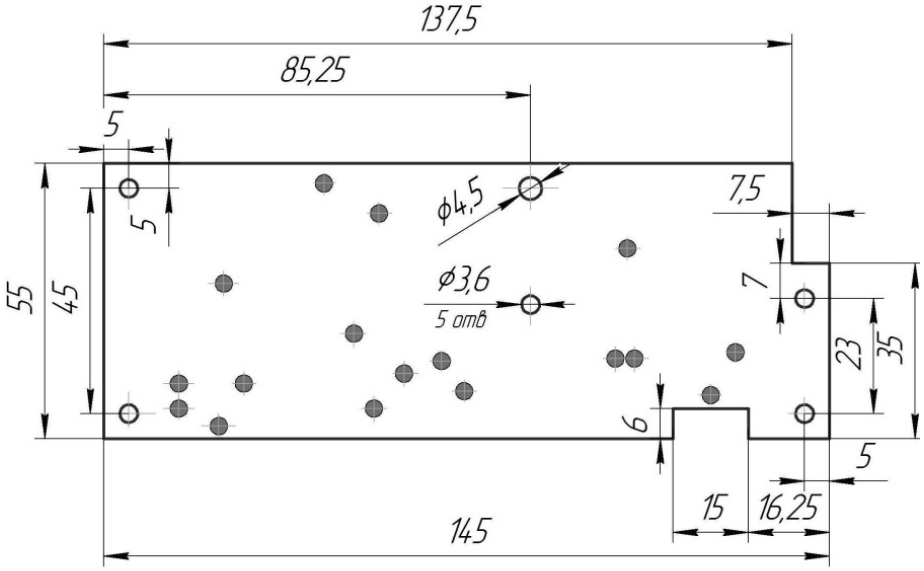


Рисунок 5 - Эскиз расположения контактных площадок на печатной плате АТПС.

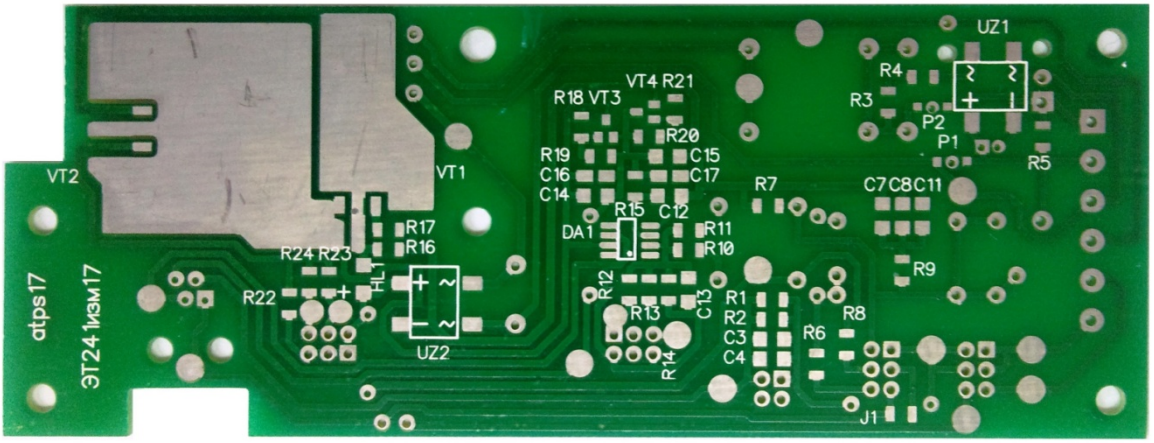


Рисунок 6 - Готовая печатная плата с контактными площадками.

Было разработано устройство подстыковки (Рисунок 5) с контактными позолоченными иголками и механизмом для быстрой фиксации и извлечения проверяемой платы. При серийном типе производства оптимальным способом подстыковки будет применение

индивидуального подстыковочного устройства предназначенного для фиксации и проверки одной платы за один раз.

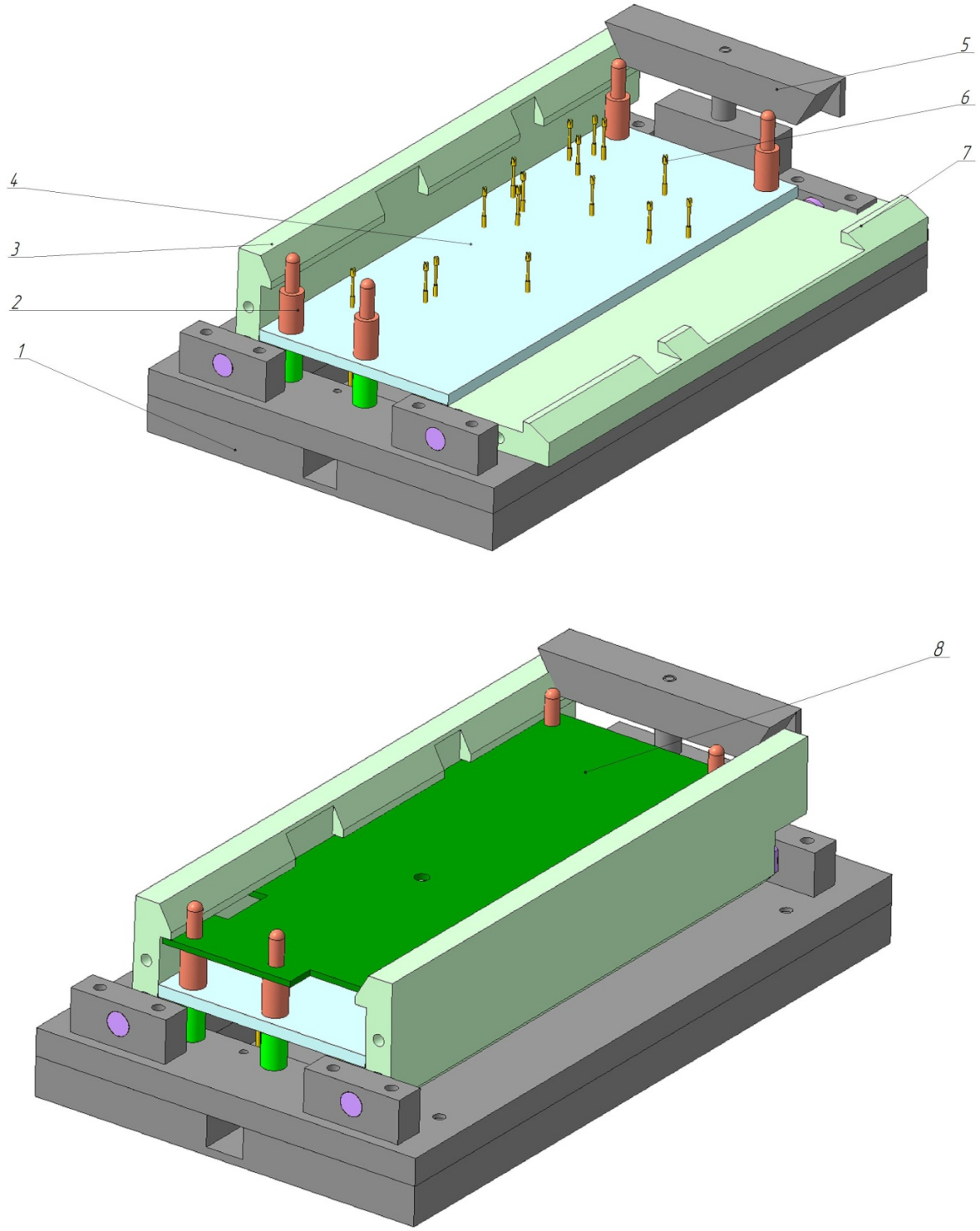


Рисунок 7 – внешний вид устройства подстыковки. Без зафиксированной платы и с зафиксированной платой. 1-Основание. 2- Направляющая. 3-Левый зажим. 4-Игольчатое основание. 5- Разжим. 6-Контактная иголка. 7- Правый зажим. 8-проверяемая палата АТПС.

Одно из преимуществ проектируемого автоматизированного стенда это автоматический контроль проверяемых параметров, которые можно будет достичь с помощью применения следующих средств:

- измерение токов потребления телефонов и уровней сигналов трактов приема и передачи будет производиться с использованием АЦП и отображением результатов на графическом дисплее;
- управление режимами измерения будет производиться микроконтроллером;
- хранение методов испытаний и справочных материалов в энергонезависимой памяти;
- использование графического LCD дисплея для отображения измеряемых результатов, настройки параметров, выбора режимов и функций, информации о браке платы, подсказок возможных способов исправления брака;
- использование для оценки коэффициента гармоник преобразование Фурье (Fast Fourier Transformation, FFT);
- использование интерфейсов Ethernet и RS-485 для передачи результатов измерения и проверок в центральную базу данных и к ПЭВМ с установленной программой системы SCADA;
- быстрый способ подстыковки проверяемой платы АТПС к стенду через устройство подстыковочное, в котором будут использоваться подпружиненные золотые контакты.
- использование принтера штрих кодов для контроля движения изделия в производственном процессе.

Кодируемая в штрих коде информация: наименование предприятия, дата и год производства изделия и проверки, ФИО наладчика, заводской номер.

На рисунке 8 изображена функциональная схема автоматизированного стенда.

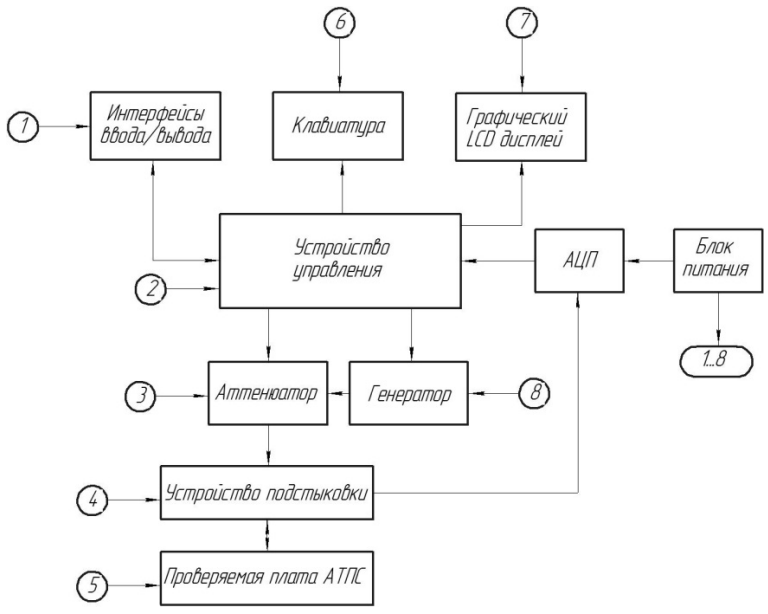


Рисунок 8 - Функциональная схема проектируемого стенда.

Устройство управления выполнено на базе микроконтроллера, который управляет различными вспомогательными блоками в стенде.

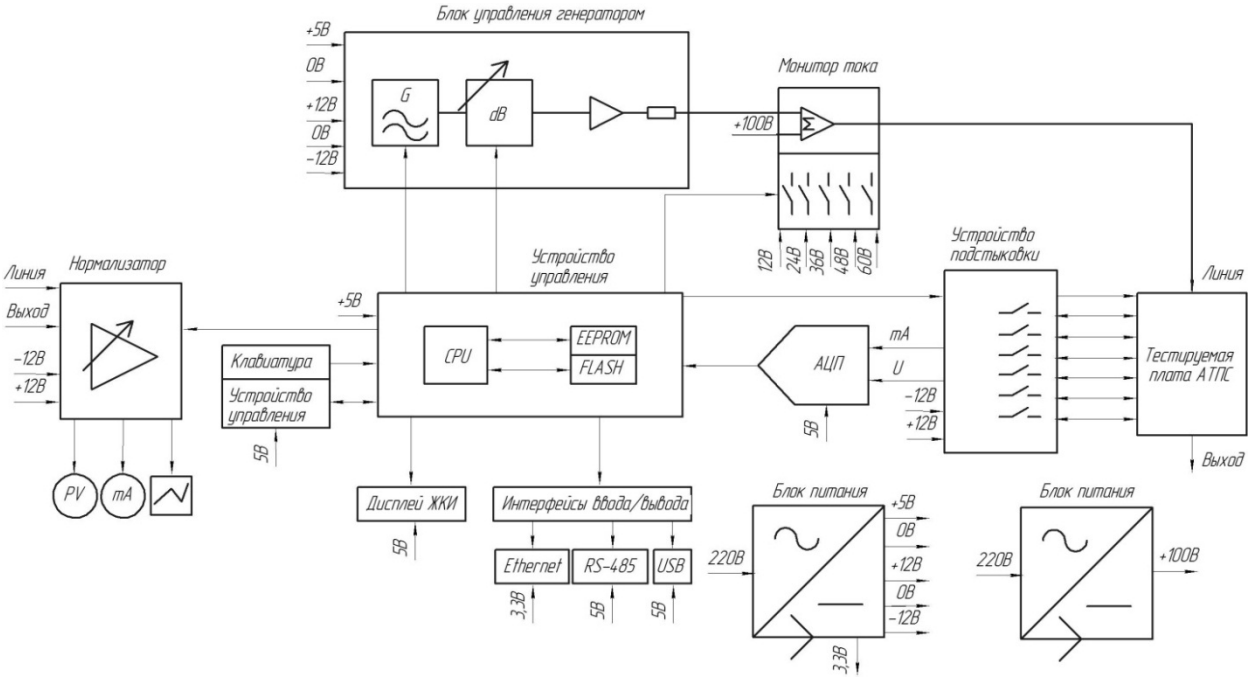


Рисунок 9. Структурная схема автоматизированного стенда

В изображенной структурной схеме на рисунке 9 нормализатор необходим для приведения измеряемого сигнала с линии и выхода тестируемой платы к одинаковой величине. В блоке управления генератором находится сам генератор частоты и децибелметр (аттенюатор) необходимый для приведения уровня генератора до необходимого уровня, в зависимости от режима измерения. Монитор тока производит суммирование постоянного напряжения питания и переменного сигнала. Устройство подстыковки содержит блок переключения различных комбинаций контактных иголок. Блок АЦП производит все необходимые измерения. Устройство управления состоит из управляющего микроконтроллера ATXmega128, необходимого для управления блоками устройств.

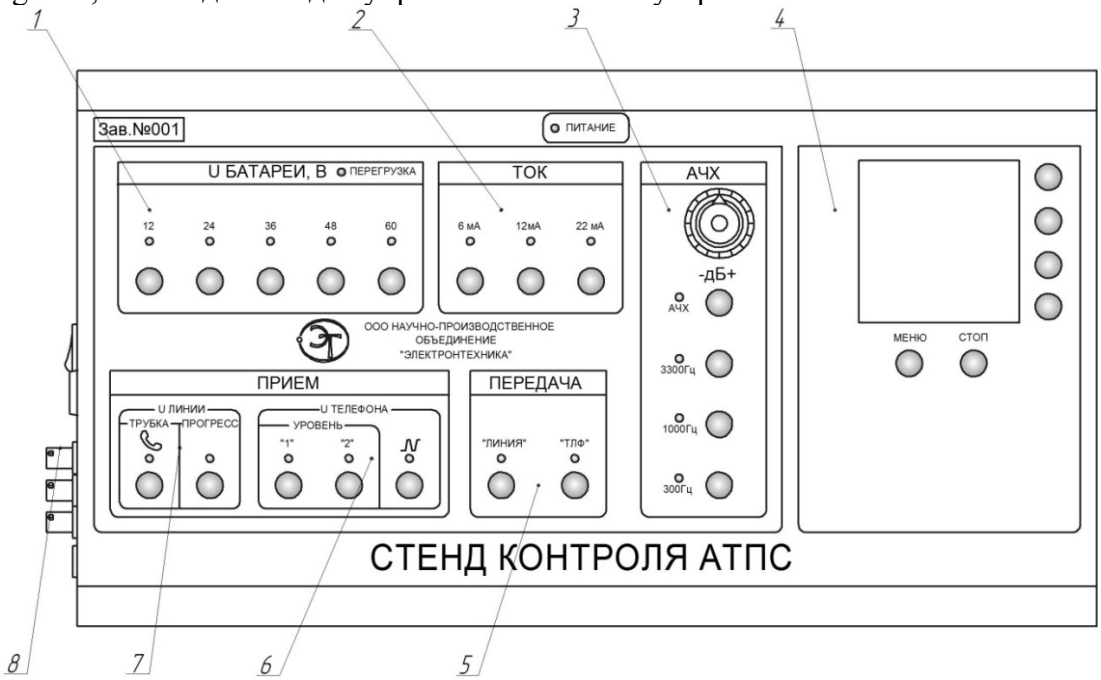


Рисунок 10 - Внешний вид лицевой панели стенда.

На лицевой панели стенда (рисунок 10) находятся основные группы кнопок с индикацией, которые необходимы для проверки платы в ручном режиме: 1- установки пяти значений постоянного напряжения питания проверяемой платы; 2 - выбор тока потребления (тока занятия линии проверяемой платы); 3- установки уровня частоты генератора; 4 - взаимодействия с экраном; 5- подключение измерительных приборов тракта измерения к тракту передачи или к тракту приема аппарата; 6 -изменение усиления тракта приема, 7 - имитация положения трубки; 8 – группа разъемов для подключения измерительных приборов необходимых для проведения контрольных измерений или калибровки.

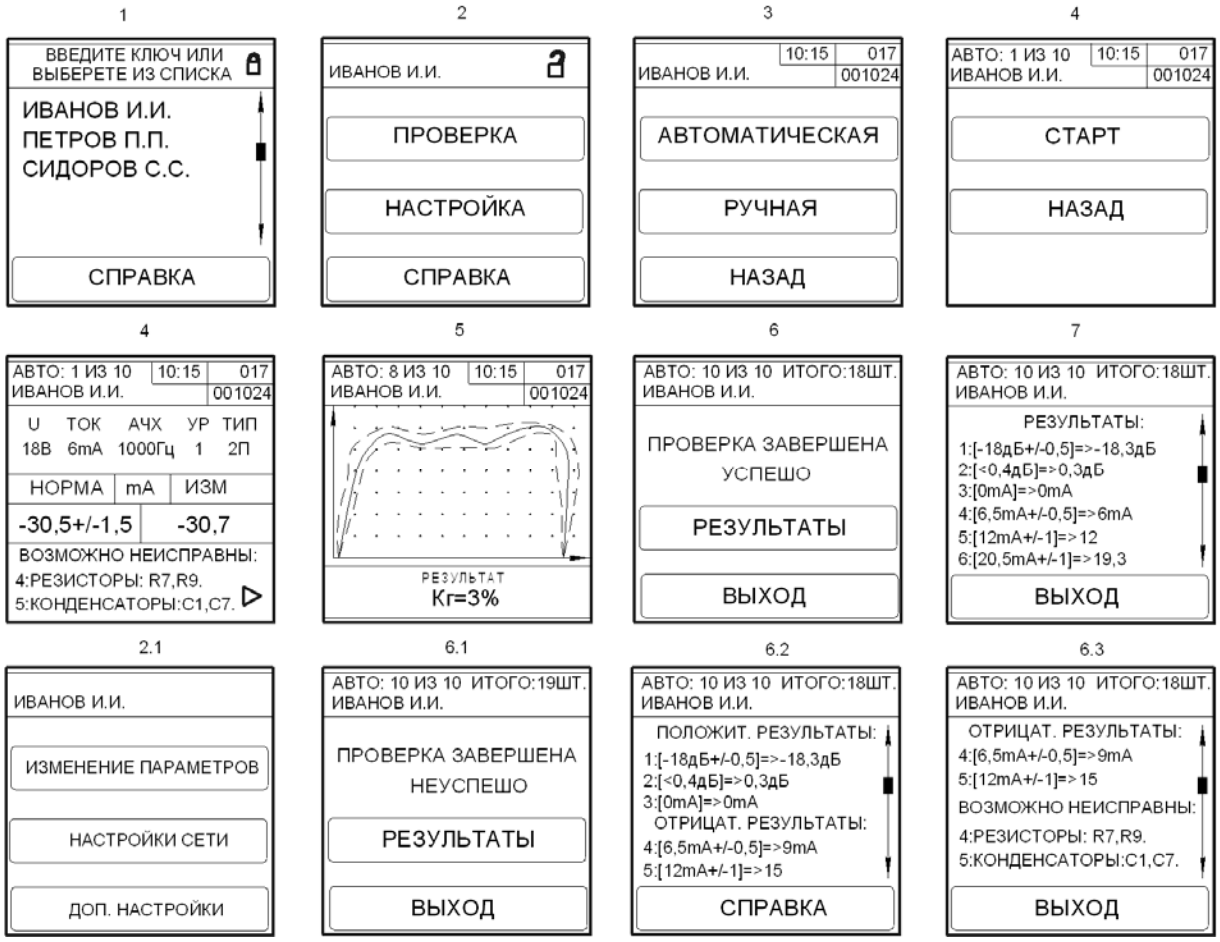


Рисунок 11 – интерфейс оператора стенда.

На рисунке 11 изображен интерфейс графического дисплея оператора, расположенного на стенде. Идентификация и быстрый доступ наладчика к стенду осуществляется с помощью ключей Dallas. Так же на дисплее отображаются меню выбора режима проверки платы, справочные материалы, окна проверяемых параметров, окно с подсказками о возможных способах устранения неисправностей. Проверка платы по параметрам осуществляется за 10 этапов, информация по которым выводится на дисплей.

После обнаружения неисправности, наладчиком производится ремонт платы. Далее плата снова вставляется в подстыковочное устройство и проверяется. Если после ремонта тест пройден успешно, диагностируемая неисправность платы заносится наладчиком в память через меню дополнительных настроек. Занесение в память осуществляется с помощью выбора номера этапа, на котором была выявлена неисправность, далее выбор из списков: типового брака (перепутан номинал, некачественный монтаж компонента, бракованный компонент и тд.) и списка всех элементов и их номиналов. Эта база данных типовых

неисправностей поможет сократить время на наладку и ремонт, с помощью подсказок в интерфейсе оператора при последующих проверках.

СЕКЦИЯ «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ»

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ВОЛНОВОДНОГО ТРАКТА СВЧ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНО АДАПТИРОВАННЫХ САПР

Цыганков Д. Э.
Ульяновский государственный технический университет (УлГТУ)
Радиотехнический факультет
Научный руководитель: к.т.н., профессор Похилько А. Ф.

Функционально адаптированные системы автоматизированного проектирования (ФА САПР) – это системы проектирования технического объекта (или целого класса технических объектов), набор функциональности которых позволяет проектирование такого объекта, не требуя выхода за рамки имеющейся функциональности, при этом обеспечивая модифицируемость (адаптивность) решения в данных рамках.

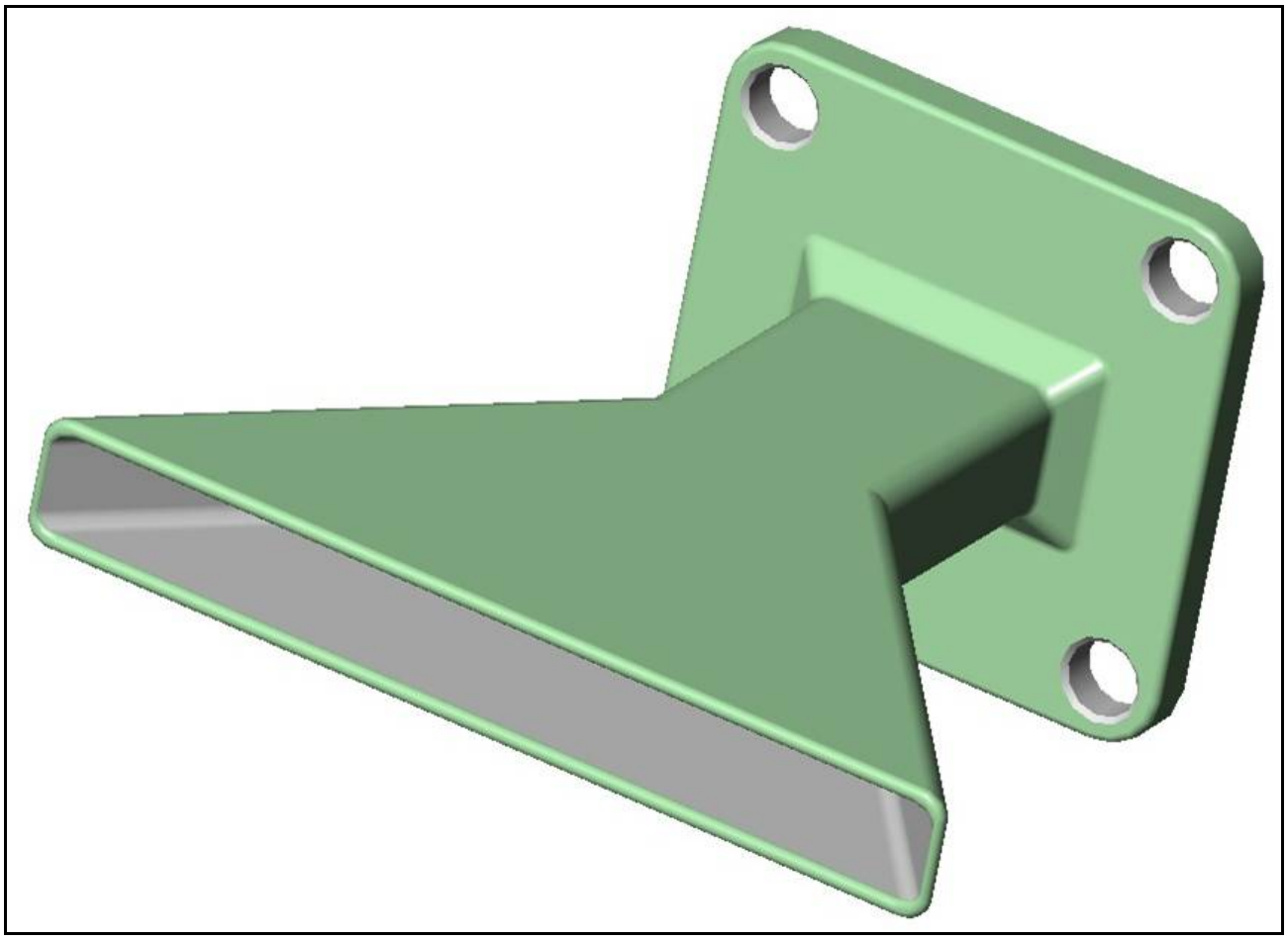


Рис.1. Рупор волноводный Е-секториальный.

Волноводный Е-секториальный рупор, например, является техническим объектом, для построения информационного образа которого требуется определенный набор функциональности. При его построении используются следующие операции: построение прямоугольника, построение окружности, вытягивание эскиза, построение тела по сечениям, вытягивание выреза, скругление и построение фаски. Таким образом, данная функциональность является одновременно необходимой и достаточной для построения трехмерной модели данного технического объекта. Идентичная функциональность требуется и для построения информационных образов волноводных Н-секториального и

пирамидального рупоров. Три этих элементов объединяются в группу под названием «Рупоры волноводные».

Формирование ФА САПР класса технических объектов сводится к целостному анализу процесса проектирования объектов этого класса, при этом, в различных объектах, составляющих класс, могут быть, как схожие, так и различные операции. Данная особенность является основной сложностью построения таких ФА САПР.

Анализ процесса построения информационного образа заключается в выделении групп технических объектов (они могут состоять и из одного объекта), которые требуют равного функционала для корректного построения информационного образа. При этом выделенный функционал будет относиться только к группе объектов, а не ко всему классу. Пример дробления класса «Элементы волноводного тракта СВЧ» на группы объектов представлен в таблице 1.

Таблица 1. Разделение класса технических объектов на группы и объекты.

<table>
<tr><td>Класс</td><td colspan="4">Элементы волноводного тракта СВЧ</td></tr>
<tr><td>Группа</td><td>Волноводные Т-тройники</td><td>Рупоры волноводные</td><td>Волноводные изгибы</td><td>Отрезки волновода</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Объекты</td><td>Т-тройник в плоскости Е</td><td>Е-секториальный рупор</td><td rowspan="2">Изгиб в Е-плоскости</td><td rowspan="3">Отрезок волновода</td></tr>
<tr><td>Т-тройник в плоскости Н</td><td>Н-секториальный рупор</td></tr>
<tr><td>Двойной Т-мост</td><td>Пирамидальный рупор</td><td>Изгиб в Н-плоскости</td></tr>
</table>

Анализ технических объектов (или их групп) сводится, прежде всего, к выявлению ключевых параметров выбранного объекта. В данном случае, ключевыми параметрами называется ряд параметров, совокупность которых позволяет однозначно определить информационный образ технического объекта. При этом каждый ключевой параметр несет в себе определенный физический смысл, что заметно облегчает проектирование. Геометрический образ может однозначно определяться лишь полной совокупностью ключевых параметров, так как ключевые параметры имеют определенную связь между собой: они могут дополнять, исключать или быть следствием друг друга.

Набор функциональности некоторых групп объектов может в точности совпадать, как, например, у групп «Волноводные Т-тройники» и «Отрезки волновода», однако, они не объединяются, так как имеют различного рода ключевые параметры.

Следовательно, дробление класса на группы объектов обусловлено не только набором требуемой функциональности, но и актуальностью ключевых параметров. Таким образом, группа объектов имеет определенный физический смысл, под которым и объединяются составляющие его объекты.

На рис.2. представлен чертеж объекта «Рупор Е-секториальный», отображающий ключевые параметры данного технического объекта.

После определения всей совокупности ключевых параметров технического объекта ставится вопрос о типе принимаемых значений этих параметров. Дело в том, что один ряд параметров может принимать лишь табличные значения, в то время как другой ряд параметров может принимать любые (при определенных условиях) значения. Так как значения всех ключевых

параметров вводятся пользователем, то для корректного построения информационного образа, на них будут наложены различного рода условия.

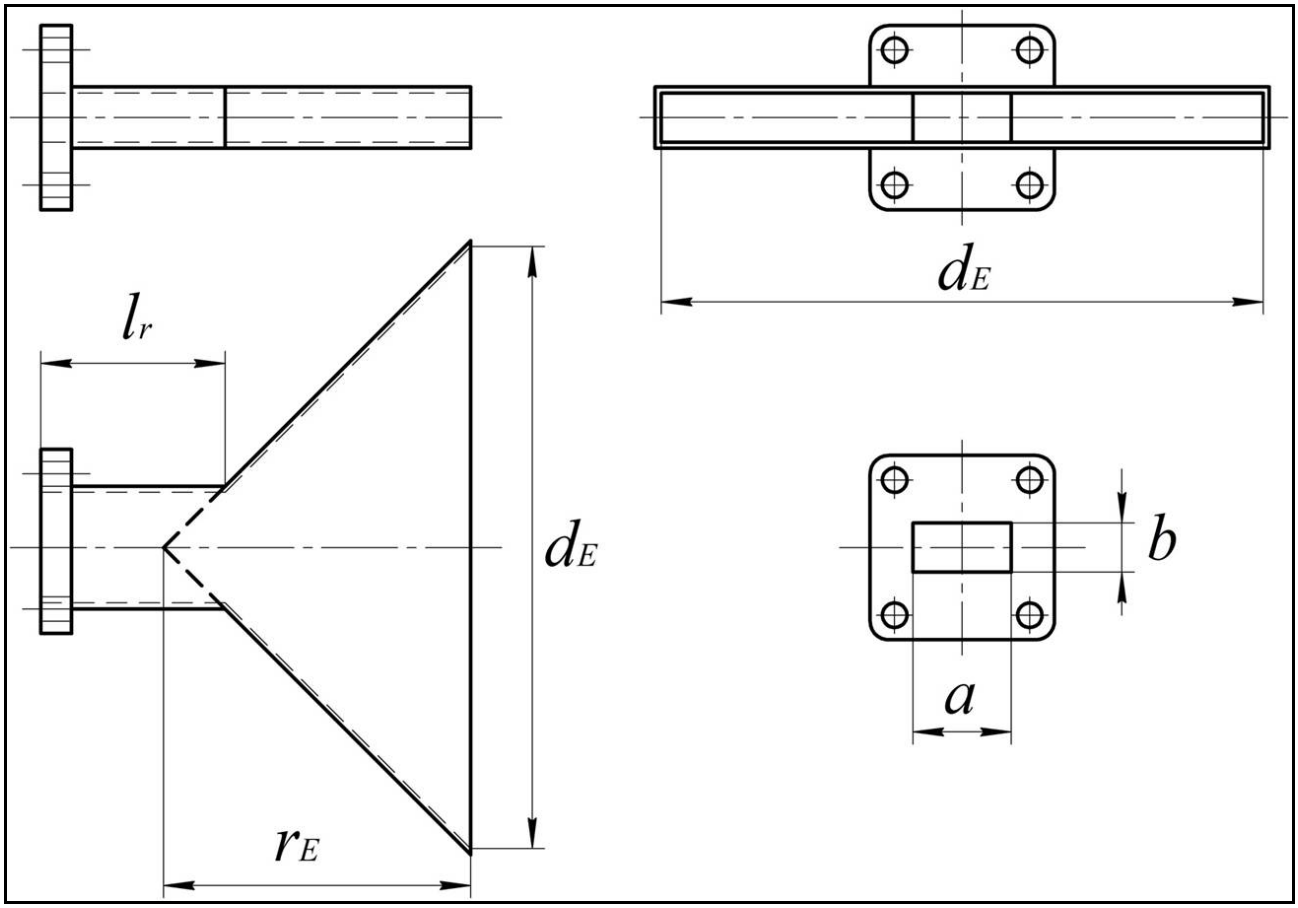


Рис.2. Ключевые параметры объекта «Рупор Е-секториальный».

Одно из условий, накладываемое на значение ключевых параметров – соответствие табличным значениям и иным стандартам, применимым к данному техническому объекту. Данное условие применимо к таким параметрам элементов волноводного тракта СВЧ, как высота и ширина сечения волновода, тип отверстий связи (параметры направленного ответвителя), тип щели (параметр волноводно-щелевой антенны) и др.

Объекты, входящие в состав волноводного тракта СВЧ описываются значениями дискретного ряда из ГОСТ 20900-75 и ГОСТ 13317-89.

Для объекта «Рупор Е-секториальный» нормализованными ключевыми параметрами являются ширина и высота сечения волновода. Параметрами, вводимыми пользователем, являются: длина участка волновода, длина рупора в Е-плоскости и ширина раскрыва рупора в Е-плоскости. Данные параметры и тип их ввода представлены в таблице 2.

Таблица 2. Ключевые параметры объекта «Рупор Е-секториальный».

Параметр	Обозначение	Тип ввода
Ширина сечение волновода	a	Выбор нормализованных значений параметра
Высота сечения волновода	b	
Длина участка волновода	l_r	Интерактивный ввод данных для параметров
Длина рупора в плоскости Е	d_E	
Ширина раскрыва рупора в плоскости Е	r_E	

Выбор нормализованных значений осуществляется из предварительно заданных, а ввод свободных значений – путем интерактивного ввода данных, при существующих ограничениях (при наличии ограничений). Ограничения, накладываемые на параметры, вводимые интерактивно, определяются стандартами, которые относятся к данному техническому объекту и могут быть следующих типов: минимальное, максимальное или недопустимое значения.

Следующим шагом при анализе технического объекта является получение его формальной модели, на основании ряда ключевых параметров, описывающих технический объект. Формальная модель представляет собой поочередное выполнение проектных процедур. Посредством проектных процедур выбираются (или вводятся) значения ключевых параметров, на основании которых, заключительная проектная процедура обеспечивает построение трехмерного информационного образ технического объекта.

Для Е-секториального рупора, формальная модель принимает следующий вид:

$$ПрП^{E}_{Руп.} = \{(пн_1, пп_1), (пн_2, пп_2), (пн_3, пп_3), (пн_4, пп_4), (пн_5, пп_5)\}$$

В данной формуле:
$ПрП^{E}_{Руп.}$ – множество проектных процедур, необходимых для построения информационного образа Е-секториального рупора;
$пн_i$ – порядковый номер i-той проектной процедуры ($i = 1, 2, 3, 4, 5$);
$пп_1$ – проектная процедура выбора нормализованных значения пары параметров a и b;
$пп_2$ – проектная процедура интерактивного ввода значения параметра l_r;
$пп_3$ – проектная процедура интерактивного ввода значения параметра d_E;
$пп_4$ – проектная процедура интерактивного ввода значения параметра r_E;
$пп_5$ – проектная процедура построения трехмерного информационного образа данного технического объекта (Е-секториального рупора).

Формальная модель представляет собой основания для последующей программной реализации ФА САПР класса технических объектов. Проектная процедура построения трехмерного информационного образа – это последовательность проектных операций, являющимися функциями от значения ключевых параметров и представляющие из себя ранее выделенный набор функциональности, требуемый для данного технического объекта.

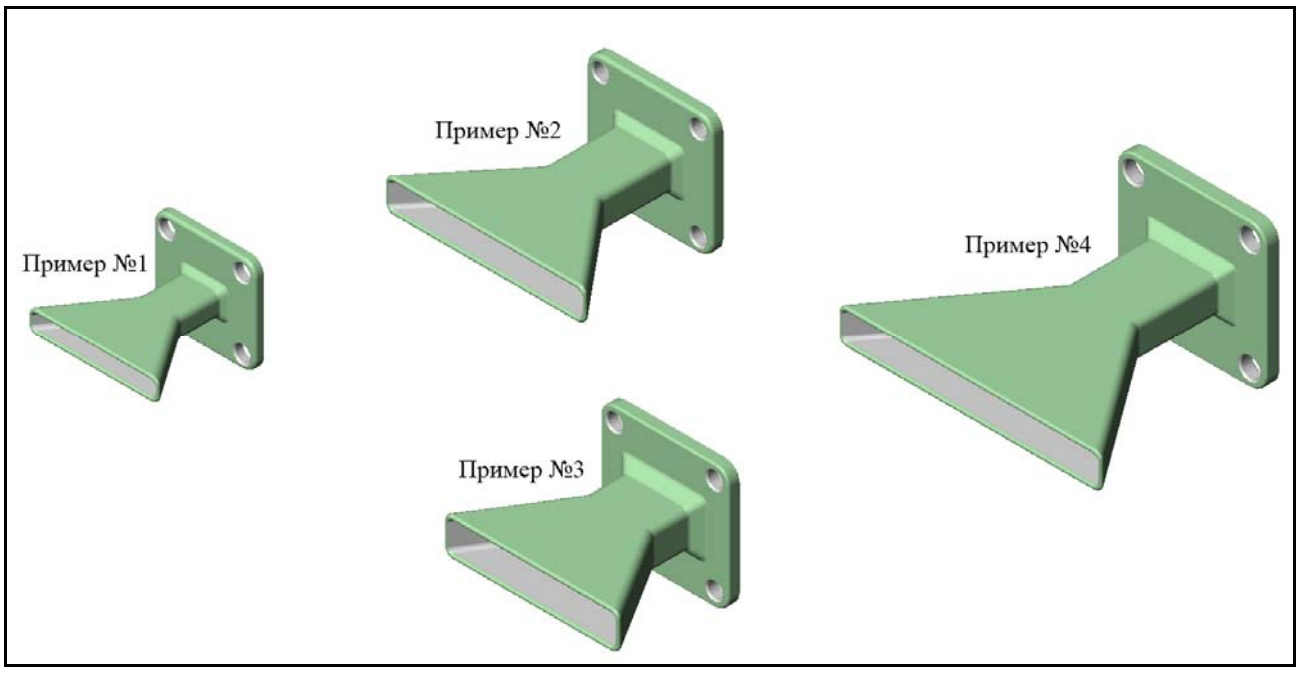


Рис.3. Результаты работы сформированной ФА САПР.

На рис.3. представлены результирующие трехмерные модели объекта «Рупор Е-секториальный» при различных входных данных. Значения ключевых параметров, являющиеся входными данными для построения информационного образа этих примеров, представлены в таблице 3.

Таблица 3. Значения ключевых параметров примеров функционирования ФА САПР

	a × b (мм)	l_r (мм)	d_E (мм)	r_E (мм)
Пример №1	7,2 × 3,4	15	26	21
Пример №2	11 × 5,5	21	46	27
Пример №4	13 × 6,5	9	37	45
Пример №4	16 × 8	19	58	40

Формирование ФА САПР класса технических объектов начинается с анализа этих объектов. Следствием анализа является выявленные ключевые параметры и определение типа их ввода. Затем, по данным параметрам строится формальная модель технического объекта, На основании которой, программно реализуется ФА САПР. Результаты работы сформированной ФА САПР класса технических объектов, на примере построения информационных образов волноводного Е-секториального рупора, представлены на рис.3.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕКАНАТА НА ОСНОВЕ РЕЛЯЦИОННОГО ПОДХОДА.

Урманова Д.И.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Технологический институт, факультет «Автоматизации»
Научный руководитель: д.т.н., проф. Колтунов И.И.

С наступлением века информационных технологий, объёмы хранимой и обрабатываемой информации растут в геометрической прогрессии. Эта тенденция коснулась всех отраслей производства, науки и сферы обслуживания. Единственным выходом из сложившейся ситуации является автоматизация предметной области. Автоматизация предметной области может осуществляться различными способами, различными программными средствами, универсальными или созданными специально для данной конкретной предметной области. Автоматизация позволяет упростить и ускорить работу с документами и отчётами, свести к минимуму количество ошибок, освободить персонал для другой, полезной работы.

Целью данного проекта является разработка базы данных для работы деканата ВУЗа. Для достижения поставленной цели нужно решить следующие задачи:

– обследовать данную предметную область;

– выполнить концептуальное проектирование базы данных;

– выполнить инфологическое проектирование базы данных;

– выполнить даталогическое проектирование базы данных;

– разработать запросы к базе данных;

Данный программный продукт создаётся для систематизации работы деканата ВУЗа, упрощения составления расписания для учебных групп и преподавателей, учета нагрузки преподавателей, учет приказов, выписки справок и т.д.

Основными функциями разрабатываемого программного продукта являются:
- просмотр, добавление и редактирование информации о студентов;
- введение архива студентов;
- просмотр, добавление и редактирование информации о сотрудниках кафедры;
- просмотр, добавление и редактирование информации о студентах-дипломниках;
- учёт нагрузки преподавателей;
- составление расписания занятий на семестр по группам;
- составление учебного плана для каждого курса;
- введение успеваемости студентов;
- назначение стипендии;
- выписки справок;
- оформление и учет приказов.

Список входных документов:
- информация о студентов;
- информация об учебных группах;
- информация об учебных предметах;
- информация о преподавателях;

- информация о расписании занятий;
- информация о специальностях;
- информация о кафедрах;

Список выходных документов:
- отчет, содержащий расписание занятий на семестр по группам;
- справки для студента: в военкомат, в СОБЕС, в Пенсионный Фонд и т.д.
- личная карточка студента;
-список групп;
-экзаменационная/зачетная ведомость;
-бланки приказов;
-сводка успеваемости.
- отчет, содержащий учебный план для каждого курса по семестрам;

Проектирование концептуальной модели.

Выделим базовые сущности данной предметной области:
- сущность «студенты» содержит информацию о студентах;
- сущность «специальности» содержит список специальностей для каждой кафедры;
- сущность «преподаватели» содержит список преподавателей на кафедре;
- сущность «кафедры» содержит список кафедр, входящих в данный деканат;
- сущность «дисциплины» содержит список дисциплин для определенной специальности;
-сущность «ведомость» содержит информацию о ведомостях;
- сущность «приказ» содержит информацию о приказах;
Далее выделяем основные атрибуты для каждой сущности.

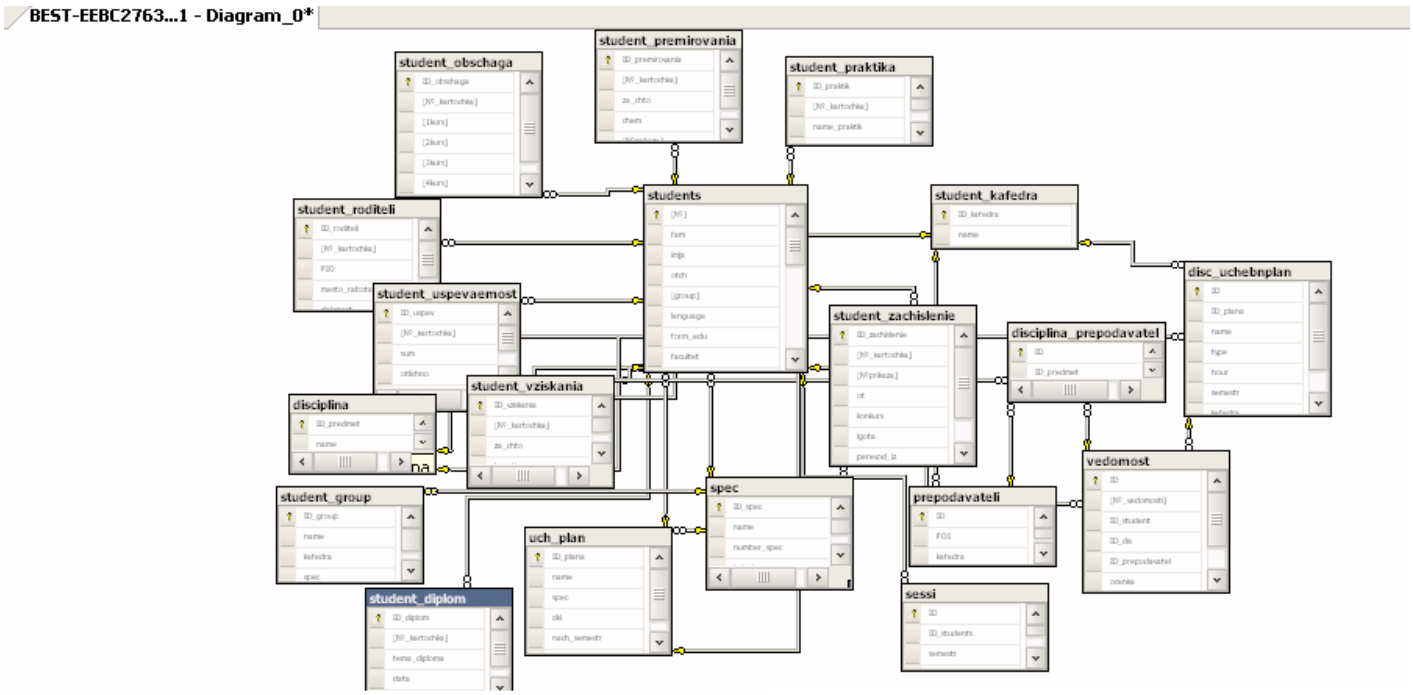
Проектирование инфологической модели.

Основным подходом к созданию инфологической модели предметной области является использование метода «сущность – связь». Этот метод позволяет построить неформальную модель предметной области, которая будет использоваться на этапе логического проектирования.

В основе метода «сущность – связь» лежат понятия сущности, атрибута и связи, являющиеся конструктивными элементами для представления предметной области. Для построения инфологической модели необходимо определить перечень сущностей.

Проектирование даталогической модели.

В результате разработки БД «Деканта» даталогическая модель выглядит таким образом:



В результате выполнения проекта была создана база данных для сотрудников деканата. База данных позволяет оперативно вносить и получать информацию, необходимую для организации проведения работ деканата. Сама база данных разработана на SQL Server 2008, интерфейс для работников разработан на Microsoft Access.

Основным достоинством созданной базы является простота и удобство использования. Данное программное обеспечение сможет работать не только на современной технике, но и на маломощных компьютерах с установленным приложением Microsoft Access. Гибкость и понятность интерфейса делает работу с данным программным обеспечением более эффективным и удобным.

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ «МОБИЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ МАШИНОСТРОЕНИЯ - SmartУМ» ДЛЯ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ANDROID

Поткин О. А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Технологический институт, факультет автоматизации
Научный руководитель: ассистент кафедры ИС и ДТ, Кецарис А.А.

ИДЕЯ

Мобильные приложения удовлетворяют самый широкий спектр пользовательских нужд и призваны решать задачи как развлекательного (игры, проигрыватели и редакторы мультимедиа), так и делового характера (справочники, бизнес-приложения). Полезные информативные приложения способны обратить внимание пользователей на конкретный бренд и представляют собой мощнейший инструмент для развития бизнеса.

В условиях повсеместного доступа студентов Университета машиностроения и абитуриентов к мобильным устройствам, возникла интересная идея: разработать концепцию мобильного приложения вуза, реализовать определенную часть функционала в первой рабочей версии приложения и обеспечить доступ к данному приложению для всех потенциальных пользователей.

ПРОЕКТ

Проект и описание бизнес-функций приложения SmartУМ представлены в виде UML диаграммы прецедентов на рисунке 1.

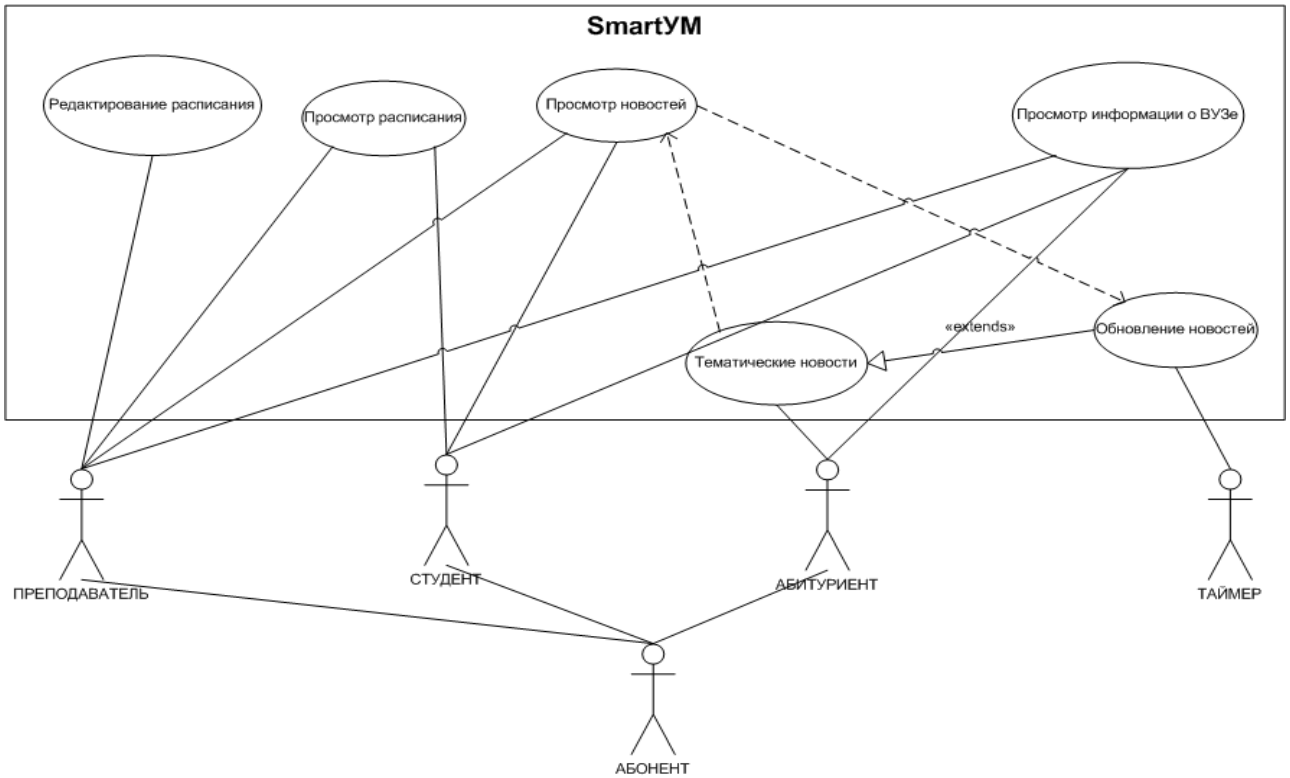


Рисунок 1. Диаграмма прецедентов.

Таблица 1. Описание ролей.

Роль	Описание
Абонент	Любой пользователь приложения, не прошедший авторизацию*
*Введение системы профилей будет возможно после реализации сервиса «Личный кабинет» на сайте Университета машиностроения.	
Таймер	Процедуры, выполняемые по времени.
Студент	Студент Университета машиностроения
Преподаватель	Преподаватель Университета машиностроения
Абитуриент	Абитуриент, подавший документы в вуз и получивший доступ к личному кабинету абитуриента.

Таблица 2. Описание основных бизнес-функций.

Название	Роли	Описание
Обновление новостей	Таймер	Обновление новостей производится по таймеру (например, раз в 2 часа – при условии постоянного подключения к сети Internet)
Просмотр новостей	Абонент Абитуриент Студент Преподаватель	Просмотр новостей, опубликованных на сайте вуза. Возможен поиск по дате или ключевым словам.
Тематические новости	Абитуриент	Фильтрация новостей только для абитуриентов (из общей новостной базы)
Просмотр информации о ВУЗе	Абонент Абитуриент Студент Преподаватель	Просмотр блока с различной полезной информацией о вузе (структурные подразделения, специальности, контактные данные и прочее)
Просмотр расписания	Студент Преподаватель	Просмотр расписания занятий/экзаменов: название дисциплины, время, аудитория, преподаватель.
Редактирование расписания	Преподаватель	Внесение коррекций в свое расписание (например, изменение номера аудитории, перенос занятия). После внесения изменений база расписания обновляется.

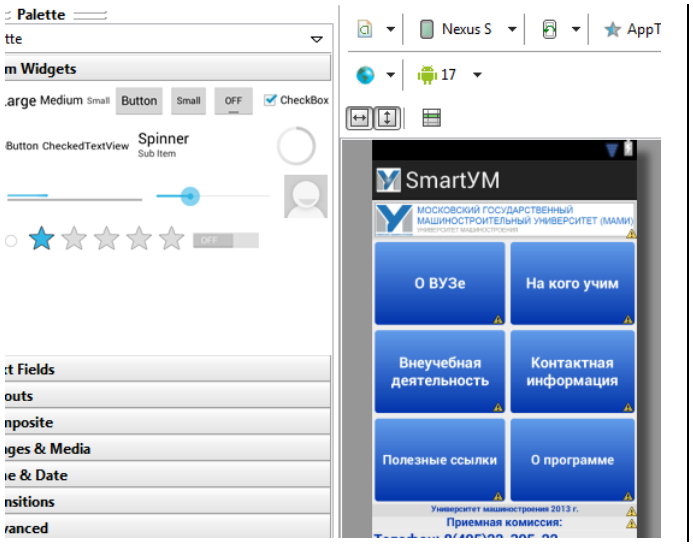
Возможности для расширения функционала:
1. Поиск по преподавателям и научным сотрудникам (например, в какой аудитории читает лекцию профессор Петров в среду в 14.00).
2. Загрузка учебных материалов и указаний к лабораторным работам в электронном виде.
3. Навигация по территории вуза (встроенные карты с указанием аудиторий).

В рамках первой рабочей версии приложения SmartУМ реализуются функции, которые доступны для всех пользователей (Абонентов). Оптимальным решением является компактное представление информации, находящейся на сайте университета: общая информация о вузе, список специальностей и направлений подготовки с кратким описанием, информация о структуре вуза, контактная информация и полезные ссылки на сторонние ресурсы.

РЕШЕНИЕ

Приложение разрабатывается для операционной системы Android (версия 2.2 и выше).
Среда программирования: Eclipse 4.2.1 + Android-плагин.
Языки программирования: JAVA – бизнес-логика; XML, HTML+CSS – интерфейс.

Интерфейс android-приложений основан на языке разметки XML (eXtensible Markup Language). Android-плагин для Eclipse включает в себя специальный редактор для создания разметки двумя способами. Редактор имеет две вкладки: одна позволяет увидеть, как будут отображаться элементы управления (визуальный редактор), а вторая – создавать XML-разметку вручную. Создавая пользовательский интерфейс в XML-файле, можно отделить представление приложения от программного кода и изменять пользовательский интерфейс в файле разметки без необходимости изменения бизнес-логики приложения.




```
<TableRow>
    <Button
        android:id="@+id/btn1"
        android:layout_margin="3dip"
        android:layout_width="fill_parent"
        android:layout_height="100dip"
        android:textColor="#ffffff"
        android:textSize="18dip"
        android:text="О ВУЗе" />

    <Button
        android:id="@+id/btn2"
        android:layout_margin="3dip"
        android:layout_width="fill_parent"
        android:layout_height="100dip"
        android:textColor="#ffffff"
        android:textSize="18dip"
        android:text="На кого учим" />
</TableRow>
```

Рисунок 2. Визуальный редактор пользовательского интерфейса и XML-разметка

Каждый файл разметки должен содержать только один корневой элемент компоновки, который должен быть объектом View («Вид»). Внутри корневого элемента можно добавлять дополнительные объекты разметки или виджеты как дочерние элементы, чтобы постепенно формировать иерархию элементов, которую определяет создаваемая разметка.

Рассмотрим структуру интерфейса на примере приложения SmartУМ.

TableLayout (табличная разметка) - позиционирует свои дочерние элементы в строки и столбцы. TableLayout не отображает линии обрамления для их строк, столбцов или ячеек. TableLayout может иметь строки с разным количеством ячеек. При формировании разметки таблицы некоторые ячейки при необходимости можно оставлять пустыми. При создании разметки для строк используются объекты TableRow, которые являются дочерними классами TableLayout (каждый TableRow определяет единственную строку в таблице). Строка может не иметь ячеек или иметь одну и более ячеек, которые являются контейнерами для других объектов. В ячейку допускается вкладывать другой TableLayout или LinearLayout.

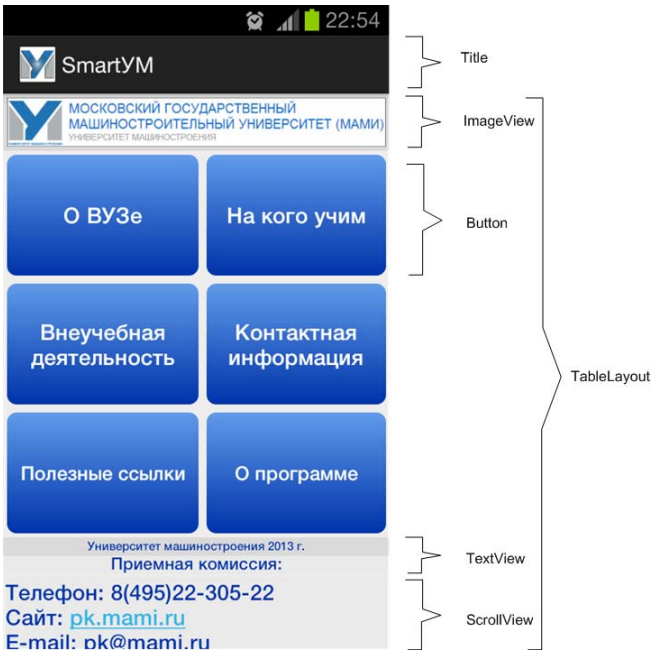


Рисунок 3. Главное окно приложения SmartУМ

Title (Заголовок) – отображает иконку и

заголовок приложения.

ImageView является базовым элементом-контейнером для использования графики. Можно загружать изображения из разных источников, например, из ресурсов программы, контент-провайдеров.

Button (кнопка) - один из самых распространенных элементов управления в программировании. На кнопке располагается текст, и на кнопку нужно нажать, чтобы получить результат.

TextView (text - текст, view - просмотр) – виджет, предназначенный для отображения текста без возможности редактирования его пользователем.

ScrollView - специальный виджет, который является контейнерным элементом. Использование отдельных полос прокрутки может улучшить вид приложения и повышает удобство работы для пользователя.

Таблица 3. Внутренняя структура главного окна приложения SmartУМ.

XML-разметка	Комментарии
`<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>`	

`<TableLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"`
`android:background="#eeeeee"`
`android:stretchColumns="*"`
`android:shrinkColumns="*"`
`android:layout_width="fill_parent"`
`android:layout_height="fill_parent">`
	Начало табличной разметки

`<TableRow>`	Строка таблицы

`<ImageView`
`android:id="@+id/idUmTitle"`
`android:src="@drawable/um_title"`
`android:layout_width="wrap_content"`
`android:layout_height="wrap_content"`
`android:adjustViewBounds="true"`
`android:layout_span="2"`
`android:background="#dadada"`
`android:padding="3dip" />`
	Контейнер с изображением

`</TableRow>`	
`<TableRow>`	

`<Button`
`android:id="@+id/btn1"`
`android:layout_margin="3dip"`
`android:layout_width="fill_parent"`
`android:layout_height="100dip"`
`android:textColor="#ffffff"`
`android:textSize="18dip"`
`android:text="О ВУЗе" />`
	Кнопка

`<Button`
`android:id="@+id/btn2"`
`android:layout_margin="3dip"`
`android:layout_width="fill_parent"`
`android:layout_height="100dip"`
`android:textColor="#ffffff"`
`android:textSize="18dip"`
`android:text="На кого учим" />`	

`</TableRow>`	

`<TableRow>`
`...`
`</TableRow>`	

`<TableRow>`
`...`
`</TableRow>`	

`<TableRow>`	

`<TextView`
`android:layout_width="fill_parent"`
`android:layout_height="15dip"`
`android:textColor="#0033aa"`
`android:textStyle="bold"`
`android:textSize="10sp"`
`android:background="#dadada"`
`android:gravity="center_horizontal"`
	Текстовое поле

android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceMedium" android:layout_span="2" android:text="Университет машиностроения 2013 г."/> </TableRow> <TableRow> <ScrollView android:id="@+id/sv" android:layout_span="2" android:layout_width="fill_parent"> <TextView android:layout_width="fill_parent" android:layout_height="120dp" android:layout_margin="2dip" android:background="#eaeaea" android:autoLink="web" android:gravity="left" android:text="@string/about_text" android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceMedium" android:textColor="#0033aa" android:textSize="18sp" android:textStyle="bold" /> </ScrollView> </TableRow> </TableLayout>	Контейнер с полосой прокрутки Текстовое поле внутри контейнера (текст можно прокручивать вверх-вниз)

Далее представлена внутренняя структура проекта в среде разработки Eclipse 4.2.1.

/res
Здесь хранятся все внешние ресурсы, такие как анимация, картинки, видео, строковые переменные и прочее.

/res/drawable
Сюда помещаются все графические файлы, используемые в приложении.

/res/layout
В эту папку помещаются файлы, в которых в формате XML описывается внешний вид форм, расположение элементов управления и т.д.

/res/values
В этой папке хранятся общие константы для всего приложения: текст, используемый элементами управления, цвета, стили и т.д.

/AndroidManifest.xml
В этом файле перечисляются общие свойства проекта (версия, package и прочее), а также все формы (Activities), входящие в проект.

/src
Каталог, в котором хранятся исходные коды приложения

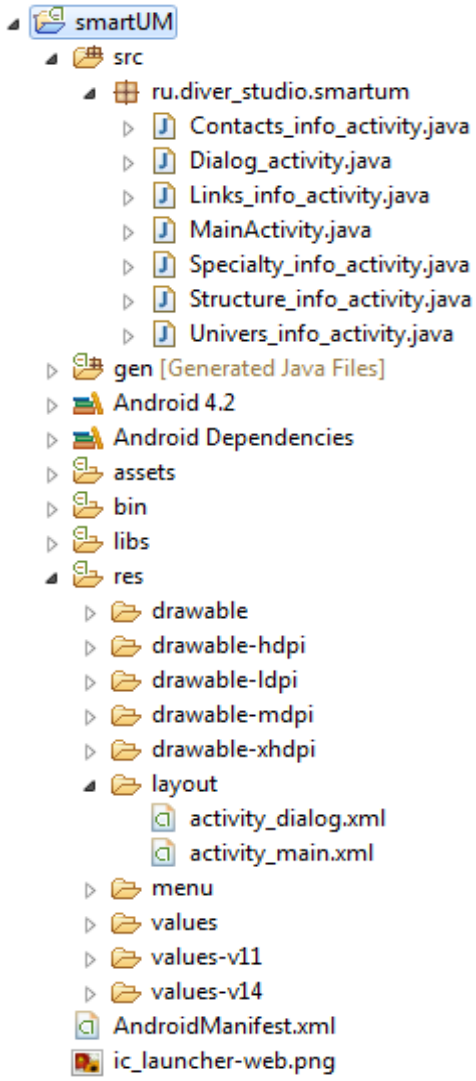


Рисунок 4. Структура проекта android-приложения

Выдержки из исходного кода приложения (язык - JAVA):

Таблица 4. Листинг класса MainActivity.java.

```
package ru.diver_studio.smartum;
// Подключаем необходимые внешние классы:
import android.os.Bundle;
import android.app.Activity;
import android.content.Intent;
import android.view.Menu;
import android.view.View;

// Описание главной формы
public class MainActivity extends Activity
{
      @Override
      // Событие: срабатывает при создании формы:
      protected void onCreate(Bundle savedInstanceState)
      {
         super.onCreate(savedInstanceState);
         setContentView(R.layout.activity_main);
      }
      // Запуск формы с информацией об университете:
      public void startUniversInfo(View v)
      {
         Intent intent = new Intent(MainActivity.this,
                                    Univers_info_activity.class);
         startActivity(intent);
      }
      // Запуск формы с информацией о специальностях:
      public void startSpecialtyInfo(View v)
      {
         Intent intent = new Intent(MainActivity.this,
                                    Specialty_info_activity.class);
         startActivity(intent);
      }
      // Запуск формы с контактной информацией:
      public void startContactsInfo(View v)
      {
         Intent intent = new Intent(MainActivity.this,
                                    Contacts_info_activity.class);
         startActivity(intent);
      }
      // Запуск диалогового окна с информацией о приложении:
      public void startDialog(View v)
      {
         Intent intent = new Intent(MainActivity.this, Dialog_activity.class);
         startActivity(intent);
      }
      // Запуск формы с информацией о структуре ВУЗа:
      public void startStructureInfo(View v)
      {
         Intent intent = new Intent(MainActivity.this,
                                    Structure_info_activity.class);
         startActivity(intent);
      }
      // Запуск формы с полезными ссылками:
      public void startLinksInfo(View v)
      {
         Intent intent = new Intent(MainActivity.this,
                                    Links_info_activity.class);
         startActivity(intent);
    }
}
```

ПУБЛИКАЦИЯ НА GOOGLE PLAY

1. Создаем .APK – файл с цифровой подписью (Android Tools | Export Signed Application Package)

2. Регистрируемся в Google Play в качестве разработчика (после уплаты регистрационного взноса открывается доступ к личному кабинету разработчика)

3. Загружаем .APK-файл и создаем описание

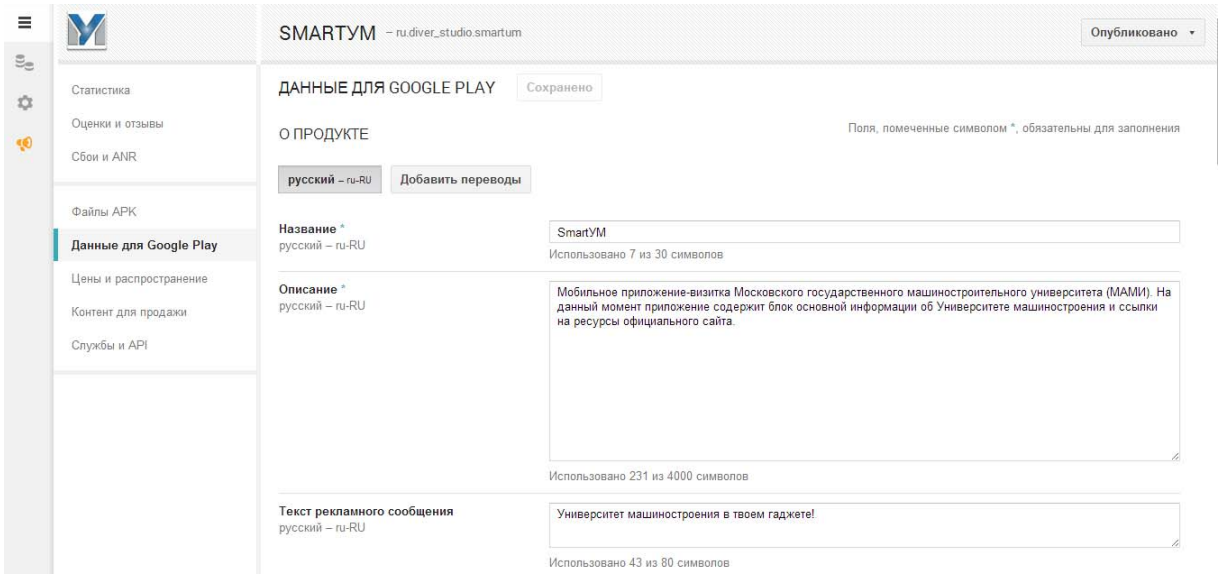


Рисунок 5. Заполнение блока информации о приложении

После публикации, программа проходит предварительную модерацию, а затем появляется в общем доступе.

Ссылка: https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.diver_studio.smartum

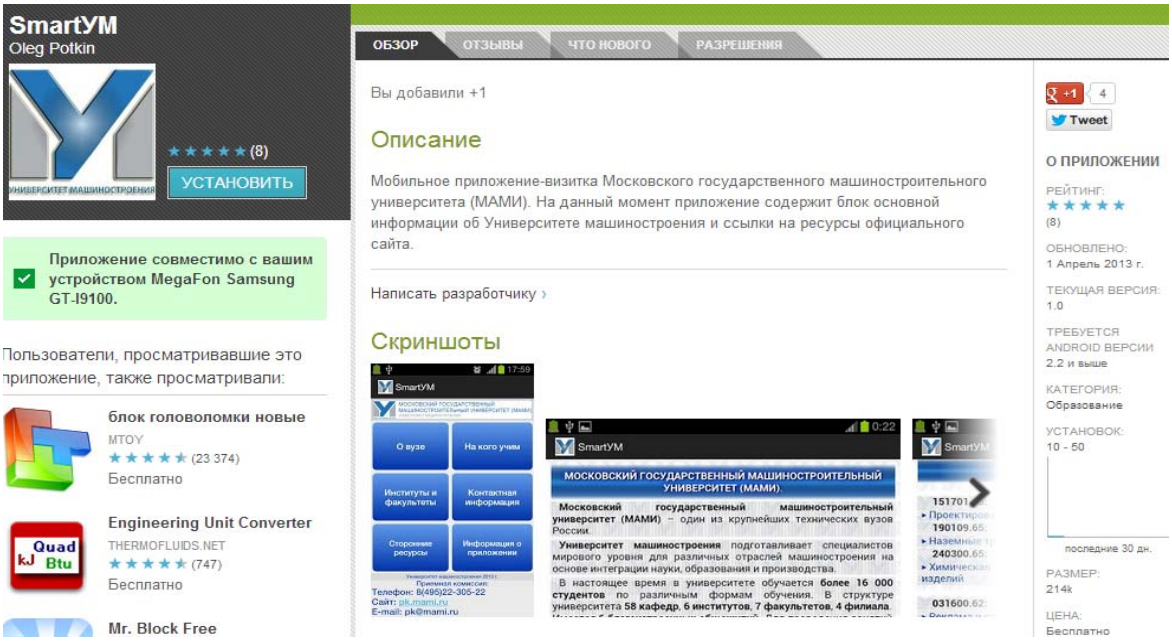


Рисунок 6. Приложение SmartУМ на Google play

ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ ПРОЕКТА

Приложение динамично развивается (с момента начала написания статьи уже выпущено обновление). В данный момент производится массовое тестирование.

В дальнейшем будут учтены конструктивные предложения пользователей и значительно расширен функционал. Также запланирована разработка приложения на такие популярные мобильные платформы как iOS и Windows Phone 8.

Автоматизированное рабочее место технолога-программиста по разработке управляющих программ для систем ЧПУ.

Цыганенко И. А. Тимохин В.С.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Технологический институт, факультет Автоматизации.
Научный руководитель: к.т.н., проф. Лобанов А. С.

Все большее количество предприятий отдают предпочтение оборудованию с автоматизированными системами управления. Станки с ЧПУ имеют больше технологических возможностей, чем универсальные. Числовое программное управление позволяет совместить несколько видов обработки и непосредственно ускорить процесс получения изделий. Принципиальная особенность станка с ЧПУ - это работа по управляющей программе (УП), на которой записаны цикл работы оборудования для обработки конкретной детали и технологические режимы. Грамотно написанная УП позволяет снизить трудозатраты, повысить точность и идентичность деталей и сократить количество брака, а объединение станков с ЧПУ в сеть и загрузка технологических программ от ПК технолога-программиста в стойку станка повышает скорость передачи информации и как следствие ускоряет процесс получения готовых изделий.

Вследствие этого возникает актуальная проблема о создании на предприятии автоматизированного рабочего места технолога-программиста по подготовке управляющих программ для систем ЧПУ.

Автоматизированное рабочее место по ГОСТ 34.003-90 - это *программно-технический комплекс автоматизированной системы*, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида. В настоящее время АРМ строятся, в основном, на базе персонального компьютера, на котором установлено клиентское общее и специальное программное обеспечение.
Программно-технический комплекс (ПТК) автоматизированной системы по ГОСТ 34.003-90 - это продукция, представляющая собой совокупность средств технического обеспечения, программного обеспечения и средств создания и заполнения машинной информационной базы (информационное обеспечение) при вводе системы в действие, достаточных для выполнения одной или более задач автоматизированной системы.

Исходя из этих двух определений, АРМ можно представить как совокупность информационного, технического и программного обеспечения предназначенного для автоматизации деятельности технолога-программиста.

Техническое обеспечение (ТО) — совокупность связанных и взаимодействующих технических средств (ЭВМ, периферийные устройства, сетевое оборудование, линии связи, измерительные средства).
В данной работе техническими средствами служит персональный компьютер (ПК), установленный на рабочем месте технолога-программиста и вертикальный фрезерный обрабатывающий центр FULLAND FMC-1000 с системой ЧПУ FANUC 0i-MC, входящий в состав станков цеха нестандартного оборудования данного предприятия. Внешний вид станка представлен на рисунке 1. Информация между ПК и станком будет осуществляться по локальной сети Ethernet.

Рисунок 1- Внешний вид станка FULLAND FMC-1000

Информационное обеспечение (ИО) — предоставление информации, необходимой для осуществления какой-либо деятельности, оценки состояния чего-либо, совершенствования чего-либо.
Для реализации поставленных задач информационное обеспечение должно содержать следующие сведения: техническое задание на готовое изделие, конструкторскую документацию (КД), технологическую документацию на устройство ЧПУ для отладки постпроцессора, технологические и маршрутные карты, описание оснастки, инструмента и приспособлений станка.

Программное обеспечение (ПО) -совокупность программ, хранящихся на всех устройствах долговременной памяти компьютера.
Подразделяется на общесистемное и прикладное:

- *прикладное ПО* –относятся компьютерные программы, написанные для пользователей или самими пользователями, для задания компьютеру конкретной работы. Реализует математическое обеспечение для непосредственного выполнения проектных процедур. Включает пакеты прикладных программ, предназначенные для решения конкретных задач.
- *общесистемное ПО*–это комплекс программ, которые обеспечивают управление компонентами компьютерной системы, такими как процессор, оперативная память, устройства ввода-вывода, сетевое оборудование, выступая как «межслойный интерфейс», с одной стороны которого аппаратура, а с другой - приложения пользователя. В отличие от прикладного программного обеспечения, системное не решает конкретные прикладные задачи, а лишь обеспечивает работу других программ, управляет аппаратными ресурсами вычислительной системы и т.д.

На ПК технолога-программиста были установлены следующие программные компоненты, необходимые для автоматизации его деятельности:
1. Общесистемное программное обеспечение - операционная система Windows 7 Максимальная, драйверы на устройства ввода-вывода.
2. Пакеты прикладных программ:

- Компас-3D V11-для просмотра детали переданной от инженера-конструктора и экспорта в CAM-систему. CAM (англ. *computer-aided manufacturing*)
- PostBuilder-приложение UGS NX-CAM-отладка постпроцессора.
- UGS NX-CAM- служит для непосредственной обработки детали и формирования УП.

Компас-3D
Система проектирования Компас-3D разработана российской компанией «Аскон». Является системой трехмерного моделирования твердых тел, модулем по проектированию спецификаций и чертежно-графическим редактором. Позволяет быстро оформить технологическую и конструкторскую документацию, полностью передать геометрию объекта в расчетные пакеты и пакеты, которые используют ЧПУ. Является хорошим аналогом зарубежных САПР.На рисунке 2 представлена деталь «форма», разработанная в системе Компас-3D. Для удобства экспорта в CAM-систему, деталь сохраняется в формате IGES (*.igs). Цветом выделены участки, подлежащие фрезерной обработке.

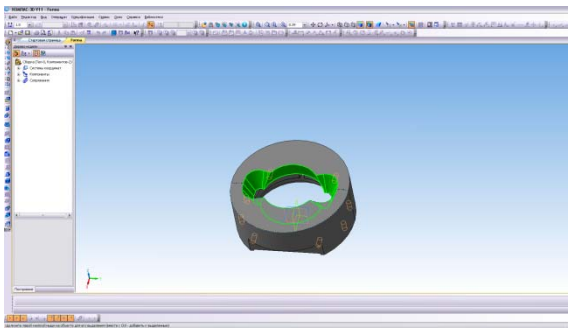


Рисунок 2- Деталь «форма», разработанная в системе Компас-3D

PostBuilder

Постпроцессор - это программный модуль, предназначенный для преобразования управляющей траектории, сформированной CAM-системой, в управляющую программу для конкретного станка с ЧПУ с учетом особенностей его кинематики.
Для удобства настройки постпроцессора на конкретный станок, постпроцессор разделен на две части: постпроцессирующий модуль и шаблон постпроцессора.

Постпроцессирующий модуль (Postexecutable) это исполняемый файл (.EXE или .DLL в Windows), который запускается при старте постпроцессора. Он загружает управляющую траекторию, полученную из CAM-системы, и используя шаблон постпроцессора генерирует управляющую программу.

Шаблон постпроцессора (Postcustomizationscript) содержит инструкции, сообщающие постпроцессирующему модулю, как обрабатывать управляющую траекторию и генерировать программу. Именно шаблон постпроцессора и является настройкой на конкретный станок, и именно он и называется постпроцессором.
Шаблон постпроцессора это текстовый (ASCII) файл, который можно редактировать обычным текстовым редактором.
Для того, чтобы облегчить разработку шаблона постпроцессора, многие современные постпроцессоры предлагают специальный редактор -Генератор постпроцессоров.

Генератор постпроцессоров - это редактор, в котором разработчик может выбрать тип станка, задать различные опции и параметры, на основе которых редактор «сгенерирует» постпроцессор. Это может быть как новый постпроцессор, так и модифицированный существующий постпроцессор. Генераторы постпроцессоров разрабатываются, как правило, к конкретным CAM и строятся на базе унифицированной структуры постпроцессора при использовании достаточно мощной библиотеки универсальных модулей. Дополнительная группа модулей генерируется системой в виде исходных текстов программ. Оставшиеся модули разрабатываются вручную с учетом требований, предъявляемых унифицированной структурой постпроцессора.
UniGraphiCS имеет два типа постпроцессоров:
- **GraphicsPostprocessorModule (GPM)** - на основе связки **gpm**(собственно постпроцессор) + **mdf**(а) (файл описания оборудования).
- **ManufacturingOutputManager (MOM)** - под управлением модуля **MOM** ([**MachineOutputManager**] = **Модуль управления выводом**). Этот модуль преобразует параметры операций и внутреннюю геометрию в переменные языка (**Tcl**), используя в качестве файла описания станка скрипт, сгенерированный системой на языке описания сценариев **Tcl**. Постпроцессор этого типа - можно написать вручную, а можно создать\изменять через генератор постпроцессоров (**PostBuilder**). На рисунке 3 представлен фрагмент отладки постпроцессора под систему ЧПУ FANUC 0i-MC. Постпроцессор под данную систему ЧПУ настраивается один раз, далее при создании УП он используется как шаблон.

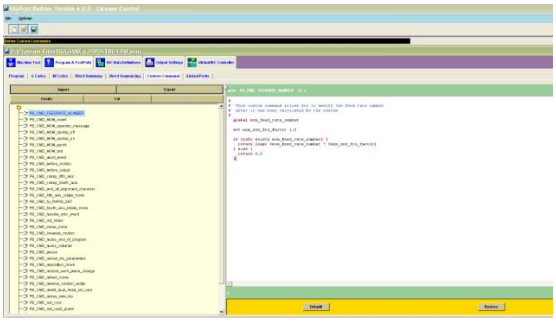


Рисунок 3- Фрагмент отладки постпроцессора

NX CAM Unigraphics

Проверенное временем решение, повышающее отдачу от использования станков с ЧПУ от мирового лидера в разработке программного обеспечения Siemens PLM Software.
Генератор ЧПУ программ включает правила обработки, предназначенные для создания программ при минимальном участии инженера. Полученную траекторию инструмента можно отредактировать в графическом или текстовом режиме, после чего просмотреть изменения в обрабатывающей программе на всей траектории или только на выбранном участке, изменяя скорость и направление движения. На рисунке 4 представлен фрагмент обработки детали «форма» в системе NX. После задания в программе контура обработки и назначения режимов резания, система генерирует УП, основываясь на ранее настроенных параметрах постпроцессора.

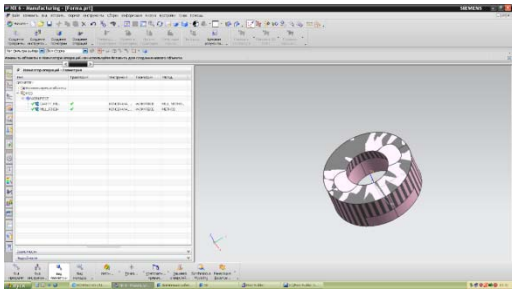


Рисунок 4-Обработка детали «форма»

Настройка локальной сети

Станки с ЧПУ для передачи на них УП подключаются к локальной сети Ethernet, которая, как правило, уже существует на промышленном предприятии.
Подключаемое к сети оборудование может быть двух типов:
1. Станки, в которых возможность подключения к сети Ethernet не предусмотрена. Такие станки могут быть подключены к сети посредством DNC-терминалов (Direct numerical control) через интерфейс RS232.
2. Станки с современными системами ЧПУ, в которых аппаратно и программно предусмотрена возможность подключения к сети Ethernet через LAN порт.

1 тип подключения- посредством DNC-терминалов через интерфейс RS232.

DNC- терминал - это групповое числовое программное управление станками. Аппаратное и программное обеспечение специализирующееся на передаче управляющих программ с ЭВМ (ПК) в систему ЧПУ. Они позволяют осуществлять как передачу технологических программ на станок с ЧПУ, так и контролировать время работы станка.
Универсальность терминала DNC позволяет подключить его для передачи технологических управляющих программ к системам ЧПУ различных моделей и годов выпуска. Терминалы подключаются к локальной компьютерной сети Ethernet посредством разъема 8P8C (8 Position 8 Contact), наряду с этим ошибочно называемый RJ45. Соединение осуществляется кабелем UTP-5 (не экранированная витая пара пятой категории). Максимальная длина одного соединения по стандарту - 105 м. Связь терминала с системой ЧПУ осуществляется через RS-232.Носителем информации в терминалах является карта памяти типа MMC или SD. Карта памяти имеет объем от 2 ГБ и является съемной.

Для передачи технологической информации по сети используется программа CNCLan. Программа позволяет передавать по сети Ethernet информацию на станки с ЧПУ указанные в файле конфигурации DevList.ini.
Возможны 2 режима работы сети по передаче технологических программ (УП):

- УП загружаются в терминал или переписываются из терминала технологом (администратором), отвечающим за данную группу станков.
- УП загружаются в терминал по запросу оператора (наладчика) станка.

Сеть может работать в обоих режимах или может быть разрешен только один режим работы. Реальная скорость обмена данными с картой памяти терминала зависит от конфигурации конкретной сети и нагрузки на ее отдельные сегменты.
Каждому терминалу, установленному на станке с ЧПУ, в соответствии с его MAC-адресом пользователем назначается IP адрес, имя и рабочий каталог.
После запуска программы CNCLAN технолог может работать с терминалами станков своего цеха. Выбрав станок и указав при необходимости пароль, технолог получает доступ к карте памяти соответствующего терминала и может работать с ней как с сетевым диском.

2 тип подключения-через LAN-порт.
Этот тип подключения был использован в работе. Так как на стойке FANUC стоит сетевая карта, то остается выбрать тип подключения. Передача данных будет осуществляться с помощью протоколов TCP/IP. В первую очередь необходимо произвести настройку сетевого подключения на стойке станка.В экране конфигурации сети необходимо нажать клавишу DEFINE NET для ввода общих параметров наладки сети. Необходимо ввести 4 параметра:

- ADRESS – IP-адресс станка.
- MASK – маска подсети.
- BROADCAST - Адрес транслирования сообщений требуется только, если он отличается от стандартной настройки.
- ROUTER – IP-адрес роутера по "умолчанию". Необходим только, если сеть состоит из нескольких подсетей

Для ввода специфических параметров конфигурирования сети необходимо нажать клавишу DEFINE MOUNT. Далее необходимо задать следующие параметры:

- FILESYSTEMTYPE - Тип системы файлов, выбираем **NFS.**
- MOUNTDEVICE – для соединения по протоколу NFS состоит из IP-адреса сервера, символа двоеточие и имени общей папки (слеш, имя папки).

Далее для передачи данных необходимо настроить на ПК технолога-программиста FTP сервер при помощи CIMCO FTP, либо любой другой программой, позволяющей создать на ПК FTP сервер. Задается доступ к общей папке для ip –станка. После проверки соединения, заходить на жесткий диск ПК можно прям со станка в режиме EDIT через кнопку HOST. Передавать УП непосредственно с ПК можно используя Fanuc Program Transfer Tool. Файлы и директории компьютера и системы ЧПУ отображаются в разных частях окна, передача файла осуществляется при перетаскивании его при помощи мыши. В окне пакета отображается информация о подключенной системе ЧПУ, номере канала и др. информации.

После передачи программы на станок технолог-программист совместно с оператором станка дорабатывают УП, запуская ее на ускоренной подаче «в холостую», т.е. инструмент не касается заготовки. При втором запуске происходит непосредственная обработка детали. Полученная деталь должна соответствовать требованиям КД.

Автоматизация деятельности технолога-программиста позволила сократить время на разработку УП, уменьшить количество бракованных деталей, а создание сети –сократило время передачи и отладки программ – комплекс этих действий дал возможность получить положительный экономический эффект.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Бондаренко А. Г.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Технологический институт, факультет автоматизации
Научный руководитель: ст. преподаватель Тихомиров В. Н.

Моделирование является неотъемлемой частью разработки систем управления. Особое место занимает моделирование систем управления в реальном времени.

Реальное время — режим работы автоматизированной системы обработки информации и управления, при котором учитываются ограничения на временны́е характеристики функционирования.

Назначение систем, работающих в режиме реального времени, — взаимодействие с объектами внешнего (по отношению к системе) мира в темпе процессов, протекающих в этих объектах. Как правило, система реального времени должна:

- либо по собственной инициативе воздействовать на внешние процессы в заданные моменты времени;
- либо реагировать на внешние события, происходящие на объекте, в течение заданных интервалов времени.

Существуют различные виды *наглядного* моделирования, т.е. моделирования, при котором создаются наглядные модели, отображающие явления и процессы, протекающие в объекте: гипотетическое, аналоговое, языковое, имитационное, математическое и др.

При имитационном моделировании реализующий модель алгоритм воспроизводит процесс функционирования системы во времени, причем имитируются элементарные явления, составляющие процесс, с сохранением их логической структуры и последовательности протекания во времени.

Имитационные модели позволяют достаточно просто учитывать такие факторы, как наличие дискретных и непрерывных элементов, нелинейные характеристики элементов системы, многочисленные случайные воздействия и др., которые часто создают трудности при аналитических исследованиях.

Имитационное моделирование на электронных вычислительных машинах (ЭВМ) является одним из наиболее мощных средств исследования сложных динамических систем. Компьютерное моделирование дает возможность проводить вычислительные эксперименты с проектируемыми системами, анализировать, изучать и отлаживать существующие системы, там, где натурные эксперименты из-за соображений безопасности или дороговизны не целесообразны. В тоже время, благодаря своей близости к физическому моделированию, это метод исследования доступен более широкому кругу пользователей. В настоящее время имитационное моделирование — наиболее эффективный метод исследования больших систем, а часто и единственный практически доступный метод получения информации о поведении системы, особенно на этапе ее проектирования.

При создании систем реального времени приходится решать проблемы привязки внутрисистемных событий к моментам времени, своевременного захвата и освобождения системных ресурсов, синхронизации вычислительных процессов, буферизации потоков данных и т. п. Моделирование в реальном времени накладывает определенные требования к модели, например, требование к ее быстродействию, вследствие чего возникает ряд проблем при выборе программных и технических средств реализации данной модели.

На сегодняшний день наиболее популярным инструментом для проектирования систем управления и коммуникации и цифровой обработки является «MATLAB Simulink». Simulink – интерактивный инструмент для моделирования, имитации и анализа динамических систем. Он предоставляет возможность строить графические блок-диаграммы, имитировать динамические системы, исследовать работоспособность систем и совершенствовать проекты.

Компанией B&R - европейским производителем компонентов промышленной автоматизации, было разработано дополнение к среде моделирования «MATLAB Simulink», которое позволяет при необходимости транслировать не просто исходный код на языке программирования C в среду разработки программного обеспечения «B&R: Automation Studio», но и привязывать код к циклам выполнения (программам, работающим в среде исполнения) и входам/выходам программируемого логического контроллера (ПЛК), что позволяет связывать эти два программных продукта, не прибегая к использованию сторонних средств (рисунок 1).

Рисунок 1 – Возможность использования «MATLAB Simulink» и «B&R: Automation Studio» для моделирования систем управления в реальном времени.

Целью данного выступления является описание синтеза системы управления, где программа управления выполняется на промышленном контроллере компании B&R, а в качестве объекта управления выступает математическая модели объектов среде «MATLAB Simulink», причем моделирование системы происходит в реальном времени.

Основной вопрос синтеза системы управления реального времени, где в качестве объекта управления используется математическая модель, является интерфейс взаимодействия математической модели объекта и контроллера.

В предлагаемой архитектуре системы моделирования в качестве устройства управления выступает промышленный контроллер компании B&R с программой управления (ПУ), объектом управления служит математическая модель объекта в программном комплексе «MATLAB Simulink». В качестве устройства управления выбрана панель промышленного ПК – B&R Panel PC 5PC720, далее – «контроллер» (рисунок 2).

Рисунок 2 - Панель промышленного ПК – B&R Panel PC 5PC720.

Связь между контроллером и объектом управления будет осуществляться посредством технологий OPC. OPC (OLE for Process Control) — семейство программных технологий, предоставляющих единый интерфейс для управления объектами автоматизации и технологическими процессами. Стандарт OPC разрабатывался с целью сократить затраты на создание и сопровождение приложений промышленной автоматизации.

Взаимодействие контроллера с объектом управления будет осуществляться по сети TCP/IP, и в качестве коммуникационного протокола будет использоваться OPC DA версии 2.0 - основной и наиболее востребованный стандарт, описывающий набор функций обмена данными в реальном времени с ПЛК, распределенными системами управления (РСЛ) и другими устройствами.

В качестве источника данных (OPC-сервера) выступает контроллер фирмы B&R, а в качестве приемника данных (OPC-клиента) выступает «MATLAB Simulink». В контроллерах фирмы B&R сервер ввода-вывода на базе технологии OPC возможно организовать следующими способами:

1. OPC-сервер непосредственно включается на контроллере. OPC-сервер на контроллере позволяет считывать данные только в синхронном режиме (Synchronous mode).
2. Организуется внешний OPC-сервер на базе операционной системы (ОС) Windows, который может собирать данные сразу с нескольких контроллеров по протоколу PVI. OPC-сервер под управлением ОС Windows позволяет считывать данные как в синхронном режиме (Synchronous mode), так и в асинхронном режиме (Asynchronous mode).

Предпочтение отдается архитектуре с применением OPC-сервера, организованного в контроллере (рисунок 3), так как при этом возможно избежать использование промежуточного сервера ввода-вывода, что обеспечит более надежную передачу данных и позволит свести к минимуму возникновение вероятных ошибок и задержек в передаче данных.

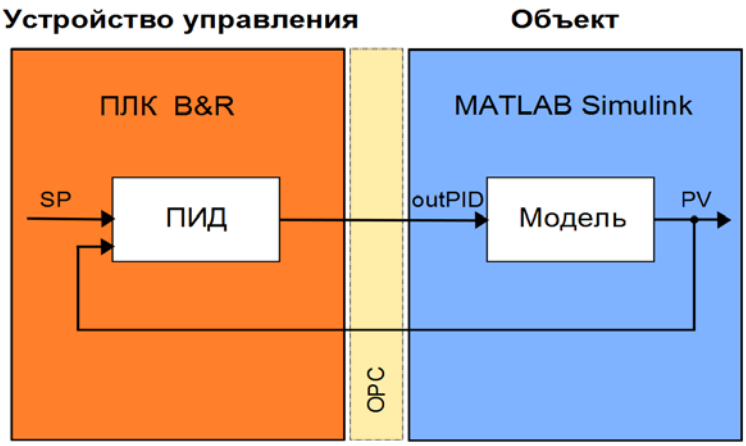


Рисунок 3 – Архитектура системы управления, где в качестве объекта управления выступает модель в среде «MATLAB Simulink». SP (set point) – сигнал уставки, PV (process variable) – сигнал контролируемого параметра, outPID – управляющее воздействие на модель объекта.

На начальном этапе моделирования рассматривалась система автоматизированного регулирования нагревательного элемента системы вентиляции. Программа управления в контроллере реализовывает пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор, а в среде «MATLAB Simulink» осуществлялось моделирование нагревательного элемента. Нагревательный элемент был реализован в виде функции инерционного звена второго порядка (рисунок 4).

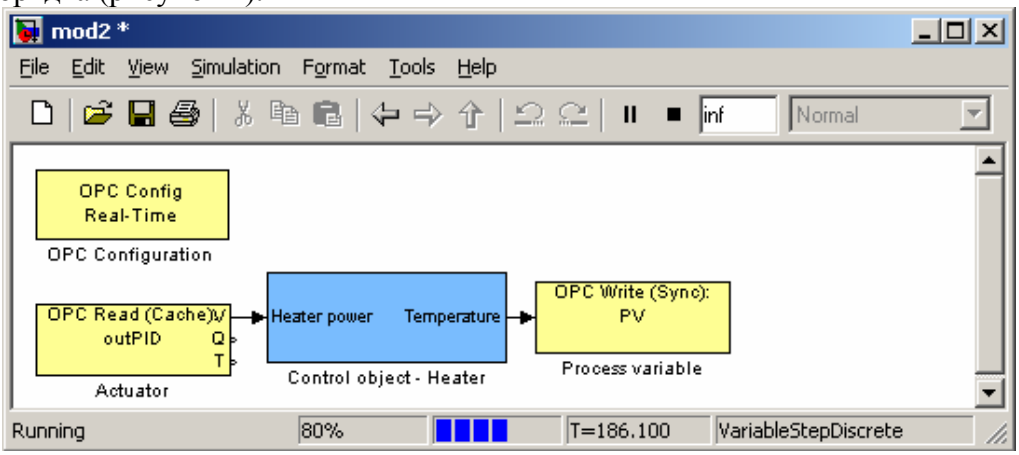


Рисунок 4 - Модель объекта в среде MATLAB Simulink, которая в реальном времени управляется ПЛК B&R по протоколу OPC DA 2.0.

Модель объекта управления была вынесена в отдельную подсистему «Control object - Heater», где входом является «Heater Power», а выходом «Temperature». При моделировании в реальном времени программа в среде «MATLAB Simulink» не должна использоваться блоки типа Continues (непрерывные), поэтому функциональный блок, реализующий функцию инерционного звена второго порядка, представляет собой дискретную передаточную функцию и относиться к типу Discrete (рисунок 5).

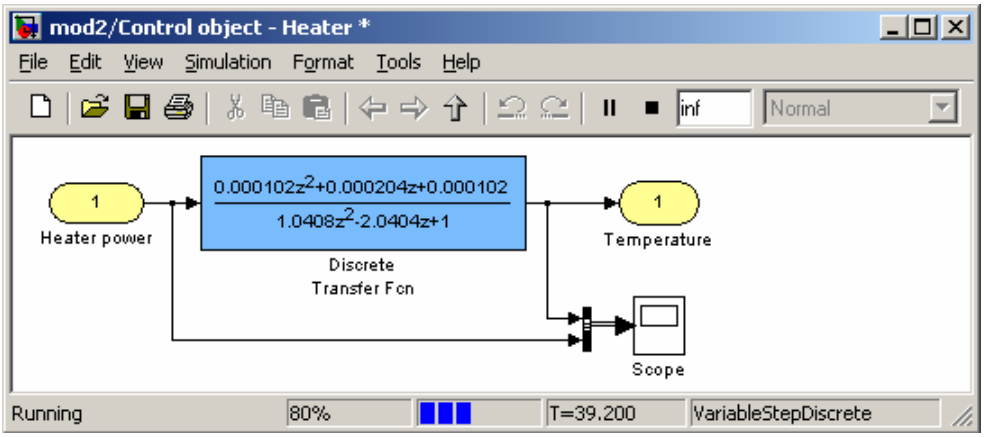
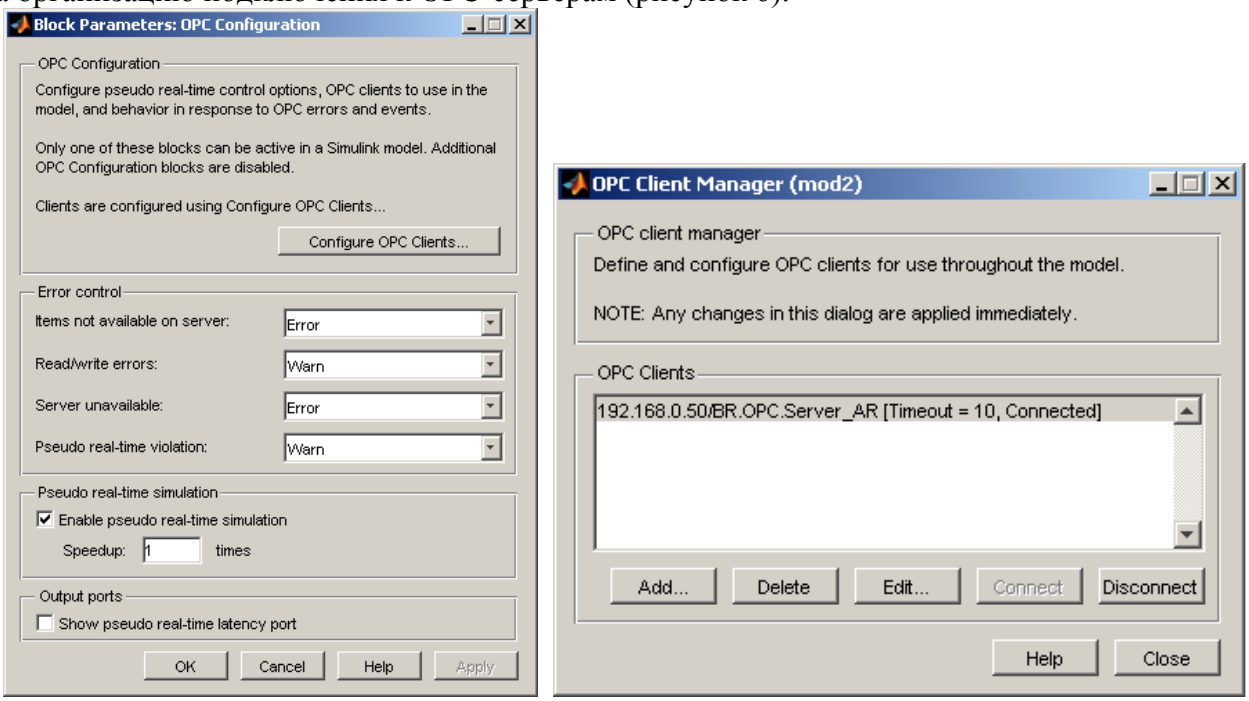


Рисунок 5 - Дискретная модель инерционного звена второго порядка в среде MATLAB Simulink
(подсистема Control object - Heater).

Внешние OPC-теги подключаются к подсистеме, которая реализует функцию инерционного звена второго порядка. Для подключения «MATLAB Simulink» к OPC-серверу в модель необходимо добавить функциональный блок «OPC Config Real-Time». Данный блок отвечает за организацию подключения к OPC-серверам (рисунок 6).



а) б)

Рисунок 6 - Настройка подключения «MATLAB Simulink» к OPC-серверу: а) Свойства блока «OPC Configuration», б)Настройка OPC-клиентов.

На вход подсистемы «Control object - Heater» подключается параметр «outPID», который вычитывается из OPC-сервера, находящегося на контроллере B&R. Результат вычислений подсистемы «Control object - Heater» записывается в переменную OPC-сервера PV.

Для управления объектом с передаточной функцией инерционного звена второго порядка была разработана программа управления на основе ПИД-регулятора. Реализация ПИД-регулятор взята из стандартной библиотеке среды разработки «B&R: Automation Studio» для ПЛК B&R. Достоинствами данного ПИД-регулятора, помимо ручной настройки, является

возможность автоматической настройки контура управления. В реализованной модели доступна авто-настройка методом незатухающих колебаний. Разработанная программа управления представлена на языке CFC (Continuous Flow Chart) – языке непрерывных функциональных диаграмм (рисунок 7). Данное представление использовано именно потому, что язык CFC, являясь графическим языком программирования, имеет лучшую наглядность, нежели текстовые языки, такие как C++, IL (Instruction List), ST (Structured Text), также доступные в среде программирования «B&R: Automation Studio».

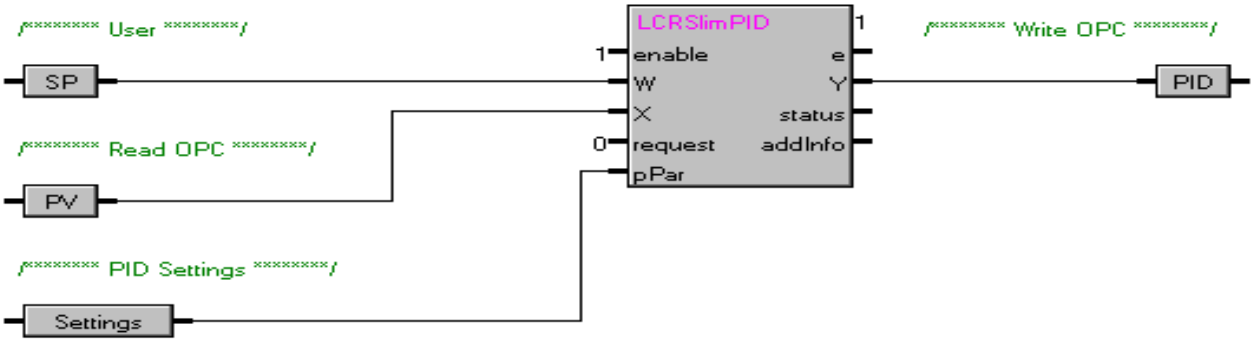


Рисунок 7 - Программа управления объектом, реализованная в среде «B&R: Automation Studio» (язык программирования CFC).

Таким образом, была разработана система автоматизированного регулирования нагревательного элемента системы вентиляции. Данная модель является слишком упрощенной, т.к. не имитирует систему вентиляции в целом, вследствие чего помимо моделирования нагревательного элемента в модель были добавлены следующие элементы:

- Сигнал включения/остановки вентиляции (имитация начала/окончания работы вентиляции при открытии/закрытии воздухозаборной решетки).
- Датчик загрязнения фильтра вентиляции.
- Датчик возникновения неисправности в работе вентилятора.
- Переключатели состояний.

Конечная модель вентиляции представлена на рисунке 8.

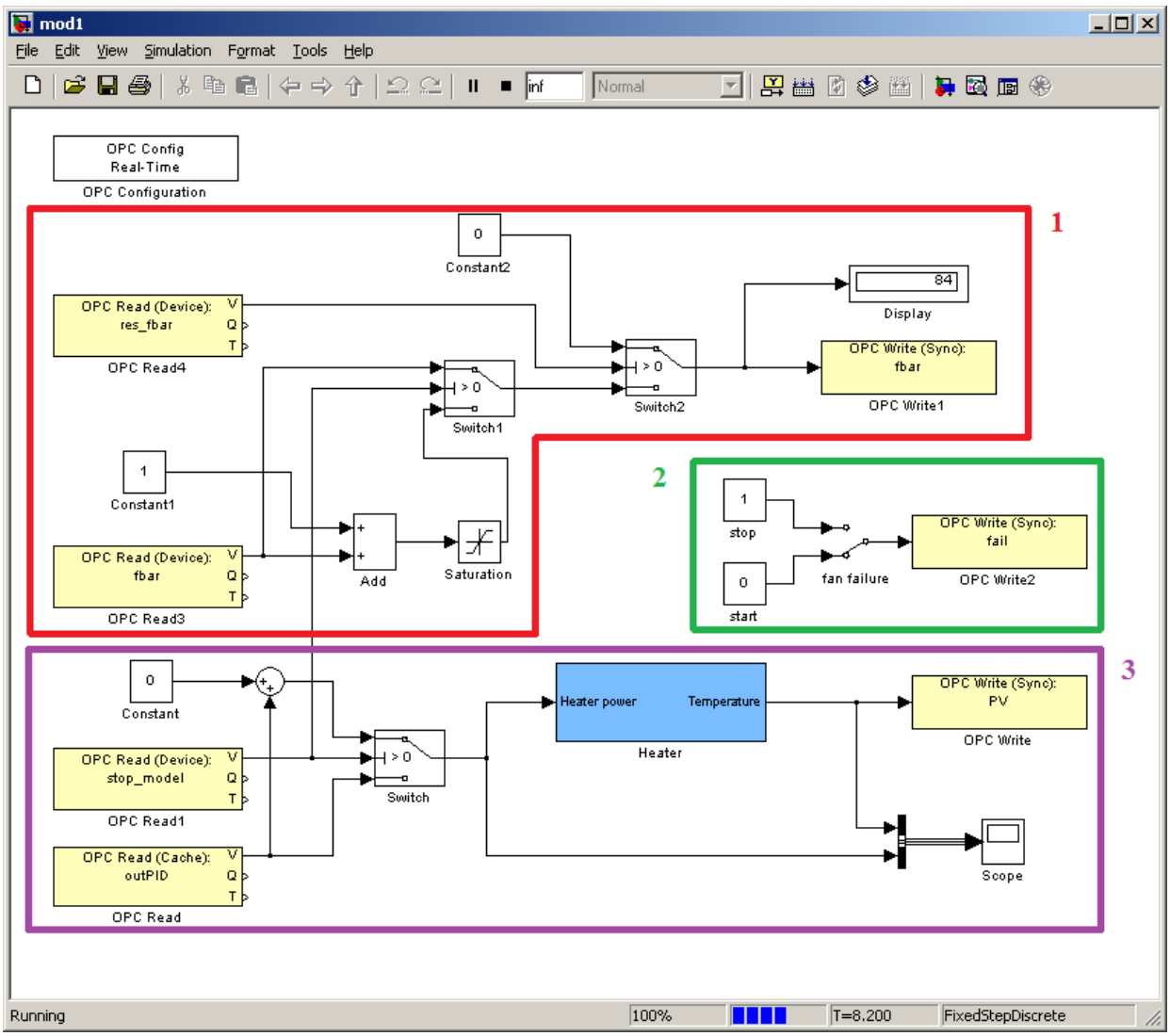
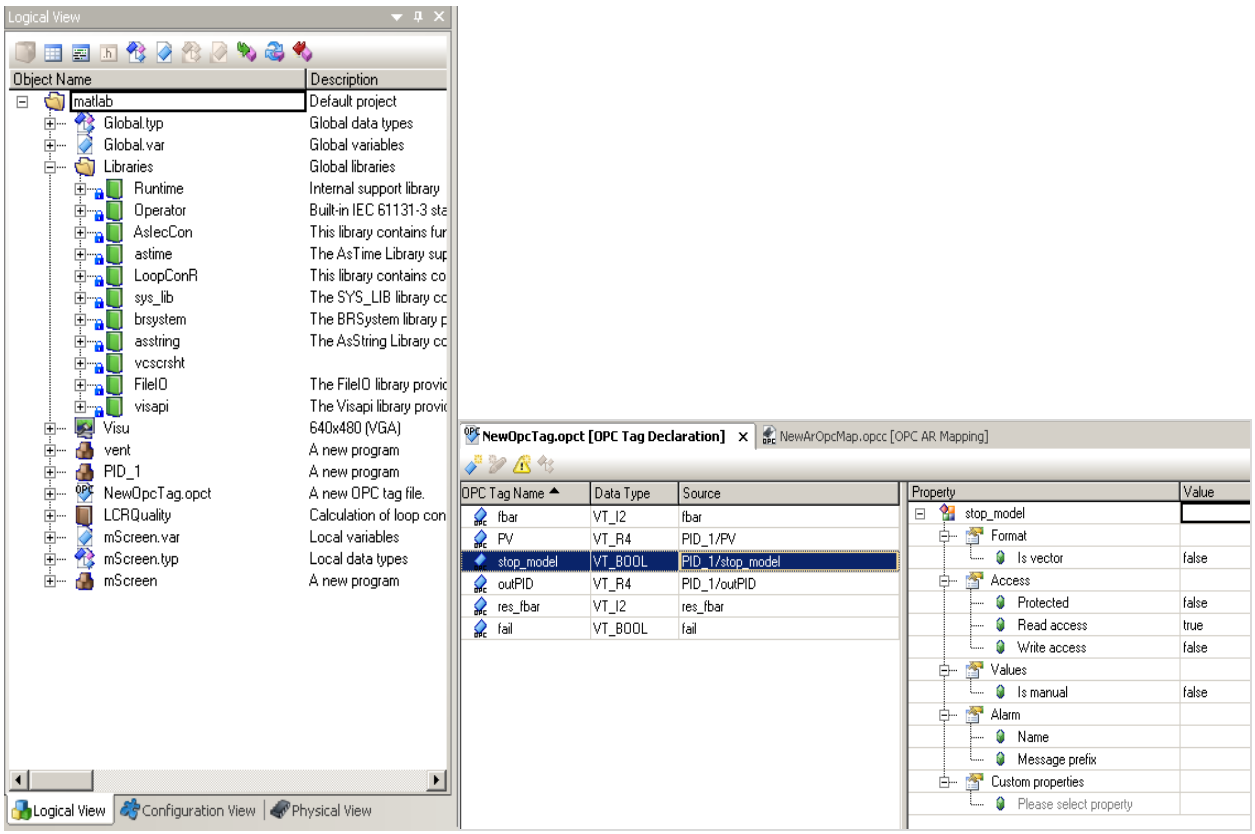


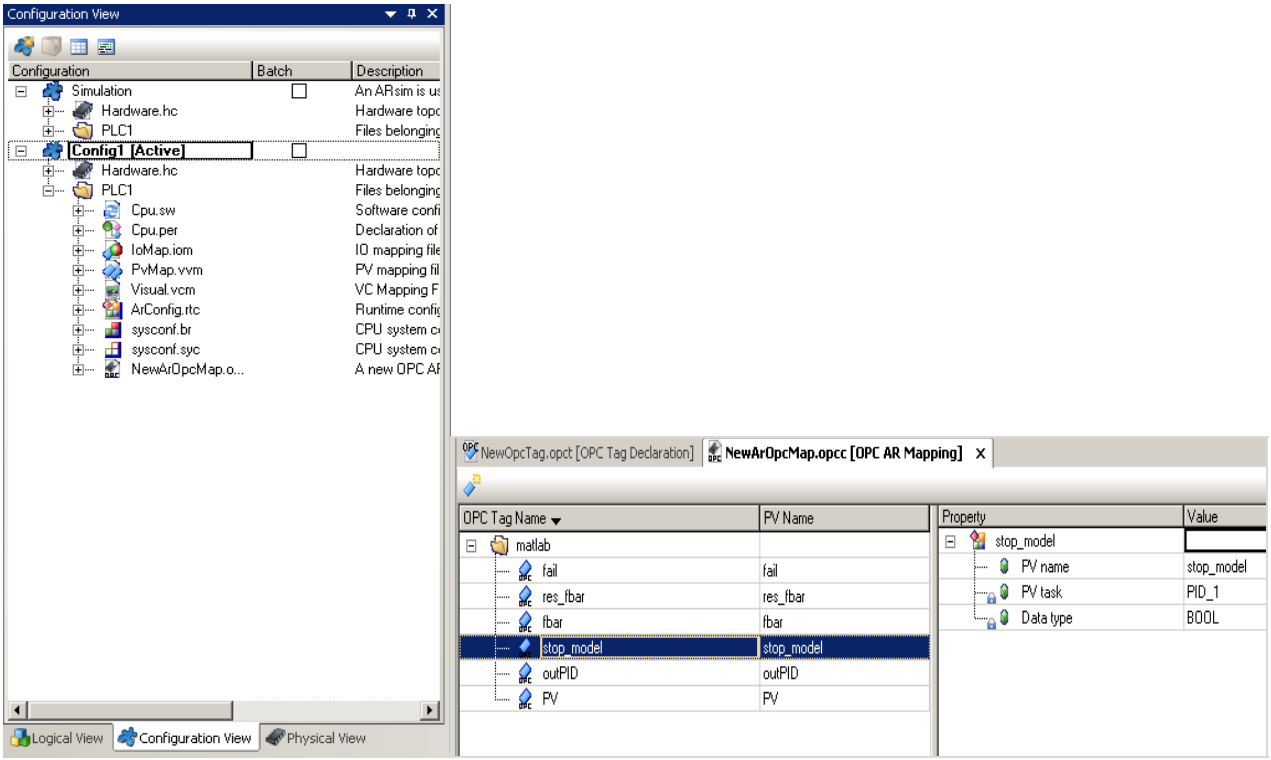
Рисунок 8 – Модель вентиляции в среде «MATLAB Simulink»: 1 – имитация загрязнения фильтра вентиляции, 2 – имитация возникновения неисправности в работе вентилятора, 3 – имитация нагревательного элемента и сигнала начала работы/остановки системы вентиляции.

Для осуществления корректной связи объекта управления (модели) и устройства управления (контроллера) в «B&R: Automation Studio» создаются связующие файлы на OPC-сервере с соответствующими переменными – OPC-тегами: в окне логического отображения (Logical view) – NewOpcTag.opct (рисунок 9), в окне конфигурации (Configuration view) – NewArOpcMap.opcc (рисунок 10).



а) б)

Рисунок 9 – Среда разработки «B&R: Automation Studio»: а) окно логического отображения (Logical view), б) содержание файла NewOpcTag.opct.



а) б)

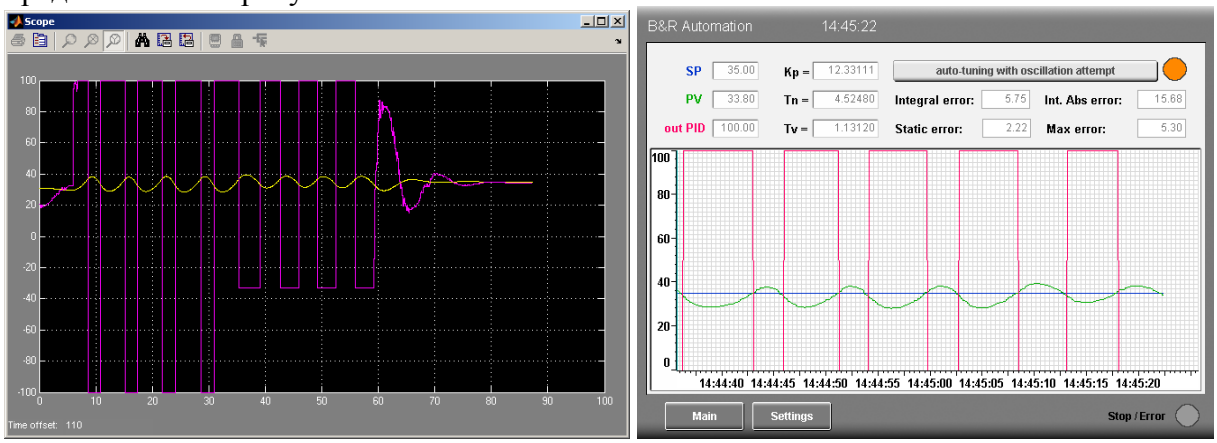
Рисунок 10 - Среда разработки «B&R: Automation Studio»: а) окно конфигурации (Configuration view), б) содержание файла NewArOpcMap.opcc.

В окне логического отображения создаются OPC-теги в соответствующем файле для возможности привязки к ним переменных программного кода для дальнейшего оперирования. В окне конфигурации осуществляется привязка созданных OPC-тегов к OPC-серверу.

В результате моделирования системы управления в реальном времени программа управления выполнялся на промышленном контроллере компании B&R, а в качестве объекта управления использовалась математическая модель объекта, разработанная в среде «MATLAB Simulink». Подобный подход дает возможность исключить моделирование программы управления на ЭВМ, а также отладить разработанные программы управления на целевой платформе.

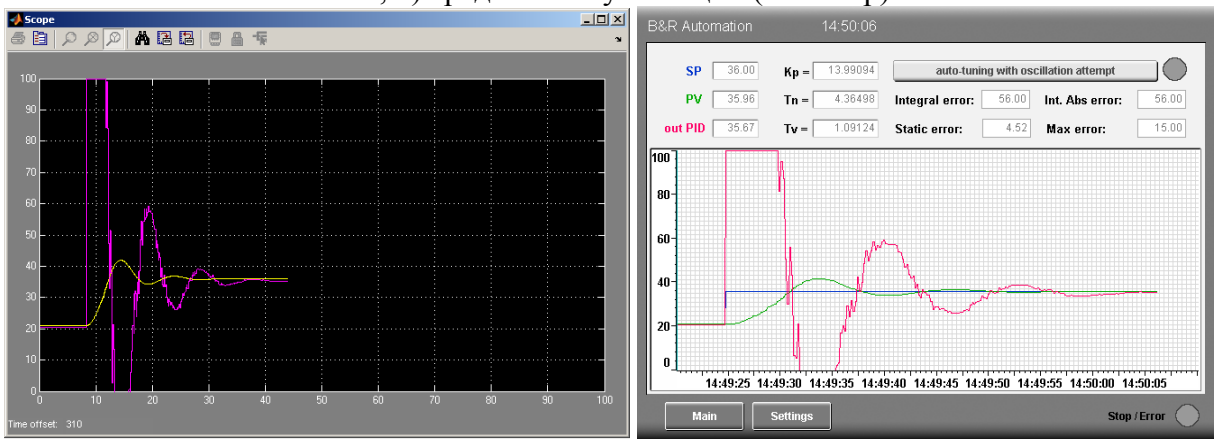
К недостаткам моделирования системы в реальном времени при помощи протокола OPC DA следует отнести транспортное запаздывание, возникающее при большой нагрузке на вычислительную сеть и относительно большую загрузку процессора, на котором выполняется моделирование объекта, вследствие чего нужно тщательно подойти к выбору технического обеспечения для подобного моделирования.

Результаты моделирования системы управления вентиляцией в реальном времени представлены на рисунках 11-15.



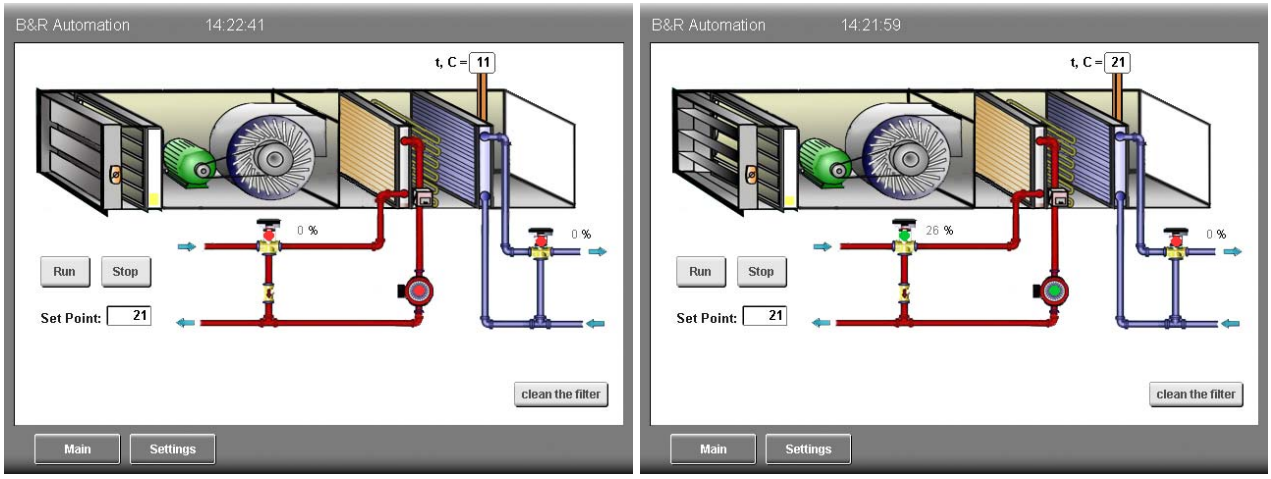
а) б)

Рисунок 11 - Результаты моделирования системы управления вентиляцией – запущена автоматическая настройка ПИД-регулятора методом незатухающих колебаний: а) «MATLAB Simulink», б) средство визуализации (монитор) ПЛК B&R.



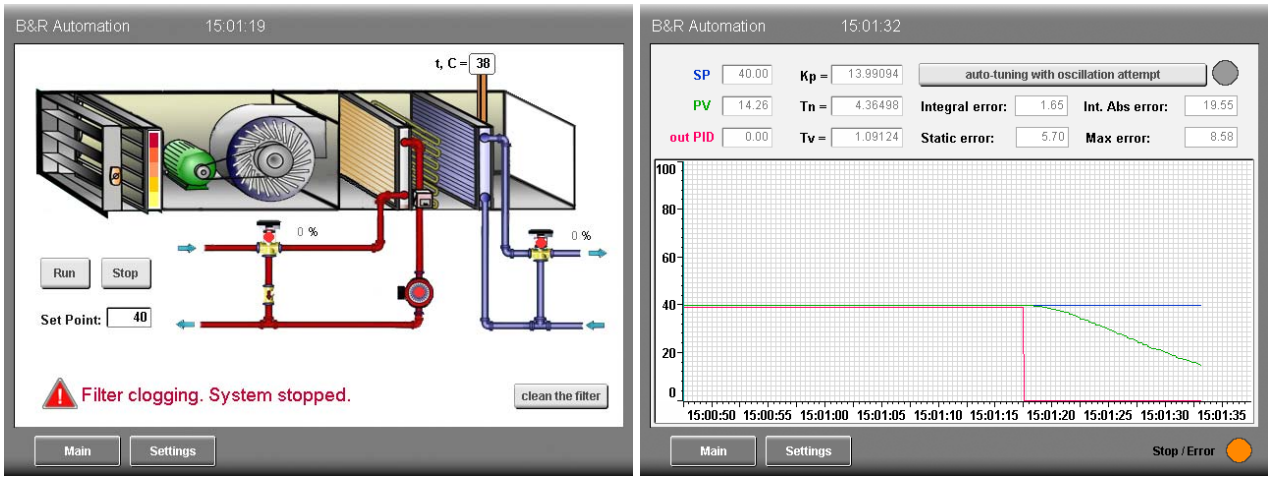
а) б)

Рисунок 12 - Результаты моделирования системы управления вентиляцией – изменение уставного значения температуры с 21°C до 36°C: а) «MATLAB Simulink», б) средство визуализации (монитор) ПЛК B&R.



а) б)

Рисунок 13 - Результаты моделирования системы управления вентиляцией (средство визуализации (монитор) ПЛК B&R): а) система вентиляции не запущена, б) нормальная работа системы вентиляции.



а) б)

Рисунок 14 - Результаты моделирования системы управления вентиляцией (средство визуализации (монитор) ПЛК B&R): а) имитация загрязнения фильтра – остановка системы, б) после остановки системы происходит имитация снижения температуры в системе вентиляции при актуальной температуре воздуха ниже уставной температуры.

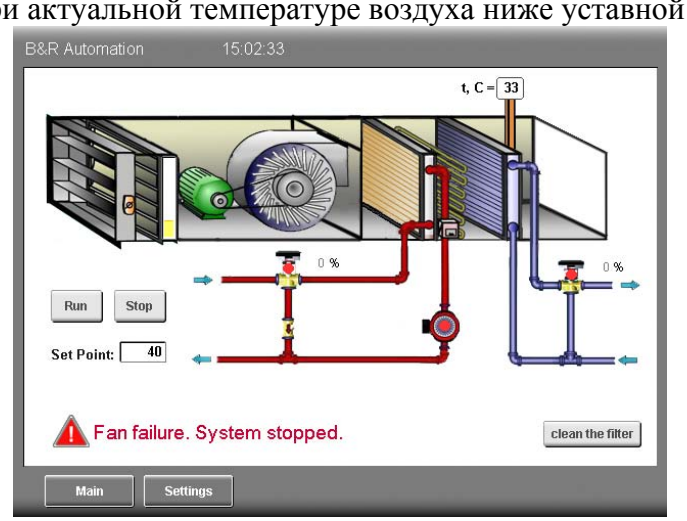


Рисунок 15 - Результаты моделирования системы управления вентиляцией (средство визуализации (монитор) ПЛК B&R): имитация остановки системы вследствие неисправности вентилятора.

СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНИКА ПО ФИЗИКЕ

Дворянкина Н., Асанов Т.
Лянторский нефтяной техникум (филиал) Югорского государственного университета, специальность «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта».
Научный руководитель: Алексеев В. А.

АННОТАЦИЯ

В электронном учебнике рассмотрены: плакаты по основным разделам физики, история в лицах, сделавших вклад в развитие физики, конспекты по физике, лабораторные и самостоятельные работы, учебные фильмы, тестовые задания, обучающие фильмы по выполнению лабораторных работ.

ВВЕДЕНИЕ

Процесс вхождения школы в мировое образовательное пространство требует совершенствование, а также серьёзную переориентацию компьютерно – информационной составляющей. Вторая половина XX века стала периодом перехода к информационным обществам. Лавинообразный рост объёмов информации, принял характер информационного взрыва во всех сферах человеческой деятельности.

Информационный взрыв породил множество проблем, важнейшей из которых является проблема обучения. Особый интерес представляют вопросы, связанные с автоматизацией обучения, поскольку «ручные методы» без использования технических средств давно исчерпали свои возможности. Наиболее доступной формой автоматизации обучения является применение ЭВМ, то есть использование машинного времени для обучения и обработки результатов контрольного опроса знаний учащихся. Всё большее использование компьютеров позволяет автоматизировать, а тем самым упростить ту сложную процедуру, которую используют и учителя при создании методических пособий. Тем самым, представление различного рода «электронных учебников», методических пособий на компьютере имеет ряд важных преимуществ. Во-первых, это автоматизация как самого процесса создания таковых, так и хранения данных в любой необходимой форме. Во-вторых, это работа с практически неограниченным объёмом данных. Создание компьютерных технологий в обучении соседствует с изданием учебных пособий новой генерации, отвечающих потребностям личности обучаемого.

Наш электронный учебник мы построили таким образом, что мы рассмотрели историю физики, плакаты, конспекты, учебные фильмы, самостоятельные и лабораторные работы, тестовые задания, литературу. Не секрет, что физика состоит из разделов: механика, термодинамика, молекулярная физика и т. д. Это мы и учитывали в нашем электронном учебнике.

Разработанное пособие можно применять на уроках по знакомству с историейфизики, при самостоятельном изучении основных разделов физики. В нашем электронном учебнике имеется конспекты, фильмы, которые помогут студентам подготовиться к занятиям. Особое место занимают плакаты по физике, так как они наиболее информативны при знакомстве с физикой. Они содержат формулы, основные определения и законы.

Проверку знаний мы решили сделать в виде самостоятельных работ по разделам физики. Каждая самостоятельная работа представлена в двух вариантах. Для дифференцированного подхода к контролю знаний, умений и навыков студентов задания систематизированы по уровню сложности: каждое задание содержит три вопроса соответственно первого, второго и

третьего уровней, вытекающее один из другого. Оценка за каждое задание определяется достижением студента соответствующего уровня.

Большое внимание было уделено тестовым заданиям. Мы взяли тестовую оболочку MyTest. По пяти разделам физики были разработаны четыре варианта тестов по десять вопросов. По уровню сложности, первые семь вопросов – простые с выбором одного правильного ответа, последние три – посложнее, один вопрос на сопоставление и две расчетные задачи. После окончания теста системой автоматически ставится оценка.

При выполнении лабораторных работ мы учитывали, что не каждый студент сразу может разобраться при выполнении виртуальной лабораторной работы по физике, поэтому мы решили снять обучающие видеофильмы по выполнению этих работ. Мы надеемся, что они будут полезны студентам при подготовке, выполнении и сдаче лабораторных работ студентами.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Электронный учебник по физике рассчитан для профессиональной ориентации и подготовки студентов к жизни в современном информационном обществе.
Целью создания данного электронного учебника является:

- освоение знаний о фундаментальных физических законах и принципах, лежащих в основе современной физической картины мира; наиболее важных открытиях в области физики, оказавших определяющее влияние на развитие техники и технологии; методах научного познания природы;
- овладение умениями проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты, выдвигать гипотезы и строить модели, применять полученные знания по физике для объяснения разнообразных физических явлений и свойств веществ; практического использования физических знаний; оценивать достоверность естественно - научной информации;
- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе приобретения знаний и умений по физике с использованием различных источников информации и современных информационных технологий;
- воспитание убежденности в возможности познания законов природы; использования достижений физики на благо развития человеческой цивилизации; необходимости сотрудничества в процессе совместного выполнения задач, уважительного отношения к мнению оппонента при обсуждении проблем естественнонаучного содержания; готовности к морально-этической оценке использования научных достижений, чувства ответственности за защиту окружающей среды;
- использование приобретенных знаний и умений для решения практических задач повседневной жизни, обеспечения безопасности собственной жизни, рационального природопользования и охраны окружающей среды.

В результате работы с электронным учебником учащиеся должны
знать/понимать:

- смысл понятий: физическое явление, гипотеза, закон, теория, вещество, взаимодействие, электромагнитное поле, волна, фотон, атом, атомное ядро, ионизирующие излучения, планета, звезда, галактика, Вселенная;
- смысл физических величин: скорость, ускорение, масса, сила, импульс, работа, механическая энергия, внутренняя энергия, абсолютная температура, средняя кинетическая энергия частиц вещества, количество теплоты, элементарный электрический заряд;

- смысл физических законов классической механики, всемирного тяготения, сохранения энергии, импульса и электрического заряда, основ молекулярно-кинетической теории газа и термодинамики;
- законов постоянного тока, электромагнитной индукции, фотоэффекта;
- вклад российских и зарубежных ученых, оказавших наибольшее влияние на развитие физики;

уметь:

- описывать и объяснять физические явления и свойства тел: виды движения тел; свойства газов, жидкостей и твердых тел; возникновение электрического тока; электромагнитную индукцию, распространение электромагнитных волн; волновые и квантовые свойства света; излучение и поглощение света атомом; фотоэффект; строение атома Резерфорда и Бора;
- делать выводы на основе экспериментальных данных;
- приводить примеры, показывающие, что: наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать еще неизвестные явления;
- приводить примеры практического использования физических знаний: законов механики, термодинамики и электродинамики в энергетике; различных видов электромагнитных излучений для развития радио и телекоммуникаций, квантовой физики в создании ядерной энергетики, лазеров;
- воспринимать и на основе полученных знаний самостоятельно оценивать информацию, содержащуюся в сообщениях СМИ, Интернете, научно-популярных статьях;
- применять полученные знания для решения физических задач;
- определять характер физического процесса по графику, таблице, формуле;
- измерять ряд физических величин, представляя результаты измерений с учетом их погрешностей;

использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:

- для обеспечения безопасности жизнедеятельности в процессе использования транспортных средств, бытовых электроприборов, средств радио- и телекоммуникационной связи;
- оценки влияния на организм человека и другие организмы загрязнения окружающей среды;
- рационального природопользования и защиты окружающей среды.

ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Что же такое «Электронный учебник» и в чем его отличия от обычного учебника? Обычно электронный учебник представляет собой комплект обучающих, контролирующих, моделирующих и других программ, размещаемых на магнитных носителях (твердом или гибком дисках) ПЭВМ, в которых отражено основное научное содержание учебной дисциплины. ЭУ часто дополняет обычный, а особенно эффективен в тех случаях, когда он: обеспечивает практически мгновенную обратную связь; помогает быстро найти необходимую информацию (в том числе контекстный поиск), поиск которой в обычном учебнике затруднен; существенно экономит время при многократных обращениях к гипертекстовым объяснениям; наряду с кратким текстом - показывает, рассказывает, моделирует и т.д. (именно здесь проявляются возможности и преимущества мультимедиа-технологий) позволяет быстро, но в темпе наиболее подходящем для конкретного индивидуума, проверить знания по определенному разделу.

К недостаткам ЭУ можно отнести не совсем хорошую физиологичность дисплея как средства восприятия информации (восприятие с экрана текстовой информации гораздо менее удобно и эффективно, чем чтение книги) и более высокую стоимость по сравнению с книгой. Эффективность электронного обучения существенно зависит от используемой в нем технологии. Возможности и характеристики технологии электронного обучения должны обеспечивать максимально возможную эффективность взаимодействия обучаемого и преподавателя в рамках системы ЭО. Сложное в использовании программное обеспечения не только затрудняет восприятие учебного материала, но и вызывает определенное неприятие использования информационных технологий в обучении.

Программное обеспечение для ЭО представлено как простыми статическими HTML страницами, так и сложными системами управления обучением и учебным контентом использующиеся в корпоративных компьютерных сетях.

Успешное внедрение электронного обучения основывается на правильном выборе программного обеспечения, соответствующего конкретным требованиям. Эти требования определяются потребностями обучаемого, преподавателя, который должен контролировать установку, настройку программного обеспечения и результаты обучения.

При выборе программного обеспечения для электронного обучения независимо от его уровня необходимо учитывать пять потребительских характеристик:
- надежность в эксплуатации,
- совместимость,
- удобство использования,
- модульность,
- обеспечение доступа.

Этот программный продукт представляют собой разработку, направленные на изучение отдельных разделов дисциплины физика. Он специально разработан для преодоления тех затруднений, с которыми сталкиваются преподаватели и обучаемые при изучении дисциплины физика. Преимуществом такого продукта является возможность отслеживать и контролировать во времени процесс обучения и успеваемость обучаемых. Такие разработки являются незаменимым средством для активизации и интенсификации подачи учебного материала во время аудиторных занятий и для самостоятельной работы студентов. С другой стороны присутствие обратной связи студентов и преподавателя в виде выполнения самостоятельных работ увеличивает эффективность их использования.

ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРОННОМУ УЧЕБНИКУ

К настоящему моменту за основу представления информации во Всемирной паутине (WWW) взят гипертекст (ГТ). Это средство не было специально разработано для сетевых приложений, оно было широко распространено и раньше, прежде всего, как способ создания справочников к программному обеспечению (т.е. несло функцию обучения). В основе ГТ лежит расширенная модель энциклопедии - веками отработанного средства информационной поддержки образования. Современная электронная энциклопедия, помимо фотографий, содержит звукозаписи, музыкальное сопровождение и видеофрагменты.

Материалы в виде гипертекста создаются с помощью специальных редакторов, которые в последнее время, как и сам язык HTML, очень быстро совершенствуются. Сейчас появилась возможность создавать и форматировать гипертекстовые страницы так же просто, как обрабатывать текст каким-либо текстовым редактором, например, редактором Microsoft Word.

Более сложные структуры создаются с помощью специализированных программных комплексов, которые обладают очень широкими возможностями по организации иерархической структуры оглавлений и ссылок, вставки графики и звука, большим набором шаблонов документов и которые в тоже время, не намного сложнее в усвоении и работе для любого пользователя. В настоящее время многие Internet-серверы предоставляют для своих пользователей услуги по организации личных Web-страниц, вплоть до того, что подключаясь к Internet через какого-нибудь провайдера (поставщика телекоммуникационных услуг), пользователь вместе с личным именем и паролем получает и адрес личной HTML-страницы, которую он может модифицировать по своему желанию.

Все эти поистине уникальные возможности Internet можно с большой пользой использовать в организации курсов электронного обучения. Internet-сервер, на котором располагается курс, может организовать базу данных личных страниц обучаемых по данному курсу. Такая база существенно поможет в организации групповой работы, расширит круг общения учащихся, повысит интерактивность электронного обучения. Пример: детям предлагается написать немного о себе, о своих увлечениях, хобби, если возможно, то даже прислать свою фотографию в электронном виде. Все это помещается на личную страничку самими учащимся, куратором или Web-мастером сервера. Просматривая странички своих коллег, учащиеся смогут завязать интересную переписку, создать группу по интересам, что существенно повлияет на мотивацию обучения.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНИК В ВИДЕ HTML СТРАНИЦ

Самым выгодным – легким путем создание электронных учебников, имеющих выходной формат html. Выбор формата веб – страниц обусловлен несколькими причинами.
Во-первых, этот формат поддерживается подавляющим большинством персональных компьютеров, работающих под управлением любой популярной операционной системы. Следовательно, электронный учебник может использоваться без установки специальных средств просмотра на пользовательском компьютере.

Во-вторых, данный формат позволяет работать с электронным учебником как с веб – сайта, так и локально на пользовательском компьютере, не имеющем выхода в сеть Интернет.
В-третьих, электронные учебники в формате html имеют относительно небольшой размер при сохранении возможности использования видео- и звуковых роликов, изображений, графиков и элементов форматирования.

В четвертых, формат html в связке с языком JavaScript позволяет организовать тестирование по результатам усвоения материала электронного учебника.

Готовый ЭУ представляет собой последовательность страниц, содержащих изображения, в которых заключен весь текстовый материал, формулы, графики и рисунки, а также вложенные видео- и звуковые материалы, тестовые блоки и элементы навигации.

ВЫБОР ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНИКА

Современный период развития цивилизованного общества характеризует процесс информатизации.

Информатизация общества – это глобальный социальный процесс, особенность которого состоит в том, что доминирующим видом деятельности в сфере общественного производства является сбор, накопление, продуцирование, обработка, хранение, передача и использование информации, осуществляемые на основе современных средств микропроцессорной и вычислительной техники, а также на базе разнообразных средств информационного обмена.
Информатизация общества обеспечивает:

- активное использование постоянно расширяющегося интеллектуального потенциала общества, сконцентрированного в печатном фонде, и научной, производственной и других видах деятельности его членов;
- интеграцию информационных технологий с научными, производственными, инициирующую развитие всех сфер общественного производства, интеллектуализацию трудовой деятельности;
- высокий уровень информационного обслуживания, доступность любого члена общества к источникам достоверной информации, визуализацию представляемой информации, существенность используемых данных.

Одним из приоритетных направлений процесса информатизации современного общества является информатизация образования – внедрение средств новых информационных технологий в систему образования. Это сделает возможным:

- совершенствование механизмов управления системой образования на основе использования автоматизированных банков данных научно– педагогической информации, информационно-методических материалов, а также коммуникационных сетей;
- совершенствование методологии и стратегии отбора содержания, методов и организационных форм обучения, соответствующих задачам развития личности обучаемого в современных условиях информатизации общества;
- создание методических систем обучения, ориентированных на развитие интеллектуального потенциала обучаемого, на формирование умений самостоятельно приобретать знания, осуществлять информационно–учебную, экспериментально – исследовательскую деятельность, разнообразные виды самостоятельной деятельности по обработке информации;
- создание и использование компьютерных тестирующих, диагностирующих, контролирующих и оценивающих систем.

В работе было рассмотрена одна из сторон процесса информатизации общества и образования – создание и использование на практике одной из форм обучения с использованием средств новых информационных технологий – электронный учебник. Создали электронный учебник, воспользовавшись блокнотом, являющийся встроенным и не потребляющий много ресурсов системы. Основной особенность является знание тэгов и их параметров.

По сути HTML - это обычный, текстового вида файл, в котором то, что мы обычно видим на страничках, перемежается невидимым для просмотра из браузера кодом.
HTML – служит для разметки страниц, придания определенного вида тому или иному элементу, будь то таблица, текст или картинки.

Осуществляется это путем присвоения каждому элементу своих параметров, которые распознает браузер. Параметры эти могут быть заданы как для одного, так и для группы или типа элементов. Тип элементов может быть таким: таблицы, ячейки, ссылки, текст и т.п. Отдельные свойства можно присваивать и выбранным элементам персонально. Параметры отображения элементов задаются при помощи тегов, в которых и задается желаемый вид того или иного элемента страницы.

HTML (Hyper Text Markup Language) означает язык разметки гипертекста. Этот язык был разработан Тимом Бернерсом-Ли в рамках создания проекта распределенной гипертекстовой системы, которую он назвал World Wide Web (WWW) или Всемирная паутина. HTML предназначен для написания гипертекстовых документов, публикуемых в World Wide Web. Документ на языке HTML может включать следующие компоненты:

- стилизованный и форматированный текст;
- команды включения графических и звуковых файлов;
- гиперсвязи с различными ресурсами Internet;
- скрипты на языке JavaScript и VBScript;
- различные объекты, например Flash-анимацию.

Документы HTML являются обычными текстовыми файлами, содержащими специальные теги (или управляющие элементы) разметки. Теги разметки указывают браузеру Web (программе пользователя для отображения web-страниц, например, Internet Explorer, Mozilla, Netscape или Opera), как надо вывести страницу.
Файлы HTML обычно имеют расширения htm или html. Их можно создавать при помощи любого текстового редактора.
Язык HTML является подмножеством мощного языка SGML (Standard Generalized Markup Language), который широко используется в издательской деятельности. Основной выигрыш от использования этих языков состоит в переносимости текста между разными издательскими системами. Эта же особенность сохраняется и в HTML.

ПРОГРАММЫ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ СОЗДАНИИ УЧЕБНИКА

Блокнот — это несложный текстовый редактор, используемый для создания простых документов. Наиболее часто программа «Блокнот» используется для просмотра и редактирования текстовых (TXT) файлов, но многие пользователи применяют программу «Блокнот» в качестве простого инструмента для создания веб-страниц. Программа «Блокнот» поддерживает только основное форматирование, поэтому случайное сохранение специального форматирования в документах, в которых должен остаться чистый текст, исключено. Это особенно полезно при создании HTML-документов для веб-страниц, так как особые знаки или другое форматирование могут не отображаться на опубликованных веб-страницах и даже могут приводить к возникновению ошибок. Файлы программы «Блокнот» могут быть сохранены в следующих кодировках: Юникод, ANSI, UTF-8 или Юникод Big Endian. Эти форматы обеспечивают большую гибкость при работе с документами, использующими различные наборы знаков.

Microsoft Office Picture Manager обеспечивает гибкие средства управления, редактирования и совместного использования рисунков. Пользователи могут просматривать все рисунки вне зависимости от того, где они сохраняются. Средство поиска рисунков помогает найти рисунки, автоматически выполняя поиск. Программа Office Picture Manager также помогает автоматически исправлять рисунки. Если требуется специфическая регулировка, можно выбирать отдельные инструменты редактирования. Программа Office Picture Manager предлагает также мощные средства совместного использования рисунков, позволяющие отправлять рисунки в сообщениях электронной почты или создавать узлы Microsoft SharePoint Picture Library в интрасети организации.

Smart Install Maker – это мощное и удобное средство для создания инсталляторов. Программа обладает удобным и интуитивно понятным интерфейсом, а также полным набором необходимых функций для создания профессиональных инсталляторов с минимальным размером, высокой степенью сжатия файлов и приятным интерфейсом.

Microsoft Office Word 2007 – это текстовый редактор, предназначенный для создания, просмотра и редактирования текстовых документов, с локальным применением простейших форм таблично-матричных алгоритмов. Текстовый процессор, выпускается корпорацией Microsoft в составе пакета Microsoft Office.

Paint.NET –это свободный образ программного обеспечения и манипуляции фото, использоваться на компьютерах с операционной системой Windows. Он поддерживает слои, неограниченные отмены, специальные эффекты и широкий спектр полезного и мощного инструментария.

Adobe Photoshop (Эдóуби Фотошóп) — многофункциональный графический редактор, разработанный и распространяемый фирмой Adobe Systems. В основном работает с растровыми изображениями, однако имеет некоторые векторные инструменты. Продукт является лидером рынка в области коммерческих средств редактирования растровых изображений, и наиболее известным продуктом фирмы Adobe. Часто эту программу называют просто Photoshop (Фотошоп). В настоящее время Photoshop доступен на платформах Mac OS X/Mac OS и Microsoft Windows.

SWT –текст – мощный инструмент для создания текстовой мультипликации. В программе встроено множество эффектов для создания gif анимации.

Nero - это мощный программный продукт необходимый для записи компакт-дисков. С помощью Nero можно записывать диски всех существующих в настоящие время стандартов, в том числе диски с данными, аудио, видео, писать CD и DVD. Может записывать сразу на нескольких приводах, поддерживает перепрожиг. Nero позволяет копировать или создавать свои собственные компакт-диски, при этом можно копировать даже защищенные компакт-диски. Интерфейс программы легко настроить на русский язык, именно из-за русского интерфейса, простоты и легкости работы программы Nero приобрела огромную популярность.

СОЗДАНИЕ ИНСТАЛЛИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНИКА

При создании инсталлятора для электронного учебника мною было принято решение воспользоваться программой Smart Install Maker 5.04.
После запуска открывается главное окно программы:
Заполняем необходимые поля на вкладке «Информация»:
Имя программы; Версия; Имя компании; Заголовок окна; Надпись снизу; Сохранить как; Тип сжатия; Тип разбивки.
На вкладке «Файлы», прикрепляются файлы, которые будут добавлены и сжаты в один установочный файл .
При нажатии на кнопку добавляется один файл.
При нажатии на кнопку добавляется группа файлов.
На вкладке «Требования» если не стоят галочки на «Поддерживаемые версии операционных систем», то поставьте их самостоятельно.
На вкладке «Диалоги» заполняется информация о пути установки, всех направлениях установки, создания пароля, лицензионное соглашение, а также завершение установки программного продукта.
В данном случае лицензионного соглашении и пароля на программный продукт не будет.
На закладке «Завершение» устанавливает флажок «Запустить установленное приложение», нажимает на значок и выбирает необходимый файл.
На вкладке «Интерфейс» создается отображаемый интерфейс при установке электронного учебника.
Вкладка интерфейс содержит:
Фон – отображается во время установки программного продукта;
Заголовки – задается шапка и заголовки;
Логотип – отображает во время установки созданный логотип;
Языки – выбор языка установки;

Отображение значка программного продукта.
На закладке «Ярлыки» , прописывается путь ярлыка, который будет отображаться на рабочем столе. Для того чтобы добавить ярлык следует нажать кнопку добавить .
Где прописывается путь ярлыка, путь файла, имя ярлыка, параметры, место создания ярлыка и так далее.
После того как все необходимые пункты заполнены, создается инсталлятор выполнением команды: Проект Компилировать.
После этого создается инсталлятор, в котором показывается, какой файл в данный момент сжимается, и показывает информацию о нем.
После того как компилятор успешно завершил работу, можно проверить на работоспособность созданного инсталлятора.
Таким образом, создавался инсталлированный электронный учебник «Физика».

ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ РЕЖИМА ТРУДА И ОТДЫХА ПРИ РАБОТЕ НА ПЭВМ
Режимы труда и отдыха при профессиональной работе ПЭВМ должны организовываться в зависимости от вида и категории трудовой деятельности.
Трудовая деятельность пользователей по напряжённости работ подразделяется на три категории:
для группы А - по суммарному числу считываемых знаков за рабочую смену;
для группы Б - по суммарному числу считываемых или вводимых знаков за рабочую смену;
для группы В - по суммарному времени непосредственной работы с ПЭВМ за рабочую смену.
Для видов и категорий трудовой деятельности устанавливаются количество знаков за смену или суммарное время непосредственной работы на ПЭВМ.
Время регламентированных перерывов в зависимости от продолжительности смены, вида и категории трудовой деятельности на ПЭВМ

Категория работы на ПЭВМ	Уровень нагрузки на рабочую смену при видах работ на ПЭВМ			Суммарное время регламентированных перерывов, мин.	
	Группа А, количество знаков	Группа В, количество знаков	Группа В, в час.	При 8-ми часовой смене	При 12-ти часовой смене
I	до 20000	до 15000	до 2,0	30	70
II	до 40000	до 30000	до 4,0	50	90
III	до 60000	до 40000	до 6,0	70	120

Продолжительность непрерывной работы на ПЭВМ без регламентированного перерыва не должна превышать 2 часов.
При 8-ми часовой рабочей смене и работе на ПЭВМ регламентированные перерывы следует устанавливать:
для I категории работ через 2 часа от начала рабочей смены и через 2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый;
для II категории работ через 2 часа от начала рабочей смены и через 5-2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый или продолжительностью 10 минут через каждый час работы;
для III категории работ через 5-2 часа от начала рабочей смены и через 5-2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 20 минут каждый или продолжительностью 15 минут через каждый час работы.
Для профилактики зрительного утомления через 25 минут работы следует выполнять комплекс упражнений для глаз.

Во время регламентированных перерывов, с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, устранения влияния гиподинамии и гипокинезии, предотвращения развития познотонического утомления следует выполнять комплексы упражнений.
Во время регламентированных перерывов и в конце рабочей смены (дня) работающим на ПЭВМ с уровнем напряжённости труда III категории следует проводить психологическую и функциональную разгрузку в специально оборудованных помещениях, с учётом особенностей профессиональной деятельности и функционального состояния организма.
С целью уменьшения отрицательного влияния (монотонии) следует применять чередование операций ввода осмысленного текста и числовых данных (изменение содержания работ), чередование редактирования текстов и ввода данных (изменение содержания и темпа работ) и т.п.

В случаях возникновения у работающих на ПЭВМ зрительного дискомфорта или неблагоприятных субъективных ощущений, несмотря на соблюдение санитарно-гигиенических и эргономических требований и режимов труда и отдыха, следует применять индивидуальный подход в ограничении времени работы с ПЭВМ и коррекцию длительности перерывов для отдыха или проводить смену деятельности, заменив её на работу, связанную с использованием ПЭВМ.
Продолжительность непрерывной работы на ПЭВМ без регламентированного перерыва не должна превышать 2 часов.
Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устранения гиподинамии и гипокинезии, предотвращения развития познотонического утомления целесообразно выполнять комплексы упражнений.
С целью уменьшения отрицательного влияния (монотонии) целесообразно применять чередование операций осмысленного текста и числовых данных (изменение содержания работ), чередование редактирования текстов и ввода данных (изменение содержания работы).
Рекомендуется следующий режим труда и отдыха: работа 20-25 мин., а потом 5-минутный перерыв с упражнениями для плеч, глаз и кистей рук.
Примеры текущих упражнений приведены ниже.
Вытягивание и разведение пальцев в вытянутом состоянии в течение 5-7 секунд, расслабление и сжатие пальцев на 5-7 секунд. Повторить 5-15 раз.
Расслабление плеч и верхней части спины за счёт сплетения пальцев рук за головой, сдвигания лопатки друг к другу в течение 5-15 секунд. Повторить 5-15 раз.
Статическая поза при сплетении пальцев рук с обращенными внутрь ладонями за спиной в течение 5-15 секунд. Повторить 5-15 раз.
В положении стоя поднимать и опускать руки, одновременно поворачивая голову вправо и влево, задерживая её в течение 3 секунд. Повторить 5-15 раз.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой работе нами рассматривалась тема разработки электронных обучающих систем на примере электронного учебника по физике. Сейчас, когда идет повсеместное внедрение средств новых информационных технологий в учебные заведения и образовательный процесс вообще, остро ощущается нехватка программных средств. В этих условиях тема нашей работы, предмет ее исследования представляется очень своевременным. Актуальность этого вопроса продиктована самой ситуацией на рынке программного обеспечения, когда есть люди готовые и стремящиеся внедрять новые программно-методические разработки, новые формы и методы обучения на практике, а несбалансированность российского рынка прикладного обеспечения не позволяет использовать целиком богатый потенциал. Поэтому разработку электронного учебника по

дисциплине «Физика», который мог бы применяться в обучении студентов, считаем просто необходимой.

Так же в работе были рассмотрены мероприятия по снижению нервно-психических и эмоциональных нагрузок на пользователя.

Практическую ценность своей работы мы видим в том, что: во-первых, нами был получен богатый опыт при разработке электронного учебника; во-вторых, и это главное, техникум получит в свое распоряжение и сможет использовать в образовательном процессе новое электронное средство обучения – электронный учебник по дисциплине «Физика». Поставленные в начале работы цели были полностью достигнуты, так как в процессе работы были решены все задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1.И. В. Годова Физика. Контрольные работы в новом формате. – Москва, «Интеллект – центр», 2011 г.
2.В. А. Заботин, В. Н. Комиссаров Физика. Контроль знаний, умений и навыков учащихся. - Москва, «Просвещение», 2008 г.
3.Дробахина А.Н., Можаров М.С. Структурирование содержания профессиональной подготовки учителя информатики средствами современного гипертекста. - Новокузнецк, 2009 г..
4.Пилюгина С.А. Метод проектной деятельности в Интернете и его развивающие возможности.//Школьные технологии. - 2008. - №2. - С.196.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

Бобриков Б.Б
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Автомобильный институт, факультет «Автомобили и тракторы»
Научный руководитель: к.т.н., проф. Любин А.Н

Данная работа относиться к области информатизации образования. Информатизация образования в самом широком смысле это комплекс социальных и педагогических преобразований, связанных с оснащением образовательных систем информационной продукцией, информационными средствами и технологиями.

Информатизацию образования невозможно представить без использования компьютерных средств обучения, активная роль которых в образовательном процессе постоянно возрастает. С помощью компьютера можно моделировать изучаемый процесс, собирать модель лабораторной работы, проводить на ней экспериментальные исследования, хранить и обрабатывать полученные результаты, выполнять те функции, выполнение которые в реальном лабораторном эксперименте либо затруднено, либо просто невозможно.

Компьютерные средства обучения обеспечивают существенное повышение качества образовательного процесса и открывают в нём новые возможности, среди которых важное место занимает возможность проведения виртуальных лабораторных работ, включая и дистанционное их проведение.

Для проведения виртуальных лабораторных работ создаются компьютерные или виртуальные лабораторные работы по соответствующим дисциплинам. Компьютерная лабораторная работа, как правило, представляет собой компьютерную модель реальной экспериментальной установки, выполненную средствами компьютерной графики и компьютерного моделирования.

Для создания компьютерных лабораторных работ, в частности, может использоваться инструментальная среда проектирования LabVIEW. LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) - среда разработки лабораторных виртуальных приборов, созданная фирмой *National Instruments* (США). Наиболее полно возможности этого комплекса раскрываются при создании приборов и систем для измерений физических величин в научных экспериментах, лабораторных и промышленных установках. Важным достоинством LabVIEW является возможность управления процессом измерения в автоматическом и интерактивном режиме. Для обработки и анализа данных используется набор функциональных библиотек общего и специализированного назначения. Взаимодействие с оператором осуществляется с помощью простого и эффективного графического интерфейса. Используется язык графического программирования *G*. С помощью программ-драйверов LabVIEW эффективно взаимодействует с разнообразными платами ввода-вывода аналоговых и цифровых сигналов, модулями ввода видеосигналов, и со специализированными приборами: осциллографы, анализаторы спектра, генераторы сигналов и прочее. Среда проектирования LabVIEW ориентирована на создание распределенных и дистанционных систем измерений. Это позволяет обеспечивать доступ на расстоянии к уникальным экспериментальным стендам и организовывать дистанционное обучение.

В статье представлен материал по компьютерным лабораторным работам, которые были разработаны на кафедре: «Информационные системы и дистанционные технологии» Университета машиностроения.

Компьютерные лабораторные работы выполнены по техническим дисциплинам, а именно по общей физике и по теории, конструкции и расчёту автотракторного электрооборудования. По физике разработаны три лабораторные работы из раздела «Электричество», и три по электрооборудованию. На рис.1 представлено окно для выбора нужной дисциплины и изучаемого радела.

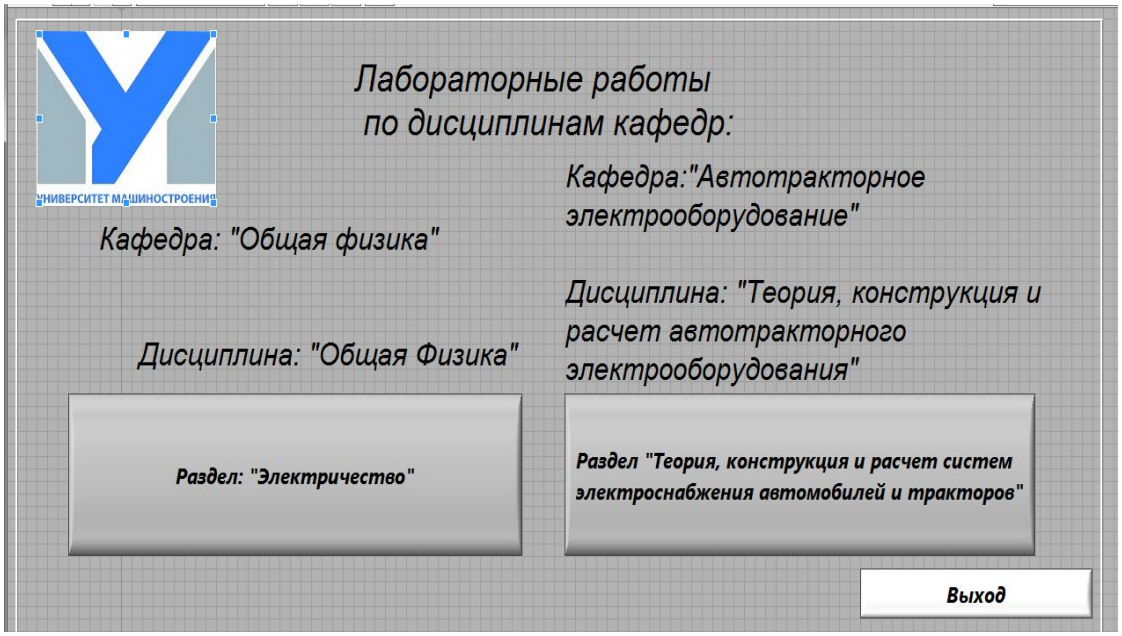


Рисунок 1.

В данном окне производиться выбор дисциплины, например «Общая физика» и изучаемого раздела, например «Электричество». В открывшемся окне, выбирается нужная лабораторная работа, например третья - «Изучение электрических релаксационных колебаний неоновой лампы» см. рис. 2.

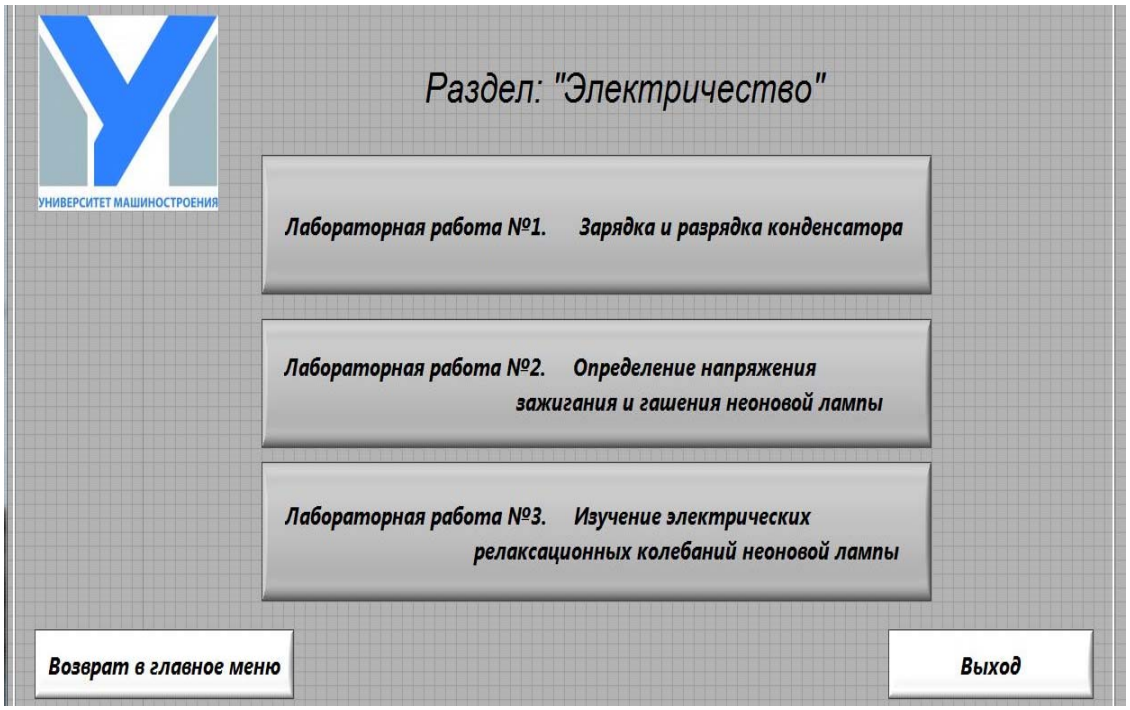


Рисунок 2

После выбора открывается следующее окно см. рис. 3.

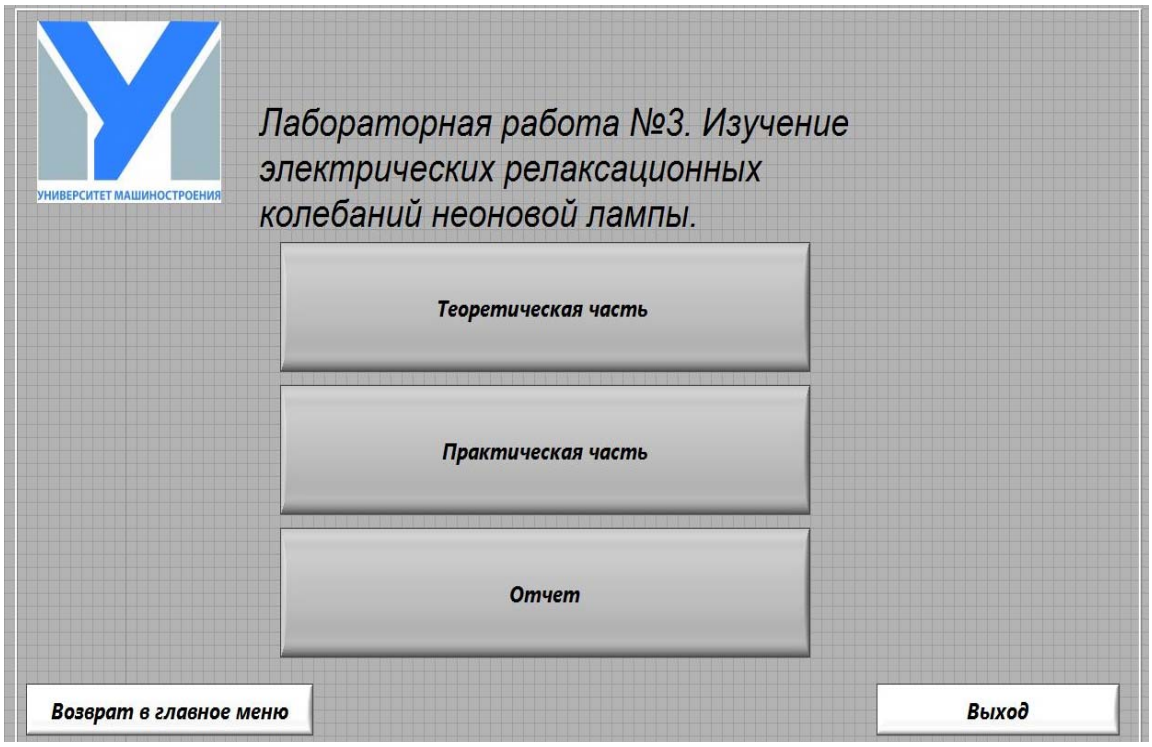
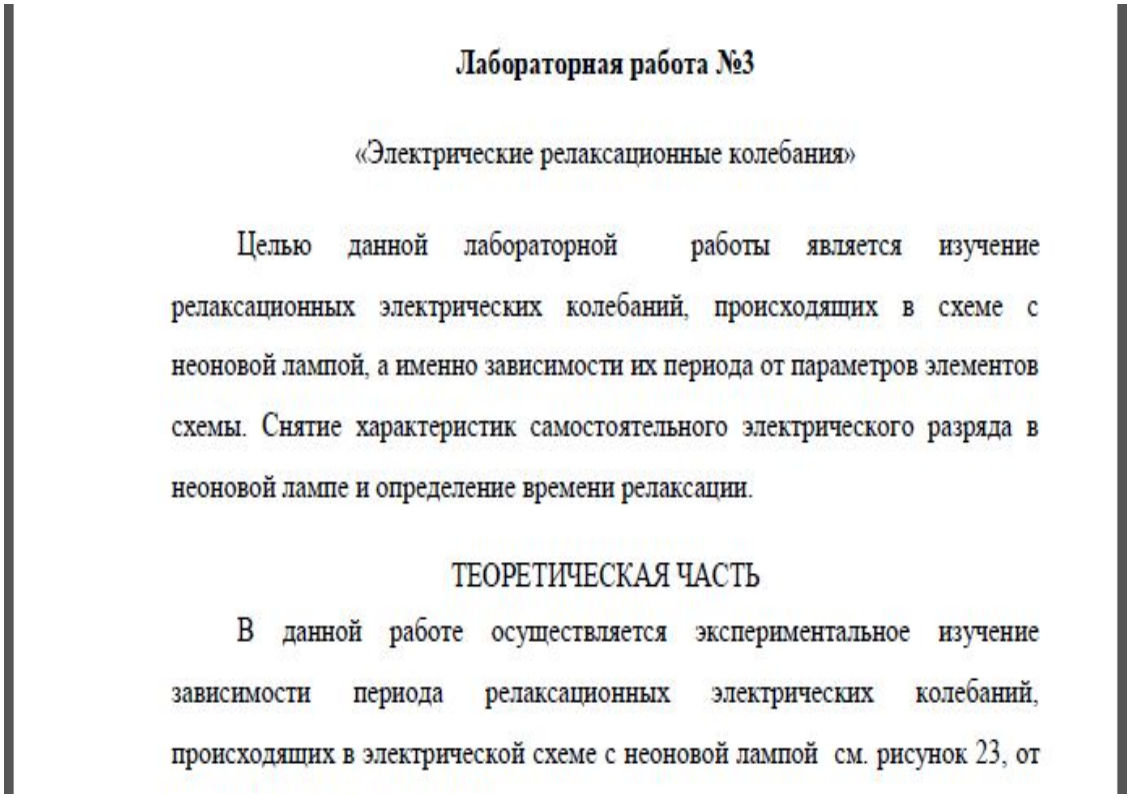


Рисунок 3.

Видно, что каждая компьютерная лабораторная работа включает в себя три части: теоретическую часть, практическую и отчёт. После входа в теоретическую часть, см. рис. 4, представляется возможность узнать цель и задачи работы, изучить её теоретическое содержание.



Лабораторная работа №3

«Электрические релаксационные колебания»

Целью данной лабораторной работы является изучение релаксационных электрических колебаний, происходящих в схеме с неоновой лампой, а именно зависимости их периода от параметров элементов схемы. Снятие характеристик самостоятельного электрического разряда в неоновой лампе и определение времени релаксации.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В данной работе осуществляется экспериментальное изучение зависимости периода релаксационных электрических колебаний, происходящих в электрической схеме с неоновой лампой см. рисунок 23, от

Рисунок 4.

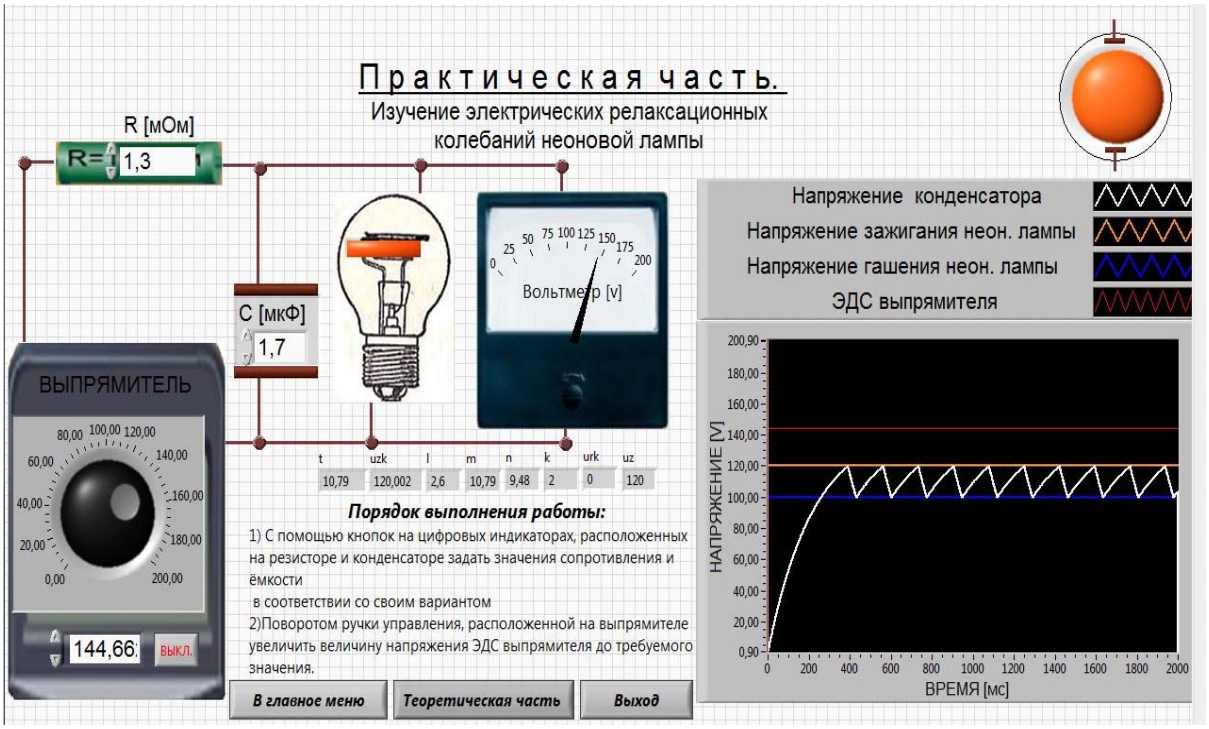


Рисунок 5.

После изучения теоретической части осуществляется переход к практической части компьютерной лабораторной работы, см. рис. 5, и в последствии к составлению отчёта по выполненной работе.

Всё остальные компьютерные лабораторные работы выполнены в аналогичной последовательности. Разработанный интерфейс позволяет легко подключать новые компьютерные лабораторные работы.

Разработанные компьютерные работы предполагается использовать в учебном процессе Университета машиностроения и Института информационных технологий, как при обычной форме обучения, так и при дистанционной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Королёв Н.Н., Любин А.Н., Шехоткин Д.А. Образовательное электронное издание по теме «Пользовательские формы VISUAL BASIC FOR APPLICATION» // Информатизация образования-2011, материалы международной научно-практической конференции,- Елец-2011. Т.2. С. 394-397.
2. Зубков В.Г., Колтунов И.И., Нехороших С.А. Информационные и дистанционные технологии в образовании: учеб. пособие. Институт информационных технологий, 2007. 211с.
3. Трэвис Дж., Кринг Дж., LabVIEW для всех. 2011. 903с.

ПРИМЕР УПОРЯДОЧИВАНИЯ МНОГОПРИЗНАКОВЫХ ОБЪЕКТОВ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ МУЛЬТИМНОЖЕСТВАМИ.

Лобазова Е.Г., Попова А.А., Ускова А.А.
Рязанский институт (филиал) Московского государственного открытого университета имени В.С.Черномырдина, факультет Государственного управления и менеджмента.
Научный руководитель: к.т.н., доц. Коняева Е.И.

В различных прикладных задачах часто возникает необходимость упорядочивания объектов от лучшего к худшему (или наоборот). Существуют разнообразные методологические подходы к ранжированию объектов и выявлению их структуры. Зачастую, изучаемые объекты характеризуются большим числом признаков неодинаковой природы. Причем один и тот же объект может описываться по-разному, с отличающимися значениями признаков, обработка которых или невозможна, или математически не корректна.

В качестве примеров таких задач укажем ранжирование объектов исследования, оцененных несколькими экспертами по определенному набору критериев. Это необходимо для построения рейтинга компаний, различно оцененных несколькими экспертами по многим количественным и/или качественным критериям. Следует упорядочить 5 йогуртов различных марок в соответствии со следующим набором критериев: G_1 - «цена», G_2 - «марка», G_3 - «вкус и запах», G_4 - «консистенция», G_5 - «дизайн/упаковка», G_6 - «ассортимент вкусов», G_7 - «реклама».

Пусть $A = \{A_1, A_2, A_3, A_4, A_5\}$ - множество йогуртов, которые подлежат многокритериальному анализу, $G = \{G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6, G_7\}$ - множество критериев, по которым оцениваются продукты. Количество экспертов равно 9. Каждый критерий имеет десятибалльную шкалу оценок: от 1 до 10, от отрицательного отношения к продукту, до очень хорошего впечатления от йогурта. А в конечном итоге, нужно выяснить, какая из этих марок йогурта окажется наиболее предпочтительнее.

Выставленные экспертами оценки представлены в таблице:

Таблица 1 – Оценки экспертов

	Эксперт 1							***Эксперт 2***							***Эксперт 3***						
A1	7	9	10	9	9	10	10	3	2	1	2	1	2	1	7	2	1	1	1	5	2
A2	3	8	8	8	8	8	9	10	10	9	10	10	7	10	3	10	6	9	8	7	8
A3	3	5	9	10	10	9	9	7	8	5	6	6	5	8	10	9	7	9	7	7	7
A4	5	3	7	6	3	7	2	5	3	4	5	3	6	3	5	2	5	4	5	2	2
A5	6	4	6	5	4	6	3	4	4	3	2	2	3	2	6	7	8	6	8	3	5
	Эксперт 4							***Эксперт 5***							***Эксперт 6***						
A1	10	9	8	8	8	5	3	10	5	1	4	3	6	5	10	4	4	4	3	4	3
A2	6	5	5	3	3	7	5	3	4	5	5	3	8	6	3	3	3	4	3	2	4
A3	4	3	4	5	4	8	7	5	6	7	4	5	5	7	4	5	5	4	5	4	3
A4	1	7	3	7	10	3	2	8	8	8	7	7	7	3	5	3	3	5	7	4	2
A5	8	1	2	1	7	10	1	6	9	10	2	8	8	9	10	8	7	6	10	9	8
	Эксперт 7							***Эксперт 8***							***Эксперт 9***						
A1	9	1	10	5	10	10	7	10	10	10	10	10	10	10	7	10	7	8	9	10	10
A2	8	2	9	10	9	9	7	6	5	6	7	8	7	9	9	10	8	10	10	10	10
A3	7	3	8	10	3	8	7	7	9	7	8	7	9	8	7	8	7	7	8	8	9
A4	6	4	7	5	8	7	7	9	7	7	7	7	7	7	7	6	7	6	6	7	8
A5	10	5	6	5	7	6	7	8	6	6	5	4	7	7	7	4	5	5	5	6	7

Таким образом, одному и тому же объекту A_i соответствует не один, а девять семимерных вектора с различающимися значениями критериев. Совокупность таких многомерных объектов имеет в пространстве сложную структуру, достаточно трудную для анализа. При этом может получиться, что несколько экземпляров объектов, имеющих, в частности, и противоречивые описания, должны рассматриваться как единое целое. Эти трудности можно преодолеть, воспользовавшись иным способом представления многопризнаковых объектов, основанным на формализме мультимножеств, который позволяет одновременно учесть все комбинации значений критериев, а также число значений каждого из этих критериев.

Кратность элементов – это одна из существенных особенностей мультимножества, отличающая его от множества. Мультимножеством A, порожденным обычным множеством $U = \{x_1, x_2, \ldots\}$, все элементы которого различны, принято называть совокупность групп элементов вида: $A = \{k_A(x) \bullet x | x \in U, k_A(x) \in Z_+\}^1$, где $k_A(x): U \to Z_+ = \{0, 1, 2, \ldots\}$ называется функцией числа экземпляров мультимножества, определяющей кратность вхождения элемента $x_i \in U$ в мультимножество A, что обозначено символом •.
Если $k_A(x) = 1$ при $x \in A$ и $k_A(x) = 0$ при $x \notin A$, то мультимножество A становится обычным множеством. (Определение взято из учебника под редакцией Петровского А.Б. Многокритериальное ранжирование объектов по противоречивым данным.)

Объект $A_i \in A$ в приведенном примере представим в таком символическом виде:
$A_i = \{k_{A_i}(g_1^1) \bullet g_1^1, \ldots, k_{A_i}(g_1^{10}) \bullet g_1^{10}, \ldots, k_{A_i}(g_7^1) \bullet g_7^1, \ldots, k_{A_i}(g_7^{10}) \bullet g_7^{10}\}$,
где $k_{A_i}(g_s^{ls})$ указывает, сколько раз значение g_s^{ls} критерия G_s встречается в описании объекта A_i, знак $\bullet$ обозначает кратность вхождения значения критерия g_s^{ls}. Получается следующая картина:

$$A_1 = \{0 \bullet 1, 0 \bullet 2, 1 \bullet 3, 0 \bullet 4, 0 \bullet 5, 0 \bullet 6, 3 \bullet 7, 0 \bullet 8, 1 \bullet 9, 4 \bullet 10,$$
$$1 \bullet 1, 2 \bullet 2, 0 \bullet 3, 0 \bullet 4, 1 \bullet 5, 0 \bullet 6, 0 \bullet 7, 0 \bullet 8, 2 \bullet 9, 2 \bullet 10,$$
$$3 \bullet 1, 0 \bullet 2, 0 \bullet 3, 1 \bullet 4, 0 \bullet 5, 0 \bullet 6, 1 \bullet 7, 1 \bullet 8, 0 \bullet 9, 3 \bullet 10,$$
$$1 \bullet 1, 1 \bullet 2, 0 \bullet 3, 2 \bullet 4, 1 \bullet 5, 0 \bullet 6, 0 \bullet 7, 2 \bullet 8, 1 \bullet 9, 1 \bullet 10,$$
$$2 \bullet 1, 0 \bullet 2, 2 \bullet 3, 0 \bullet 4, 0 \bullet 5, 0 \bullet 6, 0 \bullet 7, 1 \bullet 8, 2 \bullet 9, 2 \bullet 10,$$
$$0 \bullet 1, 1 \bullet 2, 0 \bullet 3, 1 \bullet 4, 2 \bullet 5, 1 \bullet 6, 0 \bullet 7, 0 \bullet 8, 0 \bullet 9, 4 \bullet 10,$$
$$1 \bullet 1, 1 \bullet 2, 2 \bullet 3, 0 \bullet 4, 1 \bullet 5, 0 \bullet 6, 1 \bullet 7, 0 \bullet 8, 0 \bullet 9, 3 \bullet 10 \}$$

$$A_2 = \{0 \bullet 1, 0 \bullet 2, 4 \bullet 3, 0 \bullet 4, 0 \bullet 5, 1 \bullet 6, 0 \bullet 7, 1 \bullet 8, 1 \bullet 9, 1 \bullet 10,$$
$$0 \bullet 1, 1 \bullet 2, 1 \bullet 3, 1 \bullet 4, 2 \bullet 5, 0 \bullet 6, 0 \bullet 7, 1 \bullet 8, 0 \bullet 9, 3 \bullet 10,$$
$$0 \bullet 1, 0 \bullet 2, 1 \bullet 3, 0 \bullet 4, 0 \bullet 5, 2 \bullet 6, 0 \bullet 7, 2 \bullet 8, 2 \bullet 9, 0 \bullet 10,$$
$$0 \bullet 1, 1 \bullet 2, 1 \bullet 3, 1 \bullet 4, 1 \bullet 5, 0 \bullet 6, 1 \bullet 7, 1 \bullet 8, 1 \bullet 9, 3 \bullet 10,$$
$$0 \bullet 1, 0 \bullet 2, 3 \bullet 3, 0 \bullet 4, 0 \bullet 5, 0 \bullet 6, 0 \bullet 7, 3 \bullet 8, 1 \bullet 9, 2 \bullet 10,$$
$$0 \bullet 1, 1 \bullet 2, 0 \bullet 3, 0 \bullet 4, 0 \bullet 5, 0 \bullet 6, 3 \bullet 7, 3 \bullet 8, 1 \bullet 9, 1 \bullet 10,$$
$$0 \bullet 1, 0 \bullet 2, 0 \bullet 3, 1 \bullet 4, 1 \bullet 5, 1 \bullet 6, 1 \bullet 7, 1 \bullet 8, 2 \bullet 9, 2 \bullet 10 \}$$

$$A_3 = \{0\bullet1,0\bullet2,1\bullet3,2\bullet4,1\bullet5,0\bullet6,4\bullet7,0\bullet8,0\bullet9,1\bullet10,$$
$$0\bullet1,0\bullet2,2\bullet3,0\bullet4,2\bullet5,1\bullet6,0\bullet7,2\bullet8,2\bullet9,0\bullet10,$$
$$0\bullet1,0\bullet2,0\bullet3,1\bullet4,2\bullet5,0\bullet6,4\bullet7,1\bullet8,1\bullet9,0\bullet10,$$
$$0\bullet1,0\bullet2,0\bullet3,2\bullet4,1\bullet5,1\bullet6,1\bullet7,1\bullet8,1\bullet9,2\bullet10,$$
$$0\bullet1,0\bullet2,1\bullet3,1\bullet4,2\bullet5,1\bullet6,2\bullet7,1\bullet8,0\bullet9,1\bullet10,$$
$$0\bullet1,0\bullet2,1\bullet3,0\bullet4,2\bullet5,0\bullet6,1\bullet7,3\bullet8,2\bullet9,0\bullet10,$$
$$0\bullet1,0\bullet2,1\bullet3,0\bullet4,0\bullet5,0\bullet6,4\bullet7,2\bullet8,2\bullet9,0\bullet10\ \}$$

$$A_4 = \{1\bullet1,0\bullet2,0\bullet3,0\bullet4,4\bullet5,1\bullet6,1\bullet7,1\bullet8,1\bullet9,0\bullet10,$$
$$0\bullet1,1\bullet2,3\bullet3,1\bullet4,0\bullet5,1\bullet6,2\bullet7,1\bullet8,0\bullet9,0\bullet10,$$
$$0\bullet1,0\bullet2,2\bullet3,1\bullet4,1\bullet5,0\bullet6,4\bullet7,1\bullet8,0\bullet9,0\bullet10,$$
$$0\bullet1,0\bullet2,0\bullet3,1\bullet4,2\bullet5,3\bullet6,3\bullet7,0\bullet8,0\bullet9,0\bullet10,$$
$$0\bullet1,0\bullet2,2\bullet3,0\bullet4,1\bullet5,1\bullet6,3\bullet7,1\bullet8,0\bullet9,1\bullet10,$$
$$0\bullet1,1\bullet2,1\bullet3,1\bullet4,0\bullet5,1\bullet6,5\bullet7,0\bullet8,0\bullet9,0\bullet10,$$
$$0\bullet1,4\bullet2,2\bullet3,0\bullet4,0\bullet5,0\bullet6,2\bullet7,1\bullet8,0\bullet9,0\bullet10\ \}$$

$$A_5 = \{0\bullet1,0\bullet2,0\bullet3,1\bullet4,0\bullet5,3\bullet6,1\bullet7,2\bullet8,0\bullet9,2\bullet10,$$
$$1\bullet1,0\bullet2,0\bullet3,3\bullet4,1\bullet5,1\bullet6,1\bullet7,1\bullet8,1\bullet9,0\bullet10,$$
$$0\bullet1,1\bullet2,1\bullet3,0\bullet4,1\bullet5,3\bullet6,1\bullet7,1\bullet8,0\bullet9,1\bullet10,$$
$$1\bullet1,2\bullet2,0\bullet3,0\bullet4,5\bullet5,1\bullet6,0\bullet7,0\bullet8,0\bullet9,0\bullet10,$$
$$0\bullet1,1\bullet2,0\bullet3,2\bullet4,1\bullet5,0\bullet6,2\bullet7,2\bullet8,0\bullet9,1\bullet10,$$
$$0\bullet1,0\bullet2,2\bullet3,0\bullet4,0\bullet5,3\bullet6,1\bullet7,1\bullet8,1\bullet9,1\bullet10,$$
$$1\bullet1,1\bullet2,1\bullet3,0\bullet4,1\bullet5,0\bullet6,3\bullet7,1\bullet8,1\bullet9,0\bullet10\ \}$$

Соотношения между совокупностью объектов и множеством их критериев удобно выражать с помощью матрицы $C = (c_{ij})_{k\times h}$. Строки этой матрицы соответствуют объектам, столбцы критериям, а элементы матрицы являются значениями критериев. В рассмотренном примере:

$$C = \begin{bmatrix} 00100030141200100022300100110311021002112020000122010121000411201010 03 \\ 00400101110111200103001022022001111011130030000312010000331100011111 22 \\ 00121040010020210220000120411000021111120011212101001020132000100042 20 \\ 10004111100131012100002110410000012330000020113101011101500004200021 00 \\ 00010312021003111110011013110112005100000102102201002003111111010311 0 \end{bmatrix}$$

В данной задаче возникает необходимость упорядочить анализируемые йогурты, основываясь на их экспертных оценках. При экспертном оценивании можно выделить два объекта – абсолютно лучший («идеальный) и абсолютно худший («антиидеальный»), которым все эксперты дали соответственно самые лучшие и самые худшие оценки по всем критериям. Требуется, основываясь на многокритериальных оценках объектов, упорядочить от лучшего к худшему (или наоборот).

Введем дополнительные строки в основную матрицу – $A_{\max}$ и $A_{\min}$, соответствующие идеальному и антиидеальному объекту. Наилучшему объекту в рассматриваемом примере соответствует мультимножество:

$$A_{max} = [0000000009000000009000000009000000009000000009000000009]$$

Будем считать многопризнаковые объекты точками некоторого метрического пространства мультимножеств (*A*,*d*), например, с основной метрикой d_{11} (типа Хемминга), которая задается формулой:

$$d_{11}(A,B) = m(A\Delta B) = \sum_{s=1}^{m} w_s \sum_{e_S=1}^{h_S} \left| k_A\left(q_s^{e_s}\right) - k_B\left(q_s^{e_s}\right) \right|$$

где $w_s > 0$ - коэффициенты относительной важности критериев Q_s. Проблема определения важности критериев имеет самостоятельное значение. Примем, что все критерии имеют одинаковую важность, т.е. все коэффициенты w_s равны 1.

Все объекты будем упорядочивать по величине их расстояний от идеального. Будем считать, что объект A_i лучше объекта A_j ($A_i \succ A_j$), если $d_1(A_{\max}, A_i) < d_1(A_{\max}, A_j)$.

Вычисляя метрические соотношения между каждым объектом, представленным мультимножеством и мультимножеством, характеризующим наилучший объект, получим следующую картину: $a = \begin{pmatrix} 87 \\ 102 \\ 118 \\ 124 \\ 116 \end{pmatrix}$.

Таким образом, правило упорядочивания многопризнаковых объектов сводится к сравнению метрических расстояний. Лучшим будет тот объект, у которого эта метрика будет наименьшей (по отношению к идеальному объекту). В нашем случае, получаем следующую картину: $A_{\max} \succ A_1 \succ A_2 \succ A_5 \succ A_3 \succ A_4$.

Аналогично можно упорядочить многопризнаковые объекты по отношению к антиидеальному решению $A_{\min}$, считая, что объект A_i лучше объекта A_j ($A_i \succ A_j$), если он находится дальше от антиидеального, то есть $d_1(A_{\min}, A_i) > d_1(A_{\min}, A_j)$.

Вывод: Теория мультимножеств позволяет преодолеть различного вида трудности при упорядочивании объектов, представленных несколькими различающимися «экземплярами» , при анализе объектов большой размерности и ряда других.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петровский А.Б. Пространства множеств и мультимножеств. Серия: Труды Института системного анализа РАН. 2003. - -248 с.
2. Коняева Е.И., Демидова Л.А. Пример реализации процедуры иерархической кластеризации объектов, представленных мультимножествами//Математическое и программное обеспечение информационных систем: Межвуз. сб.науч. тр./Под ред. А.Н.Пылькина – М.: Горячая линия – Телеком, 2007, с.34-38.

ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСАМИ СТАНКОВ С ЧПУ

Димаков А.В., Молоствов А.В.
ФГБОУ ВПО Тульский государственный университет (ТулГУ), Политехнический институт, Механико-технологический факультет
Научный руководитель: д.т.н., проф. Орлов А.Б.

Современные распределенные системы управления используются в целом ряде отраслей производства. Наиболее популярны они в химических, металлургических и других подобных производствах. Современная концепция построения подобных систем учитывает большие возможности систем управления на основе персональных компьютеров, предусматривает высокую функциональную насыщенность систем нижнего уровня и возможность их автономной работы. Аналогичные решения используются в настоящее время и для управления комплексами станков с ЧПУ. При их создании возникает задача обмена информацией между персональными компьютерами верхнего уровня управления и системами ЧПУ. В настоящее время имеется много разработок в области подключения систем ЧПУ к компьютерам в частности. Создание таких подключений имеет много положительных свойств.

- Подключение станка с ЧПУ к компьютеру или локальной сети повышает скорость передаваемой информации, а вследствие увеличение производительности.
- Обеспечивается оперативность и удобство хранения и раздачи управляющих программ для станков с ЧПУ.
- Создание сетей подключенных станков позволяет предприятию перейти на более высокий уровень организации, что откроет широкие возможности управления производством.
- Обеспечивается высокая степень защиты информации.

В современных системах ЧПУ (например, в СЧПУ Fanuc серии 0i.) для приема и передачи информации существуют несколько возможностей, а именно:

- Порт RS – 232. Самый распространенный из последовательных интерфейсов. соответствующий стандарту EIA интерфейс RS-232C, известный также как интерфейс CCITT V.24. Ранее он входил в стандартную комплектацию персонального компьютера и имел очень широкую область применения. Этот интерфейс предназначен для соединения двух устройств. К ЧПУ может подключаться любое устройство, имеющее этот порт и специальное программное обеспечение. Для подключения персонального компьютера к стойке ЧПУ необходимо иметь установленное программное обеспечение(NCEdit; CimcoEdit). Недостатком использования подобного интерфейса является низкая скорость передачи информации и возможность соединения только двух устройств. Кроме того, на современных компьютерах этот интерфейс может отсутствовать.
- Слот PCMCIA, через который работает накопитель на Flash памяти, причем объем карты может быть до 1Гб. Это самый простой и распространенный способ передачи информации на станок. Однако организовывать прямую связь с компьютером через этот слот с использованием интерфейса USB удается не на всех моделях СЧПУ Fanuc и для этого требуется достаточно сложная настройка и дополнительное программное обеспечение.
- Ethernet контроллер, подключаемый также через слот PCMCIA. Этот вариант подключения также требует специального программного обеспечения и соответствующей настойки. Однако при этом системы ЧПУ вместе с одним или несколькими персональными компьютерами можно объединить в локальную сеть. Поэтому такой вариант подключения наиболее предпочтителен. При этом могут быть различные конфигурации подобной сети, например, при необходимости, возможно включение систем ЧПУ в локальную сеть предприятия, или это может быть отдельная

локальная сеть из одного или нескольких компьютеров и систем ЧПУ станочного комплекса. В каждом конкретном случае конфигурация сети выбирается из принципа максимальной надежности управления станочным комплексом. Принцип минимальной стоимости сети в данном случае непригоден, так как при недостаточной надежности возникнут существенные потери, связанные со сбоями работы комплекса.

В подобной распределенной системе управления формируются два потока информации. Первый поток содержит управляющие программы, хранящиеся на верхнем уровне и раздаваемые на системы ЧПУ. Второй поток направлен от систем ЧПУ к системам верхнего уровня. Этот поток представляет собой информацию об авариях и сбоях в системе ЧПУ, однако всегда возникает задача контроля за изготовлением деталей, для чего необходимо формировать сигнал об окончании обработки каждой конкретной заготовки. Все это представляет собой мониторинг работы станка с ЧПУ, выполняемый на верхнем уровне управления распределенной системы. Не менее важной задачей является сбор информации о состоянии инструмента и проводимых подналадках с накоплением сведений об их параметрах. Это позволит формировать на верхнем уровне тренды износа инструментов и прогнозировать необходимость их замены Такая распределенная система управления обрабатывает информацию о состоянии систем ЧПУ как сетевых устройств в режиме реального времени, и имеет обеспечивает не только оперативное управление, но и быстрое восстановление работоспособности станочного комплекса в случае аварии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Д.Ю Кряжев Фрезерная обработка на станках с ЧПУ с системой ЧПУ Fanuc. Учебное пособие. 2005г.
2. “Industrial Ethernet” или зачем нужны промышленные сети верхнего уровня. Журнал “ИСУП” 4(24)_2009г.

СЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА»

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС СИСТЕМ АКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЯ. ДИАГНОСТИКА ABS И ESP

Мельников Г. О., Ларин Е. С.
Волгоградский Государственный технический университет
Научный руководители: д.т.н, проф. Ревин А. А., к.т.н., доц. Дыгало В. Г.

Современный мир невозможно представить без автомобильного транспорта. Но автомобиль – это источник повышенной опасности. Каждый автомобильный производитель, без исключения, заботится о безопасности своей продукции. В этом им помогают постоянно ужесточающиеся требования и нормативные документы, а так же желание клиентов ездить быстро и безопасно. Но, рост числа автомобилей, несомненно, ведет к росту ДТП. Ежегодно 1,2 миллиона человек погибает в ДТП и 50 миллионов получают травмы. Но даже это число каждый день растет. Антиблокировочная система тормозов уже давно носит обязательный характер в Европе, Америке и ряде других стран, с ноября 2011 года в список обязательного оборудования попала и система стабилизации курсовой устойчивости. Применение ABS и ESP вызывает потребность в техническом обслуживании и контроле работоспособности. Хотя системы считаются очень надежными, отказы всё же случаются. Официальная статистика ГИБДД за 2012 год утверждает, что процент происшествий по причине отказов сравнительно невелик. Однако реальное количество таких ДТП гораздо выше. Если ДТП вызвано несколькими причинами фиксируются в качестве основной нарушение ПДД, а техническая неисправность - в качестве сопутствующей. Наличие технических неисправностей автомобиля опасно не только потому, что они могут явиться прямой или косвенной причиной ДТП, но и потому, что вождение такого транспортного средства затрудняет работу водителя и отвлекает его от процесса управления.

При отказе системы ABS водитель, привыкший к помощнику, оказывается тет-а-тет с тормозной системой. При экстренном торможении он по привычке бьет по педали тормоза и теряет контроль над управлением. Если автомобиль оборудован системой ESP, при отказе ABS отключается и ESP, что может быть куда опаснее. Связанно это с тем, что водитель привыкает к помощникам, которые незаметно компенсируют его ошибки. В случае отказа только системы ESP, некоторые системы активной безопасности остаются активными, однако в случае аварийной ситуации умений водителя, лишенного помощника может не хватить и произойдет снос или занос автомобиля.

Как и любая система автомобиля ABS и ESP нуждается в диагностике. Крупные сервисные станции для обнаружения неисправности используют мастеров по диагностике. С помощью специального оборудования и своих знаний они максимально быстро и точно находят неисправность. У сервисных центров среднего и малого размера, для снижения затрат, обязанности мастера по диагностике делегируются механикам, электрикам и техническим консультантам. В этом случае точность и скорость диагностики напрямую зависит от квалификации персонала. Для повышения профессиональных навыков сотрудников необходимо обучение. Для организации занятий необходимы обязательные условия: место занятий, время и преподаватель. Это несомненно приведет к немалым затратам, но они будут не напрасны, т.к. в противном случае необученный персонал может увеличить время диагностики в несколько раз, по сравнению с мастером по диагностике, и в разы повысить количество ошибочных замен и ремонтов. Выходом из данной ситуации может стать диагностический комплекс систем активной безопасности автомобиля, который будет удобен и прост в использовании, что позволит снизить время диагностики, увеличить

точность и сократить затраты. Так же он не требует особых знаний и умений, достаточно базовых знаний устройства систем автомобиля.

Диагностический комплекс состоит из экспертной системы, методики проверки ABS и стенда для проверки блока ESP.

Экспертная система - это набор программ или программное обеспечение, которое выполняет функции эксперта при решении какой-либо задачи.

Существует два поколения экспертных систем. Компьютерные системы, которые могут лишь повторить логический вывод эксперта, принято относить к первому поколению. Здесь знания представлены следующим образом:
знаниями системы являются только знания эксперта, опыт накопления знаний не предусматривается;
методы представления знаний позволяли описывать лишь статические предметные области;
модели представления знаний ориентированы на простые области.

Экспертные системы, относящиеся ко второму поколению, называют партнерскими, или усилителями интеллектуальных способностей человека. Их общими отличительными чертами является умение обучаться и развиваться, т.е. эволюционировать. Представление знаний в экспертных системах второго поколения следующее:
используются не поверхностные знания, а более глубинные. Возможно дополнение предметной области;
ЭС может решать задачи динамической базы данных предметной области.
Представленный программный продукт был создан то типу экспертной системы первого поколения. Это было необходимо, т.к. создание экспертной системы второго поколения сильно бы повысило стоимость ЭС.

Экспертная система по диагностике ABS и ESP имеет следующую структуру:

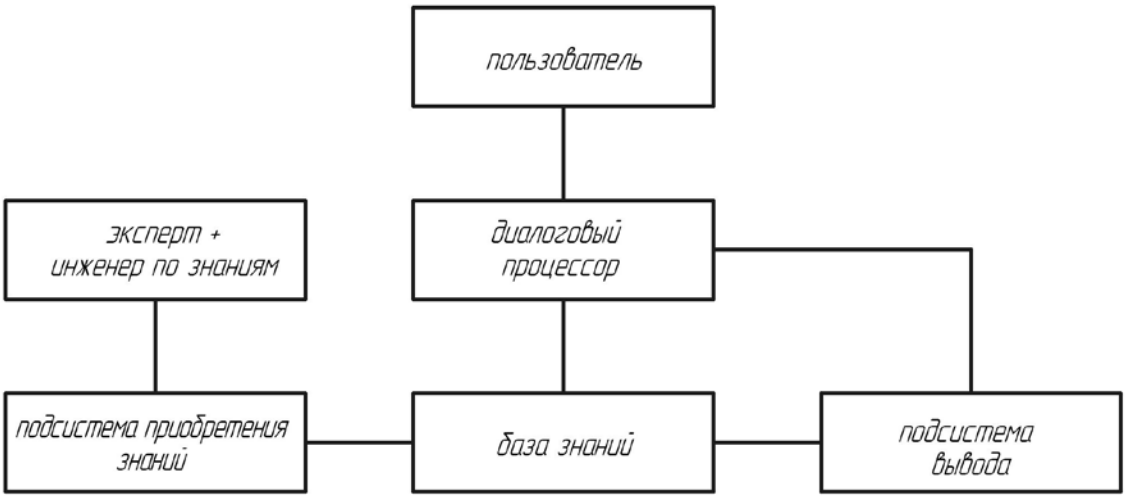


Рисунок 1

Во главе структуры находится экспертная группа инженерии знаний, состоящая из экспертов в предметной области и инженеров знаний. В функции этой группы входит заполнение базы знаний, осуществляемое с помощью специализированной диалоговой компоненты ЭС - подсистемы приобретения знаний, которая позволяет частично автоматизировать этот процесс.

Подсистема приобретения знаний предназначена для добавления в базу знаний новых правил и модификации имеющихся. В ее задачу входит приведение правила к виду, позволяющему подсистеме вывода применять это правило в процессе работы.

База знаний - наиболее важная компонента экспертной системы, на которой основаны ее «интеллектуальные способности». В отличие от всех остальных компонент ЭС, база знаний - «переменная » часть системы, которая может пополняться и модифицироваться инженерами знаний и опыта использование ЭС, между консультациями.

Подсистема вывода - программная компонента экспертных систем, реализующая процесс ее рассуждений на основе базы знаний и рабочего множества. Она выполняет две функции: во-первых, просмотр существующих фактов из рабочего множества и правил из базы знаний и добавление (по мере возможности) в рабочее множество новых фактов и, во-вторых, определение порядка просмотра и применения правил. Эта подсистема управляет процессом консультации, сохраняет для пользователя информацию о полученных заключениях, и запрашивает у него информацию, когда для срабатывания очередного правила в рабочем множестве оказывается недостаточно данных.

Диалоговый процессор - состоит из ряда вопросов с вариантами ответа.

Цель ЭС - вывести некоторый заданный факт, который называется целевым утверждением. Работа системы представляет собой последовательность шагов, на каждом из которых из базы выбирается некоторое правило, которое применяется к текущему содержимому рабочего множества. Цикл заканчивается, когда выведено либо опровергнуто целевое утверждение. Цикл работы экспертной системы иначе называется логическим выводом. Логический вывод может происходить многими способами, из которых наиболее распространенные - прямой порядок вывода и обратный порядок вывода. Прямой порядок вывода - от фактов, которые находятся в рабочем множестве, к заключению. Если такое заключение удается найти, то оно заносится в рабочее множество. Прямой вывод часто называют выводом, управляемым данными.

В системах диагностики чаще применяется прямой вывод, в то время как в планирующих системах более эффективным оказывается обратный вывод. В некоторых системах вывод

основывается на сочетании обратного и ограниченно- прямого. Такой комбинированный метод получил название циклического. В данном программном продукте применялся прямой порядок вывода.
Экспертная система была построена на основе модели «графа - дерева». Блок схема алгоритма имеет 3 основных разветвления: диагностика ABS, ESP, а так же диагностика тормозной системы. Диагностика начинается с визуального осмотра и анализа поведения автомобиля в ходе дорожных испытаний. В случае, если после этого дефект не выявлен, система запрашивает данные показаний измерительных приборов без разборки. При необходимости дальнейшей диагностики производится снятие показаний измерительных приборов с разборкой узлов и агрегатов, и делается окончательное заключение о неисправности. В результате прохождения всего теста идет программный анализ ответов пользователя и в конце тестирования высвечивается результат – искомый дефект.
Разработанная авторами экспертная система предназначается для стандартного поста диагностики. Пост должен быть оборудован следующими инструментами и оборудованием:
Таблица 1

Механическое:	Диагностическое:
- подъемник;	- автомобильный осциллограф;
- универсальный набор инструмента;	- мультиметр;
	- персональный компьютер;

Когда пользователь, в ходе диагностики достиг пункта «Диагностика ABS», экспертная система переходит к алгоритму проверки ABS. Методика тестирования заключается в выявлении дефектов гидравлического блока, электрических цепей, а так же датчиков системы. Дл я этого автомобиль устанавливается на роликовый стенд одним мостом. К выводам на датчики скорости блока управления ABS, а так же к датчику скорости автомобиля подключается генератор сигнала колесного датчика. Задается минимальная скорость вращения роликов, достаточная для снятия тормозной характеристики на стенде. Задается значение скорости на генераторе сигналов датчиков, необходимое для работы ABS. После чего, водитель нажимает на педаль тормоза. В это время, генератор сигналов датчиков скорости эмулирует процесс блокировки проверяемых колес. Затем операция повторяется с другой осью. В результате пользователь получает кривую тормозных усилий, которая сравнивается с кривой правого и левого колеса, а так же эталонной кривой. Если есть различия, система предоставляет возможные причины расхождения, дефекты.
Если в ходе диагностики пользователь доходит до пункта «Диагностика блока ESP», экспертная система переходит к программе для проверки блока ESP. Методика тестирования заключается в выявлении дефектов гидравлического блока и клапанов по средствам снятия амперной характеристики с обмоток катушек клапанов и электродвигателя. Для этого блок ESP снимается с автомобиля и устанавливается на стенд. С него снимается крышка с электронным блоком управления и соленоидами клапанов, а на её место устанавливается диагностическая крышка, через которую с ЭВМ осуществляется управление клапанами и гидронасосом, и одновременно снимаются амперные характеристики. После этого программный продукт предоставляет пользователю полученные данные для сравнения с нормативными. Если есть различия, система представляет характеристики основных дефектов блока ESP для уточнения неисправности.

Нормативные характеристики исправного блока и с дефектами были получены с помощью специального стенда, на котором эмитировались основные неисправности гидроблока ESP. Разделение алгоритма диагностики на три части необходима. Система ESP, в отличии от ABS, имеет гораздо больше контролируемых параметров, датчиков, алгоритм ее диагностики отличается от алгоритма диагностики ABS, как было описано выше. Многие современные

автомобили, в зависимости от комплектации могут иметь на борту ABS, ABS+ESP, а могут и вовсе не иметь электронных помощников. Таким образом, одна и та же модель, будет нуждаться в различных устройствах и методах, необходимых для диагностики. Диагностический комплекс в данном случае универсален. То есть предприятие, обслуживающее автомобили с ABS, может не использовать пакет для более сложной диагностики ESP.

В данный момент дальнейшие исследования ведутся для диагностики не только гидравлической части блока, но и электронной. Для этого необходимо снять сигналы с датчиков заведомо исправной системы и генерировать их для испытуемого блока. По реакции исполнительных устройств можно будет судить об исправности блока. Данная проверка происходит без снятия блока с автомобиля. В перспективе диагностику гидравлической части можно будет проводить так же без снятия с автомобиля.

Данный программный продукт предназначается для поста диагностики, пользователь – слесарь со средним специальным образованием, с опытом работы не менее 2 месяцев. В настоящее время, при возникновении затруднений у слесаря в ходе диагностики, он вынужден обращаться к техническому консультанту. Любой работник, прежде всего человек, он не может помнить наизусть все мелкие и редко проявляющиеся дефекты. Каким бы хорошим не был специалист, они могут вызвать у него затруднения, вынуждая прибегнуть к помощи специальной литературы. Это ведет за собой значительное увеличение времени и качества диагностики.

При использовании экспертной системы рабочий обращается к базе знаний программного продукта, и пошагово диагностирует систему. Это позволит сократить время и повысит точность диагностики.

В перспективе база знаний может охватить все системы автомобиля. В таком случае диагностика может производиться быстро и с довольно высокой точностью без необходимости дополнительного обучения персонала, а так же привлечения дополнительных высококвалифицированных кадров. Это позволит сократить время, затрачиваемое на диагностику и сократить затраты.

Разработанная нами экспертная система позволяет диагностировать помимо систем ABS и ESP, тормозную систему автомобиля, имеет универсальность, увеличивает точность и скорость диагностики, а так же не требует специальных знаний от пользователя.

В результате проделанной работы создана таблица возможных дефектов, составлен алгоритм поиска дефектов, методика диагностики ABS, методика диагностики ESP, разработано программное средство – экспертная система, реализующая данный алгоритмы.

Литература

1. Дворянкин, А.М. Искусственный интеллект. Базы знаний и экспертные системы : учеб. пособие / А.М. Дворянкин и др. Волгоград : РПК «Политехник», 2002.-140с.
2. Ревин, А. А. Теория эксплуатационных свойств автомобилей и автопоездов с АБС в режиме торможения : монография / А. А. Ревин ; ВолгГТУ. – Волгоград : РПК "Политехник", 2002. – 372 с.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ ПО РАСЧЕТУ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Абдраманов М. Б.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Автомобильный институт, факультет энергомашиностроения
Научный руководитель: к.т.н., доц. Мельников А.Ф.

По системе вентиляции и отопления автомобиля были разработаны учебное пособие «Вентиляция и отопление на автотранспортных средствах» по кафедре «Экология и безопасность жизнедеятельности» и методическое пособие «Электрооборудование системы отопления и вентиляции автотранспортных средств (часть 1)» по кафедре «Электрооборудование автомобилей и тракторов».

В учебном пособии приведен порядок расчета параметров систем вентиляции, отопления и кондиционирования, а также приведены примеры расчета систем вентиляции и отопления автотранспортных средств (легкового, грузового автомобиля, автобуса, трактора) и требования к системам отопления и вентиляции.

В методическом пособии приведена методика расчета электродвигателя системы отопления и вентиляции на легковых автомобилях. Приведены расчеты магнитной системы, параметров электродвигателя (обмотка якоря, коллектор, щетки, пазы якоря) и рабочие характеристики, полученные в результате расчета.

Порядок расчета ЭДПТ малой мощности с возбуждением от постоянных магнитов

1. Исходные данные

P_2; U; n; *режим работы.*

2. Определение основных размеров электродвигателя

$$I_a = \frac{P_2}{\eta \times U};\quad E'_a = K_E \times U;\quad P' = E'_a \times I_a;\quad C = \frac{6{,}1}{B_\delta \times A \times \alpha_\delta};\quad \xi = \frac{L_a}{D_a};\quad D_a = \sqrt[3]{\frac{C \times P'}{\xi \times n}};\quad l_a = \xi \times D_a;\quad \tau = \frac{\pi \times D_a}{2p};\quad b_\delta = \alpha_\delta \times \tau;\quad \Phi' = B_\delta \times \tau \times l_a \times \alpha_\delta.$$

3. Расчет обмотки якоря

$$N' = \frac{60 \times a \times E'_a}{p \times n \times \Phi'};\quad Z_a = (200...300) \times D_a;\quad N_E = \frac{N}{Z_a};\quad y_1 = \frac{Z_a}{2p} \pm \varepsilon;\quad y_2 = y_1 - y;\quad q_a = \frac{I_a}{2 \times j_a}.$$

4. Расчет коллектора и щеток

$$K = Z_a;\quad D_k = (0{,}4...0{,}5) \times D_a;\quad t_k = \frac{\pi \times D_k}{K};\quad \beta_k = t_k - \beta_n;\quad b_{щ} = (1...3) \times \beta_k;\quad a_{щ} = b_{щ};\quad S_{щ} = a_{щ} \times b_{щ};\quad j_{щ} = \frac{I_a}{S_{щ} \times p};\quad j_{щн} \geq j_{щ};\quad l_k = 1{,}5 \times a_{щ};$$

$$b_k = b_{щ} \times \frac{D_a}{D_k} + \left(\frac{K}{Z_a} + \frac{K}{2p} - y_1 - \frac{a}{p}\right) \times t_k \times \frac{D_a}{D_k};\quad b_k \leq 0{,}8 \times \tau \times (1 - \alpha_\delta).$$

5. Определения размеров пазов якоря

$$t_1 = \frac{\pi \times D_a}{Z_a};\quad Z_2 = \frac{B_\delta \times t_1}{B_{z\,max} \times K_{cm}};\quad h'_n = 0{,}25 \times D_a;\quad D_{a\,max} = D_a - 2 \times h_{пр};\quad D_{acp} = D_a - 2 \times h_{пр} - h'_n;\quad D_{a\,min} = D_a - 2 \times h_{пр} - 2 \times h'_n;\quad D_1 = D_{a\,max} - 2 \times r_1;\quad D_2 = D_{a\,min} + 2 \times r_2;$$

$$S_n = \frac{\pi \times r_1^2}{2} + \frac{\pi \times r_2^2}{2} + \left(\frac{\pi \times D_1}{Z_a} - Z_2 - 2 \times r_1\right) \times r_1 + \frac{1}{4} \times \left(\frac{\pi \times D_1}{Z_a} - Z_2 + 2 \times r_2\right) \times (D_1 - D_2).$$

6. Расчет магнитной системы электродвигателя

$$Z_1 = t_1 - a_{пр};\quad Z_3 = \frac{\pi \times D_{a\,min}}{Z_a};\quad Z_{cp1} = \frac{Z_1 + Z_2}{2};\quad Z_{cp2} = Z_2;\quad Z_{cp3} = \frac{Z_2 + Z_3}{2};\quad Z_{z1} = D_a - D_1;\quad Z_{z2} = D_1 - D_2;\quad Z_{z3} = D_2 - D_{a\,min};\quad h_z = h_n + h_{пр};\quad h_a = \frac{D_a - 2 \times h_z}{2};$$

$$Z_{za} = \frac{\pi \times D_{a\,min}}{4p};\quad D_{1n} = D_a + 2 \times \delta;\quad D_{2n} = D_{1n} + 2 \times h_n;\quad l_n = l_a + 0{,}005;\quad S_n = \frac{\pi \times D_{1n}}{2p} \times \alpha_\delta \times l_n;\quad S_j = \frac{\Phi}{2 \times B_{j\,max}};\quad l_j = l_a + l_k + 0{,}03;\quad b_j = \frac{S_j}{l_j};\quad Z_j = \frac{\pi \times (D_{2n} + b_j)}{2p};$$

$$S_c = \frac{\pi \times D_{2n}}{2p} \times \alpha_\delta \times l_n.$$

7. Расчет прямой проводимости рассеяния и определение точки отхода прямой возврата

$$\beta_u = \frac{2 \times b_i}{D_{1н}}; \quad \theta = \frac{\beta_u}{2}; \quad И = \int_0^{\theta} \frac{tg\alpha}{\alpha} d\alpha; \quad G_{sδ} = 4 \times \pi \times 10^{-7} \times K_{sδ} \times l_н \times \int_0^{\theta} \frac{tg\alpha}{\alpha} d\alpha; \quad C_{max} = D_{1н} \times sin\frac{\pi - 2 \times \frac{\beta_u}{2}}{2}; \quad G_{s1} = \pi \times 10^{-7} \times \frac{l_н}{2 \times \theta} \times \frac{2 \times h_н}{D_{1н} + h_н}; \quad D_{срн} = \frac{D_{1н} + D_{2н}}{2};$$

$$l_{зкв} = \frac{\pi \times D_{срн}}{2p} \times \alpha_{sδ}; \quad \delta_{s2} = \frac{D_{1н} + C_{max}}{2}; \quad m = \frac{\delta_{s2} + 2 \times h_ш}{\delta_{s2}}; \quad g = 4 \times \pi \times 10^{-7} \times \frac{1}{2 \times \pi} \times ln\left(2 \times m^2 - 1 + 2 \times m \times \sqrt{m^2 - 1}\right); \quad G_{s2} = l_{зкв} \times g; \quad G_{s12} = G_{s1} + G_{s2};$$

$$\frac{1}{G_{cm}} + \frac{1}{G_j} + \frac{1}{G_{sδ}} \cong \frac{1}{G_{sδ}} \quad G_s = G_{sδ} + G_{s12}; \quad tg\alpha_s = G_s \times \frac{2 \times h_н \times m_ш}{S_н \times m_в}.$$

8. Расчет характеристики холостого хода, определение рабочей точки магнита и полезного магнитного потока

$$\Phi = B_δ \times l_a \times \tau \times \alpha_{sδ}; \quad B_{z1} = \frac{t_1}{K_{cm} \times Z_{cp1}}; \quad B_{z2} = \frac{t_1}{K_{cm} \times Z_{cp2}}; \quad B_{z3} = \frac{t_1}{K_{cm} \times Z_{cp3}}; \quad F_{z1} = Z_{z1} \times H_{z1}; \quad F_{z2} = Z_{z2} \times H_{z2}; \quad F_{z3} = Z_{z3} \times H_{z3}; \quad F_z = F_{z1} + F_{z2} + F_{z3}; \quad B_a = \frac{\Phi}{2 \times K_{cm} \times h_a \times l_a};$$

$$F_a = Z_a \times H_a; \quad F_{za} = F_z + F_a; \quad K_δ = \frac{t_1 + 10 \times \delta}{Z_1 + 10 \times \delta}; \quad F_δ = \frac{2 \times K_δ \times \delta}{\mu_0} \times B_δ; \quad F_{zaδ} = F_{za} + F_δ; \quad G_{zaδ} = \frac{\Phi}{F_{zaδ}}; \quad \Phi_j = \left(G_{zaδ} + G_{sδ}\right) \times F_{zaδ}; \quad B_j = \frac{\Phi_j}{2 \times S_j}; \quad F_j = Z_j \times H_j; \quad B_c = \frac{\Phi_j}{S_c};$$

$$F_c = \frac{2 \times \delta_c}{\mu_0} \times B_c; \quad F_н = F_{zaδ} + F_j + F_c; \quad H_н = \frac{F_н}{2 \times h_н}; \quad \Phi_{s12} = G_{s12} \times F_н; \quad \Phi_н = \Phi_j + \Phi_{s12}; \quad B_н = \frac{\Phi_н}{S_н}; \quad B_{нр1} = \left[1 - K_t \times \left(\theta_t - 20\right)\right] \times B_{нр}; \quad \Phi = B_{δр} \times l_a \times \tau \times \alpha_{sδ}.$$

9. Уточнение параметров обмотки якоря

$$K_t = 1 + 0{,}004 \times \left(\theta_t - 20\right); \quad l_{acp} = l_a + 1{,}1 \times D_a; \quad E = \frac{U - \Delta U_щ}{1 + \frac{K_t \times \rho_н \times l_{acp} \times 60 \times a}{\left(2 \times a\right)^2 \times q \times \Phi \times p \times n}}; \quad N = \frac{60 \times a \times E}{\Phi \times p \times n}; \quad r_{a2} = \frac{K_t \times \rho_н \times l_{acp} \times N}{\left(2 \times a\right)^2 \times q}; \quad N_z = \frac{N}{Z_a}; \quad S_{пр} = \frac{N_z \times \pi \times d_{из}^2}{4}; \quad K_з = \frac{S_{пр}}{S_п}.$$

10. Расчет рабочих характеристик электродвигателя

$$\Delta U_щ = I_a \times r_{a2}; \quad E_a = U - \Delta U_щ - \Delta U_щ; \quad n = \frac{60 \times a \times E}{N \times \Phi}; \quad \Delta P_{ma} = I_a^2 \times r_a = \Delta U_щ \times I_a; \quad \Delta P_{щ} = \Delta U_щ \times I_a; \quad \Delta P_{эл} = \Delta P_{ma} + \Delta P_{щ}; \quad f = \frac{p \times n}{60};$$

$$\Delta P_a = 2 \times \varepsilon_{sn} \times \left(\frac{f}{100}\right) + 25 \times \sigma \times \left(\frac{f}{100}\right)^2; \quad \Delta P_2 = 1{,}5 \times \varepsilon_{sn} \times \left(\frac{f}{100}\right) + 3 \times \sigma \times \left(\frac{f}{100}\right)^2; \quad M_{ca} = \frac{\pi}{4} \times \left(2 \times h_a\right)^2 \times l_a \times \gamma_{cm} \times K_{cm}; \quad M_k = \frac{\pi}{4} \times D_k^2 \times l_k \times \gamma_k;$$

$$M_{za} = \left(\frac{\pi \times D_a^2}{4} - \frac{\pi \times D_{a\,min}^2}{4} - S_n \times Z_a\right) \times \gamma_{cm} \times K_{cm} \times l_a; \quad M_{ma} = N \times q_p \times l_{acp} \times \gamma_н; \quad M_a = M_{ca} + M_k + M_{za} + M_{ma}; \quad B_{δp} = \frac{\Phi}{2 \times K_{cm} \times h_a \times l_a}; \quad B_{zap} = \frac{t_1}{Z_{cp2} \times K_{cm}} B_{δp};$$

$$P_{ca} = \left(B_{δp}\right)^2 \times M_{ca} + \Delta P_a; \quad \Delta P_{za} = \left(B_{zap}\right)^2 \times M_{za} \times \Delta P_2; \quad \Delta P_c = \Delta P_{ca} + \Delta P_{za}; \quad \Delta P_{щ} = \mu_{щ} \times \rho_{щ} \times S_{щ} \times N_{щ} \times \frac{\pi \times D_k}{60}; \quad \Delta P_n = 3 \times M_a \times 10^{-3} \times n; \quad \Delta P_δ = 2 \times D_a^3 \times l_a \times 10^{-6} \times n^3;$$

$$\Delta P_н = \Delta P_{щ} + \Delta P_n + \Delta P_δ; \quad \Delta P = \zeta_n \times \left(\Delta P_{эл} + \Delta P_c + \Delta P_н\right); \quad P_1 = U \times I_a; \quad P_2 = P_1 - \Delta P; \quad \eta = \frac{P_2}{P_1}; \quad M_2 = \frac{30 \times P_2}{\pi \times n} = 9{,}55 \times \frac{P_2}{n}.$$

Бурное развитие вычислительных средств, появление большого количества удобного в использовании программного обеспечения дало новые возможности для математического моделирования электромеханических устройств и в частности электродвигателей постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов. Моделирование состоит в расчете отдельных частей или всей электрической машины по существующим методикам.

Применение ЭВМ обеспечивает значительное ускорение вычислений, перебор многих вариантов значений параметров электродвигателя, условий его работы и т. д., что дает возможность в короткие сроки при минимальных затратах создать оптимальную электрическую машину с точки зрения поставленной цели.

К недостаткам применения ЭВМ следует отнести трудоемкость процесса программирования и создания универсальных программ.

Ввиду отмеченного выше огромного преимущества моделирования на ЭВМ была создана и приведена в методическом пособии программа расчета электродвигателя с возбуждением от постоянных магнитов по стандартной методике в среде MS EXCEL.

Выбор MS EXCEL в сравнении с другим программным обеспечением (MATHCAD, FORTRAN и другими возможными) был сделан из-за его широкого распространения, благодаря низкой стоимости, наличием полной официальной русификацией, доступностью в использовании широким контингентом пользователей.

В данном методическом пособии программа расчета электродвигателя в MS EXCEL была применена в качестве проверки расчета электродвигателя, выполненного ручным способом. Результаты расчета электродвигателя в MS EXCEL.

8.1. Условные обозначения

Φ - полезный магнитный поток, Вб
B_{z1} - индукция в 1-ом расченом сечении якоря, Тл
B_{z2} - индукция во 2-ом расчететном сечении якоря, Тл
B_{z3} - индукция в 3-ем расчетном сечении якоря, Тл
H_{z1} - напряженность в 1-ом расчетном сечении якоря, А/м
H_{z2} - напряженнсоть во 2-ом расчетном сечении якоря, А/м
H_{z3} - напряженность в 3-ем расчетном сечении якоря, А/м
F_{z1} - МДС в 1-ом расчетном сечении якоря, А
F_{z2} - МДС во 2-ом расчетном сечении якоря, А
F_{z3} - МДС в 3-ем расчетном сечении якоря, А
F_z - МДС "якорь- воздушный зазор", А
B_a - индукция в теле якоря, Тл
H_a - напряжённость в теле якоря, А/м
F_a - МДС в теле якоря, А
F_{za} - МДС в корпусе, А
k_δ - коэффициент воздушного зазора
F_δ - МДС воздуного зазора, А
$F_{za\delta}$ - МДС "якорь - воздушный зазор", А
G_a - проводимость якоря, Гн
G_δ - проводимость рабочего воздушного зазора, Гн
$G_{za\delta}$ - проводимость "якорь-воздушный зазор", Гн
$(G_{za\delta}+G_{s\delta})$ - проводимость между внутренними поверхностями магнитов при установленном якоре, Гн
Φ_j - магнитный поток в корпусе, Вб
B_j - индукция в корпусе, Тл
H_j - напряжённость в корпусе, А/м
F_j - МДС в корпусе, А
B_c - индукция в воздушном зазоре в стыке "корпус-магнит", Тл
F_c - МДС в стыке "корпус-магнит", А
(F_j+F_c) - МДС "корпус-стык-магнит", А
$Fм$ - МДС магнита, А
$H_м$ - напряженность магнита, А/м
Φ_{s12} - поток рассеяния, Вб
$\Phi_м$ - поток во внешней цепи, Вб
$B_м$ - индукция магнита, Тл

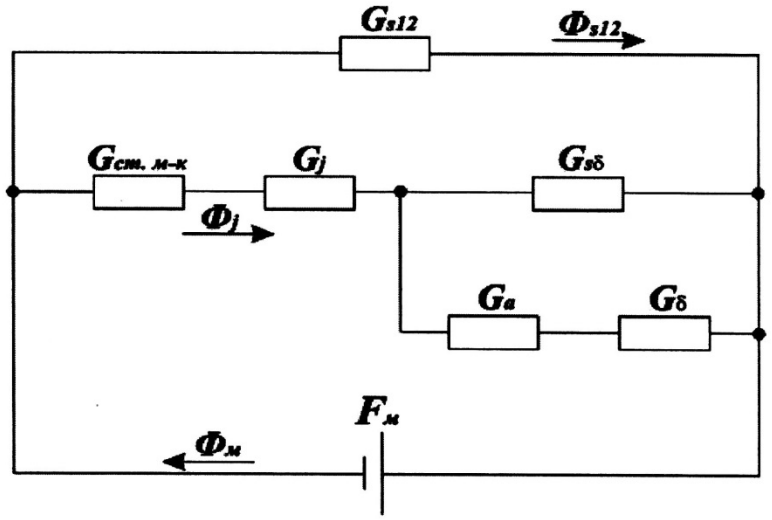


Рис.11. Схема замещения магнитной цепи электродигателя для определения XXX и рабочей точки магнита $B_{\delta p}$.

8.2. Расчет характеристики холостого хода (XXX)

Для расчета характеристики холостого хода $B_м = f(H_м)$ необходимо задаться несколькими значениями магнитной индукции в воздушном зазоре $B_δ$..

Значения H_i находятся по кривой намагничивания (рис.10) в зависимости от B_i ($i = z1, z2, z3, a, j$).

Для повышения точности расчета допускается задавать $B_δ$ (в количестве до 6 штук) с изменяемым шагом интервала, при этом наименьший шаг должен лежать в рабочем интервале [0,25…0,35].

Результаты расчета сводятся в таблице №5.

Таблица №5 Результаты расчета XXX

$B_δ$	0,05	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	Тл
$Φ = B_δ \times l_a \times τ \times α_δ$	1,060E-04	4,241E-04	5,301E-04	6,362E-04	7,422E-04	8,482E-04	Вб
$B_{z1} = \frac{t_1}{K_{cm} \times Z_{cp1}}$	0,1048	0,4191	0,5238	0,6286	0,7334	0,8381	Тл
$B_{z2} = \frac{t_1}{K_{cm} \times Z_{cp2}}$	0,2407	0,9630	1,204	1,444	1,685	1,926	Тл
$B_{z3} = \frac{t_1}{K_{cm} \times Z_{cp3}}$	0,1618	0,6472	0,8089	0,9707	1,1325	1,2943	Тл
H_{z1}	100	215	250	310	350	450	А/м
H_{z2}	150	500	845	1700	6700	22100	А/м
H_{z3}	120	315	405	500	700	950	А/м
$F_{z1} = Z_{z1} \times H_{z1}$	0,88	1,892	2,2	2,728	3,08	3,96	А
$F_{z2} = Z_{z2} \times H_{z2}$	2,37	7,9	13,351	26,86	105,86	349,18	А
$F_{z3} = Z_{z3} \times H_{z3}$	0,456	1,197	1,539	1,9	2,66	3,61	А
$F_z = F_{z1} + F_{z2} + F_{z3}$	3,706	10,989	17,09	31,49	111,6	356,75	А
$B_a = \frac{Φ}{2 \times K_{cm} \times h_a \times la}$	0,1148	0,4593	0,5741	0,6889	0,8038	0,9186	Тл
H_a	105	230	300	350	405	490	А/м
$F_a = Z_a \times H_a$	1,781	3,902	5,089	5,938	6,871	8,313	А
$F_{za} = F_z + F_a$	5,4873	14,891	22,179	37,426	118,47	365,06	А
$K_δ = \frac{t_1 + 10 \times δ}{Z_1 + 10 \times δ}$	1,183	1,183	1,183	1,183	1,183	1,183	
$F_δ = \frac{2 \times K_δ \times δ}{μ_0} \times B_δ$	47,08	188,30	235,38	282,45	329,53	376,60	А
$F_{zaδ} = F_{za} + F_δ$	52,56	203,19	257,55	319,88	448,00	741,66	А
$G_{zaδ} = \frac{Φ}{F_{zaδ}}$	2,0172E-06	2,08727E-06	2,05837E-06	1,98881E-06	1,65671E-06	1,14369E-06	Гн
$G_{zaδ} + G_{sδ}$	2,094E-06	2,164E-06	2,135E-06	2,066E-06	1,734E-06	1,221E-06	Гн
$Φ_j = (G_{zaδ} + G_{sδ}) \times F_{zaδ}$	1,101E-04	4,398E-04	5,500E-04	6,608E-04	7,767E-04	9,053E-04	Вб
$B_j = \frac{Φ_j}{2 \times S_j}$	0,2403	0,9601	1,201	1,443	1,696	1,976	Тл
H_j	150	500	845	1700	6700	26900	А/м
$F_j = Z_j \times H_j$	16,883	56,278	95,110	191,35	754,12	3027,75	А
$B_c = \frac{Φ_j}{S_c}$	0,0339	0,1352	0,1691	0,2032	0,2389	0,2784	Тл
$F_c = \frac{2 \times δ_c}{μ_0} \times B_c$	2,694	10,762	13,460	16,172	19,008	22,156	А
$F_j + F_c$	19,58	67,040	108,57	207,52	773,13	3049,9	А
$F_м = F_{zaδ} + F_j + F_c$	72,13969363	270,2316147	366,1243454	527,393294	1221,129305	3791,574127	А
$H_м = \frac{F_м}{2 \times h_м}$	4007,8	15012,9	20340,2	29299,6	67840,5	210643,0	А/м
$Φ_{s12} = G_{s12} \times F_м$	1,66419E-06	6,23397E-06	8,44612E-06	1,21664E-05	2,81702E-05	8,74678E-05	Вб
$Φ_м = Φ_j + Φ_{s12}$	1,117E-04	4,460E-04	5,584E-04	6,730E-04	8,048E-04	9,928E-04	Вб
$B_м = \frac{Φ_м}{S_м}$	0,046	0,186	0,232	0,280	0,335	0,413	Тл

По данным таблицы №5 строится характеристика холостого хода $B_м = f(H_м)$.

8.3. Построение характеристики холостого хода, определение рабочей точки магнита и и полезного магнитного потока

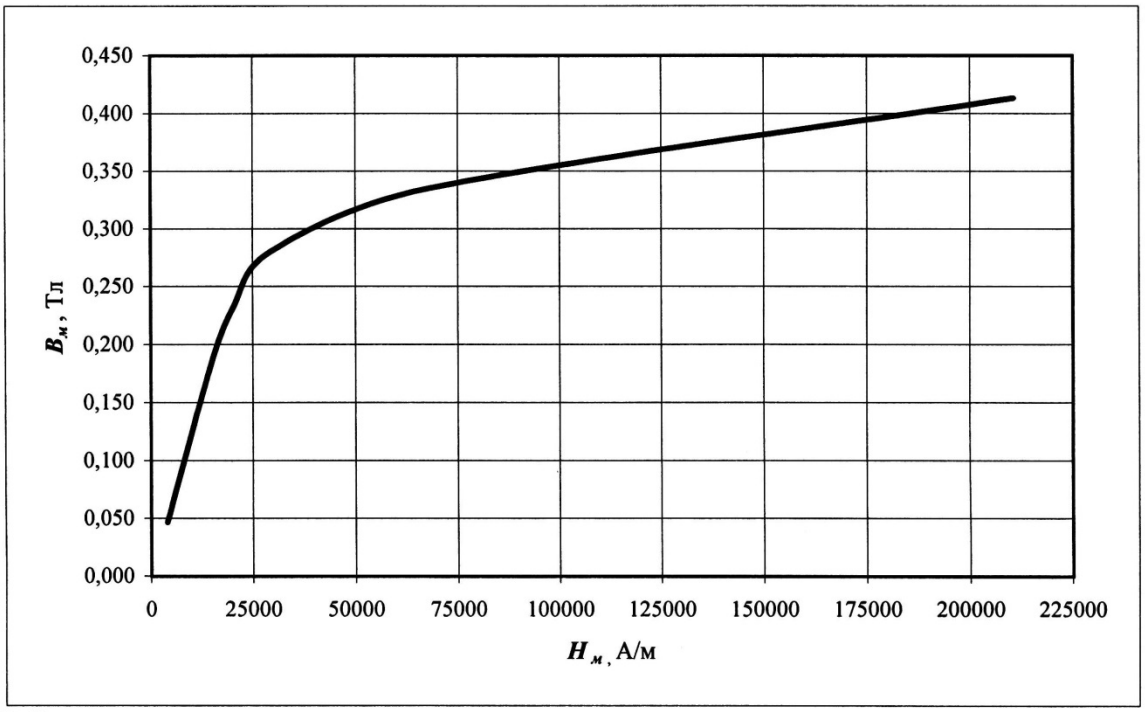


Рис. 12. Характеристика холостого хода

Определяем (вручную) рабочую точку постоянного магнита (точка пересечения кривых ХХХ и размагничивания, построенных во втором квадранте).

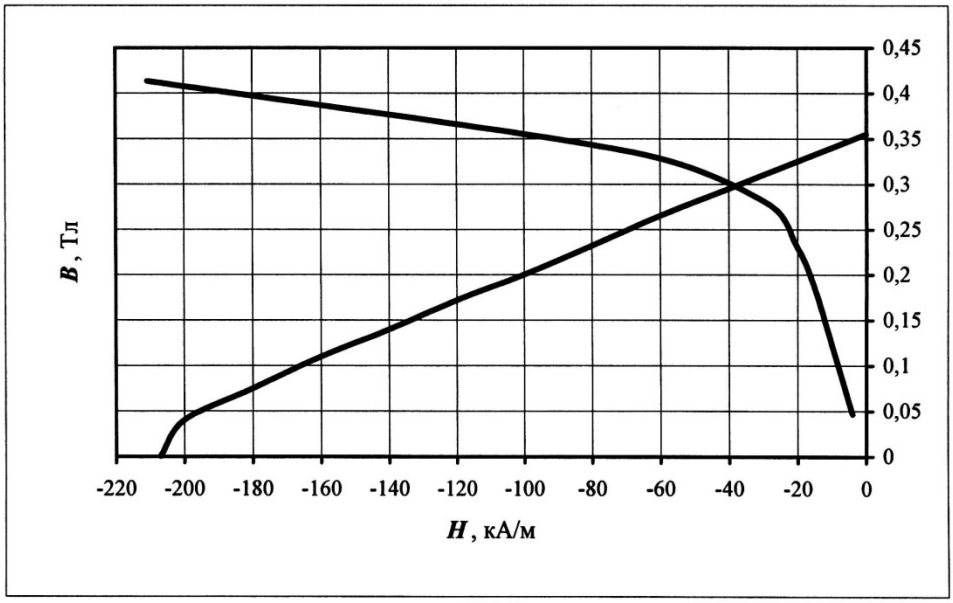


Рис. 13. Кривая размагничивания постоянного магнита и ХХХ

Рабочая точка магнита:	$B_{мр}$ = **0,3**	Тл
	$H_{мр}$ = **37000**	А/м

Задаем

Рабочая температура магнита:	$\theta_t = 75$	^{0}C
Температурный коэффициент:	$K_t = 0{,}0015$	

Определяем

Рабочая индукция с учетом ее снижения при нагреве магнита:

$$B_{мрt} = \left[1 - K_t \times (\theta_t - 20)\right] \times B_{мр} = 0{,}27525 \text{ Тл}$$

Проверка

Определяем (вручную) по графику (рис. 14) индукцию в рабочем воздушном зазоре $B_{\delta р}$ - точку пересечения прямой и кривой $B_\delta = f(B_м)$ и прямой:

Индукция в рабочем воздушном зазоре: $B_{\delta р} = 0{,}29$ Тл

Полученное значение $B_{\delta р}$ сравнивается с ранее принятым значением B_δ из п. 2.

Вывод: расчет выполнен верно (расхождение меньше 10%)

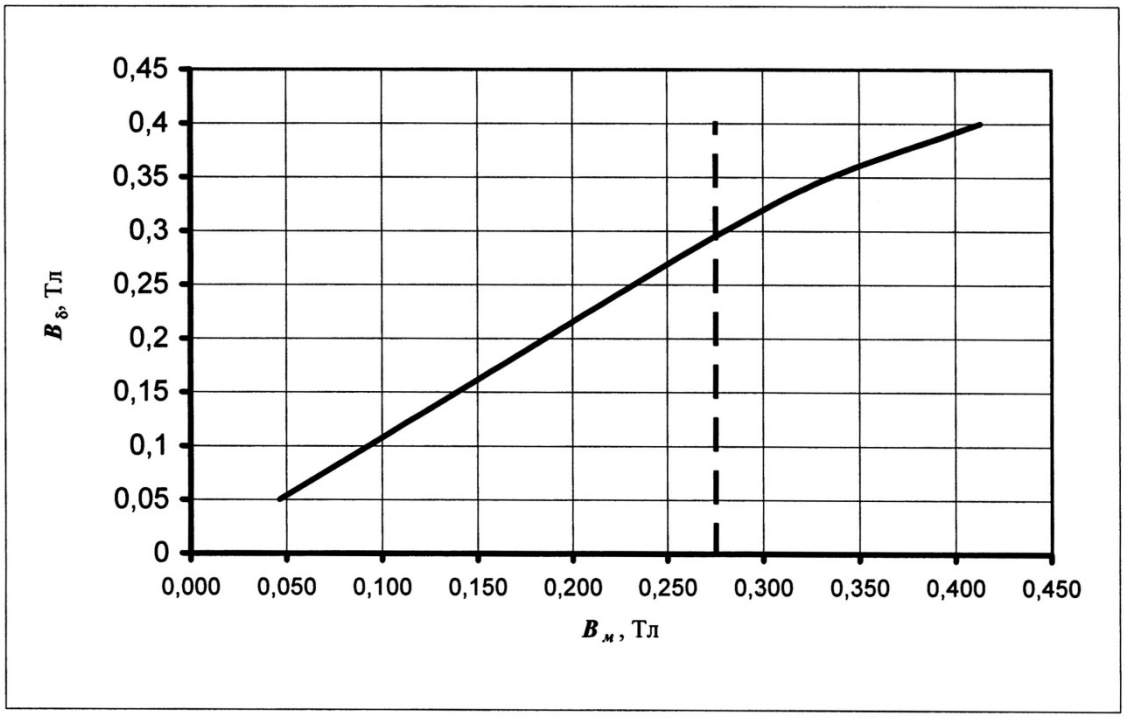


Рис. 14

Определяем

Полезный магнитный поток: $\Phi = B_{\delta р} \times l_a \times \tau \times \alpha_\delta = 0{,}000615$ Тл

ПРИВОД ДЛЯ ПОДЗАРЯЖАЕМОГО ГИБРИДНОГО АВТОМОБИЛЯ И ЕГО ИСПЫТАНИЯ В СРЕДЕ ADVISOR (SIMULINK).

Глинский В. В.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Автомобильный институт, факультет «Энергомашиностроение»
Научный руководитель: Хортов В. П.

Введение

Автомобильный транспорт является главным потребителем нефтепродуктов. Это оказывает сильный удар по экологии. Проблема усугубляется повышением цен на топливо, что приводит к экономическим и социальным кризисам.

Проблемой современных автомобилей с традиционной силовой установкой является низкий КПД, вызванный нестабильностью циклов поездок, что приводит к неэффективной работе ДВС. Поэтому развитие получили так называемые электрические гибридные автомобили. Благодаря использованию электропривода удается достичь более эффективной работы ДВС, что снижает расход топлива.

Посвятив изучению технологий гибридных автомобилей несколько лет, я разработал свой вариант привода для подзаряжаемых гибридных автомобилей, а также алгоритм его работы. Работа посвящена рассмотрению привода, его комплексным испытаниям в среде ADVISOR на платформе SIMULINK, а также его сравнению с реально существующей моделью Toyota Prius PHEV, выступающей в том же классе. Все результаты испытаний тестового автомобиля были получены мною лично с использованием программного обеспечения ADVISOR.

Цель

Разработка привода гибридного автомобиля, обладающего высокой эффективностью в городском цикле движения.

Идея

Использование оригинальной схемы собственной разработки, позволяющей совместить режимы полного последовательного привода (для городского цикла движения) и параллельного (для загородного цикла движения) в одной конструкции.

Устройство

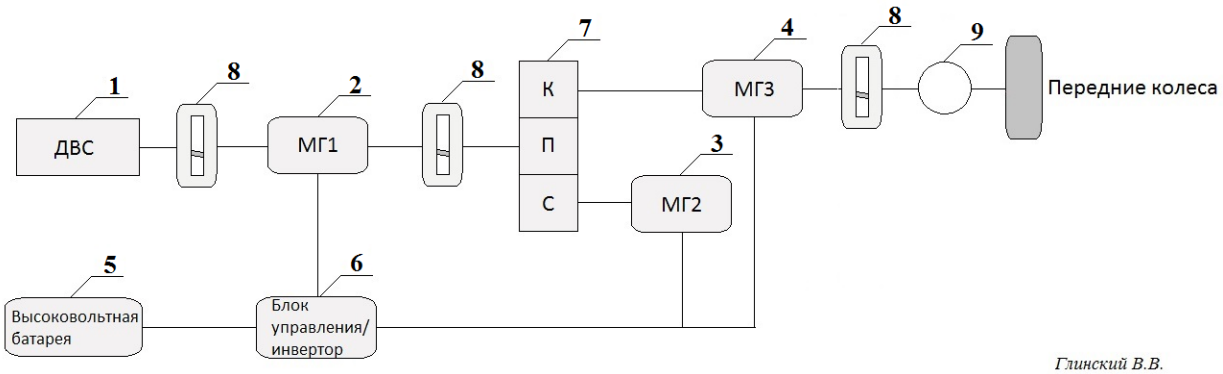


Рис.1 Схема устройства привода

Табл.1 Описание составляющих компонентов

№	Компонент
1	Двигатель внутреннего сгорания (ДВС), работающий по циклу Аткинсона
2, 3, 4	Три синхронных трехфазных мотор-генератора переменного тока с постоянными магнитами в индукторе (МГ1, МГ2, МГ3)
5	Высоковольтная литий-ионная батарея повышенной емкости
6	Блок управления потоками мощностей и блок инверторов всех электрических машин и батареи
7	Простая планетарная передача с незакрепленными компонентами, при этом цепь ДВС-МГ1 подключена к водилу (П); МГ2 – к солнечной шестерне; МГ3 – к коронной шестерне.
8	Три одноступенчатых редуктора, передаточные отношения которых зависят от конечных характеристик электрических машин и типа автомобиля
9	Дифференциал

Принцип работы

Представленные на Рис.1 компоненты работают согласно следующему алгоритму (Рис. 2):

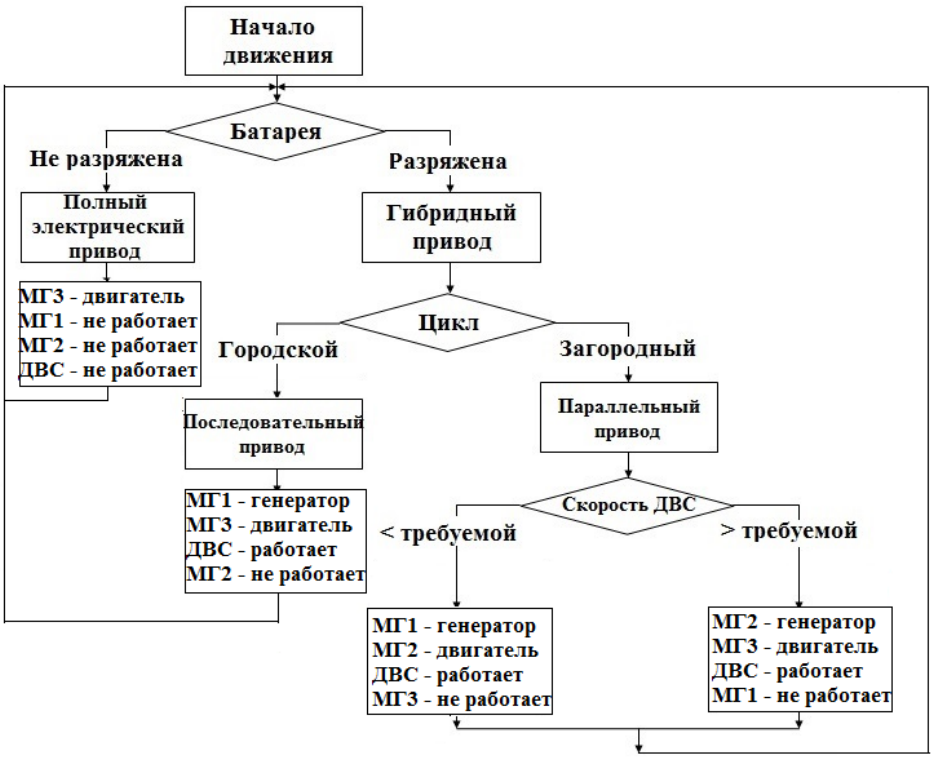


Рис. 2 Блок-схема, поясняющая алгоритм функционирования

— **Полный электрический привод** (Рис. 3):

В этом режиме из электрических машин работает только МГ3, питаемый батареей до тех пор, пока величина ее активной емкости (т.е. емкости, которую батарея

Рис.3 Режим полного электрического привода (зеленым – активная электрическая связь, красным – активная механическая связь)

может использовать без снижения ее характеристик) не снизится до 45% от общей величины активной емкости.
Цепь ДВС-МГ1-планетарная передача-МГ2 в этом режиме не работает. Таким образом, цепь ДВС-МГ1 естественно отсоединяется от передних колес, так как все компоненты планетарной передачи свободны. ДВС, соответственно, также не активен. При достижении 45 % емкости батареи происходит переход в гибридный режим.

— **Последовательный гибридный привод (Рис. 4):**

В этом режиме МГ1 работает в качестве генератора, конвертируя механическую энергию работающего ДВС в электричество, которое питает МГ3, работающий в двигательном режиме. МГ2 в этом режиме не активен, в результате чего цепь ДВС-МГ1 естественно отсоединяется от передних колес.

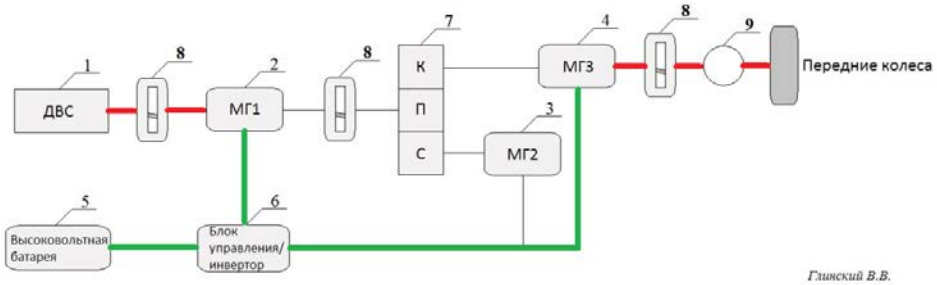


Рис. 4 Режим последовательного привода (зеленым – активная электрическая связь, красным – активная механическая связь)

— **Параллельный гибридный привод (Рис. 5):**

В этом режиме задействованы все компоненты трансмиссии. ДВС напрямую связан с передними колесами через планетарную передачу. МГ1 работает только в качестве генератора, тогда как МГ3 – в двигательном режиме. МГ2 может работать в обоих режимах в зависимости от ситуации (Рис. 2).

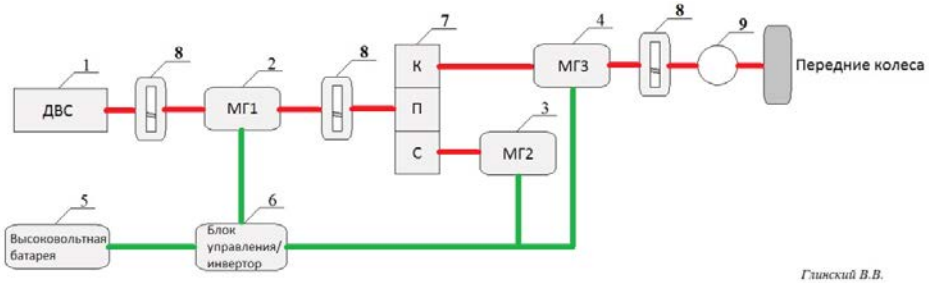


Рис. 5 Режим параллельного привода (зеленым – электрическая связь, красным – механическая связь)

Испытание привода в среде Advisor на платформе Simulink

Чтобы определить, удовлетворяет ли рассмотренный привод поставленной цели, необходимо провести его комплексные испытания, для чего была смоделирована модель автомобиля (тестовый автомобиль), имеющая аналогичный алгоритм функционирования. Параметры автомобиля (табл. 2) были получены из условий требуемых характеристик.

Для окончательного вывода необходимо также сравнить результаты испытаний тестового автомобиля с показателями настоящего того же класса.

Табл. 2 Некоторые параметры тестового автомобиля

Автомобиль	Пятидверный хэтчбек; масса – 1620 кг; коэффициент аэродинамического сопротивления – 0,25; площадь лобовой поверхности – 1,7 $м^2$; колесная база – 2,55 м.
Мощность ДВС, его характеристики	Мощность – 73 кВт; объем 1,8 л; пиковый КПД – 41%; плотность топлива – 746 $кг/м^3$; стехиометрический коэффициент – 14,5. Так как программа использует базовые значения, то перед испытанием все компоненты были подвергнуты корректировки.
МГ1	Мощность – 60 кВт; пиковый КПД – 90%
МГ2	Мощность – 40 кВт; пиковый КПД – 90%
МГ3	Мощность – 100 кВт; пиковый КПД – 90%
Батарея	Литий-ионный блок емкостью 6,8 кВт*ч

Испытания тестового автомобиля проводились в следующих циклах:

1. Городской цикл согласно EPA (Рис. 6). Взят именно этот цикл, так как организация EPA проводила испытания Toyota Prius PHEV (модель для сравнения) именно в нем.

Рис. 6 Городской цикл

2. Загородный (магистральный) цикл (Рис. 7). Взят именно этот цикл, так как организация EPA проводила испытания Toyota Prius PHEV именно в нем.

Рис. 7 Магистральный цикл

Испытание полного электрического привода:

Проведем испытания этого режима работы в указанных циклах и выясним его эффективность.

Смоделировав на программе Advisor указанные условия, получаем следующие данные о состоянии батареи (Рис. 8) (батарея полностью заряжалась каждый раз перед началом испытаний). Разряд батареи происходит до отметки в 45% (согласно алгоритму работы), после чего система переключается в гибридный режим. На рис.8 разряд батареи продолжается дальше без перехода в гибридный режим. Такая возможность может быть активирована водителем, если он, например, забыл заправить топливный бак, и ему необходимо доехать несколько километров до заправочной станции на электротяге.

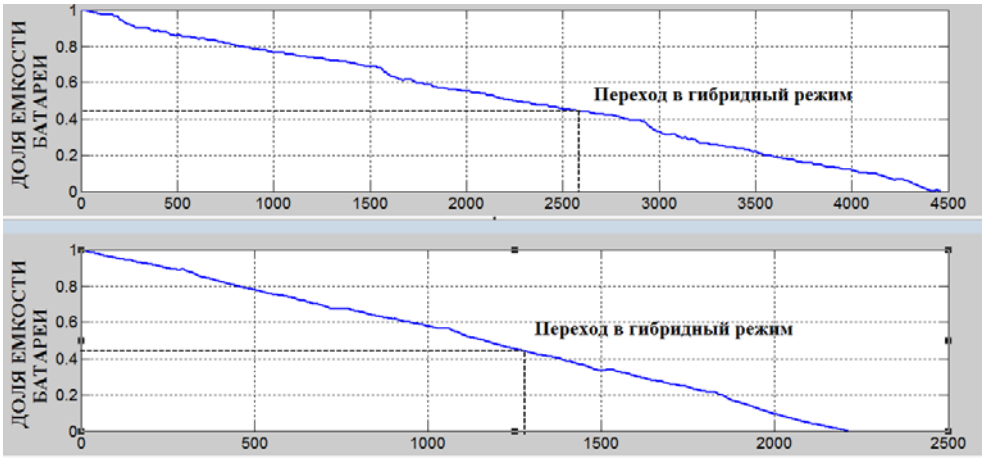


Рис. 8 Разряд батареи с течением циклов – городской цикл (верхний), магистральный цикл (нижний)

С учетом заданного алгоритма согласно MatLab Data Statistic получаем следующие данные (Табл.3).

Табл. 3 Режим полного электрического привода

	Городской цикл	Магистральный цикл
Запас хода полный (теоретический), км	39,7	47,1
Запас хода по алгоритму работы (реальный), км	25,8	28,9

Существует еще один важный параметр, определяющий эффективность трансмиссии: отношение рекуперированной в ходе торможений энергии к общей затраченной величине. Чтобы его выяснить изучим характеристику МГ3 (Рис.9) в, например, городском цикле. Ввиду плотности результатов рассмотрим только часть диаграммы.

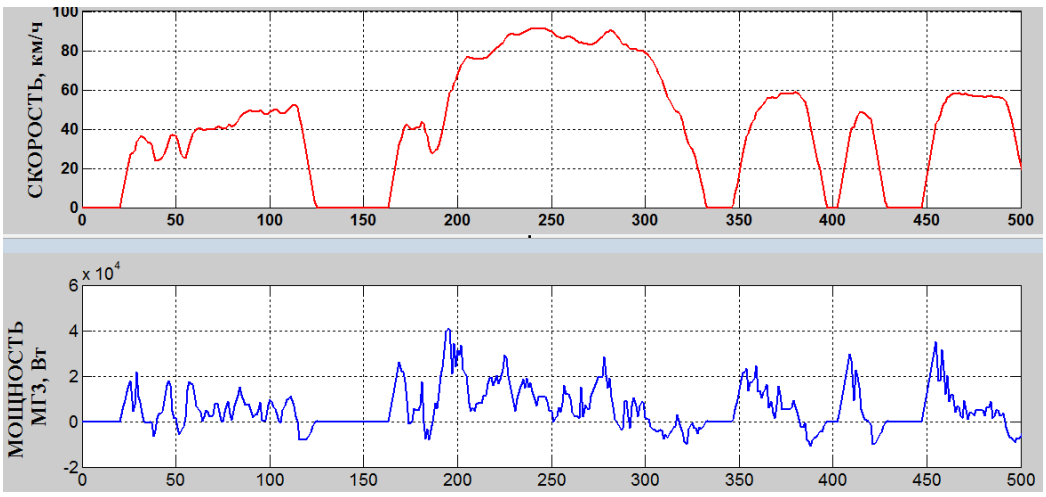


Рис. 9 Характеристика МГ3(внизу), состояние цикла (вверху)

Точки с отрицательными координатами соответствуют процессу рекуперативного торможения. Таким образом, эффективность этого процесса составляет 15 % (на диаграмме указана лишь часть цикла) в городском цикле, что является хорошим показателем для данных условий. Это число означает, что рекуперированная энергия составляет 15% от потребляемой МГЗ.

Испытание гибридных режимов, сравнение с моделью Toyota Prius PHEV:

В этом разделе испытаем последовательный привод в городском цикле и параллельный – в магистральном, а также, что самое главное, сравним показатели автомобиля с представленным на рынке и выступающем в том же классе Toyota Prius PHEV. Показатели Prius PHEV взяты из официальных сведений EPA.

Рис. 10. Устанавливаем параметры

Цель сравнений – выяснить, какой вариант гибридного привода и алгоритма работы наиболее эффективен. Принимая во внимание разницу в характеристиках компонентов, проведем также динамические испытания. Окончательный вывод будет сделан по результатам общих сравнений.

В обоих случаях установим уровень заряда батареи (рис. 8) на 45% (включение гибридного режима), ведь наша цель - сравнить именно гибридные режимы, ввиду разницы запаса хода на электротяге.

— **Городской цикл:**

В городском цикле автомобиль будет работать в режиме последовательного привода (Рис. 3), что, согласно идее проекта, должно увеличить эффективность.
Итак, в результате испытаний в программе ADVISOR были получены следующие зависимости.
Диаграмма изменения емкости батареи в зависимости от положения цикла (Рис. 11).

Рис. 11 Отношение текущей емкости батареи к общей (внизу) в зависимости от положения цикла (вверху)

Основное назначение этой диаграммы – изучение энергетической «карты» автомобиля во время движения. По ней можно точно проследить состояние батареи в любой момент цикла. Кроме того, диаграмма позволяет проследить за эффективностью заряда батареи (участки с острым углом касательной (отмечено)).

Для реализации такого привода необходимо поддерживать величину емкости на должном уровне для возможных динамических ускорений (действительно, легко увидеть резкое падение емкости на участке ускорения). Данные диаграммы подтверждают, что тестовая система реализует это условие (действительно, поддерживается постоянная величина приблизительно 0,45). В результате можно получить следующие показатели (Табл. 4).

Табл. 4 Характеристики батареи в городском цикле

Поддерживаемый процент емкости, %	45
Минимальный процент емкости, %	42,5

Теперь рассмотрим, пожалуй, самое важное требование к последовательному гибридному приводу – обеспечение постоянства характеристик ДВС, благодаря чему такой привод эффективен в городском рваном цикле. Для того чтобы сделать вывод, изучим получившуюся зависимость скорости вращения ДВС от момента цикла (Рис. 12).

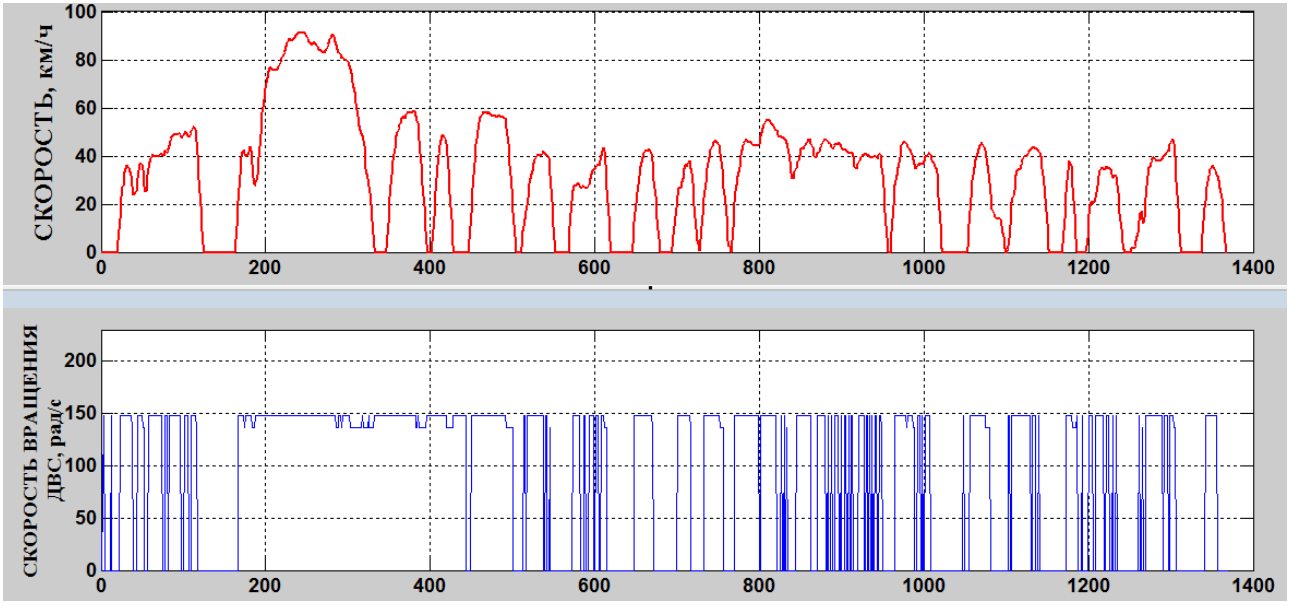


Рис. 12 Скорость вращения ДВС в зависимости от положения цикла

Действительно, по получившейся зависимости хорошо видно, что скорость вращения ДВС имеет установившееся значение на всем протяжении цикла (кроме, соответственно, остановок). Именно этот фактор обеспечивает высокую экономичность привода в указанных условиях. Чтобы убедиться в его важности, посмотрим на подобную характеристику в этом же цикле, но обычного автомобиля (Рис. 13). Легко видеть, что разница огромна – ДВС обычного автомобиля не имеет никакого установившегося режима.

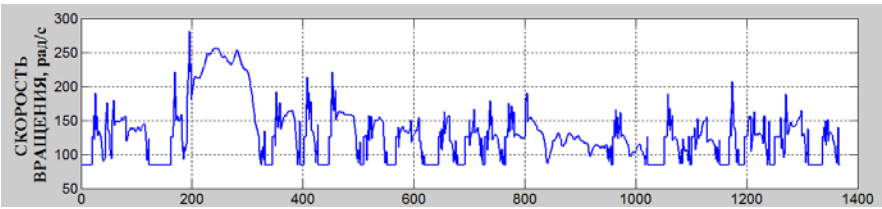


Рис. 13 Диаграмма скорости вращения ДВС обычного автомобиля

Итак, эффективность предлагаемого привода в городском режиме очень высока, ведь полученный расход топлива составляет 3,6 л/100 км (Рис. 15).

Осталось определить еще один важный параметр перед началом сравнений с реальной моделью Prius PHEV. Этот параметр – эффективность рекуперативного торможения. Так как заряд батареи происходит еще и от ДВС, то по рис. 11 невозможно сделать вывод об эффективности торможения. Поэтому рассмотрим диаграмму мощности МГ3, который работает в режиме генератора при торможении (Рис. 14).

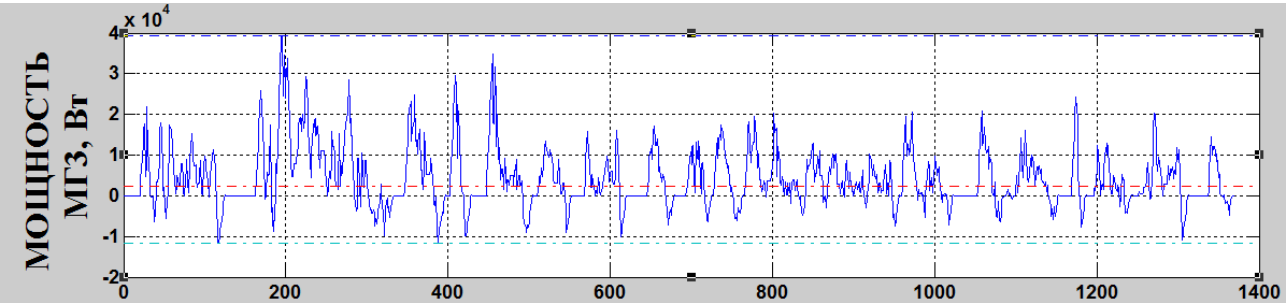


Рис. 14 Диаграмма мощности МГ3

Участки с отрицательными координатами соответствуют процессу торможения. В итоге получаем следующие данные по MatLab Data Statistic (Табл. 5).

Табл. 5 Характеристики МГ3

Максимальная мощность, кВт	39,3
Средняя мощность, кВт	4,19
Максимальная мощность при рекуперации, кВт	11,57
Средняя мощность при рекуперации, кВт	0,65

Итак, по полученным данным можно рассчитать эффективность процесса рекуперации при торможении в городском цикле для режима последовательного привода: 0,65/4,19 = 15,5 %, что означает, что рекуперированная энергия составляет 15,5% от потребляемой МГ3.

Сравнение в экономичности с Toyota Prius PHEV в городском цикле EPA

Итак, перейдем к непосредственным сравнениям экономичности. В городском цикле для нашего автомобиля был получен расход топлива, равный 3,6 л на 100 км (Рис.15).

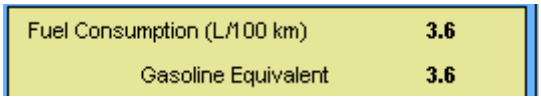


Рис. 15 Полученный расход топлива согласно программе ADVISOR

Результаты сравнения показаны в табл. 6.

Для получения более точных данных основные характеристики ДВС, кузова, КПД отдельных элементов, параметры дополнительных электрических потребителей, шин, колес, выхлопной системы были установлены аналогичными модели Prius и в таблицу не занесены. Принимая во внимание наличие дополнительных компонентов (например, мотор-генератора), я увеличил массу тестового автомобиля на 100 кг. Данные о Toyota Prius PHEV были взяты из официального сайта организации EPA.

Табл. 6 Показатели расхода топлива в городском цикле, данные EPA взяты из официального сайта организации

	Тестовый автомобиль	Toyota Prius PHEV (испытание проводилось EPA в идентичном цикле)
Масса (с учетом водителя)	1620	1520
Расход топлива на 100км в городском цикле, л	3,6	4,61

Таким образом, экономия топлива в городском цикле составляет 21,9 %. Этот результат подтверждает эффективность трансмиссии в городском цикле. Более того, он показывает целесообразность моей идеи включения именно последовательного привода в городе.

— **Магистральный (загородный) цикл, сравнение с Toyota Prius PHEV в этом цикле**

В магистральном цикле автомобиль будет работать в режиме параллельного привода. Испытания проводились аналогично городскому циклу. В результате получаем следующие результаты (табл. 7).

Табл. 7 Магистральный (загородный) цикл

	Тестовый автомобиль	Toyota Prius PHEV
Масса (с учетом водителя)	1620	1520
Расход топлива на 100км в городском цикле, л	5,2	4,8

Таким образом, расход топлива в магистральном цикле выше, чем у Prius PHEV на 8,3%. Более высокий расход в этом цикле обуславливается большей массой тестового автомобиля.

Динамические испытания

Динамические испытания проводились в режиме последовательного привода, так как согласно алгоритму работы именно этот режим наиболее динамичен (параллельный привод используется скорее в установившемся режиме). Испытания проводились в специальной динамической среде программы.

Были проведены следующие испытания:

1. Разгон с 0 до 100 км/ч;
2. Разгон с 50 до 120 км/ч;
3. Разгон с 120 до 150 км/ч.

В результате были получены следующие данные (табл. 8).

Табл. 8 Динамические показатели

	Тестовый автомобиль	Toyota Prius PHEV (данные производителя)
Разгон с 0 до 100 км/ч, с	11,8	11,4
Разгон с 50 до 120 км/ч, с	12,4	- (нет достоверной информации)
Разгон с 120 до 180 км/ч, с	36,9	- (нет достоверной информации)

Ввиду наличия достоверных сведений только о разгоне с 0 до 100 км/ч Prius PHEV, можно сравнивать только этот параметр.

Результат сравнения

Итак, результат сравнения экономических и динамических показаний представлен в табл.9.

Табл. 9 Результаты сравнения

	Тестовый автомобиль	Toyota Prius PHEV
Расход топлива в городском цикле, л	3,6	4,61
Расход топлива в загородном цикле, л	5,2	4,8
Расход топлива в смешанном цикле, л	4,4	4,7
Разгон с 0 до 100 км/ч, с	11,8	11,4

Вывод

Проведенные испытания показали высокую эффективность предлагаемого привода. Полученные результаты полностью удовлетворяют поставленной цели, подтверждая правильность идеи. Благодаря использованию последовательного привода в городе и параллельного за его пределами удалось достичь высокой эффективности и низкого расхода топлива. Результаты сравнений показывают, что при незначительном проигрыше в динамике (3,5 %), данный привод достигает значительно большую топливную экономичность (6,4 % в смешанном цикле и 21,9 % в городском), чем Toyota Prius PHEV. Кроме того, удалось достичь высокого запаса хода в режиме полного электрического привода, высокую эффективность рекуперативного торможения.

КОМПАУНДНЫЙ ТУРБОЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОР В СИСТЕМЕ ВЫПУСКА ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

Студент: Акимов А.В.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Автомобильный институт, факультет «Энергомашиностроения».
Научный руководитель: к.т.н., доцент Клюкин П.Н.

В статье рассматриваются перспективы применения компаундного турбоэлектрогенератора в системе выпуска отработавших газов на автомобилях с традиционными ДВС. Приведен обзор систем регенерации энергии мировых автопроизводителей и их параметров, а также предложена принципиальная схема компаундного турбоэлектрогенератора оптимальной конструкции.

Стремительный рост производства автотранспортных средств привел к экологическим проблемам, связанным с выбросами токсичных веществ, содержащихся в составе отработавших газов бензиновых и дизельных ДВС. Ведущие мировые автопроизводители и научные центры при поддержке правительственных комитетов вкладывают огромные средства в разработку систем, снижающих расход топлива и токсичность отработавших газов.

Требования экологических стандартов постоянно растут: в Европе сейчас действует экологический стандарт «Евро-5», а с 2015 года он сменится более жестким стандартом «Евро-6». Этот факт заставляет автопроизводителей постоянно задумываться об экологичеких показателях выпускаемых ими транспортных средств.

Одним из наиболее перспективных и рациональных решений в этой области является использование энергии отработавших газов и создание систем турбонаддува с электроприводом (турбоэлектрогенератора и турбоэлектрокомпрессора). Первые разработки в этой области были представлены и запатентованы ещё в 2006 году. Уже тогда английские специалисты увидели большой потенциал в области регенерации энергии отработавших газов, ранее бесполезно выбрасывающейся в выхлопную трубу автомобиля.

Системы регенерации энергии могут повысить эффективность силовой установки на величину до 30%, снижая при этом расход топлива и улучшая экологические показатели автомобиля. Среди потерь в ДВС потери тепловой энергии в систему выпуска являются самыми значительными – их величина на бензиновых ДВС может составлять до 40%.

Турбоэлектрогенератор является устройством, позволяющим понижать температуру отработавших газов и регенерировать эту тепловую энергию в электрическую. Турбоэлектрогенератор состоит из турбины (турбинного колеса) и генератора. Турбинное колесо расположено на одном валу с генераторной установкой, и приводится во вращение потоком отработавших газов. Таким образом, во вращение приводится общий вал, на котором расположен ротор генераторной установки.

Существует несколько различных вариантов конструкций систем регенерации отработавших газов, в некоторых случаях разработчики предпочли усовершенствовать системы наддува воздушной массы без применения турбоэлектрогенератора. Регенератор энергии (лат. regeneratio - восстановление, возвращение) отработавших газов может быть любым по устройству, но оно предназначено для улавливания и преобразования энергии отработавших газов и выделяемого тепла от сгоревшего топлива в электрическую энергию. Дальше она может направляться как в накопитель энергии, так и к потребителям.

Задачами компаундного турбоэлектрогенератора являются:

- работа в качестве альтернативного источника электрической энергии на борту транспортного средства;
- снабжение ДВС наддувочной воздушной массой на различных режимах работы;
- подача наддувочной воздушной массы на малых оборотах ДВС, устранение «турбо ямы»;
- сокращение выбросов CO_2 на 15-20% в зависимости от типа ДВС;
- улучшение динамических и скоростных характеристик автомобиля.

В настоящий момент в открытом доступе имеется разработка компании John Deere (рис.1). Порядок работы приведенной схемы следующий: турбинное колесо приводится во вращение воздействием отработавших газов, что приводит во вращение вал турбокомпрессора и соответственно рабочее (насосное) колесо. Начинается забор охлаждённого наддувочного воздуха для подачи в цилиндры двигателя. Поток отработавших газов поступает по соединительной магистрали на турбинное колесо турбогенератора, приводя во вращение вал и ротор генератора. Температура потока отработавших газов поступающего на турбинное колесо турбогенератора снижается на 200…300º С. Таким образом, приведенный во вращение вал (ротор) турбогенератора начинает вырабатывать напряжение и отдавать его в бортовую сеть автомобиля.

В данной схеме (рис.1) используется турбокомпрессор с изменяемой геометрией сопла подачи потока отработавших газов. Турбогенератор выполняет функции преобразования кинетической энергии отработавших газов во вращение вала турбогенератора (якоря турбогенератора), а вращения вала турбогенератора – в электрическую энергию.

К преимуществам турбогенератора относятся: простота конструкции, высокая эффективность, использование известных технологий изготовления частей и комплектующих, а также приемлемая стоимость конструкции для массового производства.

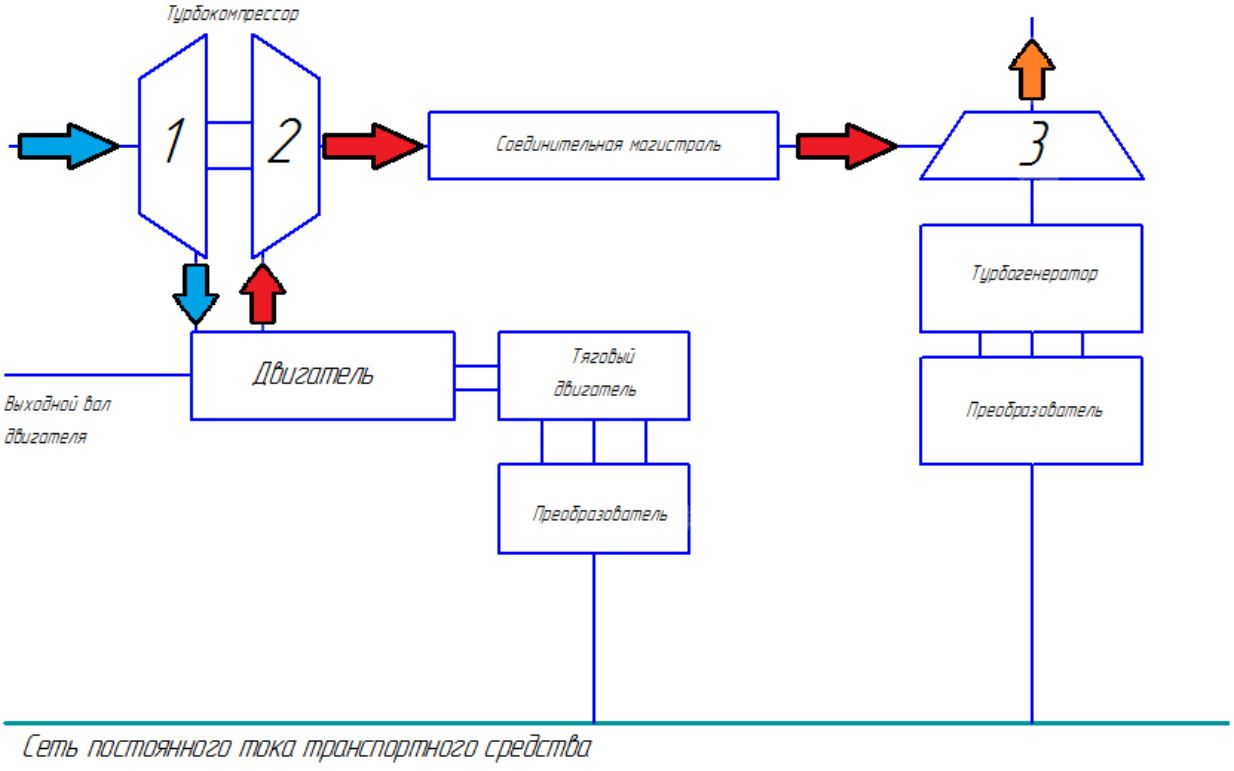


Рисунок 1 - Принципиальная схема работы турбоэлектрогенератора компании John Deere:

1- турбинное колесо; 2- рабочее (насосное) колесо; 3-турбинное колесо турбогенератора.

Проект турбоэлектрогенератора компании John Deere достаточно многообещающий. Сами разработчики John Deere выделяют следующие достоинства данной системы:

- увеличение эффективности использования топлива на 10 %;
- увеличение на 20% энергоснабжения транспортного средства;
- понижение температуры отработавших газов;
- высокий потенциал масштабного коммерческого использования.

Помимо разработки компании John Deere, ведут активные исследования инженеры и ученые британской компании CPT (Controlled Power Technologies). Компания CPT была основана в 2007 году специально для изучения и разработки процессов, способных уменьшить выбросы вредных веществ и повысить энергоэффективность транспортных средств. Девиз разработки «Waste to Watts - Powering the Planet with TIGERS ™»,что в переводе на русский язык означает «тепло в ватты - обеспечение энергии с TIGERS ™ » Компания представила каждый элемент системы по отдельности.

Выдающееся разработка компании - это турбогенератор TIGERS (турбогенератор интегрирующий энергию газов в электрическую). По мнению специалистов, именно эта разработка имеет наиболее значимые перспективы для массовой интеграции на транспортные средства. Характеристики турбогенератора TIGERS:

- максимальная частота вращения: 80000 об/мин;
- максимальная вырабатываемая мощность: 6 кВт;
- эффективность работы при выходном напряжении 14,6 В: >70%;
- эффективность работы при выходном напряжении 340 В: >90%;
- суммарная масса: ~ 10 кг;
- габаритный размер (длина): ~ 150 мм;
- тип охлаждения: жидкостное.

Турбогенератор TIGERS способен работать при температуре отработавших газов более 900ºС. Конструктивно турбогенератор состоит из турбинного колеса, якоря генератора установленного на валу с турбинным колесом, статора, перепускного клапана. Управляется перепускной клапан электронной системой управления, которая в свою очередь получает данные от блока управления двигателем и датчиков, контролирующих объем и температуру отработавших газов. Задача перепускного клапана – это обеспечение «стабильной» подачи отработавших газов на лопасти турбинного колеса. Перепускной клапан, таким образом, обеспечивает наиболее продуктивную и безопасную работу турбогенератора на высоких оборотах. Из общих достоинств изобретения разработчики приводят следующие:

- эффективное генерирование электрической энергии в момент работы двигателя при больших нагрузках двигателя;
- регенерация тепловой энергии отработавших газов;
- компактность установки (длина~ 150 мм);
- вырабатываемая мощность 4,2 кВт при выходном напряжении 14,6 В;
- возможность установки в любом месте системы выпуска отработавших газов транспортного средства;

- готовые к производству компоненты системы турбогенератора, а именно программное обеспечение, контролирующее работу турбогенератора и преобразователи электрической энергии;
- экономическая целесообразность установки турбогенератора на современное транспортное средство в условиях «энергетического голода», постоянно растущего потребления электрических машин осуществляющих рекуперацию электрической энергии (электромоторы на гибридных автомобилях).

Тестирование и доработка турбогенератора TIGERS проходили на обычном бензиновом четырех цилиндровом двигателе внутреннего сгорания, объемом 2 литра и не имеющим турбокомпрессорной установки для подачи сжатого воздуха в цилиндры двигателя. Начало производства турбогенератора TIGERS планируется в 2015 году.

Компания CPT также имеет разработанный турбокомпрессор со встроенным электрическим приводом VTES. VTES отвечает за подачу воздуха и отработавших газов в камеры сгорания двигателя. VTES – это электротурбокомпрессор с переменным крутящим моментом, который входит в систему рециркуляции и регенерации отработавших газов (рис.2).

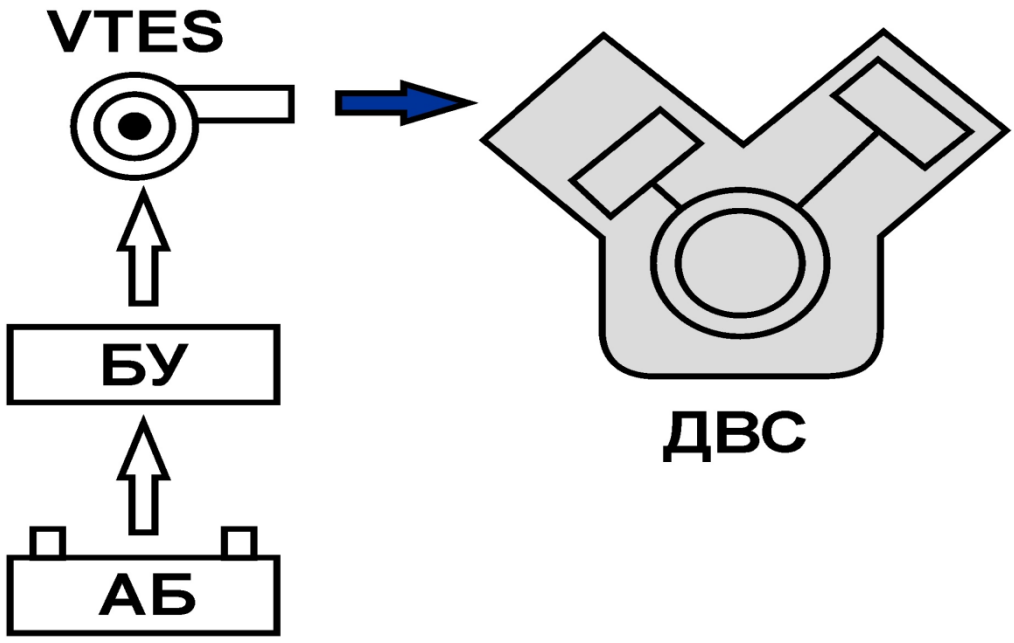


Рисунок 2 - Схема наддува воздушной массы в двигатель с электротурбокомпрессором VTES:
АБ – аккумуляторная батарея (накопитель энергии); БУ-блок управления; ДВС-двигатель внутреннего сгорания

Отличительной особенностью принципа работы электротурбокомпрессора с переменным крутящим моментом (рис.2) от классических турбокомпрессоров классической конструкции является отсутствие нестабильности работы при различных нагрузках двигателя и различном объеме отработавших газов. Такой результат достигнут за счет внедрения в конструкцию небольшого по габаритным размерам электродвигателя. В случаях, когда объема отработавших газов («турбо яма») не хватает для раскрутки турбинного колеса, включается электродвигатель и «подкручивает» вал турбокомпрессора.

Разработчики электротурбокомпрессора VTES предусмотрели несколько этапов охлаждения воздушной массы в системе наддува (рис.2), что необходимо для увеличения объема наддувочной воздушной массы, подаваемой в цилиндры двигателя и уменьшения

выделяемого тепла при сжигании рабочей смеси. Из основных достоинств работы электротурбокомпрессора VTES можно выделить сокращения выбросов CO_2 на 15-20 % в зависимости от типа двигателя и используемого топлива. Электротурбокомпрессор VTES имеет следующие основные характеристики:

- максимальная частота вращения: 70000 об/мин;
- диапазон температуры для работы: -40º С … +125º С;
- время выхода на максимальные обороты: < 350 мсек;
- максимальная мощность на валу: 1.7 кВт;
- потребляемый ток на холостом ходу двигателя: 1.5 А;
- потребляемый ток при разгоне: 350 А;
- напряжение питания: 12 В.

Сокращение выбросов CO_2 и эффективность работы электротурбокомпрессора на двигателях были подтверждены экспериментально на различных типах ДВС и различного объема. С использованием электротурбокомпрессора VTES появилась возможность более эффективно «дожигать» углеводороды без снижения производительности ДВС, повысить крутящий момент ДВС в диапазоне низких частот вращения коленчатого вала ДВС до 30%, увеличить мощность двигателя на средних и низких оборотах.

Компания Borg Warner Turbo Systems предлагает свою конструкцию турбоэлектрокомпрессора (рис.3) для утилизации энергии отработавших газов. Конструкция предусматривает электродвигатель, установленный на валу турбокомпрессора. Электродвигатель, управляемый своим блоком управления, включается в работу, когда подачи нужного количества воздушной массы в камеры сгорания недостаточно.

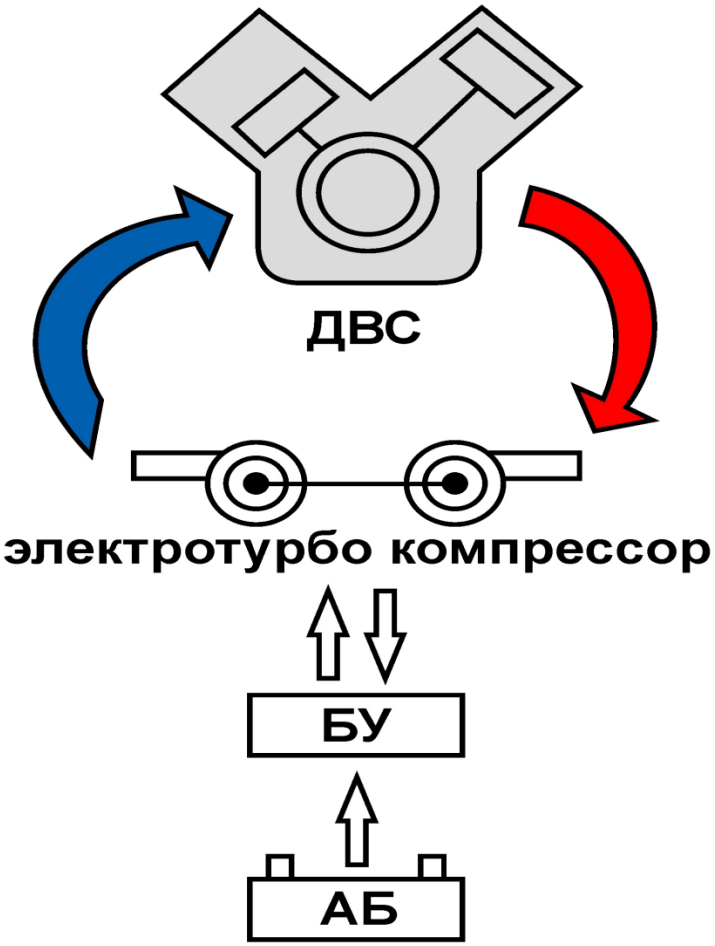


Рисунок 3 - Схема наддува воздушной массы в двигатель с электротурбокомпрессором компании Borg Warner Turbo Systems:
АБ – аккумуляторная батарея (накопитель энергии); БУ-блок управления; ДВС-двигатель внутреннего сгорания

Авторы видят перспективной конструкцию компаундного турбоэлектрогенератора изображенном на рис.4. Турбоэлектрогенератор состоит из корпуса, турбинного и насосного колес, закрепленных на общем валу с обратимой электрической машиной.

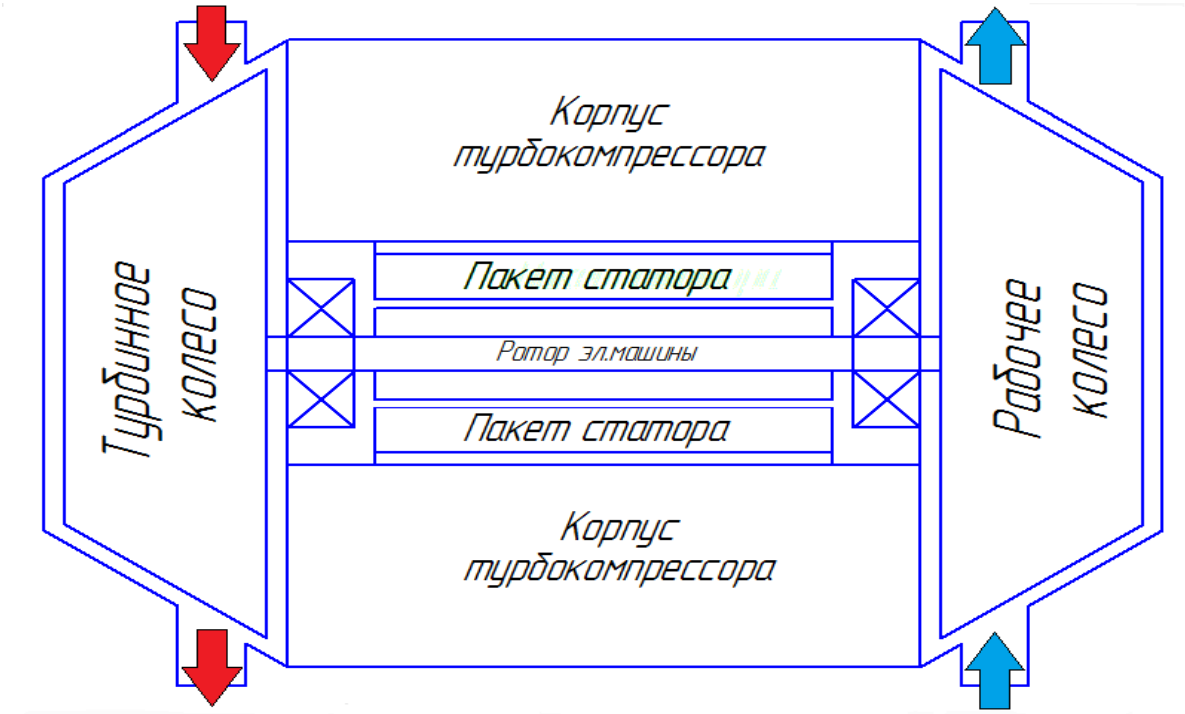


Рисунок 4 – Принципиальная схема компаундного турбоэлектрогенератора

На различных режимах работы ДВС обратимая электрическая машина может работать как в качестве генератора, так и в качестве электродвигателя.

Обратимая электрическая машина работает в режиме «генератора» в случае, когда мощность ДВС больше требуемой мощности для движения автомобиля. При запуске ДВС, разгоне, работе на холостом ходу и малых нагрузках обратимая электрическая машина переходит в режим «электродвигателя» и передаёт на вал турбоэлектрокомпрессора дополнительный крутящий момент. Выбор режима работы обратимой электрической машины осуществляется электронным блоком управления по выбранному параметру (например, по расходу топлива на данном режиме) для достижения оптимального давления наддува.

Предложенная конструкция полностью взаимозаменяема с базовыми турбокомпрессорами существующих ДВС, может быть установлена практически на любой автомобиль, обладает большей надёжностью в виду конструктивных особенностей и занимает значительно меньше места подкапотного пространства в сравнении с подобными устройствами рекуперации.

ТЯГОВЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД НА ЭЛЕКТРОМОБИЛЕ МАССОЙ 1800 КГ.

Малахов Д. В.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Автомобильный институт, факультет «Энергомашиностроения»
Научный руководитель: Фомин Александр Павлович

Актуальность привода.

Чем привлекателен электропривод на автомобиле? Такой автомобиль почти не дает выброса вредных веществ. Ядовитых газов, попадающих в атмосферу при зарядке и разрядке аккумуляторных батарей, несравненно меньше, чем при работе двигателей внутреннего сгорания (ДВС).

Возьмем затраты на топливо. Немецкий клуб ADAC провел любопытные исследования, сравнив затраты на эксплуатацию бензинового, дизельного и электрического «смартов». На 100 км пробега машины потребовали соответственно 5,92, 3,94 и 2,04 евро.

Пересчитав расход электричества и бензина «на наши деньги», получаем экономию: рубль на километр. Согласитесь, весомо.

На современном этапе развития науки и техники системы электропривода прочно занимают лидирующее положение среди приводных устройств и обеспечивают бесперебойную и надежную работу технологических механизмов во многих отраслях промышленности и специальной техники.

В качестве приводного двигателя наибольшее распространение находит синхронный двигатель (СД). Современный синхронный электропривод реализуется на базе силовой полупроводниковой техники с применением микропроцессорного управления. Его возможности позволяют организовать регулирование выходных координат привода в широком диапазоне, с высокой точностью и быстродействием.

В Москве по данным компании “Револьта” которая является в России первым оператором и владельцем сети электрозарядных станций, сейчас постов зарядки 18 штук с разъемами Mennekes: 3 Фазы, 380V, 32A, Shuko: 1 Фаза, 220V, 16A ,и Yazaki: 380V, 80A. При этом зарядка на данных постах является бесплатной, что так же делает электромобили конкурентоспособными в сравнении с автомобилями на жидком топливе.

Цель работы

Целью работы является изучение устройства и параметров одного из современных электромобилей общей массой порядка 1800 кг, расчетом определить запас хода и влияние на запас хода вспомогательных потребителей. Для примера взят электромобиль BMW ActiveE.

Анализ устройства, режимов работы.

BMW ActiveE - четырехместное купе с багажником объемом в 200 л. — первый автомобиль концерна, совместивший просторный и комфортный салон традиционного BMW с полноценным электродвигателем.

Мощный синхронный электродвигатель разгоняет BMW ActiveE от 0 до 100 км/ч всего за 9 секунд, развивая мощность до 168 л. с. и создавая с места крутящий момент в 250 Нм.. Максимальная скорость ограничена электроникой и составляет 145 км/ч. Однако BMW ActiveE позволяет сохранить динамичный стиль вождения, характерный для всех автомобилей BMW. Низкое расположение центра тяжести и распределение массы 50:50

улучшают сцепление колес с дорожным покрытием и оптимизируют передачу мощности силового агрегата BMW ActiveE.

Устройство электромобиля.

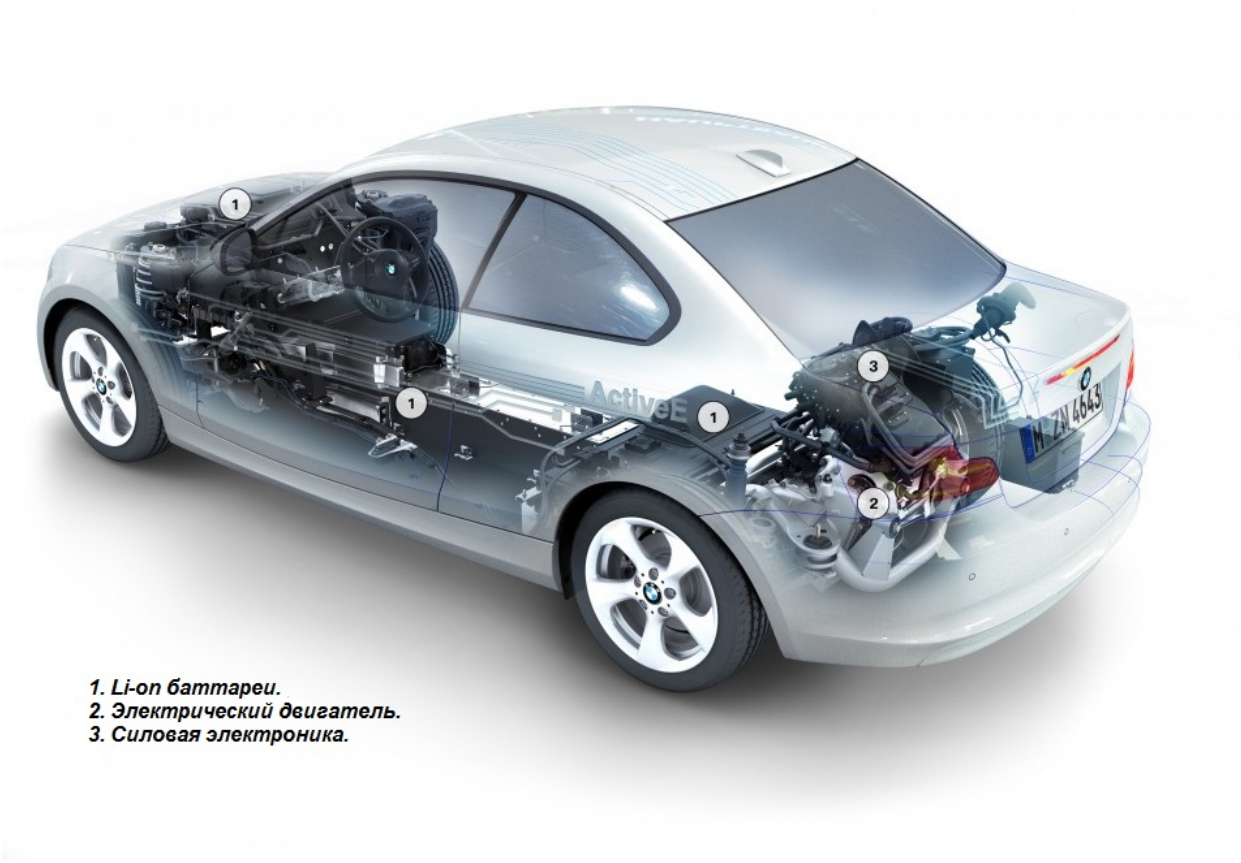


Рисунок 1. Устройство электромобиля.

Место двигателя, коробки передач и топливного бака в кузове занимают три больших накопителя энергии с литий-ионными аккумуляторами, разработанные совместно с компанией SB LiMotive. Каждый модуль защищен стальным корпусом со встроенной жидкостной системой охлаждения, которая обеспечивает оптимальный температурный режим работы аккумулятора и позволяет повысить его мощность. Кроме того, благодаря таким прочным корпусам аккумуляторов BMW ActiveE полностью соответствует тем же строгим стандартам, что и BMW 1 серии Купе, и по многим показателям превосходит существующие стандарты безопасности.

В электромобиле BMW ActiveE нашло применение новое конструкторское решение: когда водитель отпускает педаль газа, мотор превращается в генератор и преобразует кинетическую энергию качения в электрическую, заряжая аккумуляторы. Одновременно создается тормозящий момент, замедляющий движение автомобиля. Благодаря такой рекуперации энергии дальность поездки увеличивается почти на 20% и составляет в итоге до 190 км.

Литий-ионные аккумуляторы концепта BMW ActiveE снабжены собственной системой жидкостного охлаждения, что в значительной степени способствует повышению как емкости, так и срока службы аккумуляторов. Высокая емкость – решающий фактор для обеспечения возможно большего запаса хода. Разработанная для концепта BMW ActiveE система аккумулирования энергии обеспечивает электромобилю с полностью заряженной АКБ запас хода примерно в 240 км по американскому ездовому циклу FTP72. В условиях практической эксплуатации при подключенных дополнительных потребителях энергии запас

хода соответственно составит около 160 км. Разработанная специально для концепта BMW ActiveE интеллектуальная система управления АКБ гарантирует, что чрезвычайно высокий запас хода возможен также в условиях ежедневной практической эксплуатации и, кроме того, практически независимо от внешних климатических условий.

Для BMW ActiveE была разработана специальная система отопления и кондиционирования с питанием через бортовую сеть от высоковольтного аккумулятора. Такой принцип действия системы отопления и компрессора кондиционера открывает возможность создания необходимой температуры в салоне даже при стоянке автомобиля. С помощью автономного отопителя или автономной системы кондиционирования водитель может прогреть или соответственно охладить салон до посадки в автомобиль. Такая возможность имеется в том случае, если автомобиль подключен к зарядной станции и АКБ полностью заряжена. Это ограничение предусмотрено для того, чтобы не сокращать запас хода за счет функций комфорта, а в определенной степени даже увеличить. Так как если система отопления или кондиционирования работает в то время, когда автомобиль соединен с электросетью, то потом во время движения эта затраченная энергия не будет отобрана из АКБ.
Расход энергии:
Смешанный цикл: 14 кВт•ч/100 км
Городской цикл: 10,5 кВт•ч/100 км
Загородный цикл: 16 кВт•ч/100 км

Питание обеспечивается 32kWh литий-ионный аккумулятор поставляется LiMotive SB. Время зарядки составляет примерно от 10 до 12 часов при 230V/12A, или же 4-5 часов с блока питания 230V/32A.

Силовая схема.
Так как разработки это авторские права разработчиков и является скрытой информацией, поэтому можно только предположить силовую схему устройства.

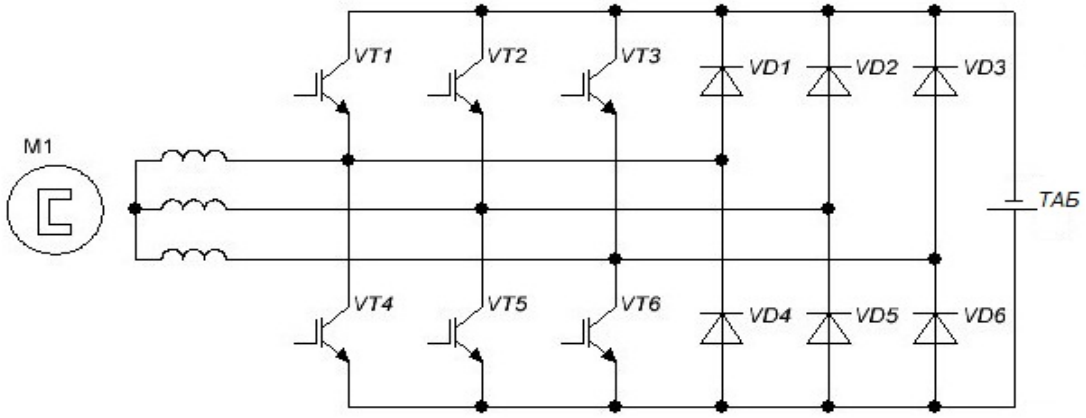


Рисунок 2. Силовая схема

$\boldsymbol{M1}$ – синхронный двигатель
$\boldsymbol{VT_1 - VT_6}$ – силовые транзисторы

$VD_1 - VD_6$ – диоды
ТАБ – тяговая аккумуляторная батарея
Схема состоит из трехфазной обмотки ТЭД, инвертора с обратными диодами и ТАБ. Указаны только основные элементы, обеспечивающие работу в режимах тяги и торможения. Инвертор переключает фазы обмотки по сигналу датчика положения ротора (не показан) и позволяет получить систему трехфазных синусоидальных напряжений и токов требуемой величины (при использовании ШИМ). При торможении работают обратные диоды в режиме трехфазного мостового выпрямителя. Ток при торможении не регулируется, а лучше сказать, что регулируется не показанными на схеме элементами.
Предложенная схема соответствует известному по описаниям набору элементов электромобиля BMW и является типовой.

Схема передачи мощности.

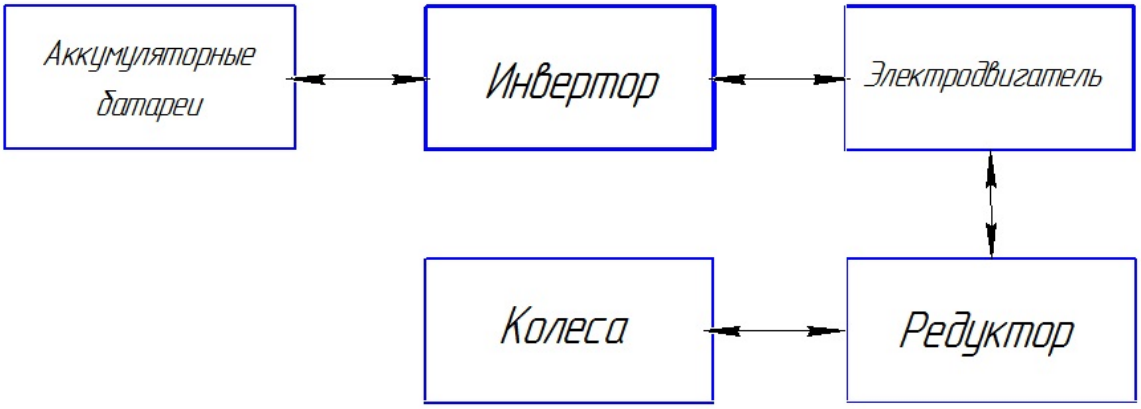


Рисунок 3. Схема передачи мощности

Режимы работы.

Экономичный режим.
При движении без резких ускорений, работает режим экономичности eDrive, в этом режиме происходит самое эффективное и экономичное расходование энергии тяговых аккумуляторов.

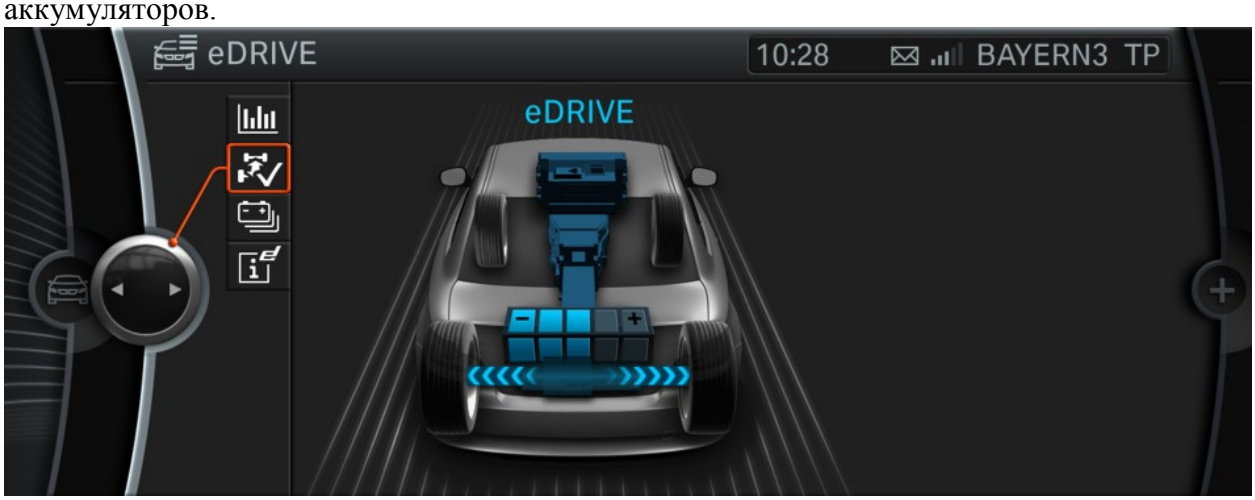


Рисунок 4. Экономичный режим

Режим рекуперации.
В режиме торможения, и когда водитель отпускает педаль газа накапливается энергия в батареи.

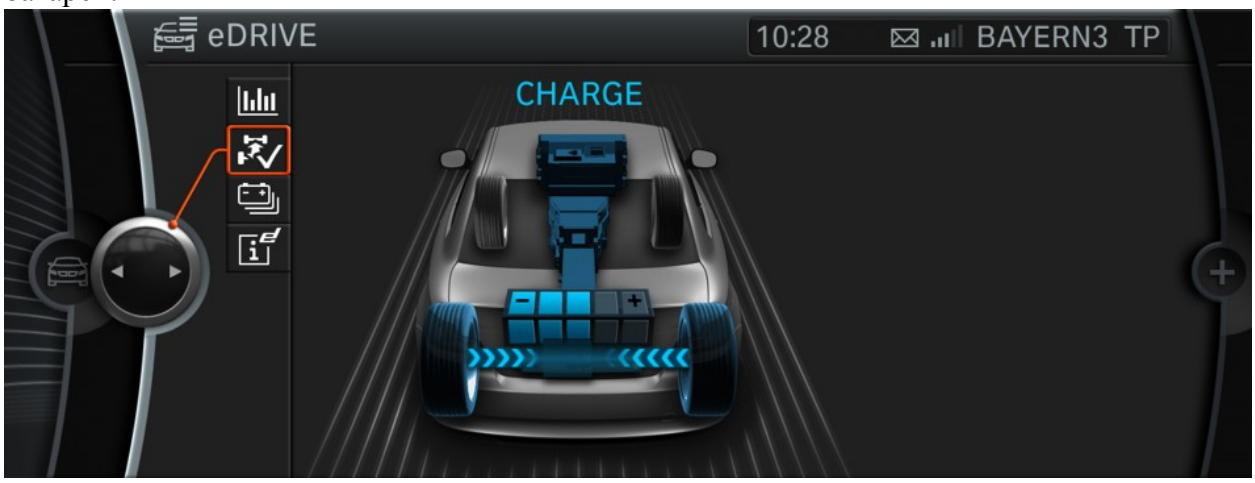


Рисунок 5. Режим рекуперации

Зарядка.

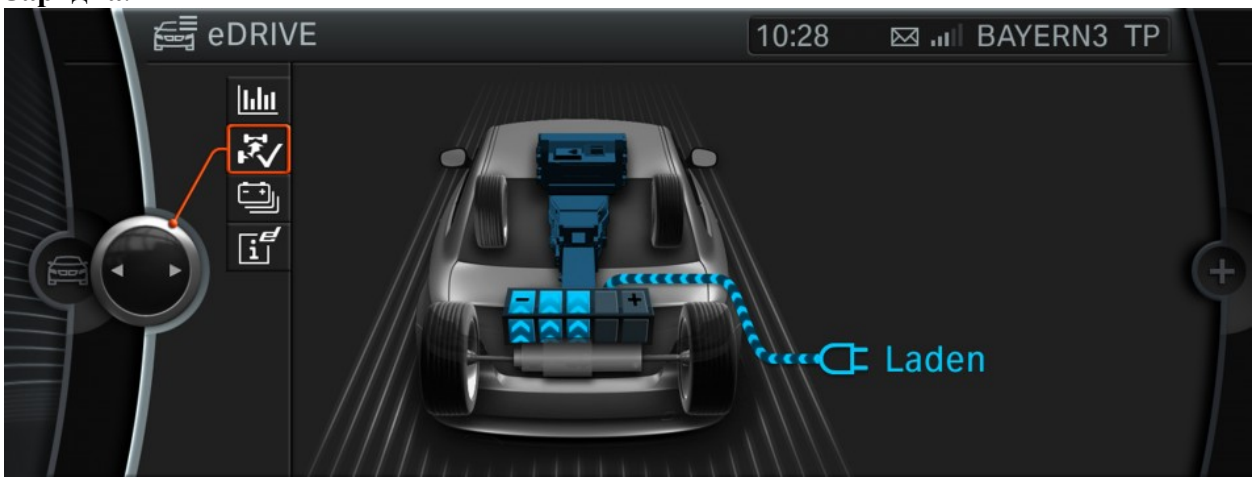


Рисунок 6. Режим зарядки

Режим работы климатических установок.

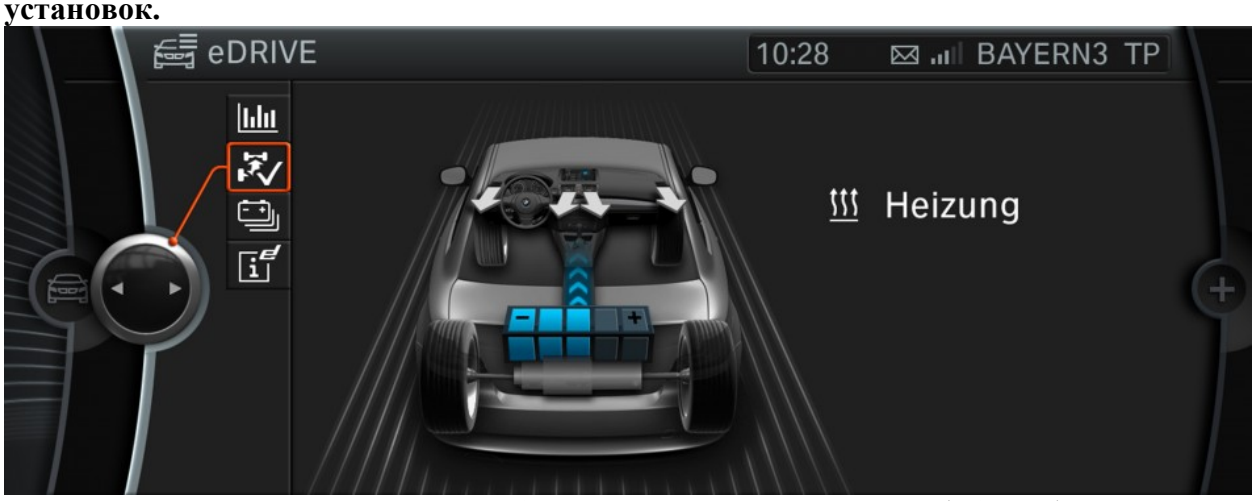


Рисунок 7. Режим работы климатических установок(обогрев)

При зарядке от сети, в BMW работает климатическая установка которая поддерживает нужную температуру, что позволяет не расходовать энергию аккумуляторов после стояния автомобиля, для набирания оптимальной температуры.

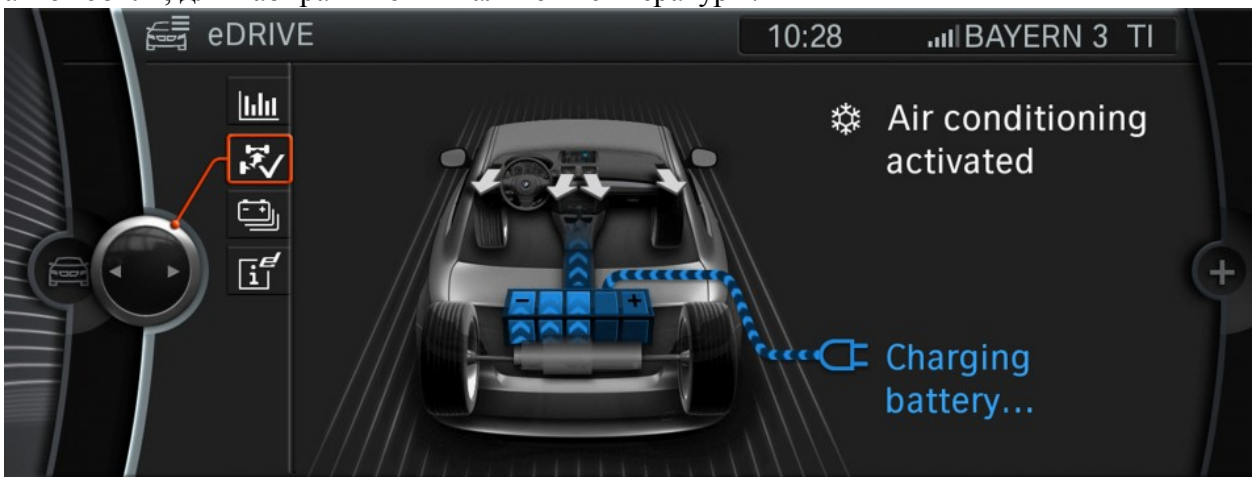


Рисунок 8. Режим работы климатических установок(кодниционирование)

Влияние потребителей на запас хода.

Запас хода автомобиля при выключенных потребителях составляет 220,при этом если включить потребители:

Ближний свет	70Вт
Габариты	20Вт
Мотор печки	200Вт
Мотор стеклоочистителя	10Вт
Компрессор кондиционера	1500Вт

Суммарная мощность которых 1800 Вт, и при времени цикла по циклу НАМИ 80 сек. Получаем что энергия затраченная потребителями снижает запас хода на 63 км, что составляет 30% потери пробега

Методика расчета.

Цикл НАМИ

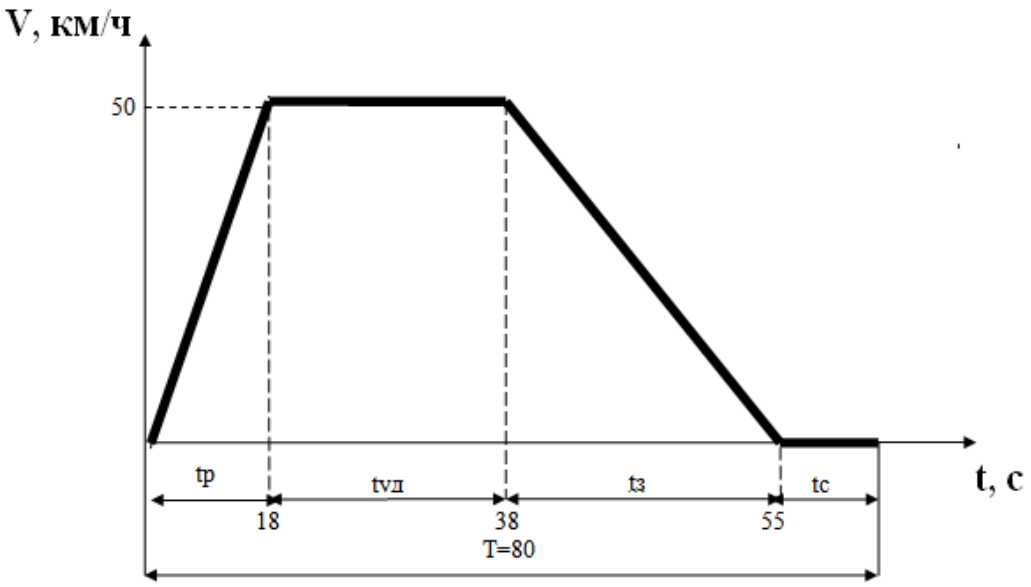


Рисунок 9. Цикл НАМИ

Расчёт ведется по циклу НАМИ.

Для расчёта расходуемой энергии при движении автомобиля.

Общее число затраченной энергии
$E_{\text{акб}} = E_{\text{раз}} + E_{\text{уст}} - E_{\text{зам}}$
где:
Энергия затраченная ТАБ при разгоне:
$$E_{\text{раз}} = \frac{A_{\text{раз}}}{\eta_{\text{р}} * \eta_{\text{д}} * \eta_{\text{пр}} * \eta_{ap}}$$
где
$\eta_{\text{р}} = 0.96$ – *кпд редуктора*
$\eta_{\text{д}} = 0.85$ – *кпд двигателя*
$\eta_{\text{пр}} = 0.96$ – *кпд преобразователя*
$\eta_{ap} = 0.9$ –*кпд аккумулятора(разряд)*
Величины КПД элементов взяты по средним величинам, известным из литературы.

Энергия затраченная ТАБ при установившейся скорости:
$$E_{\text{уст}} = \frac{A_{\text{уст}}}{\eta_{\text{р}} * \eta_{\text{д}} * \eta_{\text{пр}} * \eta_{ap}}$$

Энергия затраченная ТАБ при замедлении:
$E_{\text{зам}} = A_{\text{зам}} * \left(\eta_{\text{р}} * \eta_{\text{д}} * \eta_{\text{пр}} * \eta_{\text{ар}}\right)$

Механическая энергия установившегося режима:
$A_{уст} = F_{уст} * l_{уст}$

Механическая энергия в режиме разгона:
$$A_{\text{раз}} = \sum_{i=1}^{6} \left(F_{i\text{раз}} L_i\right)$$

Механическая энергия в режиме замедления:
$$A_{\text{зам}} = \sum_{i=1}^{6} \left(L_{i\text{зам}} B_{i\text{зам}}\right)$$

Общее количество затраченной энергии за цикл с включенными потребителями:
$E_{\text{акб}} = E_{\text{раз}} + E_{\text{уст}} - E_{\text{зам}} + E_{\text{потр}}$

где
$$E_{\text{потр}} = \sum \text{потр} * t_{\text{цикла}}$$

Результаты расчета.
Исходные данные ТАБ:

Масса ТАБ $m_{\text{таб}} = 565$ кг;

Плотность энергии: $E_{\text{уд}} = 150 \frac{\text{Вт*ч}}{\text{кг}}$

Энергия ТАБ $E_{\text{таб}} = 150 * 3.6 * 565 = 305100$ кДж

Количество циклов:
Используем 50% энергии ТАБ:

$$n_{\text{ц}} = \frac{E_{\text{таб}}}{E_{\text{акб}}} = \frac{152550}{360} = 423.75$$

Запас хода при этом составит:

$$l_{\text{зап}} = n_{\text{ц}} * l = 423.75 * 521.25 = 220811 \text{ м}$$

Делая вывод из расчётов видим, что BMW ActiveE с полностью заряженной ТАБ может проехать 220 км.

При этом если учесть, что включены потребители:

Ближний свет	70Вт
Габариты	20Вт
Мотор печки	200Вт
Мотор стеклоочистителя	10Вт
Компрессор кондиционера	1500Вт

Суммарная мощность 1800 Вт, при времени цикла по циклу НАМИ 80 сек. Получаем что энергия затраченная потребителями:

$$E_{\text{потр}} = \sum \text{потр} * t_{\text{цикла}} = 1800 * 80 = 144000\text{Вт} * \text{с} = 144 \text{ кДж}$$

Тогда общее количество затраченной энергии за цикл:

$$E_{\text{акб}} = E_{\text{раз}} + E_{\text{уст}} - E_{\text{зам}} + E_{\text{потр}} = 345689.204 + 133898.184 - 119475.561 + 144000 =$$
$$= 504111.825 \text{ Дж} = 504 \text{ кДж}$$

Используем 50% энергии ТАБ:

$$n_{\text{ц}} = \frac{E_{\text{таб}}}{E_{\text{акб}}} = \frac{152550}{504} = 302.611$$

Запас хода при этом составит:

$$l_{\text{зап.потр}} = n_{\text{ц}} * l = 302.611 * 521.25 = 157736 \text{ м}$$

Выводы.
Сделан анализ устройства, параметров и режимов работы электромобиля BMW. На основе данных электромобиля и некоторых дополнительных сведений выполнена расчетная оценка запаса хода которая составляет 220 км по циклу НАМИ, что не противоречит предварительным данным производителя который заявляет запас хода в 240 км по американскому ездовому циклу FTP72. При работе потребителей запас снижается до 158 км, что тоже не противоречит данным производителя составляющий 160 км. Пробег от зарядки до зарядки 220 км, для города вполне удовлетворительный, но для конкуренции с автомобилями бензиновыми (гибридными) нужны новые разработки в сторону увеличения удельной энергоемкости батареи ТАБ на уровень 350-400 Вт*ч/кг., снижение веса батарей, и

массовость производства вследствие чего снижение стоимости ТАБ и в целом автомобиля. Более развитую инфраструктуру зарядных станций, и уменьшение времени зарядки. В целом электромобиль это выгодное, экологичное, и инновационное веяние современности.

ЛЕГКОВОЙ АВТОМОБИЛЬ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ ГИБРИДНЫМ ПРИВОДОМ

Филькин Е. М.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Автомобильный институт, факультет энергомашиностроения
Научный руководитель: к.т.н., Фомин А. П.

При сгорании топлива в ДВС обильно выделяются тяжёлые металлы и токсичные примеси, чрезвычайно вредные свинцовые соединения, вызывающие тяжелейшие заболевания.

В настоящее время инженеры многих стран в автомобильной промышленности пытаются снизить вредные вещества, выбрасываемые в атмосферу транспортными средствами. В связи с этим ведутся разработки электромобилей. Но по сравнению с автомобилями, имеющими двигатель внутреннего сгорания, они сильно уступают им. У электромобиля не высокий запас хода, сложность дозаправки транспортного средства в пути и т. д. Поэтому на данный момент существует один выход из сложившейся ситуации. Он заключается в скрещивание двух источников механической энергии (таких как, ДВС и электродвигатель) и размещение их в виде единой силовой установки на борту автомобиля. Такие транспортные средства получили название гибридные автомобили.

Гибридная силовая установка может устанавливаться на различные автомобили, которые выполняют самые разные задачи.

Существует три основные схемы устройства гибридных силовых установок: последовательная, параллельная и последовательно-параллельная.

Последовательная гибридная схема появилась первой (её придумал в 1899 году сам Фердинанд Порше). Она представлена на рисунке в общем виде.

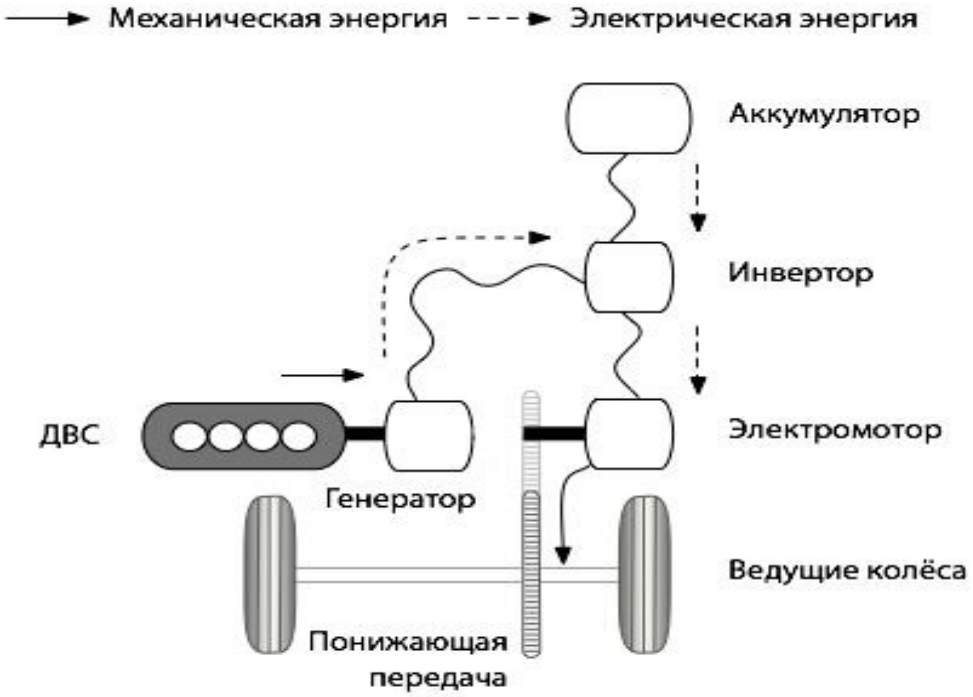


Рисунок 1. Общий вид последовательной схемы гибрида

Из рисунка видно, что механической связи двигателя внутреннего сгорания с колёсами нет. Процесс передачи энергии осуществляется путём двойного преобразования. Вначале механическая энергия с вала ДВС с помощью силового генератора преобразуется в электрическую, а затем электродвигатели преобразуют электрическую энергию в механическую, которая поступает на колёса АТС. Также на рисунке представлен аккумулятор который запасает энергию от торможения и позволяет АТС двигаться на малых скоростях без участия ДВС. Наиболее эффективна последовательная схема при движении в режиме частых остановок, торможений и ускорений, движении на низкой скорости, т.е. в городе.

Примером является Ё-мобиль.

По последним данным известно, что проект Ё-мобиль будет выпускаться в одном кузове – пятидверный городской кроссовер. На рисунке представлен внешний вид такого кузова. Видно, что кузов смотрится, весьма современно и обладает хорошими аэродинамическими качествами.

Рисунок 2. Ё-мобиль в кузове пятидверный кросс-купе

Но пока кузов Ё-мобиля разрабатывается, разработчики представили прототип своего творения на базе Suzuki SX4. Suzuki SX4 имеет в своём составе электромеханическую трансмиссию и силовой агрегат которые в дальнейшем будут устанавливаться на Ё-мобиль. Suzuki SX4 представлен на рисунке.

Рисунок 3. Suzuki SX4 с трансмиссией и силовыми агригатами Ё-мобиля

По данным проведённых тестов испытуемый набирает 60 км/ч с двумя людьми на борту за 4,5 с, а вот 100 км/ч на спидометре можно наблюдать только через 14-15 с. Максимальная скорость, которую получилось развить в процессе теста составляет 117 км/ч.

Технические данные представлены далее:

- Ёмкость 2-ух суперконденсаторов 7,5 Ф при напряжении 450 В, вес 70 кг. По данным разработчиков суперконденсаторы должны выдержать более миллиона циклов зарядки-разрядки при 5-7 летней эксплуатации. Конденсаторы представлены на рисунке.

Рисунок 4. Внешний вид емкостных накопителей энергии

- Применены два синхронных электродвигателя с постоянными магнитами, номинальная мощность которых – 30 кВт, максимальная 60 кВт. Двигатели входят в мехатронный блок, включающий в себя двухступенчатый редуктор, систему охлаждения, инвертор и управляющую электронику на IGBT-транзисторах. Блок представлен на рисунке.

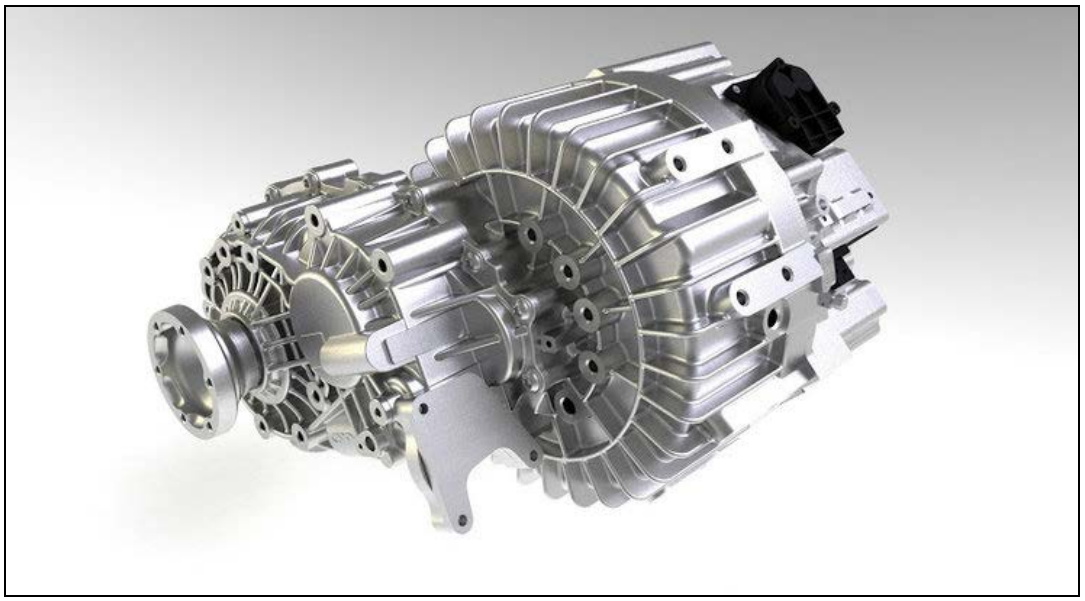


Рисунок 5. Мехотронный модуль

На следующем рисунке представлено расположение электродвигателей на АТС.

Рисунок 6. Расположение мехотронного модуля

- Двигатель внутреннего сгорания - обычный бензиновый 4-х цилиндровый 1,4 литра, его мощность 75 – 80 л.с.

Технические данные Ё-мобиля сведены в таблицу.

Количество мест	5
Количество дверей	5
Снаряжённая масса, кг	1100
Полная масса, кг	1600
Грузоподъёмность, кг	500
Колёсная формула	4×4
Дорожный просвет, мм	200
Максимальная скорость, км/ч	130
Время разгона до 100 км/ч, с	10
Расход топлива, л	4,0
Запас хода при полной заправке, км	700
Емкость накопителей энергии, Ф	7,5
Вес накопителей энергии, кг	70
Номинальная мощность электродвигателей, кВт	30
Максимальная мощность электродвигателей, кВт	60
Тип электродвигателей	Синхронные с постоянными магнитами
Тип двигателя внутреннего сгорания	Бензиновый 1,4 л
Мощность двигателя внутреннего сгорания, л.с.	80

Таблица 1. Технические данные Ё-мобиля

Так как нет сведений о конкретной конструкции Ё-мобиля, была поставлена следующая задача: разработка схемы последовательного гибридного привода, в частности, силовой части и системы управления.

Схема передачи мощности, представлена на рисунке.

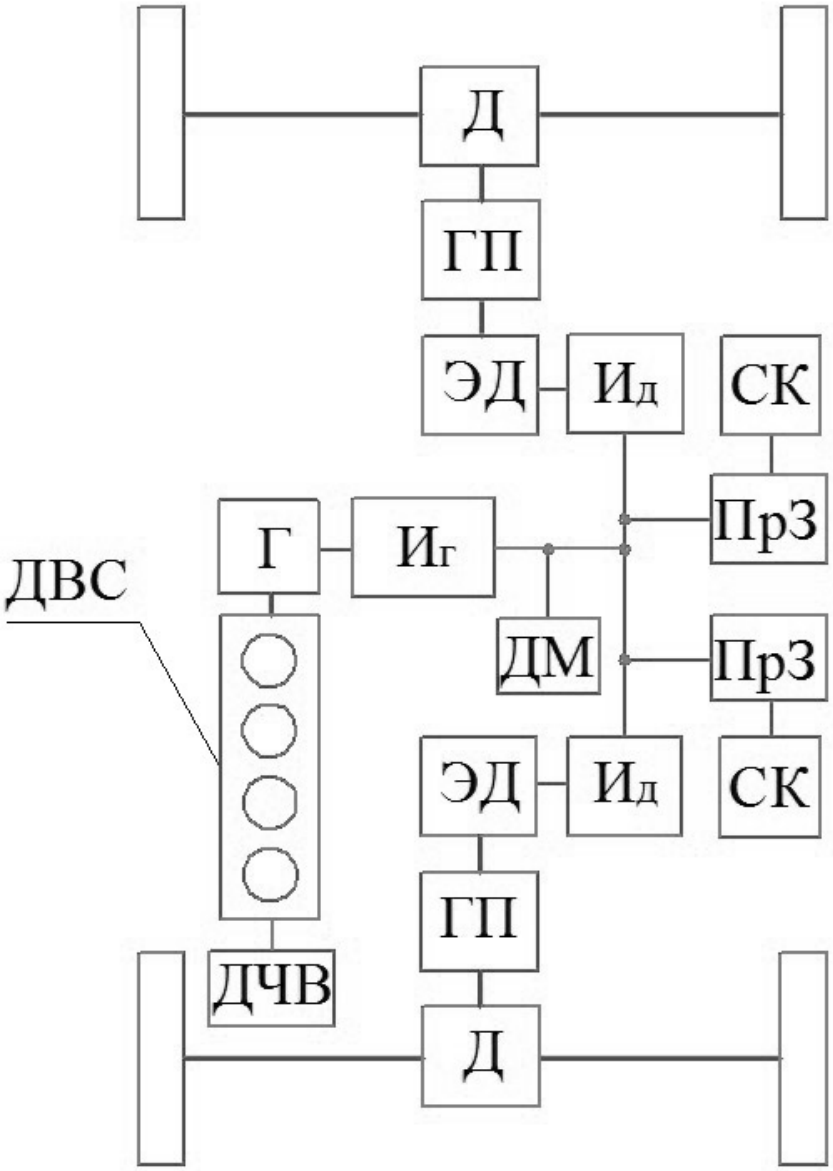


Рисунок 7. Схема передачи мощности

ДВС – двигатель внутреннего сгорания; ДЧВ – датчик частоты вращения; Г – силовой генератор; ИГ – инвертор генератора; ДМ – датчик мощности; СК – суперконденсаторы; ПрЗ – преобразователь заряда; ИД – инверторы электродвигателей; ЭД – тяговые электродвигатели; ГП – главная передача; Д – дифференциал.

Силовая электрическая схема электропривода.

Силовая электрическая схема электропривода состоит из: генератора, инвертора генератор, двух синхронных электродвигателей с постоянными магнитами, один из которых расположен на передней оси транспортного средства, а другой на задней оси, двух инверторов электродвигателей, а также преобразователей заряда, каждый из которых работает на свой емкостной накопитель (они состоят из VT7, L1, VD8, VT8, BA, VD7 для

конденсатора С1и VT10, L3, VD9, VT9, BA, VD10 для конденсатора С2). Помимо выше перечисленного в состав схемы входит уравнивающее устройство между емкостными накопителями энергии, реализованное на К4, L2.

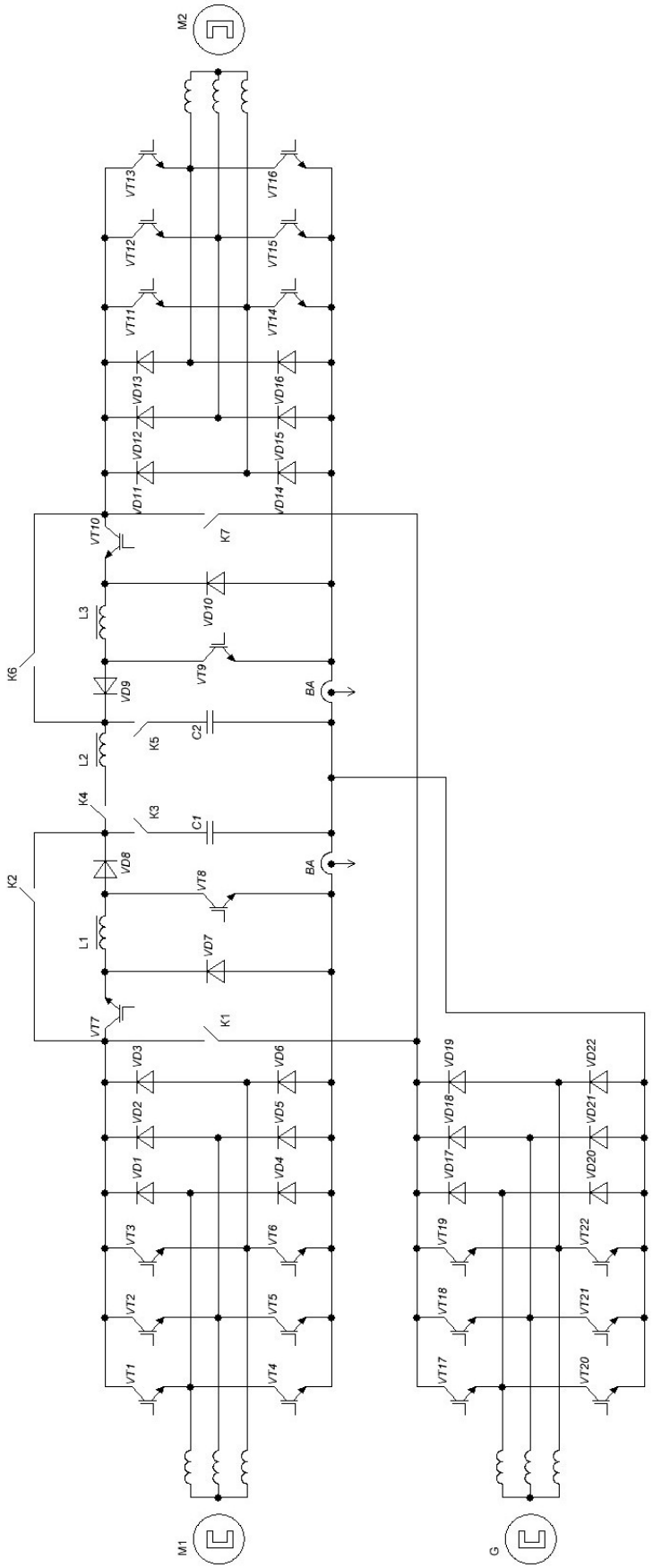


Рисунок 8. Силовая электрическая схема электропривода

Работа схемы:

- Стадия движения.
  Ключи К2, К3, К5, К6 замкнуты.
  Ключи К1, К7, К4 разомкнуты.

Напряжение с суперконденсаторов поступает к выводам силовых инверторов. Регулирование ТЭД ведётся с помощью ДПР и ШИМ. Задний ход – только от конденсаторов при реверсировании фаз ТЭД инвертором.

При интенсивном разгоне замыкаются ключи К1, К7 и помимо суперконденсаторов к выводам силовых инверторов подключается выпрямитель.

При движение от накопителей, без участия ДВС (при отключённом генераторе) в замкнутом состоянии находятся ключи К2, К3, К5, К6.

- Стадия зарядки.
  Рассмотрим режим зарядки конденсатора С1 от электродвигателя.
  Возможны 2 ситуации:
  - Напряжение на выпрямителе меньше, чем на конденсаторе. Процесс заряда будет осуществляться следующим образом: открываются транзисторы VT7, VT8, ток течёт через VT7, L1, VT8 в дросселе L1накапливается энергия, при закрытии транзисторов VT7, VT8 энергия с дросселя L1 поступает на конденсатор С1 и зарядка осуществляется по схеме L1, VD8, C1, BA, VD7.
  - Напряжение на выпрямителе больше чем на конденсаторе. Процесс зарядки будет осуществляться по схеме VT7, L1, VD8, C1, BA.

Процесс зарядки от генератора осуществляется по тому же принципу, но при замкнутом ключе К1.

Зарядка конденсатора С2 производится аналогично.

Уравнивающее устройство работает в спокойных для электропривода режимах (режим наката и режим стоянки). Оно уравнивает напряжения между конденсаторами С1 и С2.

Функциональные схемы САР для тягового режима, режима зарядки и режима пуска ДВС. Эти схемы представлены на рисунках.

ДЧВ – датчик частоты вращения; ДМ – датчик мощности; ДНГ – датчик напряжения генератора; ДТГ – датчик тока генератора; ДПР – датчик положения ротора; С – сумматор; ИД – инверторы электродвигателей; ШИМ – широтно-импульсный модулятор.

Для тягового режима.

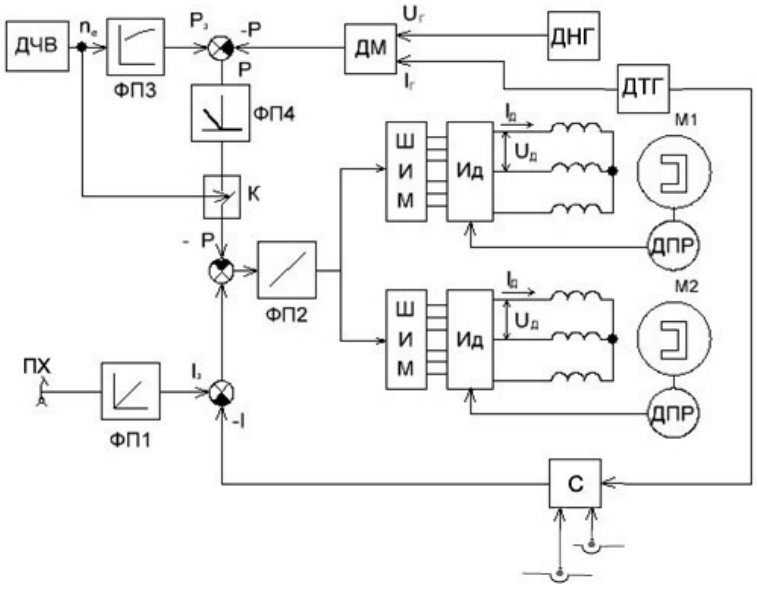


Рисунок 9. Функциональная схема САР для тягового режима

Водитель педалью хода (ПХ) задаёт α. Сигнал α в функциональном преобразователе ФП1 преобразовывается в задающий сигнал Iз. Этот сигнал сравнивается с сигналом I. Сигнал I появляется в результате суммирования сигналов в сумматоре С, идущих с датчиков тока расположенных в цепи заряда конденсаторов и с датчика тока генератора ДТГ. Результатом сравнения Iз и I является сигнал ΔI.

При пуске ДВС вводится второй контур, контур ограничения по мощности. Сигнал с ДЧВ замыкает ключ К, а также в функциональном преобразователе ФП3 преобразовывается в сигнал Рз. Этот сигнал сравнивается с сигналом Р поступающим с датчика мощности ДМ. В свою очередь датчик мощности перемножает 2 сигнала от датчика напряжения генератора ДНГ и от датчика тока генератора ДТГ. Результатом сравнения Рз и Р является сигнал ΔР. Сигнал ΔР после преобразования в функциональном преобразователе ФП4 является корректирующим для сигнала ΔI. Результирующим сигнал δ в функциональном преобразователе ФП2 преобразуется в сигнал управляющий ШИМ инверторов.

Функциональный преобразователь это устройство преобразующее входной сигнал в выходной по определённой математической зависимости.

Для режима зарядки и режима пуска ДВС.

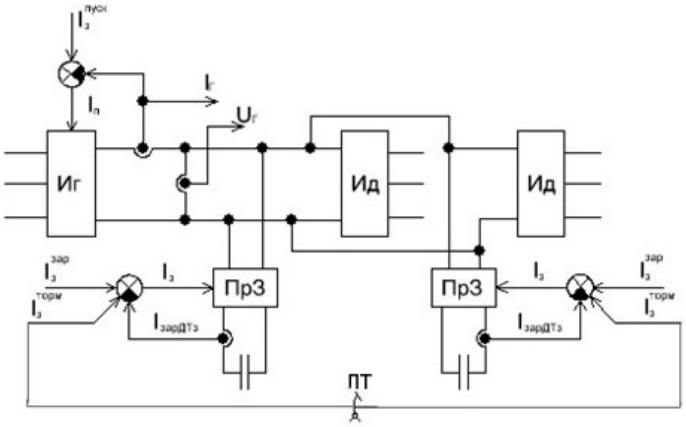


Рисунок 10. Функциональная схема САР для режима зарядки и пуска ДВС

При пуске задающий сигнал $I_{з}^{пуск}$, заложенный в компьютере сравнивается с сигналом $I_{Г}$ идущем с датчика тока генератора ДТГ. Этим обеспечивается необходимый ток для пуска ДВС от генератора, работающего в двигательном режиме.

При зарядке и торможении используется один и тот же контур регулирования. Разница заключается в задающих сигналах. В режиме зарядки задающий сигнал поступает с компьютера, а в режиме торможения его задаёт педалью тормоза водитель.

Во всех рассмотренных режимах работы схем регулирования, управление ведётся от микроконтроллера, программным методом.

Выводы

Сделан анализ базового образца Ё-мобиля.

Предложена схема силовой части электропривода.

Разработана функциональная схема САР, реализующая необходимые режимы работы.

ТЯГОВЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ НА ФЕРРИТОВЫХ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТАХ С КОГТЕОБРАЗНЫМ РОТОРОМ

Кайгородов А.В.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Автомобильный институт, факультет «Энергомашиностроение»
Научный руководитель: д.т.н., проф. Лохнин В.В.

Магнитные системы с когтеобразными роторами.

Когтеобразные формы роторов нашли широкое применение в синхронных машинах с ПМ после того, как были разработаны высокоэрцитивные магнитные сплавы.

При когтеобразной форме ротора магнит представляет собой полый цилиндр, намагниченный в аксиальном направлении. Магнит расположен между двумя шайбами (фланцами), снабжёнными полюсными выступами – когтями. Все полюсы одной шайбы являются северными, а другой – южными. Шайбы с когтями изготавливаются из мягкой стали марки Ст.10. Магнит шлифуется по торцевым и внешним поверхностям и крепится в заточках полюсных шайб. При сборке магнит сжимается. Вал обычно изготовляется из немагнитной стали во избежание шунтирования магнита. В том случае, когда на валу имеется втулка из немагнитного материала (обычно латунь) вал может быть изготовлен из магнитной стали.

В последнее время разработана металлокерамическая технология изготовления фланцев с полюсами.

Когтеобразная конструкция ротора лишена многих недостатков:

1. Намагничивание магнита когтеобразного ротора производится в собранном виде в магнитном поле, весьма близком к равномерному. Вследствие малой длины магнит надёжно намагничивается и поле в нём близко к равномерному. Это повышает степень использования магнита и позволяет результативно использовать сплавы с термообработкой в магнитном поле (типа магнико).
2. Наличие полюсных наконечников приводит к полной стабильности поля в воздушном зазоре, определяемого, как и в обычных машинах, конфигурацией активной поверхности полюсных наконечников, что позволяет получить лучшую форму ЭДС и напряжения.
3. Размагничивающее действие поля якоря в машинах с когтеобразным ротором меньше, чем в машинах со звёздообразным ротором. Это объясняется двумя факторами:

а) полюсные наконечники из мягкой стали представляют собой демпферную систему, в которой при ударном токе короткого замыкания наводятся вихревые токи, демфирующие ударный ток короткого замыкания и приводящие к тому, что стабилизация магнитов практически производится установившимся током короткого замыкания, что повышает степень использования магнита;

б) значительные потоки рассеяния когтеобразных роторов уменьшают значения установившегося и ударного токов короткого замыкания; генераторы с когтеобразным ротором отличаются высокой стабильностью характеристик.

4. В случае когтеобразных роторов допускаются повышенные значения линейной нагрузки (до 35000 А/м) и индукцией в воздушном зазоре (В=0.6-0.7 Тл).

5. Механическое использование когтеобразного ротора значительно выше. Окружная скорость ротора может быть доведена до 100 м/с.

6. Магниты когтеобразных роторов выполняются с малым отношением длины магнита к его диаметру, так как через магнит проходит поток всех полюсов.

7. При повышении частоты (числа полюсов) степень заполнения поперечного сечения ротора материалом магнита для когтеобразных роторов не снижается. Она не зависит от числа полюсов, в то время как для звёздообразных роторов с увеличением числа полюсов коэффициент заполнения ротора снижается.

8. В роторе когтеобразного типа имеется возможность применить параллельное включение магнитов. Конструкция двойного когтеобразного ротора была предложена Ларионовым.

Такая система позволяет уменьшить величину потока на каждый магнит в два и более раз в зависимости от числа магнитов и тем самым достигнуть уменьшения их радиальных размеров. Кроме того, она позволяет расширить в сторону увеличения диапазона мощностей для когтеобразных машин с ПМ. Наличие одного магнита ограничивает мощность когтеобразных машин.

Наряду с достоинствами роторы когтеобразного типа обладают рядом недостатков:

1. Конструкция когтеобразного ротора сложнее, чем звёздообразного без полюсных башмаков, что усложняет его изготовление.
2. На высоких скоростях возможен отгиб концов когтей, что требует применения специального крепления и увеличенного зазора между ротором и статором.
3. Радиальные размеры когтеобразного ротора при низких частотах выше, чем звёздообразного. Коэффициент заполнения поперечного сечения ротора с ПМ ниже, чем у звёздообразных роторов. Это приводит к увеличению общего веса машины с когтеобразным ротором при заданной мощности на 20-25 %.
4. Наблюдается значительное падение магнитного напряжения в когтях вследствие малых площадей их сечений. Это падение магнитного напряжения особенно велико в начальной части когтя, через которую проходит полный магнитный поток полюса. Чтобы избежать насыщения, полюсы ротора часто выполняют с переменной шириной. Рассеяние ротора значительно.
5. Намагничивание магнитов когтеобразных роторов представляет значительные трудности, так как оно производится в совокупности с арматурой, чтобы избежать размагничивания магнита от свободных концов. Для получения равномерного и эффективного намагничивания магнита требуются сложные намагничивающие аппараты большой мощности.

Технология изготовления магнита.

Феррит относится к классу ферримагнетиков и является кристаллическим веществом, получаемым из окислов методами керамической технологии. По объёму производства магнитотвёрдых материалов магнитотвёрдые ферриты занимают первое место в мире. Для изготовления ПМ используются ферриты бария, стронция и кобальта.

Магниты из феррита стронция двух видов (изотропные и анизотропные) производят по технологической схеме, изображённой на рисунке 3. Изотропные магниты, как правило, прессуют из сухого порошка при отсутствии магнитного поля.

Подготовка исходных материалов в основном сводится к контролю исходных компонентов, просушке окиси железа, прокаливанию (с целью удаления влаги) оксида стронция, просушке и размельчению оксида стронция.

Следующими операциями являются смешивание шихты и обжиг смеси – ферритизация при температуре 1150-1250 С.

После ферритизации производят грубый, тонкий и мокрый помол шихты. Оптимальной тонине порошка соответствует средний размер частичек порошка примерно 0.3-0.7 мкм.

Анизотропия магнитных свойств создаётся прессованием магнитов из водяной суспензии ферритового порошка в магнитном поле напряжённостью 300-500 кА/м. Влажность суспензии составляет при этом 25-30%. Это накладывает на анизотропные магниты ограничения по форме, размерам и виду текстуры.

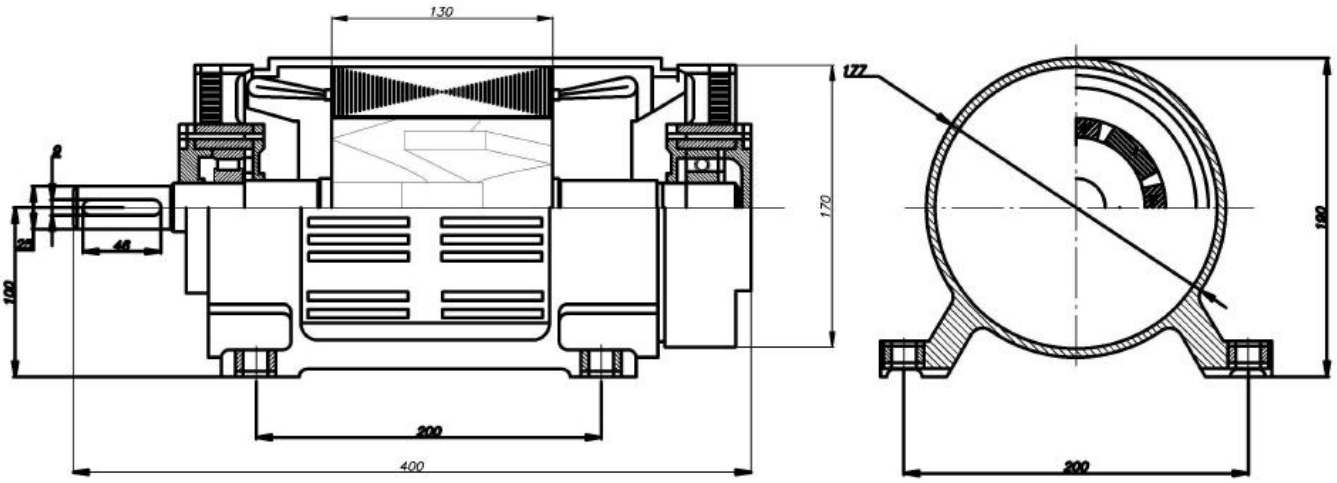
Прессование производится при удельном давлении порядка 25 МПа (для изотропных – порядка 50-100 МПа).

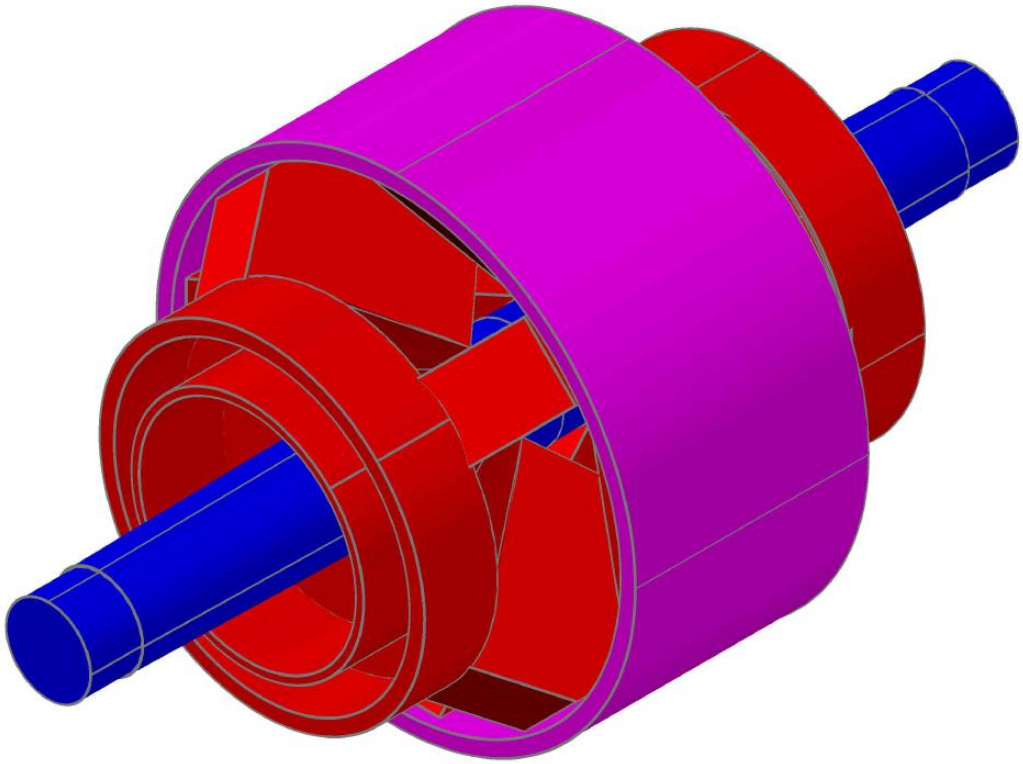
Влага при прессовании отсасывается через специальные фильтры вакуумным насосом.

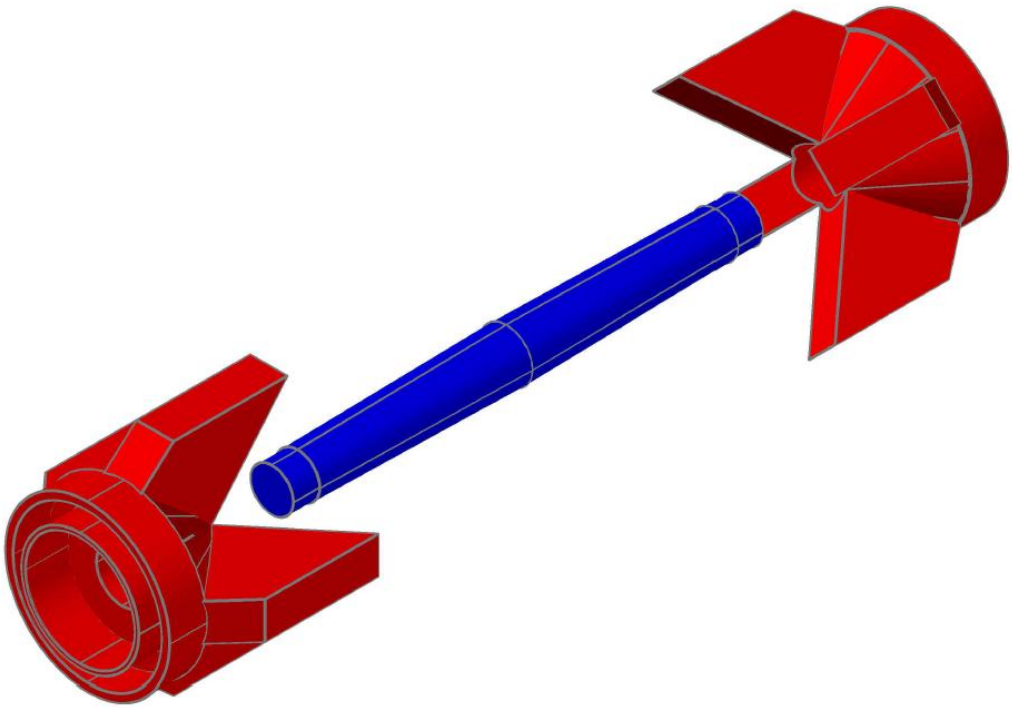
Опрессованые изделия просушиваются и затем подвергаются термообработке при температуре 1150-1280 С (различной для разных марок).

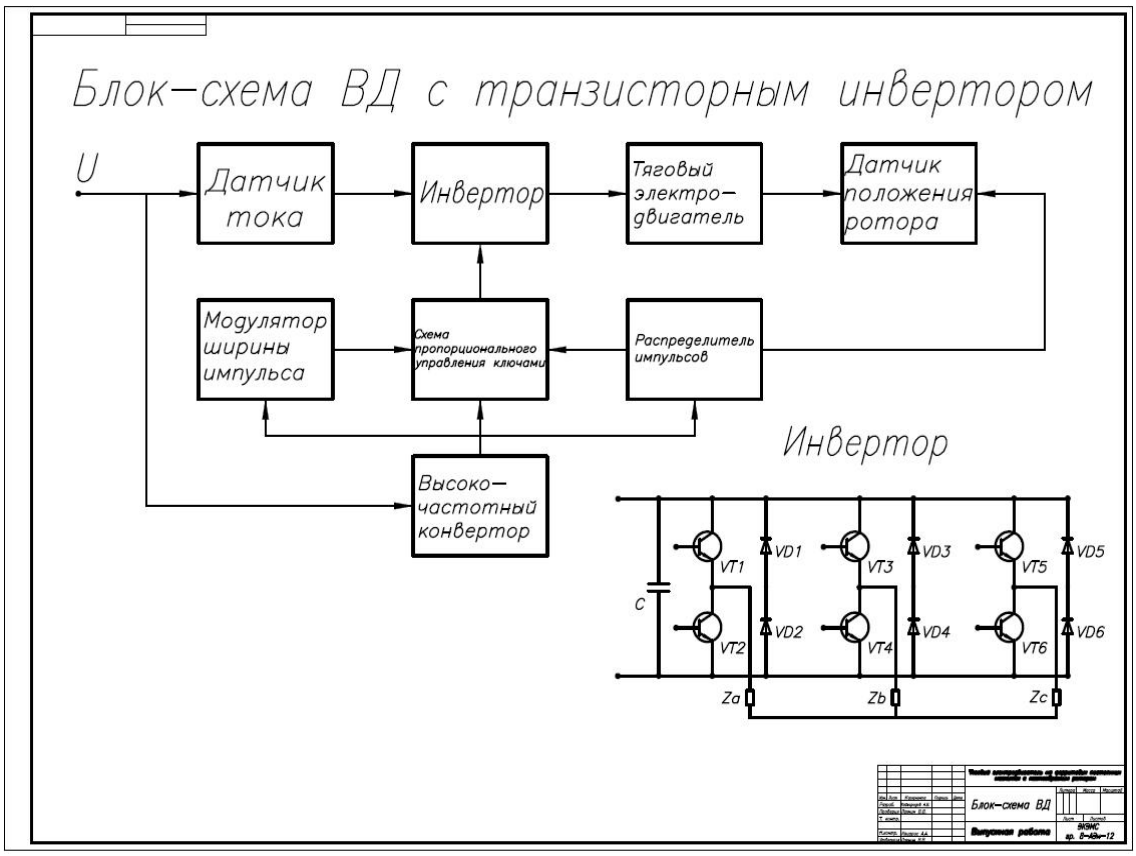
Единственное преимущество феррита стронция от всех остальных – лучшая технологичность.

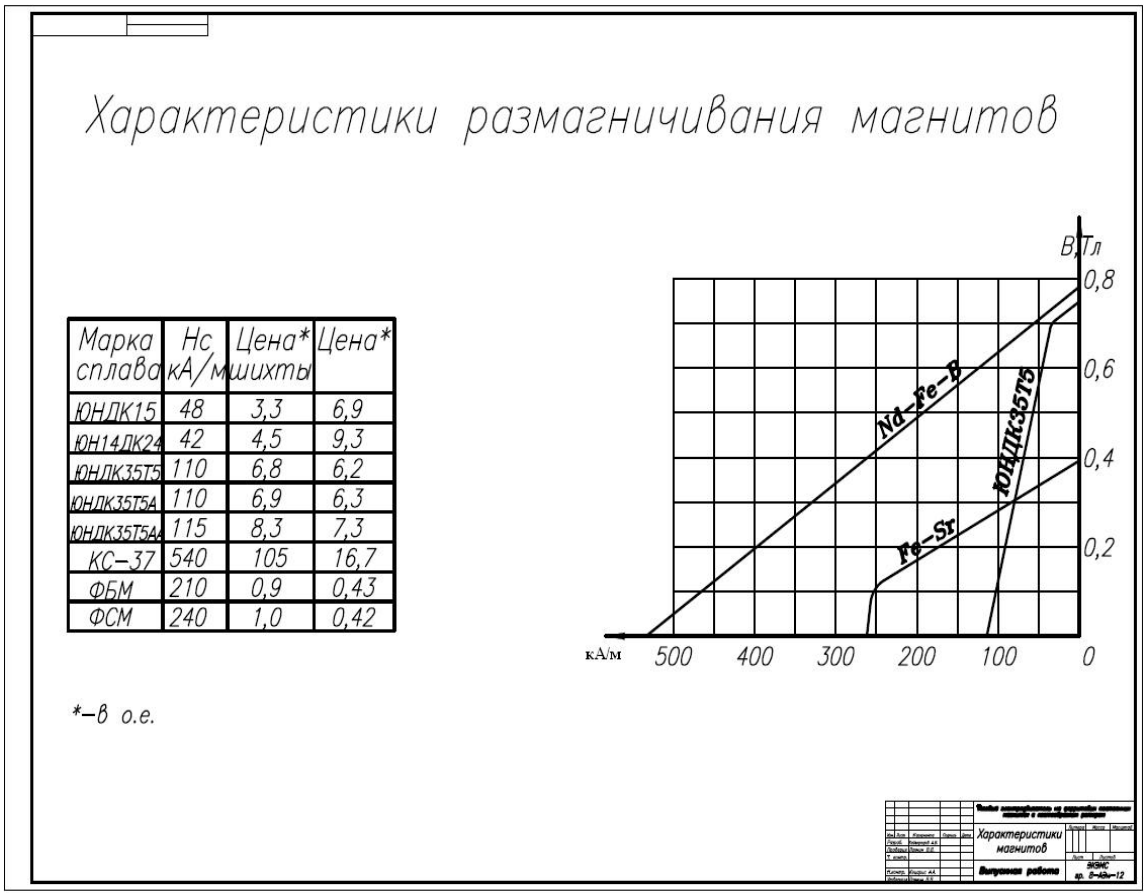
Мой выбор основан а том, что тяговый электродвигатель с когтеобразным ротором и возбуждением от постоянного магнита (феррита стронция) хоть и имеет недостатки, но их количество мало и преимущества такой компоновки двигателя бесспорно делают его конкурентоспособным по сравнению с другими двигателями.

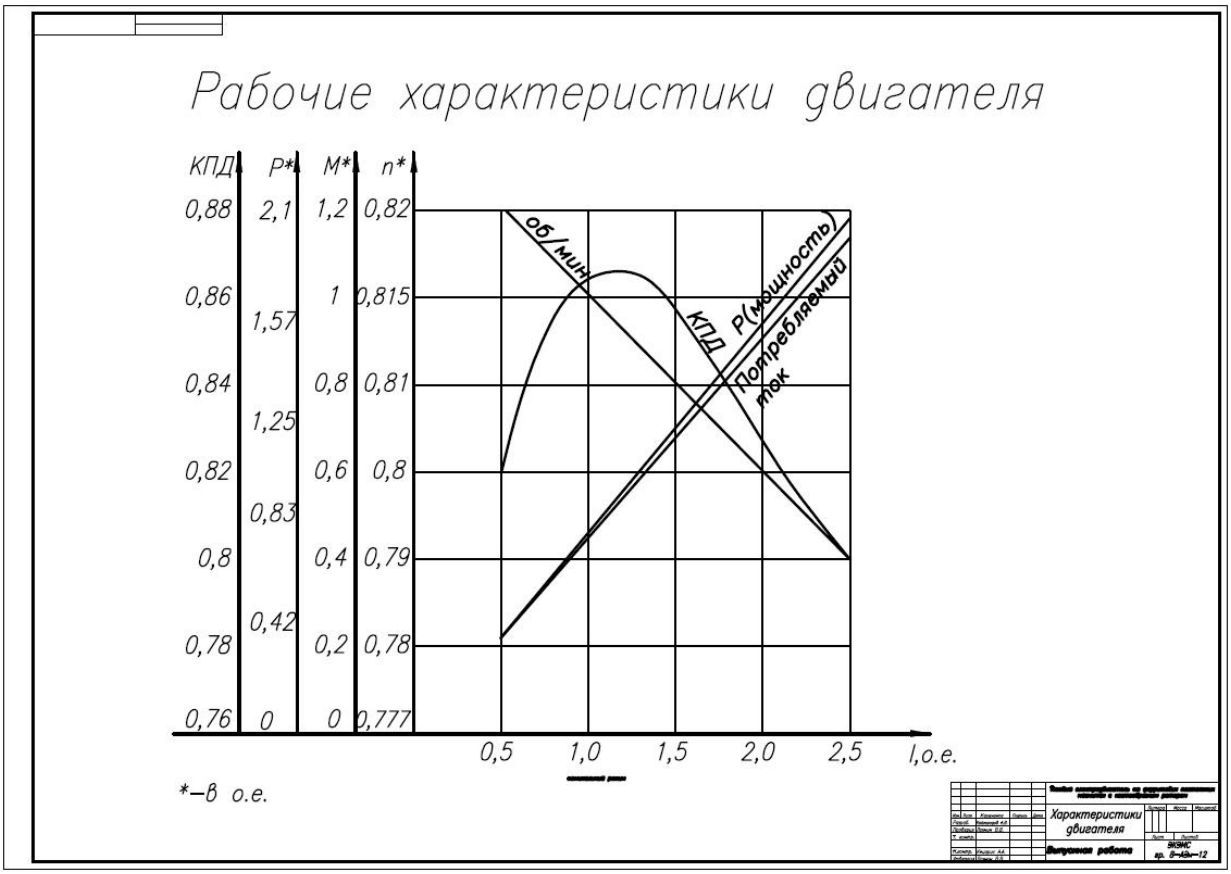







Блок–схема ВД с транзисторным инвертором
U
Датчик тока
Инвертор
Тяговый электро–двигатель
Датчик положения ротора
Модулятор ширины импульса
Схема пропорционального управления ключами
Распределитель импульсов
Высоко–частотный конвертор
Инвертор
VT1
VD1
VT3
VD3
VT5
VD5
C
VT2
VD2
VT4
VD4
VT6
VD6
Za
Zb
Zc
Блок–схема ВД
Выпускная работа


Характеристики размагничивания магнитов
Марка сплава
Нс кА/м
Цена* шихты
Цена*
ЮНДК15 48 3,3 6,9
ЮН14ДК24 42 4,5 9,3
ЮНДК35Т5 110 6,8 6,2
ЮНДК35Т5А 110 6,9 6,3
ЮНДК35Т5АА 115 8,3 7,3
КС–37 540 105 16,7
ФБМ 210 0,9 0,43
ФСМ 240 1,0 0,42
*–в о.е.
B,Тл
0,8
0,6
0,4
0,2
Nd–Fe–B
ЮНДК35Т5
Fe–Sr
кА/м
500
400
300
200
100
0
Характеристики магнитов
Выпускная работа


Рабочие характеристики двигателя
КПД
P*
M*
n*
0,88
2,1
1,2
0,82
0,86
1
0,815
1,57
0,84
0,8
0,81
1,25
0,82
0,6
0,8
0,83
0,8
0,4
0,79
0,42
0,78
0,2
0,78
0,76
0
0
0,777
об/мин
КПД
P(мощность)
Потребляемый ток
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5
I,о.е.
*–в о.е.
Характеристики двигателя
Выпускная работа

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАЗЕРНОГО СВЕТА В АВТОМОБИЛЬНОЙ СВЕТОТЕХНИКЕ

Гребенчиков А.П.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Автомобильный институт, факультет «Энергомашиностроение»
Научный руководитель: доц. Хортов В.П., д.ф.м.н., проф. Скворцов А.А.

Краткая характеристика источников света в автомобильных системах освещения

Основной элемент любой автомобильной фары – это источник света. В принципе, чем он мощнее, тем лучше водитель видит дорогу в темноте и при плохой погоде. Значит, движение будет безопаснее.

Первые автомобили не могли похвастаться хорошей светотехникой. Фары были ацетиленовыми, т.е. работали на газу. Процедура включения света фар была достаточно долгой и трудоемкой. Избежать столь длительной и неудобной процедуры помогло изобретение лампы накаливания. Впервые ее стали использовать в фарах еще в 1898 году на электромобиле “Columbia”, но тогда добиться достаточного срока службы создателям не удалось.

Только когда хрупкую угольную нить в лампе заменили вольфрамовой, она стала надежно и долго работать даже в условиях постоянной тряски. Поэтому после установки таких ламп в фары “Cadillac” образца 1912 года подобная светотехника в течение нескольких лет появилась и на моделях других автопроизводителей.
Однако, при дальнейшем увеличении мощности источников света, конструкторы снова столкнулись с проблемой надежности. Дело в том, что яркость лампы накаливания напрямую зависит от температуры вольфрамовой нити, а та при чрезмерном нагреве начинает интенсивно испаряться, оседая на стекле колбы темным налетом. В результате лампа быстро выходит из строя.

Решение нашлось лишь в середине прошлого века, когда в колбу стали добавлять некоторые галогены, например бром, йод, обладающими свойствами восстанавливать вольфрамовую нить. Тем самым значительно продлевался срок ее службы. В результате по сравнению с обычной лампой галогенная стала компактнее, мощнее, а ее ресурс увеличился практически вдвое.

И это был не предел. Дальнейшие исследования показали, что если в качестве наполнителя использовать не галогены, а инертные газы, например аргон, ксенон, то температуру в колбе можно повысить почти до точки плавления вольфрама. Иными словами – добиться от лампы накаливания максимально возможной яркости.
Давно известно, что чрезвычайной яркостью свечения обладают газоразрядные лампы, но они требовали для своего питания высокого напряжения не менее 100 вольт, что исключало их использование на автомобиле, т.к. напряжение бортовой сети автомобиля составляет 12 вольт. И только с развитием микроэлектроники появилась возможность применить на автомобиле, что позволило сделать прорыв в автомобильных системах освещения. Традиционной нити накаливания в ней нет. Ее заменяет электрическая дуга, возникающая между двумя электродами. Ксеноновые лампы потребляют меньше электроэнергии и при этом светят примерно вдвое ярче обычных ламп накаливания. А поскольку хрупкой нити в газоразрядных лампах нет, то и из строя они выходят гораздо реже.

Казалось бы, у ксеноновых фар одни плюсы, и дни обычных ламп сочтены. Но не все так просто. Для того чтобы заставить ксеноновую лампу светиться, необходимо создать на электродах напряжение как мы упоминали выше, не менее 100 вольт, но для того, чтобы зажечь ее, понадобился импульс 20-25 киловольт и даже больше. Примерно как в системе

зажигания. Поэтому в электрооборудование автомобиля приходится добавлять специальные модули – так называемые блоки розжига.

В настоящее время используют автомобильные лампы на основе светодиодов – это новый шаг в светотехнике. Качественных светодиодных ламп головного света, обладающих достаточно высокими светотехническими характеристиками, пока немного – скорее эта сфера сейчас в процессе активного развития. Однако специалисты считают светодиоды весьма перспективным направлением автомобильного освещения. Твердотельные источники света характеризуются минимальным энергопотреблением, полной невосприимчивостью к вибрации и на порядок большим сроком службы, в сравнении с «галогеном» или «ксеноном». Минусы светодиодных автомобильных ламп – пока сравнительно высокая стоимость и небольшой выбор, а также необходимость компоновать их в виде 12-ти вольтовых блоков, т.к. напряжение питания отдельного светодиода составляет 2,5-3 вольта.

Но сегодня использовать светодиоды в качестве основного компонента фары мешает их свойство - при увеличении мощности светодиода, его КПД падает и кроме того требуется сложная и дорогая система охлаждения. Поэтому на современных автомобилях светодиоды пока в основном используются лишь в качестве вспомогательной светотехники. Например, благодаря своему высокому быстродействию они идеально подошли для стоп-сигналов. Применяются и в габаритных огнях.

В тоже время, бурно развиваются полупроводниковые лазерные технологии, в результате чего, был создан лазер, имеющий малые габариты, примерно кубический миллиметр и имеющий высокий КПД .

Кроме того, лазерное излучение имеет и другие отличительные свойства:

- Монохромность
- Узкий пучок направленности
- Высокий КПД
- Работают в любом диапазоне световых волн
- Потребляют токи в тысячные доли ампера
- Когерентность

Однако, у лазеров имеется одна особенность- у них узкий пучок направленности и непосредственно его не возможно использовать в осветительных приборах. Изюминка предложения состоит в том, что луч лазера направляется на ограниченную поверхность, расположенную в фокусе осветительного прибора.

Эта ограниченная поверхность обработана особым люминофором. Для выбора необходимого по параметрам автомобильной светотехники люминофора, пришлось проанализировать все имеющиеся в настоящее время люминофоры и последние достижения в технике разработки люминофоров.

Проанализировав эти свойства лазерного излучения, на кафедре «Автотракторное электрооборудование» Московского Государственного Машиностроительного Университета (МАМИ) решили применить лазерное излучение в светотехническом оборудовании автотранспортных средств.

Краткие сведения о люминофорах

(от лат. lumen, род. п. luminis — свет и греч. phoros— несущий), твёрдые и жидкие вещества, способные люминесцировать под действием различного рода возбуждений. По типу возбуждения различают фотолюминофоры, рентгенолюминофоры, радиолюминофоры,

катодолюминофоры, электролюминофоры; по химической природе различают органические люминофоры- органолюминофоры и неорганические - фосфоры. Фосфоры, имеющие кристаллическую структуру, называются кристаллофосфорами.

Свечение люминофора может быть обусловлено как свойствами его основного вещества (основания), так и примесями -активаторами. Активатор образует в основании центры люминесценции

Люминофоры применяют для преобразования различных видов энергии в световую. В зависимости от условий применения предъявляются определенные требования к тем или иным параметрам люминофоров: типу возбуждения, спектру возбуждения (для фотолюминофоров), спектру излучения, энергетическому выходу излучения, временным характеристикам (времени возбуждения и длительности послесвечения).

Спектры возбуждения и излучения различных фотолюминофоров могут лежать в интервале от коротковолнового УФ до ближнего ИК диапазона. Ширина спектральных полос варьируется от тысяч (для органолюминофоров) до единиц (для кристаллофосфоров, активированных редкоземельными элементами).

Энергетический выход излучения люминофора зависит от вида возбуждения, его спектра (при фотолюминесценции) и механизма преобразования энергии в световую. Он резко падает при повышении концентрации люминофора и активатора и температуры (тушение люминесценции). Длительность послесвечения различных люминофоров колеблется от 10-9 с. до нескольких часов. Наиболее короткое время послесвечения имеют органолюминофоры, наиболее длительное — кристаллофосфоры. В зависимости от условий применения могут играть существенную роль и другие свойства люминофора - стойкость к действию света, теплоты, влаги и т. д.

Основными типами применяемых люминофоров являются кристаллофосфоры, органолюминофоры, люминесцирующие стёкла. Наибольшее распространение получили кристаллофоры. Смеси кристаллофосфоров (напр., смеси MgWO4 и (ZnBe)2SiO4•Mn) применяются в люминесцентных лампах, катодолюминофоры — для экранов электронно-лучевых трубок. Электролюминофоры на основе ZnS•Cu используют для создания светящихся индикаторов, табло, панелей
Органолюминофоры могут люминесцировать в растворах (флуоресцин, родамин) и в твердом состоянии (пластические массы, антрацен, стильбен и др.). Они могут обладать ярким свечением и очень высоким быстродействием. Цвет люминесценции органических люминофоров может быть подобран для любой части видимой области спектра. Они применяются для люминесцентного анализа, изготовления люминесцирующих красок, указателей, оптического отбеливания тканей и т. д. Многие органические люминофоры (красители цианинового, полиметинового рядов и др.) используются в качестве активных элементов жидкостных лазеров.
В начале данной научной работы среди огромного множества люминофоров, пришлось остановиться на смеси кристаллофоров, которые применяются для экранно-лучевых трубок и т.д. Например, люминофор ФЛЗ-8, этот люминофор обладает хорошим спектром излучения, хорошим выводом энергии, а так же хорошими физико-химическими свойствами, позволяющими использовать его в автомобильной светотехнике.

Но это только первая часть задачи. Вторая часть задачи является инженерно-исследовательской, т.к. возникли проблемы связанные с расположением самой лазерной головки, угла, под которым луч лазера падает на поверхность, расстояние до этой поверхности, а также длинна волны самого лазерного излучения.

Предварительные данные этой работы, дали нам возможность, представить себе лазерную фару будущего.

Применение лазерного света в автомобильной оптике

По своему определению лазерный свет значительно отличается от солнечного и от всех других ранее известных источников света. Он является монохромным, то есть состоит только из одной длины волны. Также лазерный свет когерентен, его колебания являются синхронными. Таким образом, свет позволяет обеспечить практически параллельный пучок большей яркости, который в тысячу раз интенсивнее, чем обычное светодиодное освещение. Благодаря этим качествам лазерное освещение при использовании в автомобильных фарах позволяет реализовать полностью новые функции, а также делает возможным снижение расхода энергии по сравнению со светодиодными фарами более чем в два раза. Лазерный свет экономит топливо.

Его высокая интенсивность не является угрозой для людей и животных при использовании в качестве светового источника в легковых автомобилях. Это достигается благодаря тому, что лазерный свет излучается в преобразованном для использования в условиях дорожного движения виде. В результате мы имеем очень светлый, белый, приятный для глаз свет, потребляющий малое количество энергии.

Уже сегодня технологии лазерного освещения абсолютно безопасно используются в потребительском секторе, оставаясь при этом незаметными для многих клиентов. При использовании в легковых автомобилях, как это планирует компания BMW, преимущества этого решения будут видимыми и ощущаемыми. Важным аспектом вопроса является конструктивный размер лазерных диодов. Для сравнения: обычный светодиод в качестве квадратного единичного источника света обладает длиной стороны один миллиметр. Соответствующая величина лазерного диода составляет лишь сотую часть от аналогичной величины светодиода – всего десять микрометров. Благодаря этому интеграция лазерных диодов в автомобиль в качестве источников света открывает кардинально новые возможности.

Еще одно преимущество технологий лазерного освещения, которое можно использовать в полном объеме: высокая эффективность лазерного света. В подтверждение этого факта достаточно привести лишь две величины: лазерный свет обладает световым потоком 170 люменов на Ватт, аналогичная величина у светодиодного света составляет всего около 100 люменов. Эти значения позволяют понять, что технология лазерного освещения также будет использоваться для повышения эффективности автомобиля в целом.

Большое значение при разработке систем лазерного освещения для легковых автомобилей имеет безопасность. Абсолютная безопасность для зрения всех участников дорожного движения и максимальная безопасность на дороге являются главными приоритетами современного автомобилестроения. Перед тем как лазерный свет попадает на дорогу, он проходит важный этап преобразования. Непосредственно в фаре изначально синий луч лазерного света преобразуется с помощью фосфорного световещества(люминофора). В результате мы имеем максимально белый, очень светлый и приятный глазу свет. Таким образом в будущем лазерный свет позволит использовать все известные и новые функции освещения, например, адаптивную систему освещения поворотов, систему динамического точечного освещения и «систему управления дальним светом, предотвращающую ослепление». Помимо этого система лазерного освещения позволит внедрить полностью новые функции с заметным сокращением потребления энергии.

На рисунке 1 показан размер лазерной головки в сравнении с монетой, достоинством в 5 рублей. На рисунке 2 и рисунке 3 показана разработка лазерной фары компании BMW Group.

Рисунок 1. Лазерная головка в сравнении с монетой достоинством 5 рублей

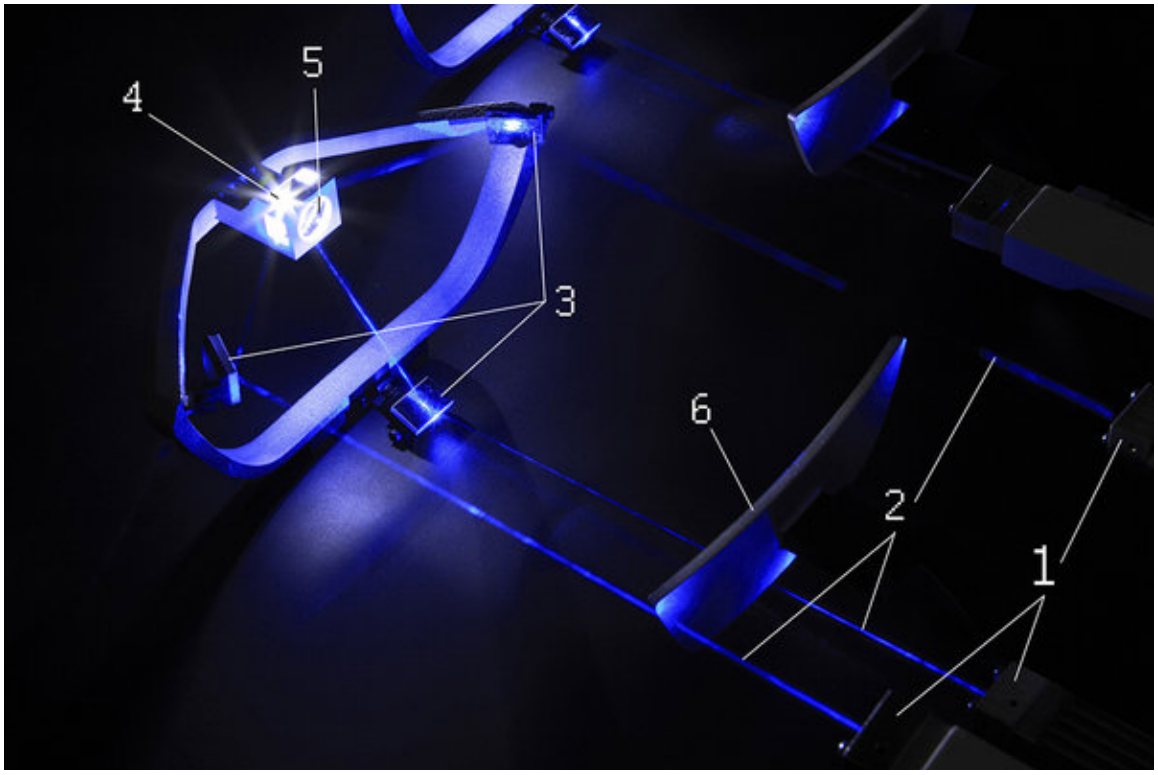


Рисунок 2. Устройство лазерной фары

На рисунке обозначены следующие элементы

1. Источники лазерного излучения.
2. Лазерные лучи.
3. Зеркала, направляющие лазерные лучи на элемент из флуоресцентного материала.

4. Элемент из флуоресцентного материала.
5. Линза, формирующая и направляющая световой пучок на зеркало.
6. Зеркало, формирующее световой поток, освещающий дорогу

Рисунок 3. Лазерная фара

СЕКЦИЯ «НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ И СБОРКИ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ЧЕРВЯЧНЫХ ФРЕЗ СО СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ РЕЖУЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Амелин Е.Е.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Технологический институт, факультет «Механико – технологический»
Научный руководитель: д.т.н., проф. Калашников А. С.

С целью повышения качества изготовления рулевого механизма автобуса ЛИАЗ 5256 при разработке технологического процесса изготовления вала рулевого управления в дипломном проекте принято решение шлифовать прямобочные шлицы после химико-термической обработки (ХТО). Конструкторской базой шлицевого соединения являются боковые поверхности шлиц, которые выполняют центрирующие функции и передают вращающий момент. В связи с этим к размерной точности, погрешности шагов, гарантированному боковому зазору и погрешности направления шлиц предъявляются высокие требования. Для обеспечения благоприятных условий резания при шлифовании шлиц необходимо произвети канавку 2 на дне впадины с каждой стороны шлица на глубину 0,3 - 0,5 мм (рис. 1).

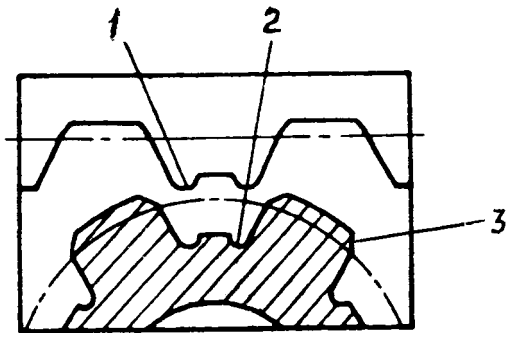


Рис. 1. Конструкция режущей поверхности червячной фрезы.

Как правило, прорезку канавок во впадинах шлиц производят до ХТО:
- с помощью дополнительной операции одновременно двумя тонкими дисковыми фрезами. Повышается трудоёмкоть технологического процесса и снижается эффективность изготовления шлицевого вала.
- в процессе шлицефрезерования червячной фрезой специальной конструкции, что позволяет повысить производительность и эффективность технологического процесса. Принцип концентрации операций, используемый в данном случае, соответствует современным требованиям машиностроительной промышленности и поэтому он применён в дипломном проекте.

Для прорезки канавок при шлицефрезеровании зубья червячной фрезы снабжают усиками 1. Назначение усика – прорезка канавки 2 во впадине шлица для свободного входа и выхода шлифовального круга при резании. Кроме того, в основании зубев фрезы имеется фланк, который предназначен для снятия фасок 3 с обеих сторон на вершине шлица. Однако такие червячные фрезы сложны в изготовлении и обычно имеют не высокий период стойкости. Для определения работоспособности червячных фрез со сложной геометрией режущей поверхности были произведены стойкостные испытания на зубофрезерном станке с повышенной статической и динамической жёсткостью основных узлов. Попутное зубофрезерование 10 – ти прямобочных шлиц из легированной стали 25ХГМ (НВ 150-200) выполняли с радиально-осевым движением подачи при следующих режимах резания: скорость

резания V = 120 м/мин, радиальная подача S_p = 1 мм/об, осевая подача S_o = 3 мм/об. В качестве СОЖ использовали индустриальное масло.
Червячные фрезы были изготовлены из быстрорежущей кованой и порошковой стали Р6М5К5 (W = 6,0-7,0%; M_o = 4,8-5,8%; C_o = 4,8-5,3%) повышенной теплостойкости (620-670°С). Преимуществом порошковых сталей является мелкозернистая структура, равномерное распределение карбидов и отсутствие вредных примесей.
В процессе работы червячные фрезы со сложной геометрией изнашивались по задней поверхности 3, боковой режущей кромке 1 и по передней поверхности 6 (рис. 2).

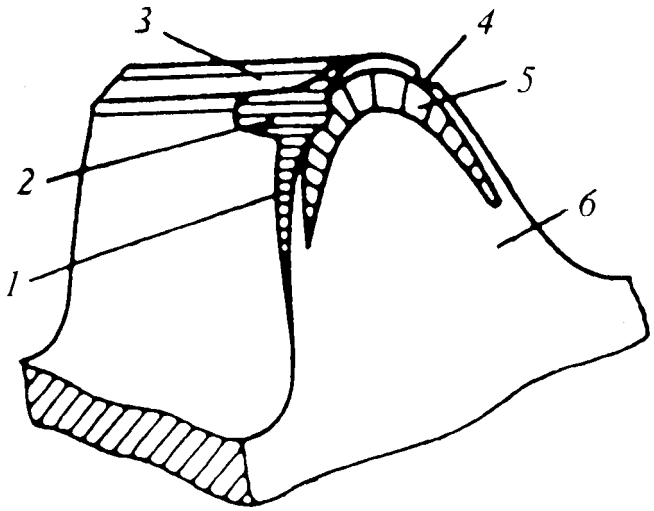


Рис. 2. Виды износа зубьев червячной фрезы

При этом доминирующим являлся износ 2 по задней поверхности в области расположения усика. Износ по передней поверхности в форме лунки 5 и боковой режущей кромки 1, а также выкрашивание 4 на режущих кромках были незначительными и не имели решающего значения на период стойкости инструмента.
В качестве критерия оценки стойкости червячной фрезы был принят износ зубьев по задней поверхности величиной 0,25 мм.
Проведённые испытания (рис. 3) показали, что стойкость червячных фрез из порошковой стали 2 (18 заготовок до заточки фрезы) значительно выше стойкости фрез из кованной быстрорежущей стали 1 (10 заготовок).При этом путь резания до износа у порошковых фрез составлял 8,6 м, а у кованных – 4,8 м.
С целью дальнейшего повышения стойкости червячные фрезы из порошковой стали были покрыты нитридом титана алюминия (TiAlN). Износостойкое покрытие TiAlN имеет высокую твёрдость- HV 3000, низкий коэффициент трения по стали -0,35, максимальную температуру при резании-800°С и с успехом применяются для сложнорежущего инструмента.
Нанесение износостойкого покрытия производили методом физического осаждения (PVD), при котором твёрдый исходный материал за счёт тепловой и кинетической энергии осаждается тонким (1-4 мкм) равномерным слоем на рабочие поверхности инструмента. Покрытия этим методом наносят при температуре не выше 450°С, что гарантирует сохранение твёрдости, физических свойств и структуры порошкового быстрорежущего металла червячной фрезы.
Испытания производили червячными фрезами с возобновляемым износостойким покрытием, которое выполняли по следующей схеме:
- снятие покрытия у изношенной фрезы в кислотной среде с помощью перекиси водорода;
- струйная очистка стальными шариками размером 50-120 мкм со скоростью 60-120 м/с и давлением 0,5-0,6 МПа.

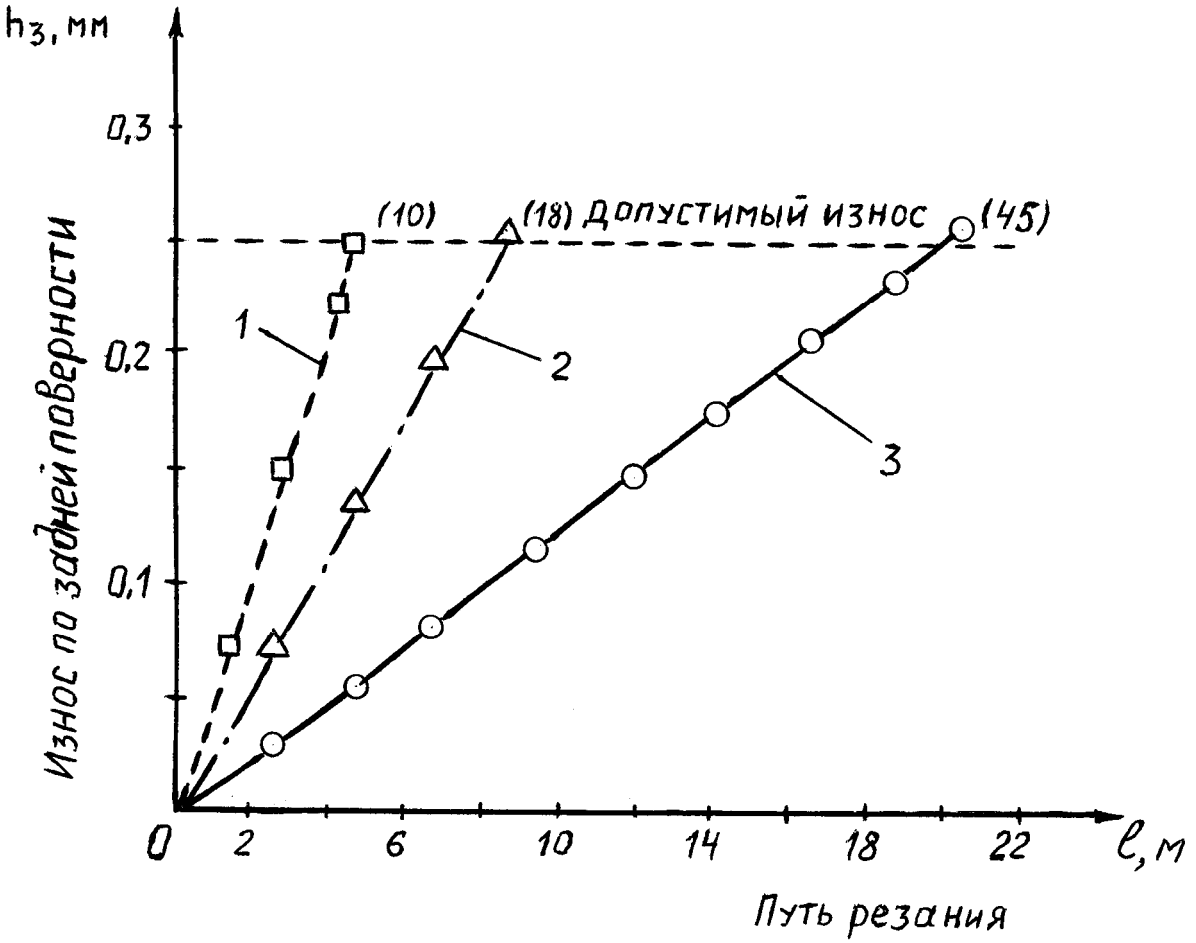


Рис. 3. Испытание режущих свойств червячных фрез со сложной геометрией режущей поверхности.

- заточка фрезы по передней поверхности;
- нанесение износостойкого покрытия методом физического осаждения.

Червячные фрезы из порошковой быстрорежущей стали с износостойким покрытием TiAlN позволили повысить путь резания 3 фрезы за один постанов до 21,6 м и увеличить число обработанных заготовок до 45 штук.

Выводы

Проведённые испытания показали, что червячные фрезы со сложной геометрией режущей поверхности из порошковой быстрорежущей стали с износостойким покрытием TiAlN обладают высокими режущими свойствами , что позволяет использовать эти фрезы на операции фрезерования шлиц с прорезкой канавок во впадине для обеспечения свободного входа и выхода шлифовального круга.

Список литературы

1. Фельдштейн У.Э., Корниевич М.А., Михайлов М.И. Режущий инструмент. Минск, ООО»Новое знание», 2007.
2. Калашников А.С., Моргунов Ю.А., Калашников П.А. Современные методы обработки зубчатых колёс.Москва, Издательский дом «Спектр», 2012.

ТОРМОЖЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТРЕЩИН В СТАНДАРТНЫХ ПЛОСКИХ ОБРАЗЦАХ

Можаев В.П., Прокопьев А.П.
Ульяновский государственный технический университет (УлГТУ), факультет «Машиностроительный»
Научный руководитель: к.т.н., доцент Кузьмин Ю.А.

Под воздействием переменных нагрузок в деталях несущих сварных металлоконструкций, автотракторной и сельскохозяйственной техники образуются усталостные трещины. Они могут развиваться в наиболее слабых и напряженных узлах, деталях и сварных швах. Критического размера трещина достигает спонтанно, мгновенно, внезапно (долом) за счет энергии деформации детали. В пластических материалах до наступления разрушения развиваются значительные пластические деформации, в результате чего, конструкция теряет свою несущую способность. В связи с чем не безопасно иметь в машинах и оборудованиях деталей с усталостными трещинами.

Замечен и экспериментально установлен эффект закрытия усталостных трещин (рис. 1), сущность которого заключается в том, что усталостная трещина может остаться закрытой из-за смыкания ее берегов позади вершины на протяжении определенной части цикла нагружения [1,2].

Смыкание берегов трещины происходит в результате наличия на них остаточной пластической деформации, так как при разгрузке берега усталостной трещины могут сомкнуться раньше, чем наступит полное снятие нагрузки. С понижением нагрузки на деталь берега трещины смыкаются испытывая при этом сжимающие усилия, поверхности «свариваются», а при последующей разгрузке разрываются, раскрывая свежие участки, склонные к взаимодействию с внешней средой. При многократном повторении переменных нагрузок на изломах по механизму фреттинг- коррозии формируются окисные пленки, которые в дальнейшем, вдавливаясь в металл, также способствуют смыканию берегов трещины. Данный механизм проявляется при низких скоростях роста трещин и образовании продуктов коррозии и характерен для пластичных металлов и сплавов, нагружаемых в условиях плоского напряженного состояния.

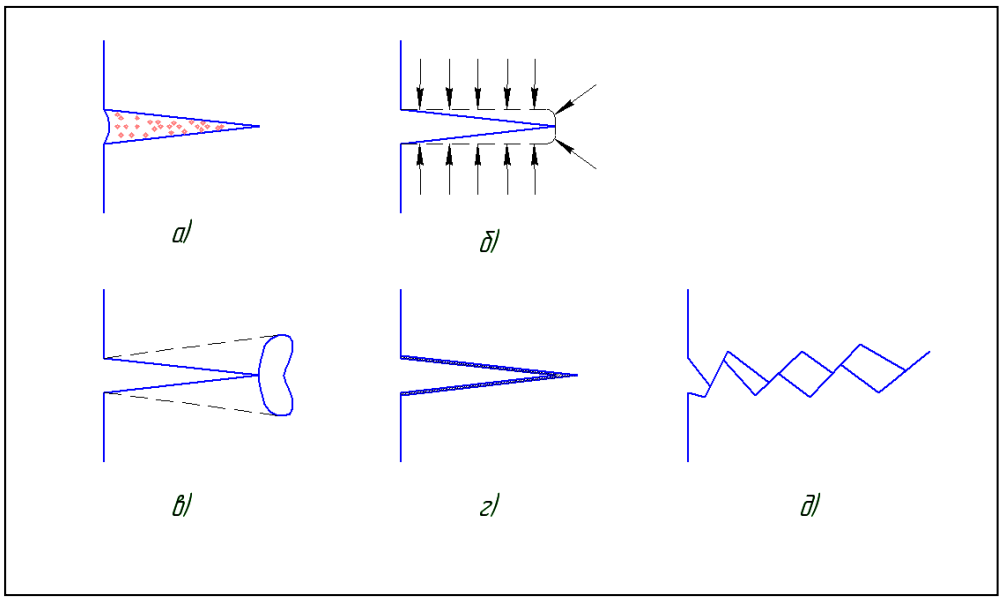


Рис. 1. Схемы механизмов закрытия трещин: а – вязкость среды; б – фазовые превращения; в – пластически деформированный материал на берегах трещины; г) окисная плёнка на берегах трещины; д) шероховатость поверхности разрушения

Кроме того, закрытие усталостных трещин может происходить в результате шероховатости их поверхности при наличии деформации сдвига в вершине трещины, т. е. перемещение ее берегов поперек фронта трещины. Этот механизм может происходить в условиях плоской деформации, когда трещина раскрывается.

Эффект закрытия усталостных трещин иногда связывают с остаточными усилиями сжатия и пластическими деформациями на вершине трещины. Таким образом, этот механизм выгодно отличается от предыдущих тем, что предусматривает закрытие вершины трещины, а не смыкание берегов трещины позади ее вершины, которое препятствует уменьшению закрытия вершины при разгрузке детали.

Статистические исследования дефектов в работе [3] показали, что трещины и изломы в деталях автотракторной и сельскохозяйственной техники занимают второе место после наружного износа цилиндрической поверхности.

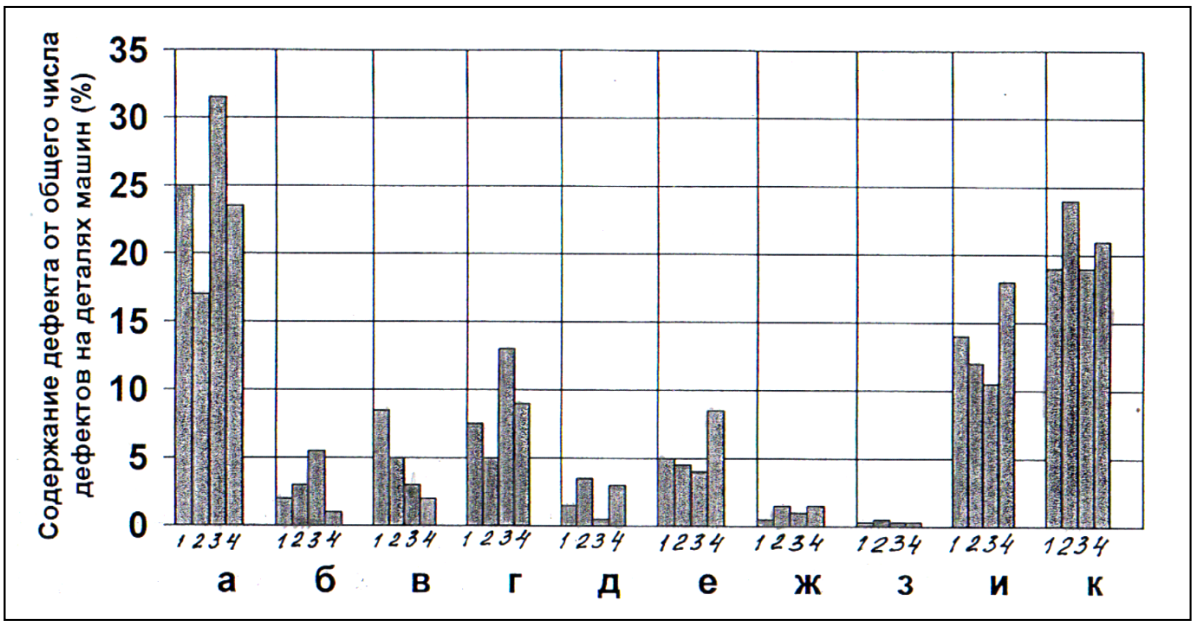


Рис. 2. Наличие дефектов на основных деталях машин: 1- тракторы; 2- автомобили; 3- зерноуборочные комбайны; 4- с.-х. машины. (а- износ цилиндрической наружной поверхности; б- износ конической и сферической поверхностей; в- износ шлицев; г- износ пазов, канавок, лысок; д- износ профильной и фасонной поверхностей; е- износ зубьев цилиндрических шестерен; ж- износ зубьев конических шестерен; з- износ червячной поверхности; и- износ, повреждение резьбы; к- трещины, изломы).

Содержание деталей с трещинами от общего числа деталей составляет 19 – 24% (рис 2). Такое положение вызывает озабоченность, так как практика показала, что спонтанное разрушение деталей происходит порой при невысоких напряжениях.

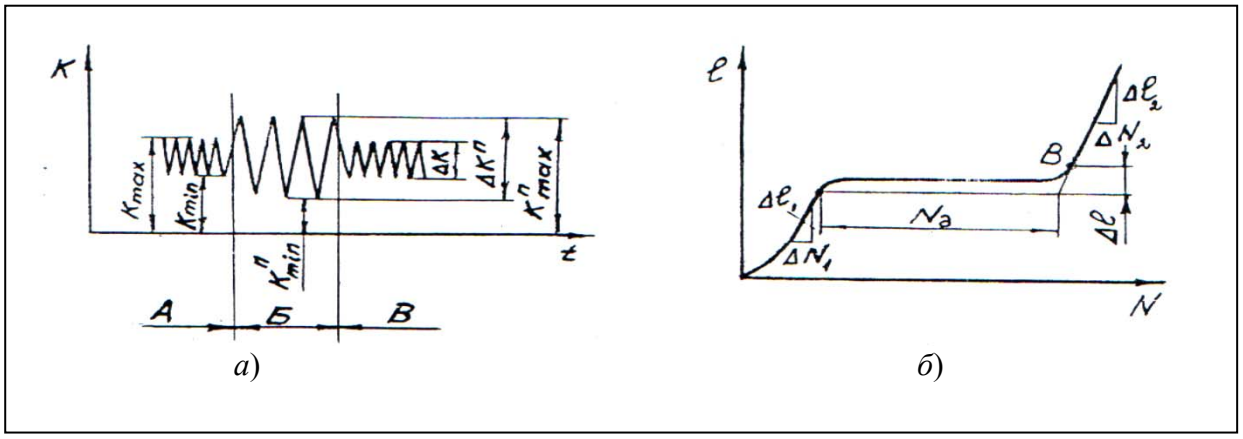
Трещиностойкость металлоконструкций и различных деталей с трещинами зависит от материала, технологии изготовления, режима и условий эксплуатации. С увеличением длины трещины растет коэффициент интенсивности напряжений, что может привести к аварии, разрушениям машин. Поэтому для увеличения срока эксплуатации техники и повышения надежности целесообразно провести своевременный ремонт.

В условиях интенсивной эксплуатации техники и недостатка времени в период посевной или уборочной кампании, ремонтные работы по устранению трещин могут занять

значительное время и средств, а также отсутствие дорогостоящих и дефицитных деталей могут не позволить провести вовремя ремонтные работы.

Труднодоступные места трещин вынуждают порой провести трудоемкие разборочно-сборочные работы, с применением подъемных средств. В таких случаях целесообразно для сокращения времени простоя техники применить способы, тормозящие рост трещин в деталях машин, способствующих временно обеспечить его работоспособность.

Существуют различные методы торможения роста усталостных трещин: конструктивные и структурные барьеры, а также однократная или многократная перегрузка деталей конструкции (рис. 3,а,б), в результате которой образуется упрочнение [4]. Последний метод позволяет задержать рост трещин на десятки и сотни тысяч циклов. Например, многочисленными исследованиями различных металлов и сплавов установлена задержка развития трещины [4] у алюминиевых сплавов колеблется в пределах $3\cdot10^4\ldots3\cdot10^5$ циклов. У стали существенно меньше – $(3\ldots9)10^4$ циклов.



а) *б*)

Рис. 3. Задержка развития трещины: *а*)- схема изменения напряжений при перегрузках; *б*)- схема задержки развития усталостной трещины после перегрузки.

Практически в реальных конструкциях сложно выполнить перегрузки, особенно в труднодоступных местах около разъемных соединений, где может потребоваться демонтаж конструкции возможно с использованием подъемных средств и приспособлений.

Конструктивные барьеры представляют собой высверленные отверстия или канавки на пути трещины или вблизи ее, сокращающие и ослабляющие живое сечение детали. Кроме того, применяют напряженные посадки в обработанных отверстиях цилиндрических элементов (болтов, штифтов и т.п.) и т.д.

На пути распространения трещины в металлоконструкциях можно создавать структурные барьеры путем локального нагрева электропереплава основного металла в зоне трещины на контактной точечной или шовной (роликовой) сварочной машине [5]. При создании структурного барьера в металлоконструкциях электроды контактной сварочной машины устанавливаются так, чтобы накрывалась вершина трещины с последующим нагревом до температуры 750 – 800ºС и расплавом до аморфного состояния основного металла с трещиной, которая исчезает в расплавленном металле.

Здесь полностью исчезает разрыхленная зона трещины, меняя свою структуру. Остывая и кристаллизуясь, расплавленный до аморфного состояния, металл превращается в монолитное ядро, создавая на пути трещины мощное препятствие, вобрав в себя вершину

трещины (рис. 4). Таким образом, вершина трещины блокируется образованным ядром. Острие вершины трещины, являясь сильнейшим концентратором, расплавилось. Вновь образованная вершина трещины у монолитного ядра имеет менее острую конфигурацию, меньший радиус и не содержит разрыхленную и пластическую зоны. Соответственно, снижается концентрация напряжений у новой вершины трещины. Кроме того, при электропереплаве основного металла периферийные участки вокруг

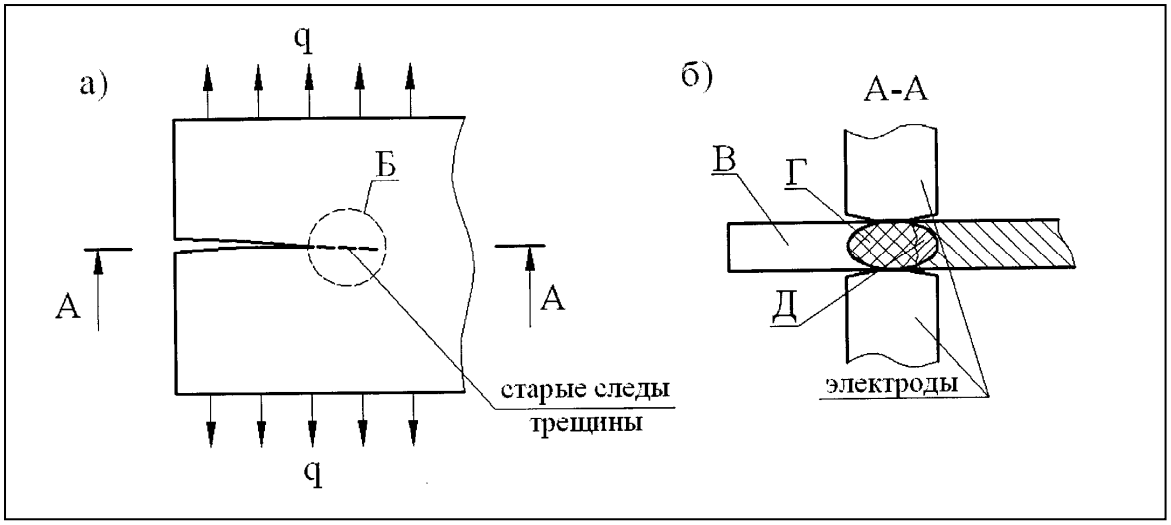


Рис. 4. Торможение роста усталостной трещины: а)- лист с трещиной: С- зона остывшего ядра; б)- ядро в разрезе: Б- зона трещины; В- зона расплавленной трещины.

образованного ядра, претерпевают термические воздействия, способствуют дополнительному снижению коэффициента интенсивности напряжений.

Для обеспечения надежности образования структурного барьера остывшее ядро как минимум на 50-70% своего размера должно перекрывать вершину трещины.

При формировании расплавленного ядра, в последнем могут образоваться трещины, так как процесс кратковременный. Для этих участков характерны повышенная скорость охлаждения металла, что приводит к повышению его твердости, склонности к образованию холодных трещин и участков металла с неблагоприятной охрупченной структурой. Во избежание трещин при остывании ядра на контактной сварочной машине проводятся термообрабатывающий нагрев с последующей высокочастотной ударной проковкой в автоматическом режиме для снятия его сварочных напряжений. [5]

Данный способ торможения был применен при испытании плоских стандартных образцов (рис 5). Испытания проводились на машине типа ГМС-50. Конструкцию, а так же технологию и точность изготовления приспособлений для крепления и нагружения выбирают так, чтобы обеспечить выполнение требований настоящего стандарта и соблюсти ограничения на геометрические параметры трещины. Размеры и материал приспособлений назначают с учетом требований к их прочности и жесткости.

Усталостные трещины в плоских образцах наносят при переменном растяжении с коэффициентом асимметрии цикла R=0,1-0,2. При этом регистрируют минимальные и максимальные усилия цикла и число циклов. Номинальные напряжения $\sigma_н$ при максимальном усилии цикла должны быть не более 0,5$\sigma_{0,2}$ ($\sigma_{0,2}$ - определяют при температуре, при которой наносят усталостные трещины). Температурный диапазон испытаний на трещиностойкость не должен включать температуры, при которых происходят структурные превращения и возникают деформации ползучести.

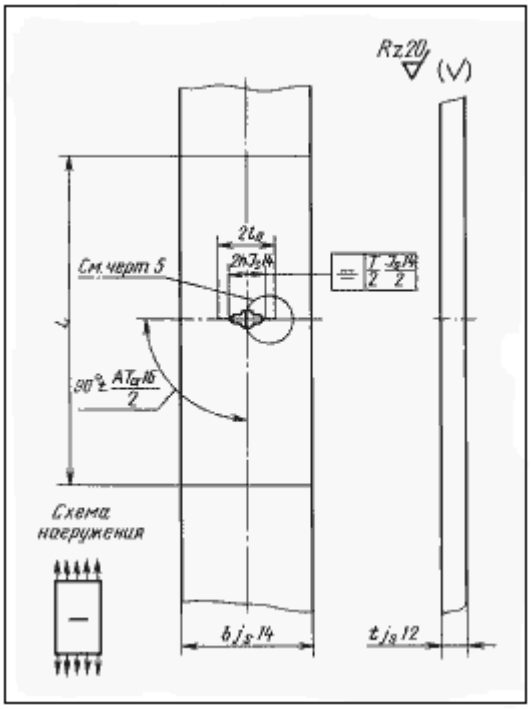


Рис. 5 Образец испытаний

Испытаниям были подвергнуты прямоугольные стандартные пластины (ГОСТ 25.506-85) с надрезанными трещинами по центру пластины. . Надрез изготавливали с помощью специальных фрез или шлифовального круга пропиливанием от центрального отверстия. При вырезке и изготовлении образцов необходимо было обеспечить минимальные наклеп, остаточные напряжения, а также изменения структуры и фазового состава в зоне разрушения образца.

Были выращены на усталостной машине трещины на плоских прямоугольных образцах длиной 0,3…1 мм. Затем осуществлялось торможение роста трещин образцов по способу [5] (см. рис. 6), которые были подвергнуты растяжению до разрушения. Результаты 16 образцов заносились в таблицу. Кроме того для сравнительной характеристики образцы с выращенными трещинами были подвергнуты разрушению.

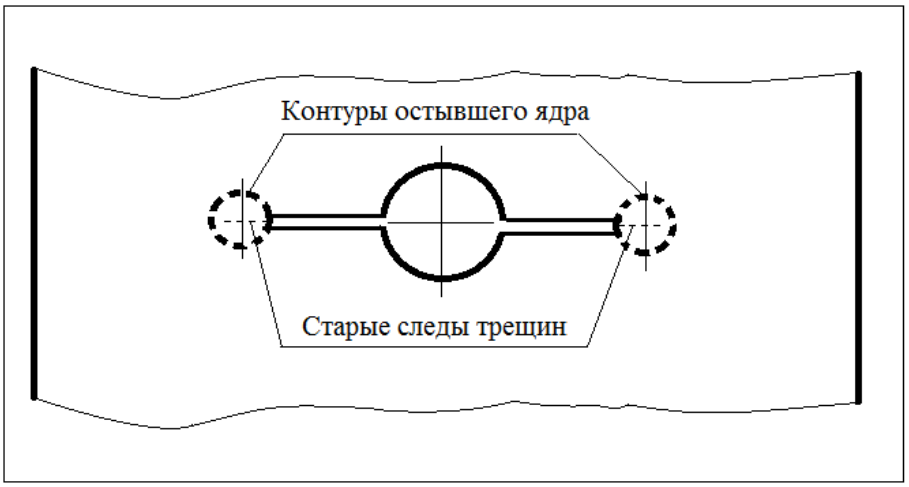


Рис.6. Фрагмент образца после торможения распространения трещин

Экспериментальные исследования показали, повышение прочности образцов после торможения в пределах 26-36%. На основании исследований предлагается ввести понятие «эффективного коэффициента повышения прочности» деталей прошедших процесс торможения распространения усталостных трещин:

,

где Рт.т. – сила, разрушающая детали прошедших процесс торможения распространения усталостной трещины;

Рт – разрушающая сила деталей с трещинами не прошедших процесс торможения.

Выводы:

1. Трещиносодержащие детали разрушаются внезапно, мгновенно, спонтанно, что обязывает эксплуатационников своевременно проводить технический осмотр, следить за состоянием техники и проводить своевременный ремонт;

2. Торможение распрстранения трещин на контактной точечной или шовной сварочной машине существенно повышает прочность деталей;

3. Для оперативного обеспечения работоспособности любой техники могут быть использованы рекомендуемые мероприятия по созданию структурных барьеров методом электропереплава основного металла на контактной точечной или шовной сварочной машине;

4. Вводится новое понятие «эффективный коэффициент повышения прочности деталей» после торможения распространения усталостных трещин;

5. Ремонтные работы по созданию структурных барьеров любой техники могут быть проведены в полевых, цеховых и других условиях.

Список литературы:

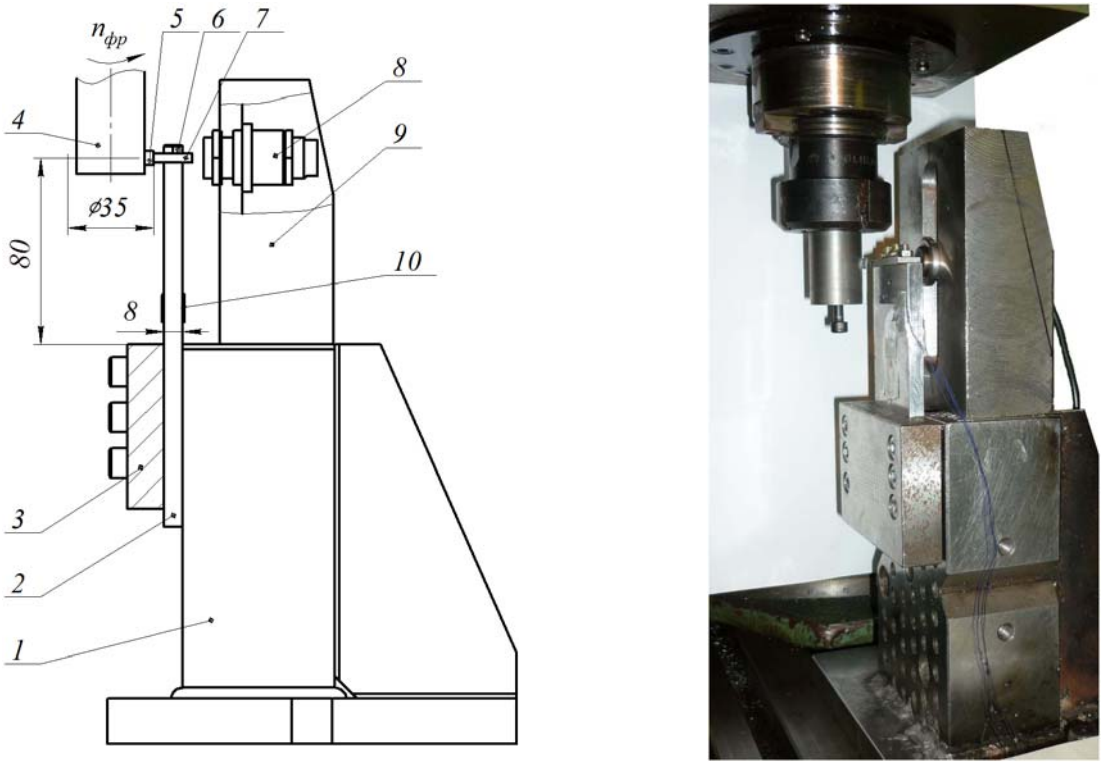
1. Матвиенко Ю.Г. Модели и критерии механики разрушения. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 328 с.
2. Терентьев В.Ф. Теория и практика повышения надежности и работоспособности конструкционных металлических материалов: учебное пособие / В.Ф. Терентьев, А.Г. Колмаков, Ю.А. Курганова. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 268 с.
3. Воловик Е. Л. Справочник по восстановлению деталей. – М.: Колос, 1981. – 351 с.
4. Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность: Справочник – М.: Машиностроение, 1985. – 224 с.
5. Патент RU 2384396 C1, B23 P6/00 Способ торможения роста усталостных трещин в тонколистовом материале / Ю.А. Кузьмин – Опубл. 2010. Бюл.№8.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ КОНЦЕВОМ ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Гермашев А.И.
Запорожский национальный технический университет (ЗНТУ), кафедра «Технология машиностроения»
Научный руководитель: к.т.н., Логоминов В.А.

В современном машиностроении, особенно в авиационной промышленности находят применение большое количество тонкостенных деталей (например, лопатки турбин, моноколеса компрессора и др.), жесткость которых существенно ниже, чем жесткость упругой системы станка, на котором эти изделия изготовляются. Эти детали зачастую изготовляются концевым фрезерованием из цельного куска материала за одну установку. Малая жесткость тонкостенных деталей приводит к появлению вибраций, которые являются одним из главных препятствий на пути дальнейшего повышения качества обработки. Шероховатость обработанной поверхности зависит как от режимов обработки, так и от характеристик составляющих системы СПИЗ. Таким образом, актуальной является задача установления особенностей формирования шероховатости обрабатываемой поверхности при фрезеровании тонкостенных деталей.

Исследования велись экспериментальным методом. Эксперименты по концевому цилиндрическому фрезерованию проводили на специально разработанном измерительном стенде (рис. 1), подробно описанном в работе [1].



1 – основание; 2 – упругий элемент (защемленная пластина); 3 – прижим; 4 – концевая цилиндрическая фреза; 5 – режущий элемент; 6 – гайка; 7 – образец; 8 – индуктивный датчик; 9 – стойка; 10 – тензодатчик.
Рисунок 1 – Принципиальная схема стенда для исследования формирования шероховатости и механических колебаний при фрезеровании тонкостенных деталей

Особенностью данного стенда является возможность раздельного рассмотрения упругой системы (УС) тонкостенной детали и процесса резания. Это позволило установить влияние

изменения статических и динамических характеристик УС детали на особенности возбуждения колебаний и формирование шероховатости обработанной поверхности при постоянных условиях резания. И, наоборот установить влияние изменения условий резания на колебания и шероховатость обработанной поверхности при постоянных характеристиках УС детали. Эксперименты проводили на образцах из Ст.3 размерами 50×20×3,4, жестко закрепленными на упругой пластине (моделирующей УС детали) размерами 80×60×8. Режимы обработки приводятся при обсуждении результатов экспериментов. СОТС не применяли. В качестве инструмента использовали концевую фрезу с одним зубом из быстрорежущей стали Р6М5.

При цилиндрическом фрезеровании считается общепринятым определять высоту расчетных неровностей $Rz_{расч}$ положением точки A (рис. 2) пересечения двух окружностей отстоящих друг от друга на расстоянии равном подаче на зуб фрезы S_z и рассчитывается по формуле [2]:

$$Rz_{расч} \approx \frac{S_z^2}{4 \cdot D_{фр}}. \qquad (1)$$

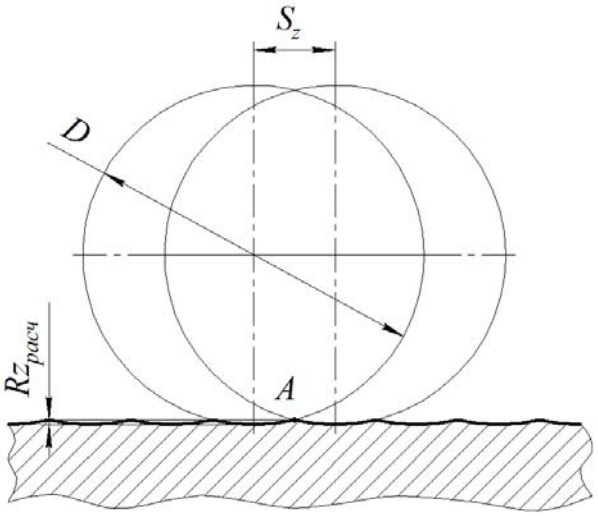


Рисунок 2 – Расчетный микропрофиль обработанной поверхности при фрезеровании цилиндрическими фрезами [2]

Для нашего случая при диаметре фрезы $D_{фр}$=35 мм, значения расчетной величины высоты неровностей $Rz_{расч}$ от подачи на зуб приведены в табл. 1. Из таблицы видно, что высота расчетных неровностей в диапазоне рабочих значений S_z исчезающе мала по сравнению с реальной их высотой, и поэтому пользование формулой (1) не имеет смысла.

Таблица 1 – Расчетные значения $Rz_{расч}$

S_z, мм/зуб	0,01	0,05	0,1	0,15	0,2	0,4	0,5
$Rz_{расч}$, мкм	$0{,}71 \cdot 10^{-3}$	$0{,}18 \cdot 10^{-1}$	$0{,}71 \cdot 10^{-1}$	0,16	0,29	1,14	1,79

Реальные неровности по форме и высоте во много раз отличаются от расчетных $Rz_{расч}$. Это вызвано следующими физическими явлениями:
– колебаниями детали и инструмента во время обработки;
– трением задних поверхностей инструмента о поверхность резания;
– неровностями лезвий инструмента, которые возрастают по мере его изнашивания;
– пластическим течением материала из зоны первичных деформаций в сторону вершин микронеровностей.

Сегодня, считается общепринятым мнение о том, что высота неровностей обработанной поверхности аналитическому расчету не поддаются. Поэтому пользуются эмпирическими зависимостями типа [2]:

$$R_z = \frac{C_{R_z} \cdot t^{x_{Rz}} \cdot S_z^{y_{Rz}}}{D_{фр}^{k_{Rz}}}. \qquad (2)$$

Такие зависимости позволяют оценивать высоту неровностей только для тех условий фрезерования, для которых они были установлены. Основным недостатком этих формул является то, что они не раскрывают физических закономерностей формирования микрогеометрии обработанной поверхности. Поэтому, при рассмотрении задачи получения высокого качества обработанной поверхности при концевом цилиндрическом фрезеровании тонкостенных деталей необходимо изучать ее реальный профиль и установить действительные причины формирующие его.

Параметры оценки шероховатости оговорены ГОСТами (ГОСТ 25142-82, ГОСТ 2789-73). На профилограмме поверхности (рис. 3) приведены все характеристики профиля.

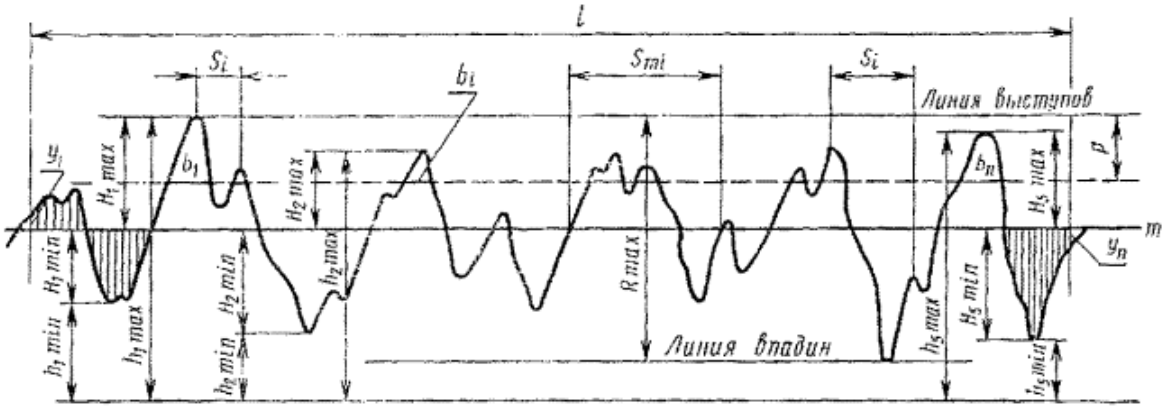
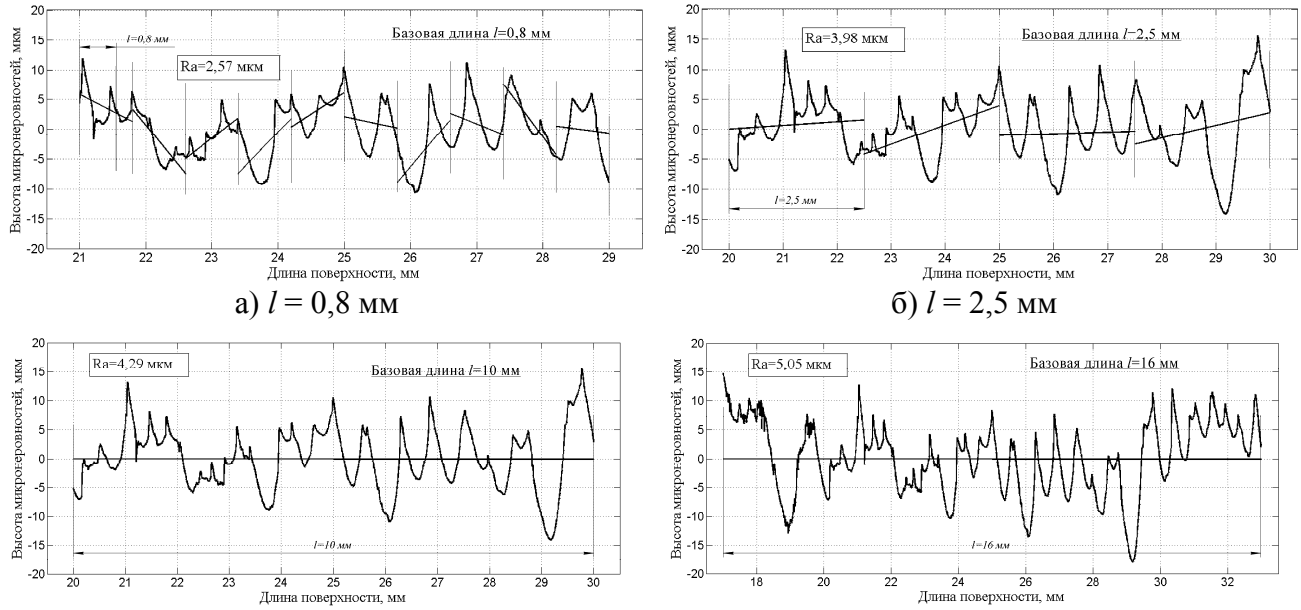


Рисунок 3 – Профилограмма поверхности (ГОСТ 2789-73)

Шероховатость поверхности оценивается по 6 параметрам: среднему арифметическому отклонению профиля – *Ra*; высоте неровностей профиля по 10 точкам – *Rz*; наибольшей высоте неровностей профиля – *Rmax*; среднему шагу местных выступов профиля *S*; среднему шагу неровностей профиля S_m; относительной опорной длину профиля t_p. В ГОСТе отмечается, что все параметры профиля измеряются в пределах базовой длины – *l* и приводится таблица (табл. 2) по её выбору. Однако пользоваться этими рекомендациями не всегда удобно, так как величина шероховатости *Ra* будет зависеть от выбора базовой длины *l* на которой проводится измерение *Ra*. На рис. 4 а), б), в) и г) приведен одинаковый профиль поверхности, обработанный на следующих режимах цилиндрического фрезерования: фрезерование попутное, $n_{фр}$=1800 об/мин об/мин; S_z =0,03 мм/зуб; *t*=0,5 мм (глубина резания); *B*=3,4 мм (ширина срезаемого слоя, толщина образца). На этом профиле проведены расчеты параметра *Ra* в зависимости от базовой длины *l*. Параметр *Ra* рассчитывали на 4-х базовых длинах: 0,8 мм, 2,5 мм, 10 мм и 16 мм. Результаты расчетов показывают, что при *l*=0,8 мм параметр *Ra* =2,57 мкм, при *l*=2,5 мм – *Ra* =3,98 мкм, при *l*=10 мм – *Ra* =4,29 мкм, а при *l*=16 мм – *Ra* =5,05 . В данном случае пользоваться рекомендациями табл. 2 невозможно, так как значение *Ra* =2,57 мкм при *l*=0,8 мм и значение *Ra* =3,98 мкм при *l*=2,5 мм удовлетворяют требованиям таблицы. В связи с этим были проведены расчеты *Ra* для различных базовых длин и построена зависимость *Ra* от *l* (рис. 5).

Таблица 2 – Рекомендации ГОСТ 2789-73 по выбору базовой длины *l*

R_a, мкм	До 0,025	0,025…0,4	0,4…3,2	3,2…12,5	12,5…100
l, мм	0,08	0,25	0,8	2,5	8



а) *l* = 0,8 мм б) *l* = 2,5 мм

в) *l* = 10 мм г) *l* = 16 мм

Рисунок 4 – Влияние выбора базовой длины на параметр шероховатости *Ra*

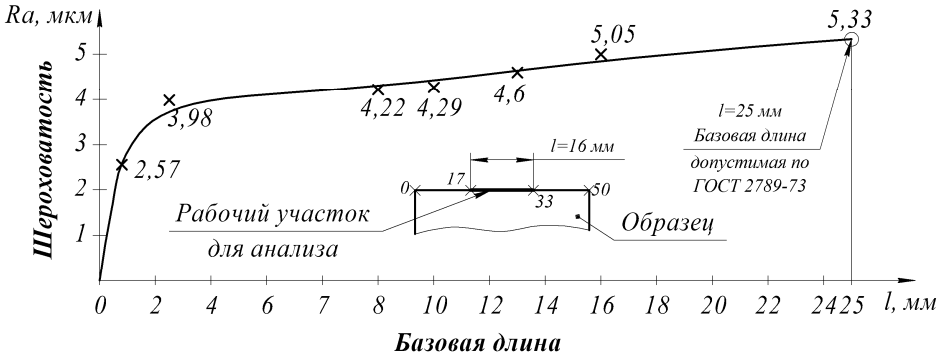


Рисунок 5 – Зависимость параметра шероховатости *Ra* от базовой длины *l*, на которой он рассчитывается

Из рис. 5 видно, что величина параметра *Ra* может иметь большие различия при выборе малых базовых длин и несущественно изменяется при их увеличении. ГОСТом 2789-73 допускается производить расчеты параметра *Ra* на базовых длинах до 25 мм. Длина поверхности образца, на котором производили фрезерование – 50 мм. Принята следующая методика измерения профиля поверхности: профилограмма поверхности записывалась на профилографе-профилометре Калибр-170311 при скорости трассирования 6 мм/мин на всей длине образца. Расчеты параметров шероховатости проводили на среднем участке, отстоящем от краев на 17 мм. Таким образом, длина рабочего участка составляла 16 мм, которая и являлась базовой длиной. Соответственно на этом участке рассчитывали параметры шероховатости.

Зависимость шероховатости обработанной поверхности от частоты вращения фрезы и направления подачи

В связи с тем, что коробка частот вращения фрезы и коробка подач рабочего стола у универсально-фрезерных станков кинематически не связаны, исследование влияния частоты

вращения фрезы на параметр шероховатости *Ra* проводили для двух скоростных диапазонов. Первый диапазон для частот вращения фрезы от $n_{фр}$=90 об/мин (v=9,9 м/мин) до $n_{фр}$=560 об/мин (v=61,6 м/мин) при подаче на зуб S_z =0,2 мм/зуб, и второй диапазон для частот вращения фрезы от $n_{фр}$=224 об/мин (v=24,6 м/мин) до $n_{фр}$=1800 об/мин (v=198 м/мин) при подаче на зуб S_z =0,05 мм/зуб. Зависимости параметра шероховатости *Ra* от частоты вращения фрезы и направления подачи приведены на рис. 6.

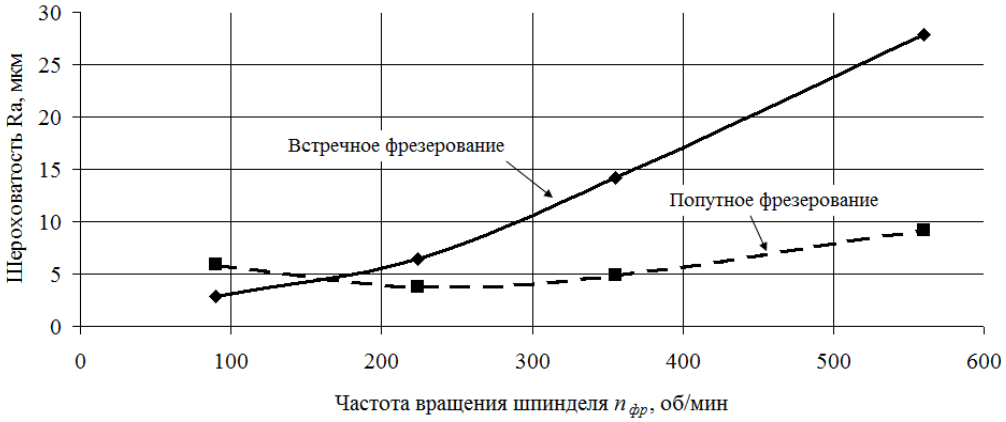
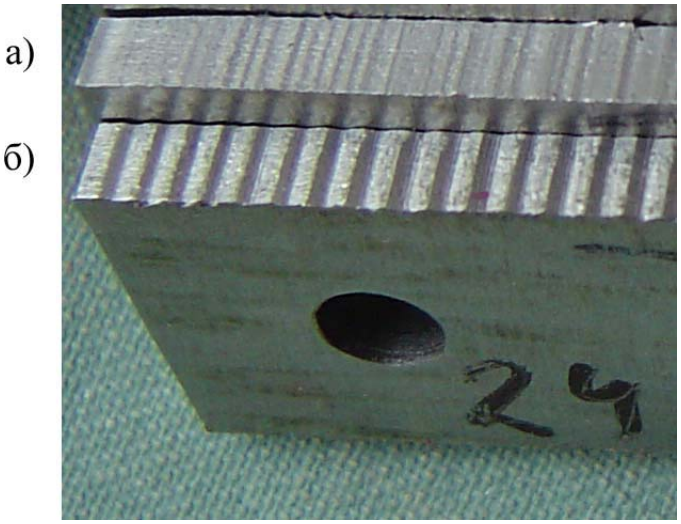


Рис. 6. Влияние частоты вращения фрезы и направления подачи на шероховатость *Ra* (S_z=0,2 мм/зуб; *t*=0,5 мм; *B*=3,4 мм)

На рис. 7 приведена фотография обработанной поверхности, на которой показаны периодические волны, получаемые в результате появления колебаний в упругой системе тонкостенной детали непосредственно в момент срезания припуска зубом фрезы.



а) попутное фрезерование; б) встречное фрезерование

Рисунок 7 – Фотография обработанной поверхности ($n_{фр}$=560 об/мин; S_z=0,2 мм/зуб)

На рисунке 8 приведены профилограммы обработанной поверхности для условий фрезерования, показанных на рис. 6. Результаты измерения показывают, что с повышением частоты вращения фрезы параметр *Ra* увеличивается, причем для встречного фрезерования значительно больше. При частотах вращения $n_{фр}$=560 об/мин различие достигает 3,8 раза. Причем, на профилограммах (рис. 8) профиль поверхности, полученный при встречном фрезеровании, носит периодический характер для $n_{фр}$=224 , 355 и 560 об/мин.

Если на профилограмме взять средний шаг местных выступов профиля *S* и разделить его на подачу на один зуб S_z, то получим число $\overline{k}$, показывающее среднее количество зубьев фрезы,

участвующих в формировании одной волны шероховатости (см. табл. 3). При $n_{фр}$=560 об/мин для встречного фрезерования $\bar{k} = 6{,}2$ зубьев, а для попутного $\bar{k} = 4{,}3$. Таким образом, при встречном фрезеровании одну волну шероховатости формирует почти в 1,5 раза большее количество зубьев $\bar{k}$ чем при попутном. Необходимо отметить, что с увеличением частоты вращения фрезы среднее число зубьев $\bar{k}$, формирующих одну волну шероховатости, увеличивается.

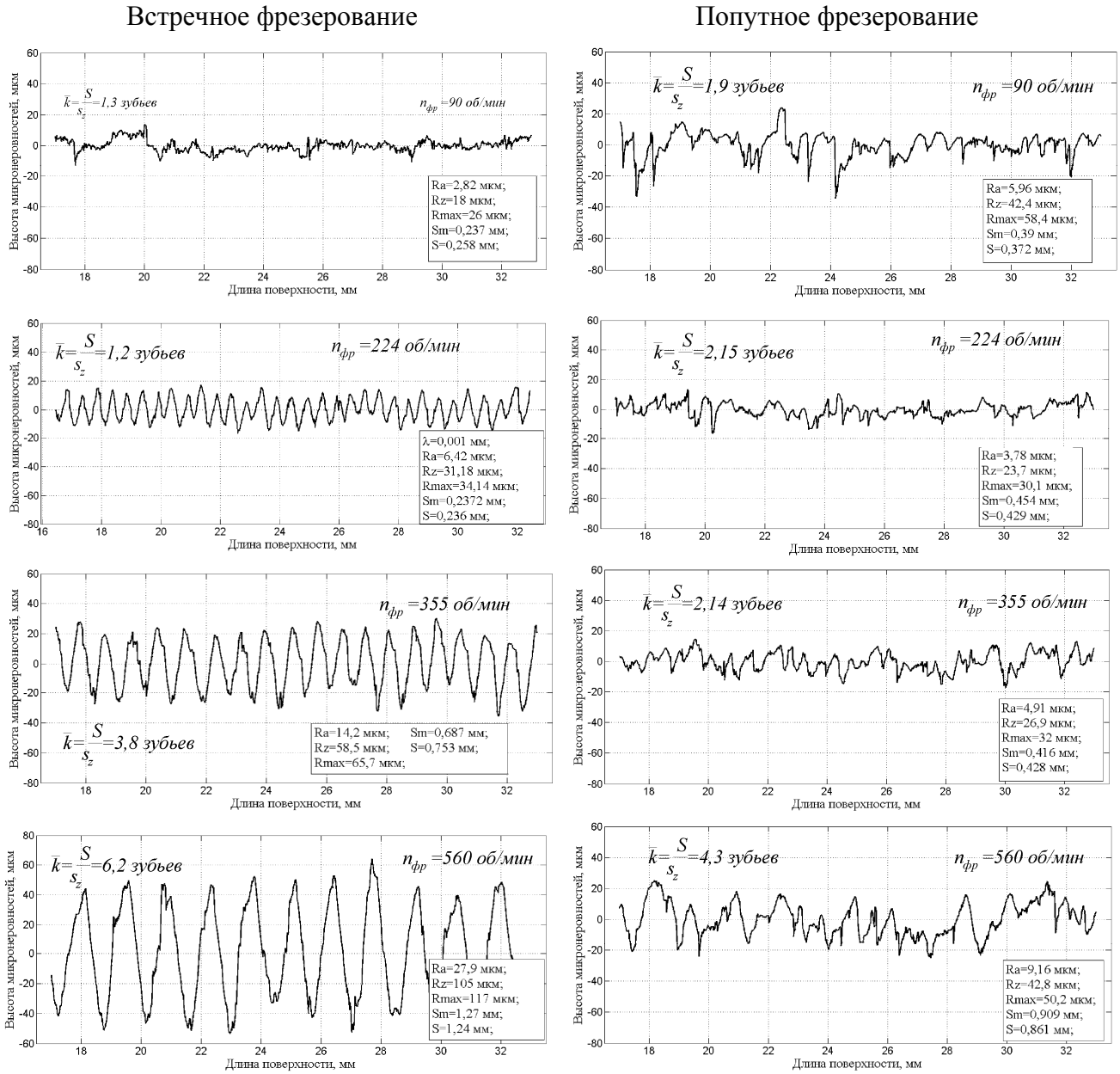


Рисунок 8 – Профилограммы обработанной поверхности (S_z=0,2 мм/зуб; t=0,5 мм; B=3,4 мм)

Таблица 3 – Влияние условий фрезерования на параметр $\bar{k}$

Частота вращения шпинделя $n_{фр}$, об/мин	$\bar{k} = \frac{S}{S_z}$	
	Встречное фрезерование	Попутное фрезерование
90	1,3	1,9
224	1,2	2,15
355	3,8	2,14
560	6,2	4,3

Значения параметра шероховатости *Ra* для второго скоростного диапазона приведены на рис. 9. Соответствующие профилограммы показаны на рис. 10.

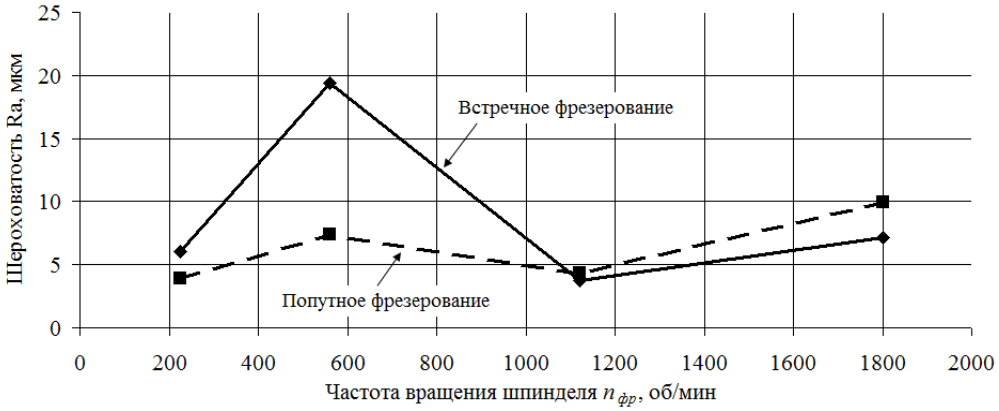


Рисунок 9 – Влияние частоты вращения фрезы и направления подачи на шероховатость *Ra* (S_z=0,05 мм/зуб; t=0,5 мм; B=3,4 мм)

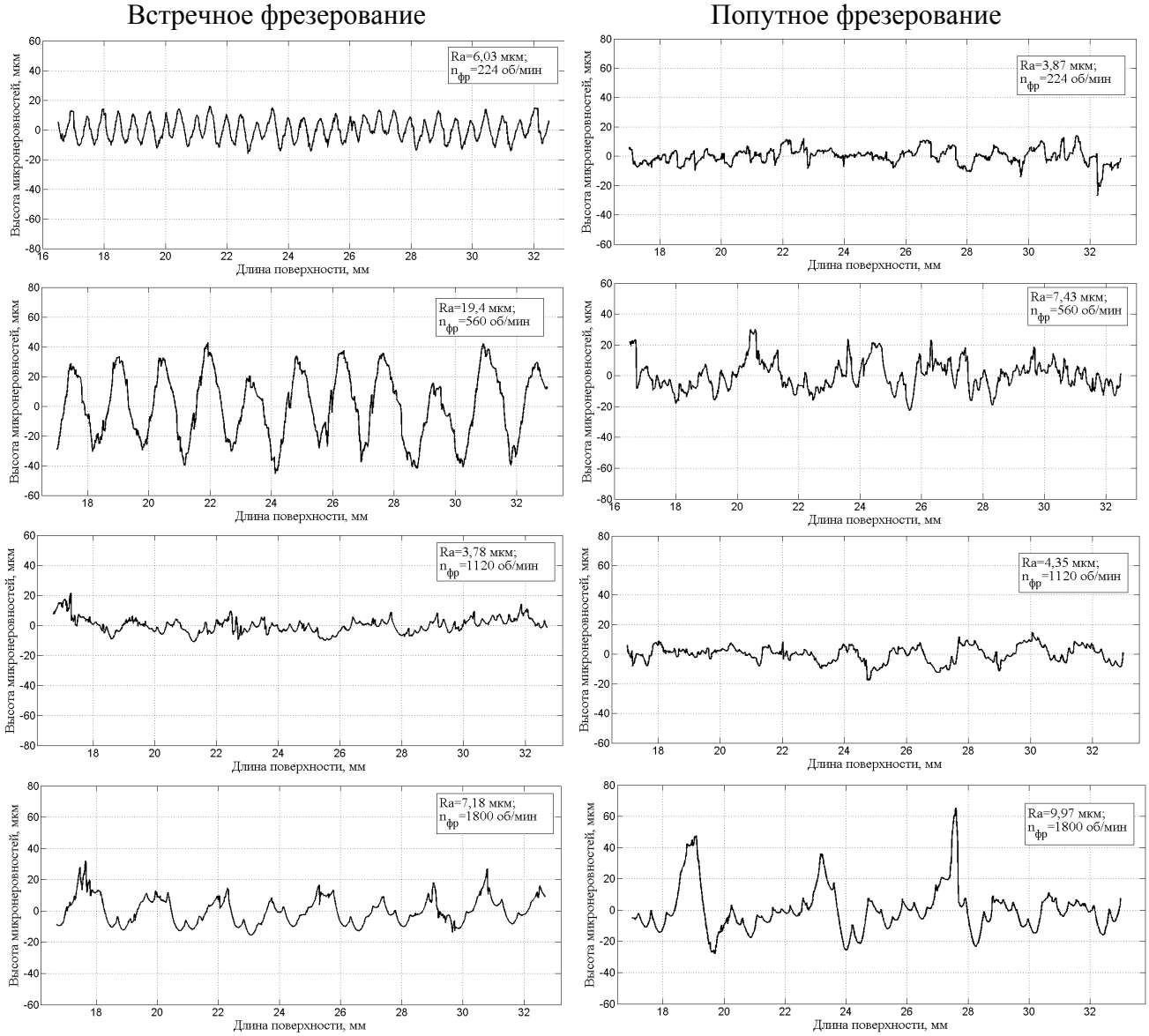


Рисунок 10 – Профилограммы обработанной поверхности (S_z=0,05 мм/зуб; t=0,5 мм; B=3,4 мм)

Второй скоростной диапазон отличается от первого величиной подачи на один зуб. Для первого диапазона S_z=0,2 мм/зуб, а для второго – S_z=0,05 мм/зуб. Если сравнить рис. 6 и 9 то можно видеть, что закономерности изменения шероховатости до частот вращения $n_{фр}$=560 об/мин аналогичны. Наблюдается рост шероховатости, причем при встречном фрезеровании более интенсивный. Для второго скоростного диапазона с повышением частоты вращения до $n_{фр}$=1120 об/мин шероховатость снижается, а при дальнейшем её увеличении до $n_{фр}$=1800 об/мин опять возрастает. Причем, необходимо отметить, что в зоне высоких частот вращения от $n_{фр}$=1120 об/мин до $n_{фр}$=1800 об/мин шероховатость при попутном фрезеровании выше, чем при встречном. Таким образом, можно видеть, что с изменением частоты вращения от $n_{фр}$=224 об/мин до $n_{фр}$=1800 об/мин значения шероховатости *Ra* меняется не монотонно. Есть зоны скоростей, в которых формируется низкая или высокая шероховатость. Направление подачи также влияет на формирование шероховатости. До частот вращения $n_{фр}$=1120 об/мин при попутном фрезеровании высота неровностей профиля меньше, чем при встречном, а при частотах вращения $n_{фр}$=1120 об/мин и выше меньшее значение шероховатости наблюдается при встречном фрезеровании. Форма профилограмм позволяет не только определить параметры шероховатости, предусмотренные ГОСТом 2789-73, но и выявить возможные причины, которые формировали этот профиль. Школой академика Ю.В. Линника [3, 4] разработана композиционная модель шероховатости в которой причины образования неровностей разделяют на две группы: детерминированная основа (периодическое изменение профиля) и случайные колебания профиля. Если случайную компоненту наложить на периодическую, то суммарный профиль может быть различным – с преобладанием либо случайной компоненты либо периодической. Различие в форме профиля зависит от технологических факторов его формирующих. Замечено, что появление колебаний в технологической системе приводит к увеличению доли периодической компоненты в профиле обработанной поверхности, а увеличение уровня пластических деформаций усиливает случайный характер колебаний неровности профиля. Ю.Р. Витенбергом [4] разработана методика построения коррелограмм и спектрограмм обработанных поверхностей. В результате их анализа можно определить уровень случайной составляющей в профиле поверхности, величина которой является количественной характеристикой, по которой можно оценить влияние условий обработки на формирование шероховатости. На рис. 11 приведены сглаженные гистограммы распределения их ординат и коррелограммы для встречного фрезерования при значениях частот вращения фрезы от $n_{фр}$=224 об/мин до $n_{фр}$=1800 об/мин.

Для частоты вращения $n_{фр}$=1120 об/мин кривая распределения ординат описывается почти нормальным законом. Это свидетельствует о том, что профиль сформирован в основном случайными параметрами. Для $n_{фр}$=224 об/мин, $n_{фр}$=560 об/мин и $n_{фр}$=1800 об/мин кривой распределения ординат характерна асимметричность или двумодальность. Такому виду кривых соответствуют профили, которые содержат мощную периодическую составляющую. Коррелограммы подтверждают эти выводы. Таким образом, увеличение шероховатости при встречном фрезеровании с $n_{фр}$=224 об/мин, $n_{фр}$=560 об/мин и $n_{фр}$=1800 об/мин связано с появлением причин, увеличивающих периодическую компоненту. При попутном фрезеровании периодичность профиля поверхности появляется при высоких оборотах фрезы $n_{фр}$=1120 об/мин и $n_{фр}$=1800 об/мин. Причем при $n_{фр}$=1800 об/мин, при попутном фрезеровании шаг волны и её высота больше, чем при встречном. Шаг волны соответственно равен 4,23 мм и 1,8 мм, а параметр *Ra* – 9,97 и 7,18. Интересно отметить, что одну волну при попутном фрезеровании формировало в среднем $\bar{k} = 85$ резов одним зубом, а при встречном – $\bar{k} = 36$. Таким образом, очевидно формирование рельефа зависит от направления подачи и происходит в отличающихся условиях.

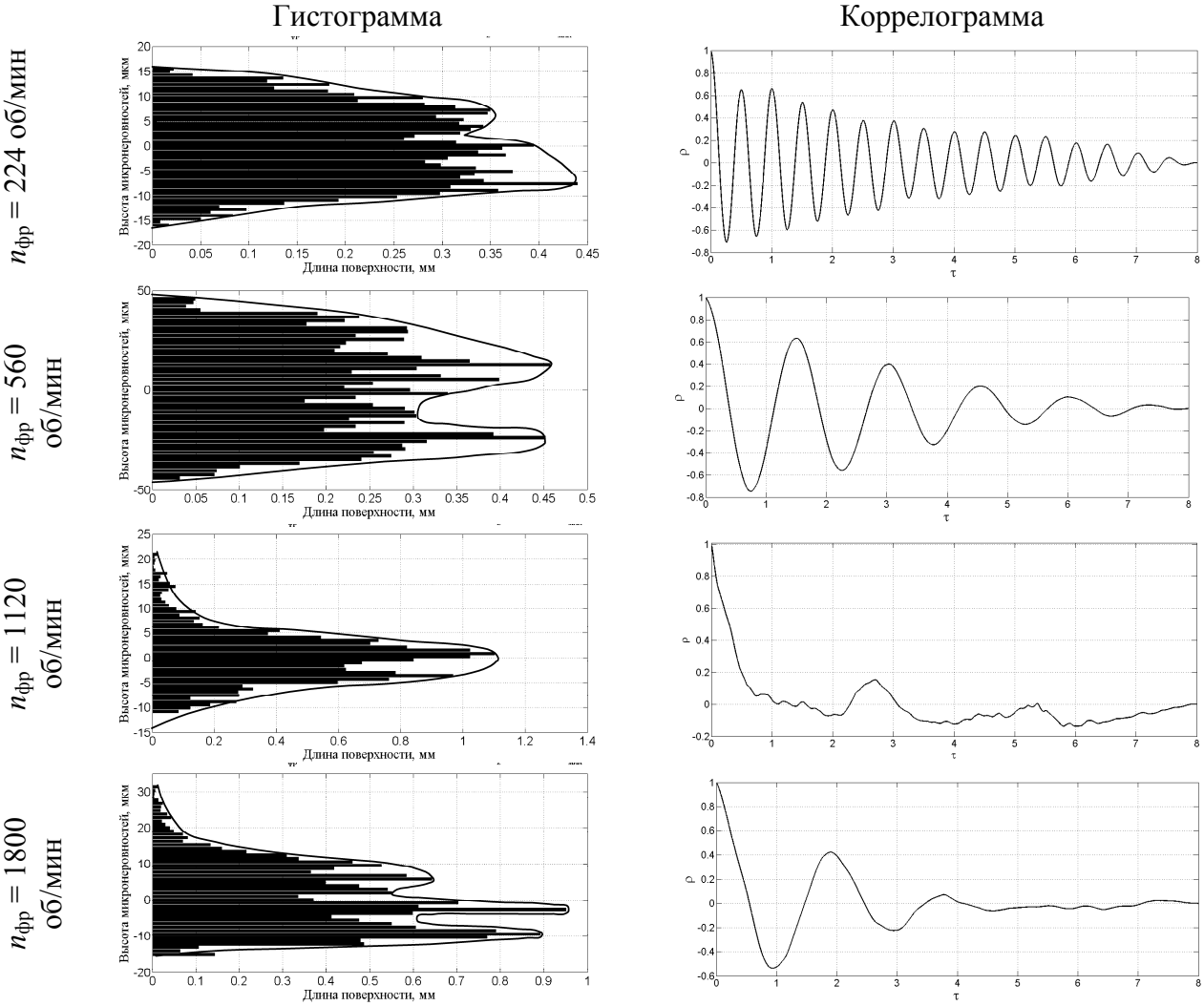


Рисунок 11 – Гистограммы и коррелограммы обработанной поверхности при встречном фрезеровании (S_z=0,05 мм/зуб; t=0,5 мм; B=3,4 мм)

Основной причиной повышения шероховатости, имеющей вид периодических волн, является появление колебаний в технологической системе СПИЗ [5]. Для нашего случая самым слабым звеном системы СПИЗ является тонкостенная деталь, поэтому установление связи между колебаниями упругой системы детали и условиями формирования рельефа поверхности, позволит определить технологические приемы, улучшающие качество обработки.

Список использованных источников:

1**.** Внуков, Ю.Н. Стенд для изучения механических колебаний при фрезеровании маложестких деталей при концевом фрезеровании / Ю.Н. Внуков, В.А. Логоминов, П.А. Каморкин // Резание и инструмент в технологических системах: Межд. научн. техн. сб. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – Вып. 80. – С. 32-37.

2. Бобров, В.Ф. Основы теории резания материалов / В.Ф. Бобров. – М., Машиностроение, 1975. – 344 с.

3. Линник, Ю.В. Математико-статистические описания неровностей профиля поверхности при шлифовании / Ю.В. Линник, А.П. Хусу // Инженерный сборник, АН СССР. – 1954. – №20. – С. 154-159.

4. Хусу, А.П. Шероховатость поверхностей. Теоретико-вероятностный подход / А.П. Хусу, Ю.Р. Виттенберг, В.А. Пальмов – М.: Наука, 1975. – 344 с.

5. Жарков, И.Г. Вибрации при обработке лезвийным инструментом / И.Г. Жарков. – Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1986. – 184 с.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ДОВОДКА АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ ЛОПАТОЧНЫХ КОЛЕС

Лобода А. А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Технологический институт, факультет «Механико-технологический»
Научный руководитель: д.т.н., проф. Саушкин Б. П.

В настоящее время существует широкая номенклатура изделий со сложными поверхностями, обработка которых традиционными методами затруднительна или принципиально невозможна. К таким изделиям относятся различные закрытые лопаточные колеса ТНА ЖРД (рисунок 1), которые используются в аэрокосмических отраслях. Эти колеса получают из различных сплавов, одним из которых является сплав ЭП741-НП.

Рисунок 1 - Рабочие колеса ТНА ЖРД

Высокая сложность профиля лопаток, стесненные условия обработки и низкий коэффициент резания (Кр = 0,05) накладывают жесткие ограничения на обработку таких изделий. Поэтому для получения лопаток используется операция электроэрозионной прошивки. Данная обработка обеспечивает высокую точность поверхности с шероховатостью по Ra = 5…10 мкм. Однако этому методу свойственно наличие на поверхности обработки дефектного слоя величиной 30…40 мкм.

Этот слой негативно влияет на эксплуатационные свойства изделия из-за наличия в нем концентраторов напряжения (микротрещин), что приводит к сокращению ресурса изделия. Высокая шероховатость поверхности лопаток снижает КПД изделия.

Наличие дефектного слоя и высокая шероховатость обработанных поверхностей требует введения в технологический процесс доводочной операции.

Однако сложный профиль поверхности, малые расстояния между лопатками и труднообрабатываемый резанием материал усложняют выбор доводочной операции. Были рассмотрены хорошо известные методы доводки: ручное шлифование и полирование поверхностей лопаток, пневмо- и гидроабразивная обработка, абразивная экструзия и др. Все эти методы имеют преимущества и недостатки. В настоящее время в качестве доводочной операции при изготовлении закрытых лопаточных колес ТНА ЖРД на заводах отрасли применяют ручное полирование. Трудоемкость этой

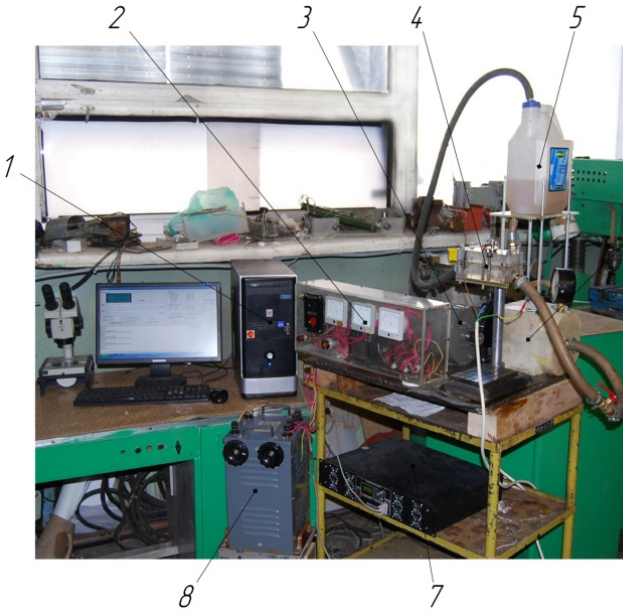


Рисунок 2 - Экспериментальная установка: 1 – компьютер; 2 – пульт управления приводом насоса; 3 – привод насоса; 4 – экспериментальная ячейка; 5 – ёмкость с электролитом; 6 – насос; 7 – источник питания постоянного тока; 8 – латр

операции составляет от 3 до 10 рабочих смен, в зависимости от типоразмера изделия.

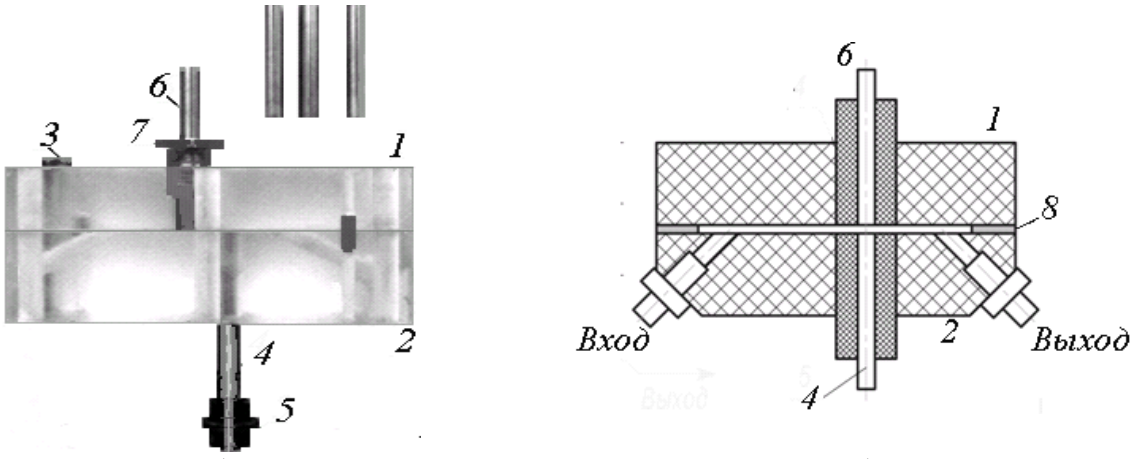
Для снижения шероховатости и удаления дефектного слоя предложена электрохимическая доводочная операция таких изделий.

Однако эффективность применения электрохимической доводочной операции очень сильно зависит от применяемого электролита и режимов обработки. Поэтому необходимо было провести предварительные экспериментальные исследования по подбору электролита и определению оптимальных параметров режима обработки сплава ЭП741-НП.

Цель исследования – определение влияния электролита и режимов обработки на процесс выравнивания поверхности и удаления дефектного слоя.

Для решения поставленной задачи была разработана, спроектирована и изготовлена экспериментальная установка для электрохимической обработки (рисунок 2).

Основой установки является экспериментальная электрохимическая ячейка с длинномерным прямоточным щелевым каналом, используемая для физического моделирования процессов электрохимического растворения (рисунок 3).



а) *б*)

1– верхняя плита; 2 – нижняя плита; 3 – стягивающие болты; 4 – нижний электрод; 5 – токоподвод; 6 – испытуемый электрод; 7 – крепежная гайка; 8 – мерная прокладка

Рисунок 3 - Общий вид (*а*) и продольное сечение (*б*) ячейки с прямоточным щелевым каналом

Ячейка обеспечивает геометрическое, гидродинамическое, тепловое и энергетическое подобие реального и модельного процессов ЭХРО.

С помощью этой физической модели удобно оценивать скорость растворения материала электрода, энергоемкость, точность формообразования, параметры микрогеометрии обработанной поверхности.

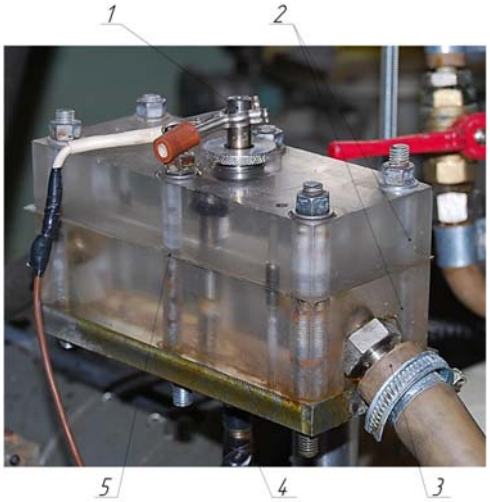


Рисунок 4 - Экспериментальная ячейка: 1 – экспериментальный образец; 2 – верхняя и нижняя части ячейки; 3 – шланг подачи электролита; 4 – электрод-инструмент; 5 – прокладка

Внешний вид ячейки с прямоточным щелевым каналом показан на рисунке 4.

Для проведения экспериментальных работ из данного материала были изготовлены образцы, представляющие собой прутки размерами 55х10 мм (рисунок 5). Торцевая поверхность заготовок была предварительно обработана электроэрозионным методом, шероховатость поверхности составляла по Rz 50…60 мкм, толщина дефектного слоя 30…40 мкм.

Перед началом экспериментов измерялась исходная шероховатость образцов на профилометре модели 130 («Протон-МИЭТ»), а начальная масса образцов на весах модели Ohaus PA214C, с точностью измерений до 10^{-4} г. После проведения электрохимической обработки эти параметры измерялись вновь, структура и морфология поверхности определялась на микроскопе Falcon (рисунок 6).

Предварительно проведенная работа по поиску эффективных электролитов для электрохимической обработки таких сплавов позволила выбрать водные растворы солей: NaCl, $NaNO_3$ и их смесь, а также перхлоратном электролите на основе $C_2H_6O_2$.

Рисунок 5 - Экспериментальные образцы

Рисунок 6 - Микроскоп Falcon

В водных растворах солей предварительно проводились эксперименты по подбору оптимальных параметров режима обработки. Были проведены эксперименты по влиянию температуры электролита, скорости прокачки жидкости и плотности тока.

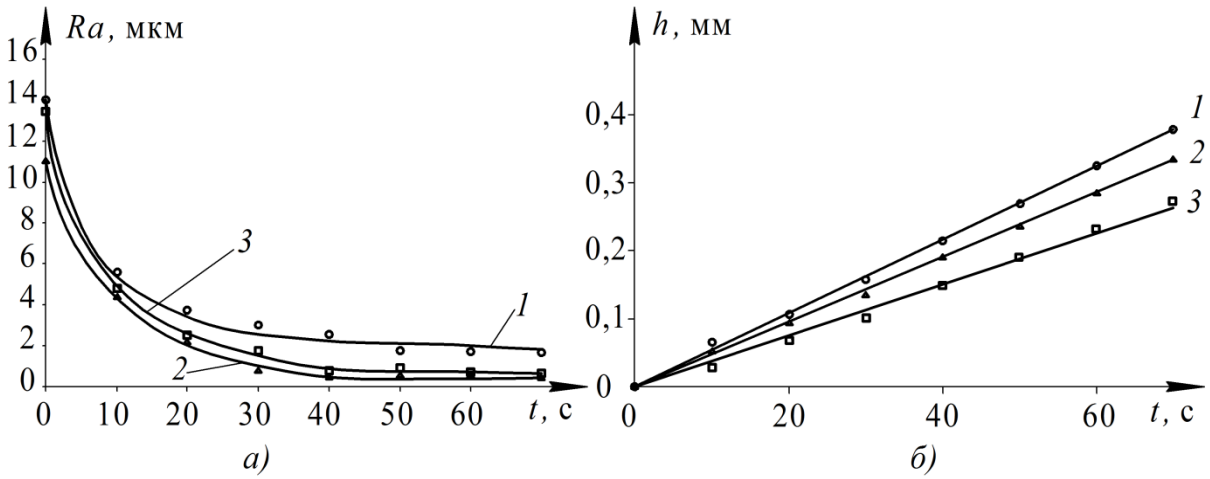


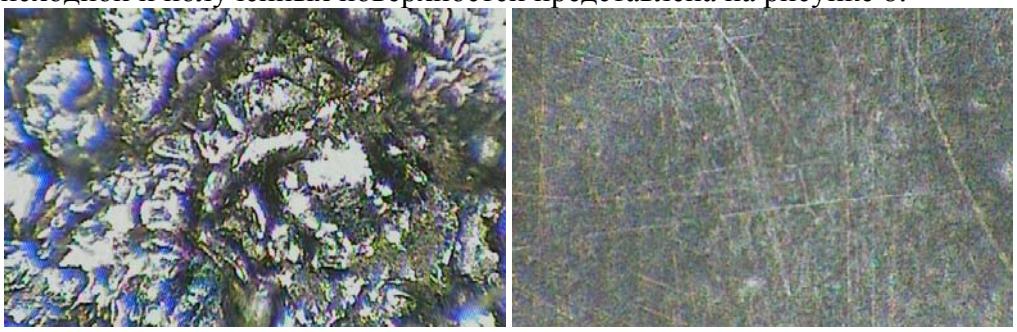
Рисунок 7 - Влияние состава электролита на процесс выравнивания шероховатости (а) и съем металла (б) в электролитах:
1 - 124 г/л $NaNO_3$; 2 - 60 г/л NaCl + 40г/л $NaNO_3$; 3 –80 г/л NaCl;

Эти эксперименты показали, что высокая температура негативно влияет на процесс выравнивания шероховатости. При низкой скорости прокачки удаление продуктов реакции происходит не полностью, что ухудшает процесс выравнивания поверхности. При низкой плотности тока энергии затрачиваемой на удаление металла не хватает, процесс выравнивания не происходит.

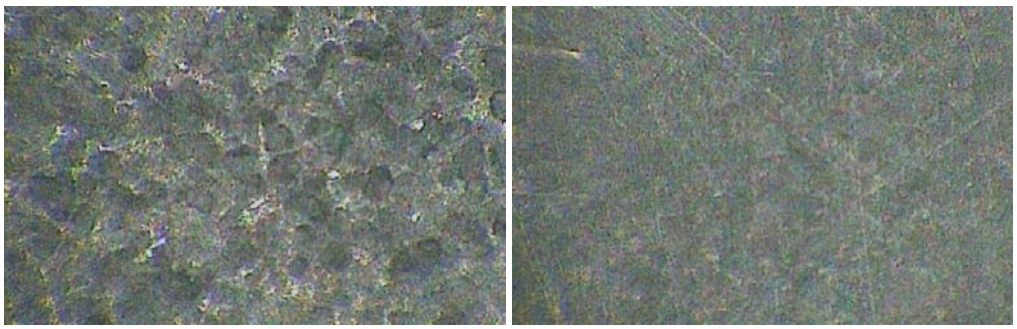
Были получены следующие оптимальные параметры режима обработки: i = 30 $\frac{А}{см^2}$; v = 8 м/с; Т=22 ^{0}C.

Результаты влияния состава электролита на процесс выравнивания шероховатости поверхности и съема металла представлены на рисунке 7. Наилучшие результаты получены в электролите состава 60 г/л NaCl + 40г/л $NaNO_3$. Удалось снизить шероховатость поверхности до 0,5 мкм (Ra), при скорости выравнивания 0,284 мм/мин, съем припуска составил 0,335 мм.

Морфология исходной и полученных поверхностей представлена на рисунке 8:



а) б)



в) *г)*

Рисунок 8 - Изображения исходной поверхности (а), после обработки в растворе 80 г/л NaCl (б), после обработки в растворе 124 г/л $NaNO_3$ (в), после обработки в растворе 60 г/л NaCl + 40г/л $NaNO_3$ (г) при плотности тока i = 30 А/см (х100)

Вторая серия экспериментов проводилась в электролите: 100 г/л в $C_2H_6O_2$. В связи с тем, что данный электролит обладает низкой электропроводностью, обработка образцов производилась при плотностях тока i = 0,5 - 2 при концентрации 100 г/л $NaClO_4$, скорости прокачки электролита v = 1 м/с и температуре Т=22 $^{\circ}C$. Все эксперименты проводились при скорости прокачки электролита v = 1 м/с, т.к. при меньших скоростях удаление продуктов реакции происходило не полностью.

Результаты экспериментов представлены на рисунке 9:

При плотности тока i = 1 $\frac{А}{см^2}$ сначала происходил процесс выравнивания и съема, с образованием защитной темной пленки, но после обработки процесс выравнивания ухудшался, что привело к увеличению шероховатости.

При плотности тока 2 $\frac{А}{см^2}$ происходило относительно равномерное выравнивание шероховатости, что позволило снизить шероховатость до 1,4 мкм (Ra), съем припуска составил 0,179 мм, поверхность обработки приобретала блестящий вид, но под конец обработки стали наблюдаться следы струйности на поверхности, из-за влияния гидродинамики.

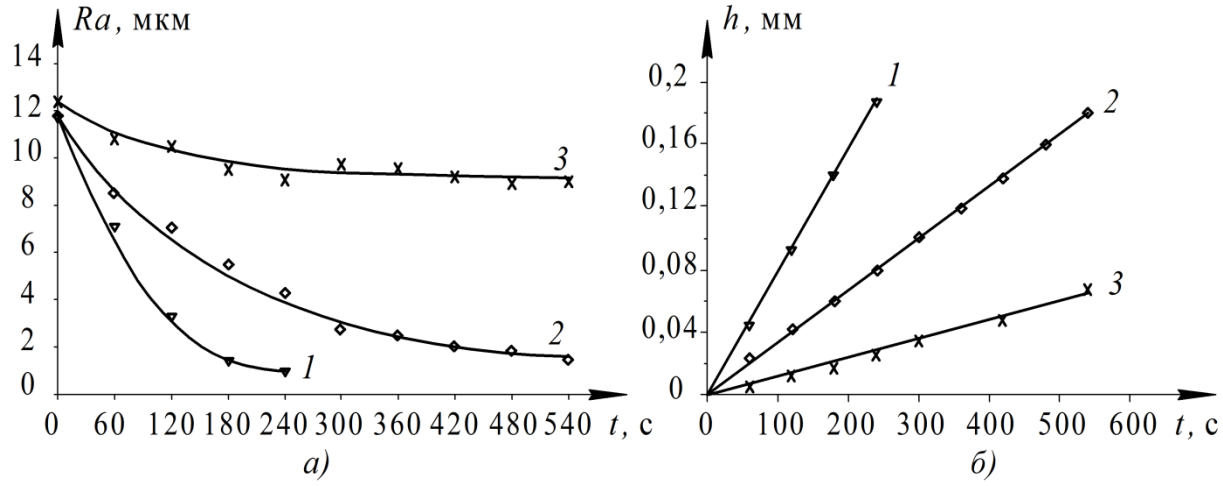
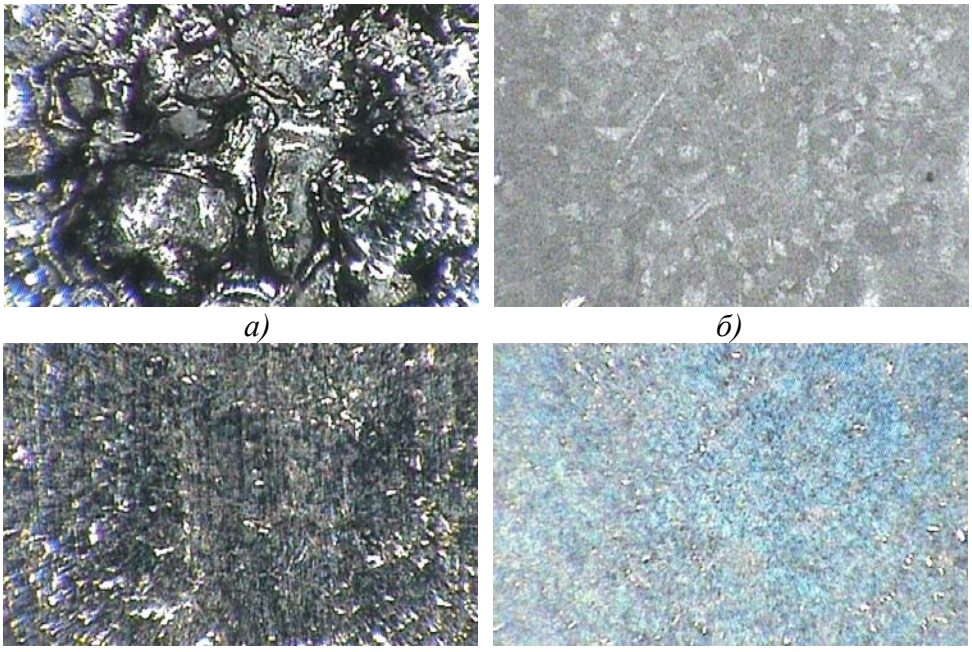


Рисунок 9 - Зависимости шероховатости (а) и съема металла (б) от плотности тока:
1 - 4 $\frac{А}{см^2}$; 2 - 2 $\frac{А}{см^2}$; 3 – 1 $\frac{А}{см^2}$

Морфология исходной и полученной поверхности при плотности тока 2 и 4 представлены на рисунке 10:



а) *б)*

в) *г)*

Рисунок 10 - Изображения исходной поверхности (а), после обработки при плотности тока i = 1 (б), после обработки при плотности тока i = 2 $\frac{А}{см^2}$(б), после обработки при плотности тока i = 4 (г)(х100)

При низкой плотности тока (i = 0,5 $\frac{А}{см^2}$) затрачиваемой энергии не хватало на преодоления сопротивления вязкой пленки, образующейся на поверхности анода, выравнивание поверхности и съем припуска практически не происходили, на поверхности образовывалось защитная темная пленка. После этого для увеличения электропроводности концентрация соли в электролите была увеличена до 150 г/ л. Эксперименты при плотности тока i = 0,5 $\frac{А}{см^2}$ в новом электролите не привели к улучшению процесса обработки.

При i = 4 $\frac{А}{см^2}$ процесс выравнивания происходил более интенсивно, шероховатость снизилась до 1 мкм (Ra), а величина съема припуска незначительно выросла до 0,188 мм, заметно сократилось время обработки с 9 до 4 минут. Все это позволяет выбрать эту плотность тока как оптимальную для данного электролита.

Исходя из полученных результатов, сделаны следующие выводы:

1. После электроэрозионной операции требуется оставлять припуск под электрохимическую доводочную операцию.
2. В водных растворах солей удается достичь заданных величин шероховатости поверхности, однако велика величина съема припуска: 0,273…0,378 мм.

3. В электролитах на основе органических растворителей на процесс обработки влияет гидродинамика, но удалось достигнуть заданных величин шероховатости, при этом величина съема припуска: 0,179…0,188 мм.

4. Для снятия дефектного слоя глубиной до 0,15 мм и снижения шероховатости поверхности с 5 мкм до 1 мкм (Ra) при электрохимической доводке изделий из сплава ЭП741-НП целесообразно использовать электролиты на основе органических растворителей с параметрами режима обработки: v = 1 м/с, i = 4 $\frac{А}{см^2}$, Т=22 $^{0}С$.

Предлагаемый метод электрохимической доводки аэродинамических профилей лопаточных колес позволяет получать шероховатость Ra = 0,8…1,0 мкм, при минимальном съеме материала и снизить трудоемкость доводочной операции на 80…90% по сравнению с технологией, действующей на базовом предприятии. Полученная после обработки шероховатость и отсутствие дефектного слоя значительно увеличивают ресурс изделия и его КПД, что и определяет экономическую эффективность внедрения данной технологии на предприятиях аэрокосмической отрасли.

Литература:

1. Наукоемкие технологии машиностроительного производства: Физико-химические методы и технологии: Учеб. пособие для высших технических учебных заведений / Ю.А.Моргунов, Д.В. Панов, Б.П.Саушкин, С.Б.Саушкин; под ред. проф. Б.П.Саушкина. – М.: Издательство «Форум», 2013. – 928 с.

2. Моргунов Ю.А., Саушкин Г.Б., Вилигданов Т.В. Электрохимическое гравирование аэродинамических занижений в оснастке с проточным каналом. «Металообработка», 2010г., №2, с.70-75

3. Моргунов Ю.А., Саушкин С.Б. Структурное моделирование и классификация способов электрохимической размерной обработки. Журнал «Известия МГТУ «МАМИ», 2011, №1, 184-188с.

4. Моргунов Ю.А., Саушкин Г.Б. Теоретический анализ процесса электрохимического гравирования аэродинамических занижений. Журнал «Известия МГТУ «МАМИ», 2011, №1, 188-193с.

5. Ivan Rusica, Yurii Morgunov, Boris Saushkin, Ghenadii Saushkin, Ion Stingaci «Electrodischarge machining of surface microrecesses», Proceedings of the 16th International Conference Modern Technologies, «Quality and Innovation». Romany. Volume II. IASI-CHIŞINĂU-BELGRAD “ModTech 2012”, pp. 869 – 872

6. Саушкин Б.П., Шандров Б.В., Моргунов Ю.А. Перспективы развития и применения физико-химических методов и технологий в производстве двигателей Журнал «Известия МГТУ «МАМИ», 2012, №2, стр.242…248.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ

Горелова А.Ю.
Волгоградский государственный технический университет, факультет «Автоматизация производственных процессов»
Научный руководитель: д.т.н., проф. Кристаль М. Г.

Операции глубокого сверления и растачивания сопровождаются появлением характерных дефектов, возникающих в продольном и поперечном сечениях обрабатываемого отверстия. К погрешностям продольного сечения относят увод, как отклонение действительной оси полученного отверстия от оси вращения детали, и непрямолинейность оси отверстия, как наибольшее расстояние от действительной до теоретической осей отверстия. Где действительная ось есть прямая, соединяющая центры отверстий на торцах детали [2] .

Наибольшее влияние на образование увода и непрямолинейности оси оказывают: копирование сверлильным (расточным) инструментом погрешности расположения оси отверстия (технологическая наследственность), поперечные колебания заготовки из-за её деформации при установке и обработке, изгиб стебля борштанги под действием его веса, неравномерности снимаемого припуска и разнотвердости материала обрабатываемой детали [2].

В поперечном сечении основной погрешностью является огранка отверстия – отклонение от круглости, при котором профиль представляет собой многогранную фигуру с числом граней, иногда изменяющимся по длине отверстия, а вершины многогранника при этом часто располагаются по винтовой линии. В иностранных источниках [3, 4] такой вид дефекта называют спиральностью (spiraling от английского spiral- спиральный). Она возникает по причине совпадения собственных частот изгибных колебаний инструмента с некоторыми из частот вращения шпинделя (рис. 1).

Огранка образуется при поперечных колебаниях инструмента с частотой, близкой к частоте относительного вращения заготовки и инструмента. При этом на образование огранки влияют [2]: частота собственных колебаний инструмента, которая изменяется по мере обработки отверстия, так как изменяется взаимное расположение опор по длине инструмента, конструктивные параметры инструмента, погрешности настройки технологической системы на операцию, кинематическая схема обработки.

Из приведенного следует, что основной причиной появления дефектов при сверлении (растачивании) глубоких отверстий является несбалансированность системы «станок – приспособление – инструмент – заготовка» (СПИЗ), приводящая к возникновению негативных вибраций. На рис. 2 приведены образцы торцевой поверхности отверстия [5]: а - без видимых последствий вибраций при стабильном резании; б- “солнечный узор” вследствие появления торсиально-аксиального дребезга; в – «трехгранка» вследствие действия вихревых вибраций; г - поверхность, полученная в результате комбинации торсиально-аксиальных и вихревых вибрационных воздействий.

Для компенсации описанных дефектов и повышения точности обработки глубоких отверстий разработан ряд методов и устройств для их реализации, которые можно разделить на 4 направления:

- Реализация различных методов подачи смазывающе-охлаждающих технологических сред (СОТС) и отвода стружки;
- Виброгашение колебаний (демпфирующие устройства на детали и виброгасители в расточных головках)
- Управление положением инструмента;

- Стабилизация положения инструмента или заготовки.
-

К первому направлению относят три типа обработки глубоких отверстий.

ELB сверление (расточка) однолезвийным инструментом (пушечное сверло) [4]. Метод характеризуется подводом СОТС через отверстия в инструментальной головке и внутренним отводом отработанной СОТС вместе со стружкой через полость между инструментом и обработанным отверстием (рис 3). Его эффективно используют для обработки отверстий диаметром 0,8…40мм. Выпускают пушечные сверла одностороннего и двустороннего резания. Сверла двустороннего резания, в отличие от сверл одностороннего резания, применяют для материалов дающих стружку скалывания, таких как серый чугун, алюминиевые отливки и позволяют проводить обработку при более высоких подачах. При помощи таких сверл, возможно, производить сверление отверстий с соотношением λ глубины *l* отверстия к диаметру *d* равным λ= 40.

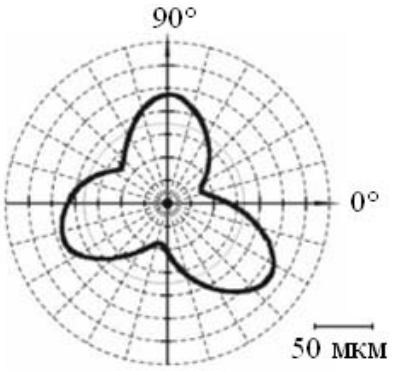


Рис. 1. Круговая диаграмма спиральности в поперечном сечении отверстия

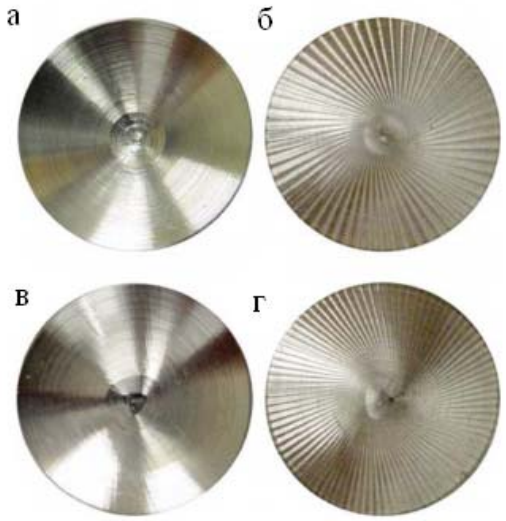


Рис. 2. Торцевые поверхности отверстий при воздействии вибраций

Производители такого инструмента рекомендуют производить сверление на обрабатывающих центрах и токарных станках с ЧПУ, с высоким давлением подаваемых в зону обработки СОТС.

Эжекторное сверление (расточка) характеризуется внутренне-наружным подводом СОТС. Внутренний подвод осуществляют по каналу в виде кольцевого зазора в инструменте между борштангой и внутренней трубкой (рис. 4), при этом поток СОТС, подаваемый насосом разделяется на два: один направляется в зону резания, а второй поступает во внутреннюю трубку и создает эффект эжекции. Вывод СОТС вместе со стружкой осуществляется через внутреннюю трубку. Метод подходит для материалов с хорошей обрабатываемостью, используют при обработке отверстий диаметром 18…250 мм, и наиболее удобен на станках с горизонтальной осью шпинделя, и может быть использован на станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах.

Методы BTA («Boring and Trepanning Association» [4]) сверления (расточки).

Подачу СОТС осуществляют через кольцевой зазор между борштангой и обрабатываемым отверстием, а вывод СОТС вместе со стружкой – через отверстие в борштанге, диаметром не менее 6 мм (рис.5). Диаметр обрабатываемого отверстия при этом способе 6…300мм.

Основным недостатком этой группы методов является необходимость применения гораздо более дорогих и сложных станков для обеспечения подачи СОТС под требуемым давлением (до 8 МПа) и необходимую жесткость системы СПИЗ. Производительность обработки при данном способе сверления в 5 раз выше, чем при сверлении пушечными сверлами. Предпочтительные области применения: крупносерийное и массовое производство для эффективной обработки нержавеющих и низкоуглеродистых сталей, материалов с неоднородной структурой. Для реализации данного способа необходимы специальные станки для глубокого сверления.

Способы виброгашения следует разделить в зависимости от расположения виброгасителя на две группы:

- виброгаситель установлен на обрабатываемой детали;
- виброгаситель установлен внутри инструментальной головки.

В качестве виброгасителей, которые устанавливают на деталь, используют балансиры, закрепляемые на детали на определенном расстоянии и обеспечивающие гашение частот колебаний возникающих в системе СПИЗ [6,7].

Виброгашение инструмента реализуют двумя способами. Способы виброгашения борштанги, например [8] и устройства виброгашения, входящие в состав сверлильной (расточной) головки. Современные производители инструментов предлагают ряд готовых решений для сверления (расточки) глубоких отверстий, например, специально разработанная серия демпфированные расточных головок Silent Tools от Sandvik Coromant [8].

Направление, связанное с управлением положением инструмента связано с решением двух задач. С одной стороны это разработка наиболее эффективных методов контроля положения инструмента, а с другой – соответствующие механизмы коррекции положения инструмента. К этой группе относят: управление положением инструмента по лазерному лучу, механизмы коррекции, выполненные в виде гидродинамических опор, управляемых с помощью сервоклапана, использование магнитного поля для осуществления корректирующего воздействия на инструмент и коррекция положения инструмента с использованием пьезоэлектрических элементов [1].

Наибольший интерес представляет группа методов, связанных со стабилизацией положения инструмента или заготовки. На сегодняшний день существует ограниченное количество таких методов, которые получили бы широкое распространение в производстве. Однако метод гироскопической стабилизации положения инструмента лег в основу целой серии инструментов. Компания GFE(Gesellschaft für Fertigungstechnik und Entwicklung Schmalkalden e.V.) выпускает ряд инструментов, в которых в качестве чувствительного элемента используется гироскопический блок [9]. Гироскопический элемент реагирует на изменяющие во время обработки изменения динамических характеристик и вырабатывает управляющее воздействие, в соответствие с которым происходит стабилизация положения инструмента, то есть гироскоп применяют как чувствительный элемент.

Также задачу стабилизации положения инструмента можно эффективно решить с помощью управления динамическими характеристиками системы СПИЗ, за счет применения дополнительных опор для поддержки борштанги и для стабилизации положения заготовки в процессе сверления (растачивания).

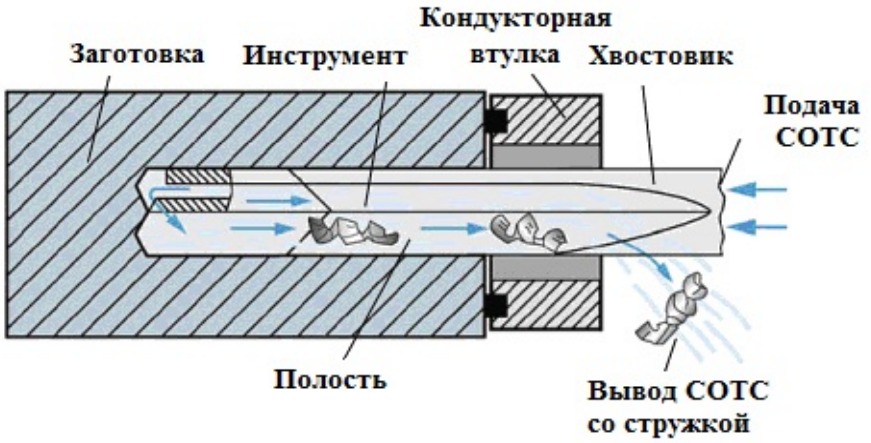


Рис. 3. ELB сверление однолезвийным инструментом

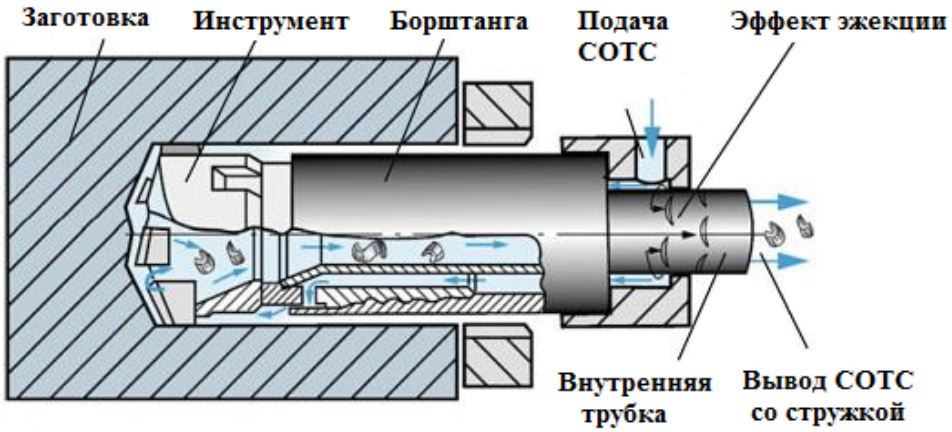


Рис. 4. Эжекторное сверление

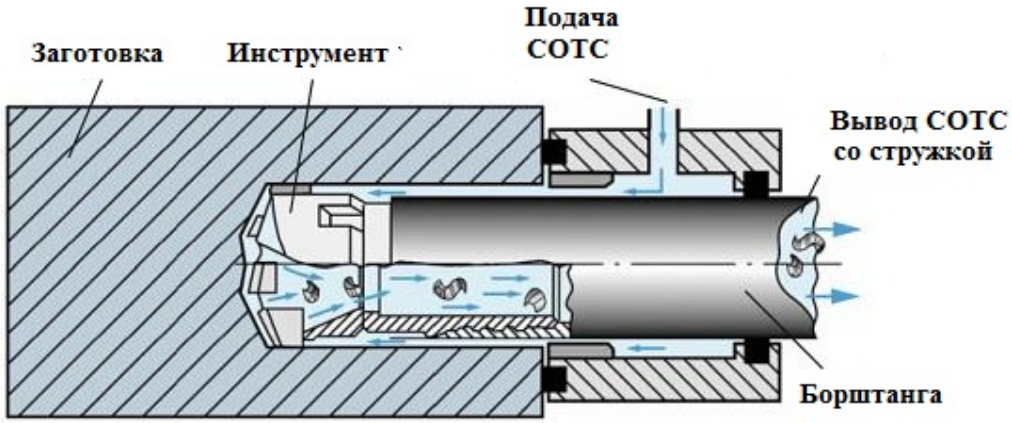


Рис. 5. BTA сверление

Таким образом, все описанные подходы могут быть также разделены по объекту приложения метода:

- применение только специальных инструментов;
- любого инструмента, но с необходимостью установки дополнительных приспособлений для повышения точности обработки глубоких отверстий;
- использование дополнительных приспособлений для заготовки.

В таблице представлена разработанная автором классификация современных методов повышения точности обработки глубоких отверстий, которая представляет разбиение методов по направлениям, которыми достигается повышение точности, название каждой группы методов и особенности связанные с применением специального инструмента либо дополнительных приспособлений для их осуществления.

Таблица. Классификация методов повышения точности обработки глубоких отверстий

Наименование направления	Применяемый метод	Инструмент	Приспособления
Реализация различных способов подачи СОТС и отвода стружки	ELB сверление (расточка)	Пушечное сверло (расточка)	Кондуктор устройство
	Эжекторное сверление (расточка)	Эжекторный сверло(расточка)	Устройство подвода СОТС
	BTA сверление	BTA сверло (расточка)	Устройство подвода СОТС, обеспеч. высокое давление
Демпфирующие устройства	Виброгашение колебаний	Сверлильные расточные) головки	Балансиры на детали
Управление положением инструмента	Управление в системе координат, связанной с инструментом	Сверло (расточка)	Гироскопические датчики, датчики ускорения, оптико-электронные датчики, гидростатические датчики, тензорезистивные датчики
	Управление в системе координат, связанной с заготовкой	Сверло(расточка)	Ультразвуковые датчики, индуктивные датчики
Стабилизация	Стабилизация положения инструмента	Сверло (расточка) с встроенной системой стабилизации Борштанга с системой стабилизации	Система стабилизации на основе чувствительного элемента, например гироскопического; управление жесткостью борштанги
	Стабилизация положения заготовки	Сверло(расточка)	Кондукторные втулки, демпфирующие опоры.

Список литературы

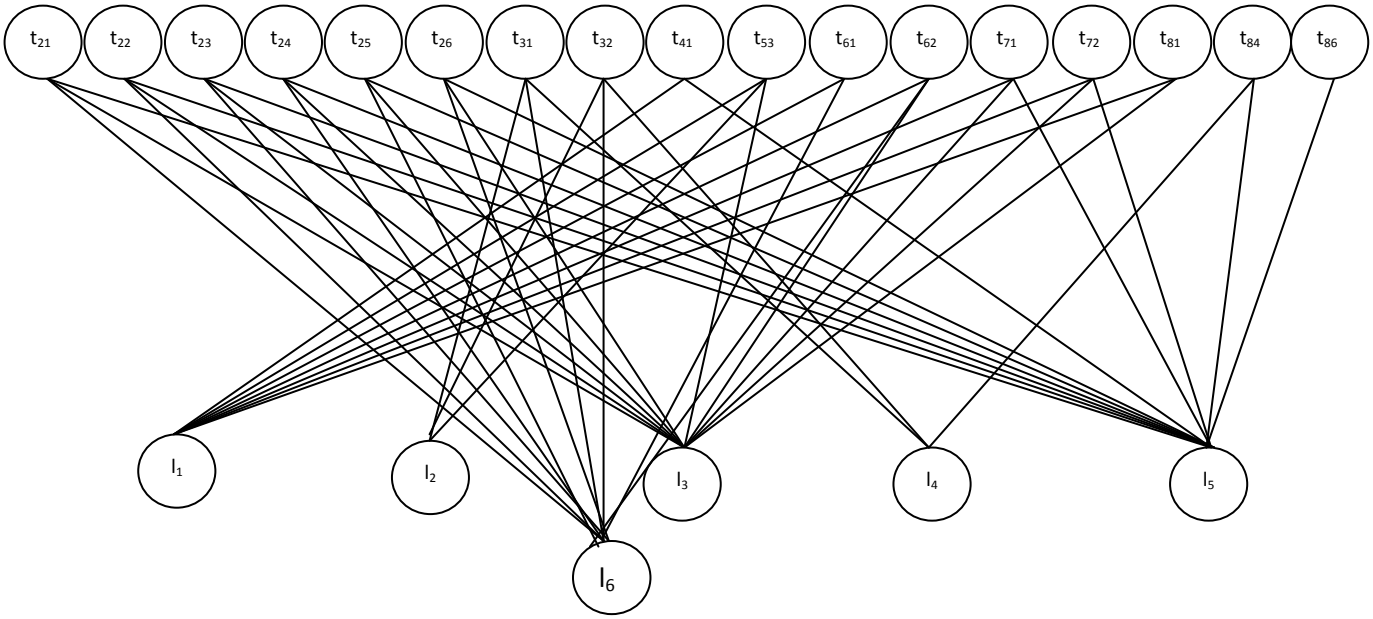
1. Кулагин Р. Н.Исследование и разработка систем автоматического управления положением инструмента при черновом растачивании глубоких отверстий:- Дисс… канд. техн. наук. – Волгоград 2000 -157с.
2. Обработка глубоких отверстий./Н. Ф. Уткин, Ю.Н. Кижняев, С.К. Плужников-Л.: Машиностроение, 1988.-269 с.
3. Dirk Biermann, Alexei Sacharow, Klaus Wohlgemuth. Simulation of the BTA deep-hole drilling process. Production Engineering Res. Devel. (2009). с. 339-346
4. Klaus Weinert, Claus Weihs, Oliver Webber, Nils Raabe. Varying bending eigenfrequencies in BTA deep hole drilling: mechanical modeling using statistical parameter estimation. Production Engineering Res. Devel. (2007). с. 127-134

5. Tamara Novakov, Mark James Jackson. Chatter problems in micro-and macrocutting operations, existing models, and influential parameters – a review. Manuf Technol (2010). с. 597-620
6. Пат. РФ №2014172. Расточная головка/ В.С. Приземирский, А.А. Волынский, Р.А. Хисамутдинов//Б.И.-1994
7. Пат. РФ №2421302. Способ сверления глубокого отверстия в детали/С.Г. Комаишко, А.Г. Комаишко, Г.Н. Кулик, В.М. Моисей, С.К. Плужников, К.В. Суздаль, А.Н. Тонконог//Б.И.-2011.-№17
8. Пат. СССР №1778388. Устройство виброгашения расточной борштанги/А.Л. Егоров, В.П. Курган, В.И. Беляков, Ю.А. Чабанов, М.С. Константинов// Б.И.-1992.-№44
9. Пат. Германия.102004024170A1. Die folgenden Andaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen/Bernd Aschenbach 01.12.2005

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ КАНАВОЧНОГО РЕЗЦА ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЛОЖНЫХ ПРОФИЛЕЙ С КОНИЧЕСКОЙ ОБРАЗУЮЩЕЙ.

Пивкин П.М.
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», Факультет «Машиностроительных технологий и оборудования»
Научный руководитель: д.т.н., проф. Гречишников В.А.

Граф Г3 показывает взаимосвязи между параметрами характеризующими расширение возможности обработки фасонных и канавок с конической образующей на деталях различной конфигурации, а также различных видов фасонной отрезки (например сверла с различным углом наклона режущей части, конусных канавок в различных деталях машин) (модель М5 с вершинами { t21,t22,t23,t24, t25, t26, t31, t32, t41, t53, t61, t62, t71, t72(t73), t81, t84, t86, t91, t92, t101}) и конструктивные параметры инструмента, которые сформулированы на основе требуемого признака: l1 –параметры режущей части, l2 – конструкция крепления пластины, l3 – конструктивный элемент модификаций рабочих положений резца, l4 – вылет инструмента, l5 – режимы обработки, l6 – конфигурация державки,



где каждая вершина несет конкретный параметр: t11 – характеризует расположение канавки относительно оси детали; t12 – определяет тип обработки; t13 – материал обрабатываемой детали; t14 – схема обработки; t15 – вид режущей кромки (образующей поверхности инструмента); t16 – схема установки инструмента; t17 – возможность смены пластин; t18 – нагрузка, преобладающая при обработке; t19 – основные факторы оказывающие влияние на износостойкость; t110 – основные параметры, характеризующие качество обработанной поверхности. Каждая вершина ребра l1 организует множество ребер, включающих вершину и соответствующие ей по свойствам, параметрам, типам информации. Ребро l2 характеризует различные варианты расположения образующей стенки канавки или торца отрезаемой поверхности, который на Гиперграфе М1 отображаются совокупностью вершин l2={t11, t21, t22, t23, t24, t25, t26}, каждая вершина ребра l2 представляет собой конкретный вариант обрабатываемой детали. t21 – обработка поверхности с углом наклона образующей относительно оси 10о, t22 – обработка поверхности с углом наклона образующей относительно перпендикуляра к оси 20о, t23 – обработка поверхности с углом наклона образующей относительно оси 30о, t24 – обработка поверхности с углом наклона образующей относительно оси 45о, t25 – обработка поверхности с углом наклона образующей относительно оси 60о, t26 – обработка поверхности с углом наклона образующей относительно оси 90о. Ребро l3 определяет вид обработки, показанные

вершинами l3={t12, t31, t32}, где t31 – обработка канавки, t32 – отрезка. Материал обрабатываемой детали определяет ребро l4, которое представлено в виде вершин l4={t13, t41, t42, t43, t44, t45, t46}, где t41 – сталь (P), t42 – жаропрочные титановые сплавы (S), t43 – алюминиевые и цветные металлы (N), t44 – материалы высокой твердости (H), t45 – нержавеющие стали (M), t46 – чугуны (K). Схема обработки отображается ребром l5, в гиперграфе M1 которому соответствуют вершины l5={t14, t51, t52, t53}, где t51 – есть обработка вразгонку, t52 – плунжерное точение, t53 – обработка за несколько (или одно) осевых врезаний. Ребро l6 включает вершины l6={ t15, t61, t62, t63, t64}, где t61 – прямая режущая кромка параллельная оси детали, t62 – наклонная в лево режущая кромка, t63 – наклонная в право режущая кромка, t64 – фасонная режущая кромка режущая кромка. Ребро l7 показывает характер преобладающей нагрузки l7={t16, t71, t72, t73}, где t71 – преобладает нагрузка Pz, t72 – преобладает нагрузка Py, t73 – преобладает нагрузка Px. Ребро l8 определяет факторы влияющие на износостойкость l8={t17, t81, t82, t83, t84, t85, t86}, где t81 – износ по задней поверхности, t82 – образование лунки на передней поверхности, t83 – повышение вибраций в процессе обработки, t84 – скол режущей кромки, t85 – пластическая деформация режущей кромки, t86 – выкрашивание режущей кромки, t87 – отжим инструмента.

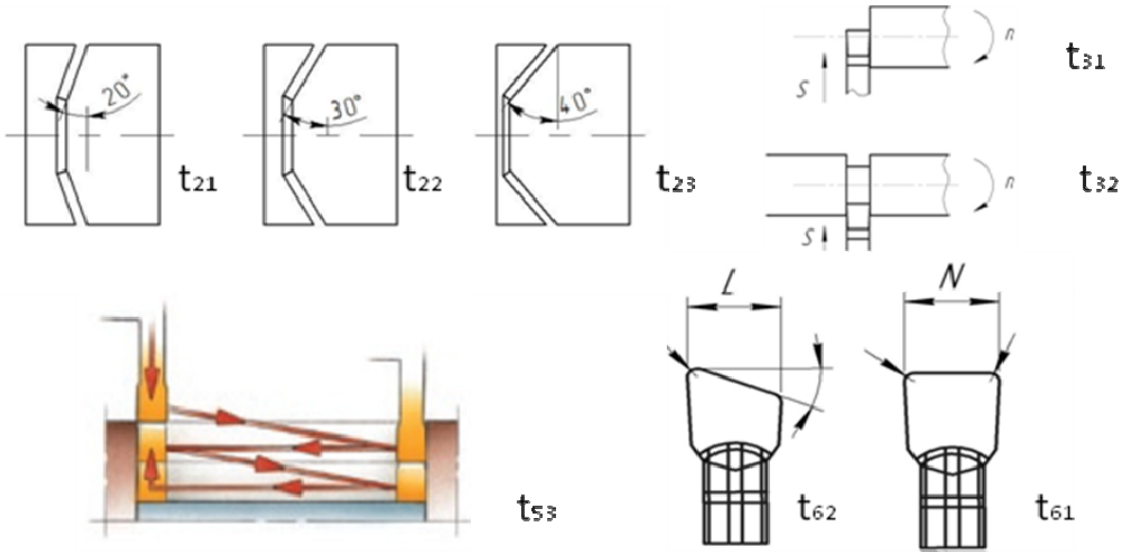
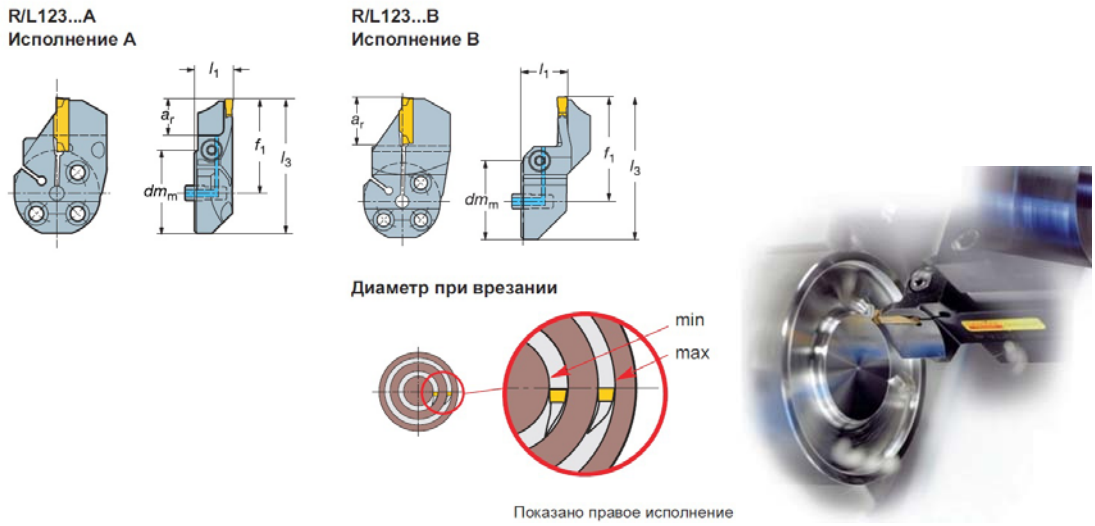


Рисунок 1. Графическое отображение вершин графа Г3.

Разработка конструкционных решений

На основание взаимодействий характеристик процесса нарезания канавок и конструкционных элементов резца, полученных в результате построения графа Г3 были выявлены наиболее важные конструктивные элементы, которые необходимо модифицировать по сравнению с известной конструкцией. Из уровня техники известен режущий инструмент для обработки конических канавок и торцевого точения. Инструмент такого типа не является универсальным в силу того, что при обработке различных диаметров и углов наклона канавок радиус кривизны обработанной канавки будет не постоянным.



Рисонок 2. Резцовая головка Sandvik для обработки торцевых канавок и неглубоких канавок с конической образующей.

Применение инструмента Sandvik для обработки глубоких канавок и канавок с различным углом наклона конической образующей невозможно в силу того, что кривизна державки вдоль ее длины постоянна.

Применение разработанной конструкции, (имеющей патентную защищенность Патент РФ № 125910, № 124613) позволяет производить:

- Обработку **глубоких** канавок **с конической образующей**.
- Обработку **фасонных** канавок и канавок **с конической образующей** на заготовках **различных диаметров** до 200 мм.
- Обработку **группы** канавок **с конической образующей**, имеющей угол наклона относительно перпендикуляра к оси детали 20°-50°, использую для этого 3 различных конфигурации державки.
- **Фасонную** отрезку и отрезку **под различными углами** относительно перпендикуляра к оси детали 20°-50°, использую для этого 3 различных конфигурации державки.

  Данный технический результат достигается за счет:

  • варьирования параметров режущей части, а именной применения пластин с различным углом наклона режущей кромки (углом в плане), а также расчет допустимого вспомогательного заднего угла, для исключения возможности внедрения вспомогательной задней поверхности в обработанный материал (l1).

  • разработки оптимального варианта крепления посредством регулировки положения пластины в осевом направление относительно детали, необходимого для симметричного расположения державки относительно обрабатываемой канавки (l2).

  • разработки конструктивного элемента модификаций рабочих положений резца (l3).

  • разработки оптимальной конфигурация (формы) державки(l6) для:

  ✓ предотвращения трения между державкой и обработанной поверхностью.

  ✓ обеспечения возможности обработки канавок с расширенным диапазоном угла наклона стенки канавки относительно стандартной канавки (перпендикулярная оси детали).

  ✓ обеспечения возможности обработки канавок на телах вращения различного диаметра.

В процессе обработки наклонных канавок и отрезки мы вынуждены столкнуться с проблемой трения обработанной поверхности с державкой, имеющее сложный характер и зависит от диметра, на котором обрабатывается канавка, а так же от угла наклона конической образующей относительно перпендикуляра к оси детали. В данном пункте рассматривается методика проектирования рациональной формы державки, позволяющей исключить возможность соприкосновения с деталью в любой момент времени в процессе обработки канавок и отрезке под различными углами наклона относительно стандартной канавки и на деталях с различными диаметрами из гарантированного (заявленного) диапазона для данной конструкции.

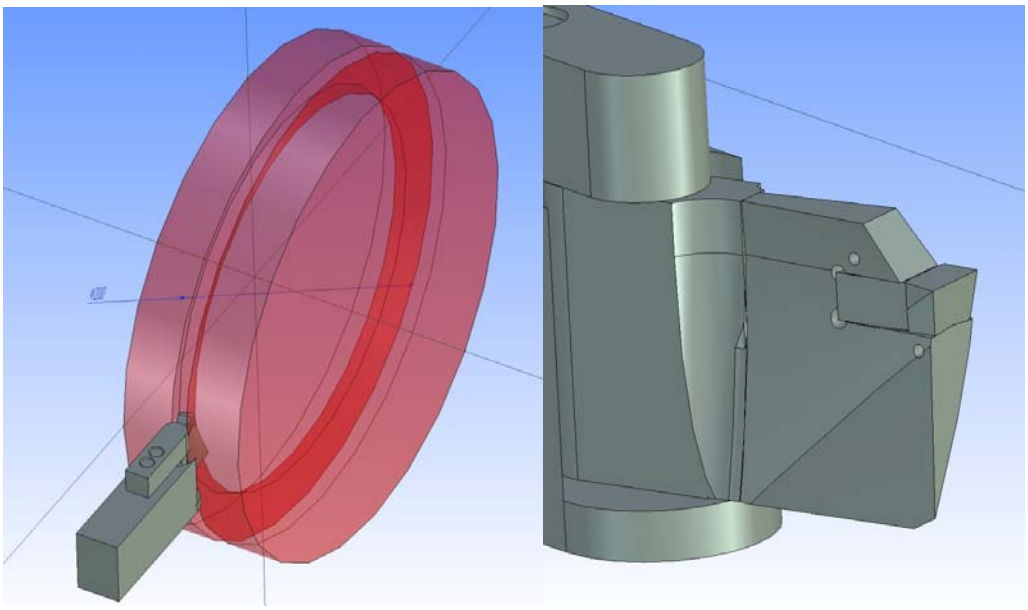


Рисунок 3. Схема формообразования канавок с конической образующей и образование пятна контакта между деталью и державкой при обработке канавки с диаметром детали Dmax = 200 мм и углом наклона образующей относительно перпендикуляра к оси $\chi min = 20°$.

Для обеспечения обработки канавок под различными углами наклона относительно стандартной канавки из гарантированного (заявленного) диапазона необходимо, чтобы образующая находящаяся ближе к конусной поверхности была направлена с минимальным углом из вышеупомянутого диапазона, а другая образующая находилась под максимальным углом из диапазона. Иначе говоря, необходимо найти поверхность такой формы (в осевом сечение детали), которая одновременно включала пространство между образующими при максимальном и минимальном угле наклона канавки. рисунке 4.

Заготовка под державку показанная на рисунке 5 имеет переменный радиус кривизны, который увеличивается от начала к концу.

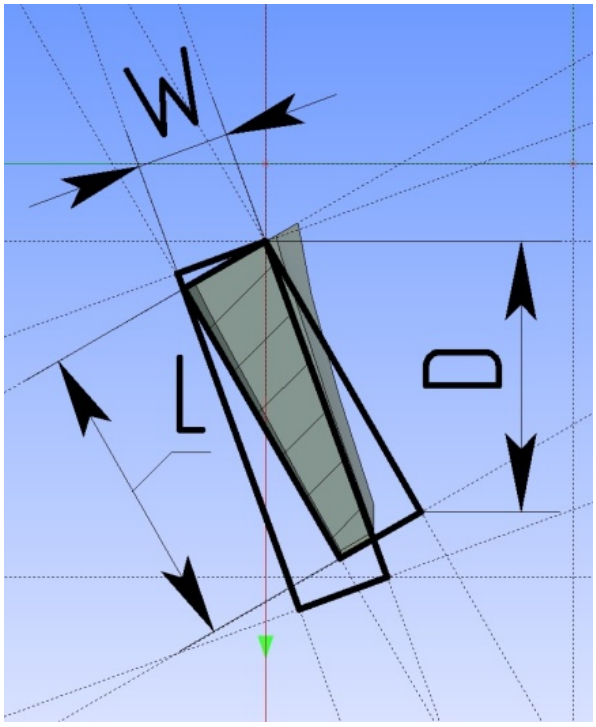


Рисунок 4. Форма державки в осевом сечение детали на примере державки для обработки наклонных канавок в диапазоне 20-30°.

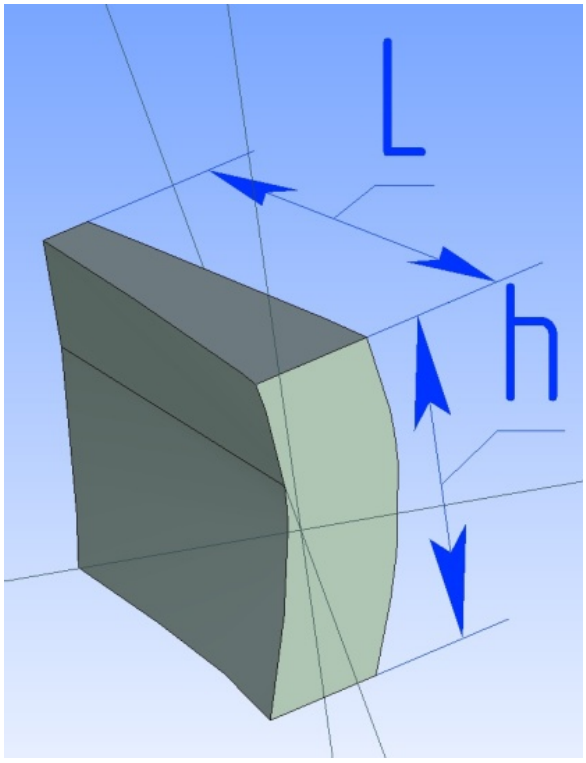


Рисунок 5. Вид в изометрии заготовки под державку для обработки наклонных канавок в диапазоне 20-30°.

В результате поверхность 1 будет представлять собой участок функции Z1 ограниченный двумя секущими поверхностями, поверхность 2 – Z2.

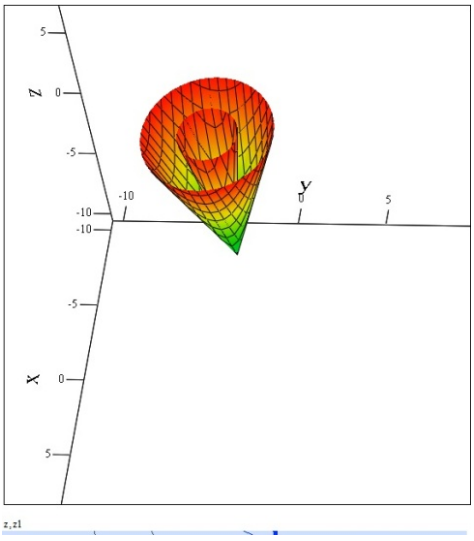


Рисунок 6. Расположение функций Z1 и Z2 в прямоугольной системе координат в пространстве

где a=17.32, b=17.32, c=10, d=85.06, f=15.

$$Z1(x,y) = \sqrt{\frac{y^2}{e^2} + \frac{x^2}{d^2}} \cdot f^2$$

$$Z2(x,y) = \sqrt{\frac{y^2}{b^2} + \frac{x^2}{a^2}} \cdot c^2$$

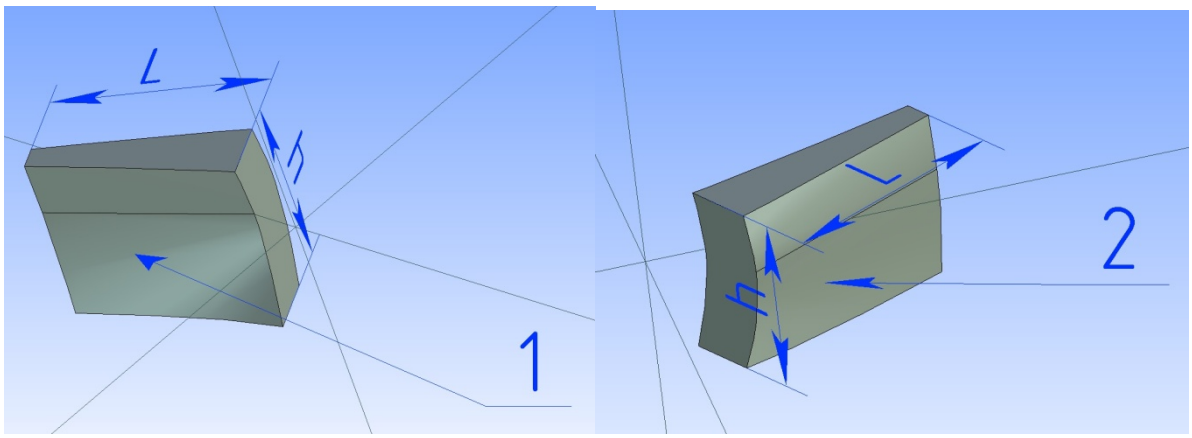


Рисунок 7. Поверхность 1 представляет собой участок функции Z1 ограниченный двумя секущими поверхностями, поверхность 2 – Z2.

Инструмент для обработки наклонных канавок не является универсальным в силу того, что при обработке различных диаметров и углов наклона канавок радиус кривизны обработанной канавки будет не постоянным, а следовательно необходим специальная конфигурация державки. При разработке резца перед нами стоит расширения возможностями обработки фасонных и канавок с конической образующей, за счет обработки одним резцом группы канавок с гарантированным диапазоном углов наклона конической образующей относительно перпендикуляра к оси. Для повышения универсальности этот диапазон необходимо выбрать максимально большим, что бы покрыть весь диапазон углов наклона образующей канавки относительно перпендикуляра к оси за минимальное число разновидностей конфигураций державок. Но в тоже время при увеличение диапазона для каждой державки уменьшается ее длина, вследствие уменьшения пространства, полученного в результате пересечения двух конусных поверхностей, соответствующих по форме канавки с максимальным и минимальным поворотом из гарантированного диапазона. Полученная область представляет собой пространство, в котором имеет возможность располагаться пластина со средствами ее крепления (Рис. 8,9). Первая державка на Рис. 10 с диапазоном углов наклона обрабатываемых канавок относительно перпендикуляра к оси $\chi = 5^o$ может обрабатывать канавки глубиной L=30 мм, а также отрезать заготовки диаметром Dот=27,18 мм. Вторая державка на Рис. 9 с диапазоном углов наклона обрабатываемых канавок относительно перпендикуляра к оси $\chi = 10^o$ может обрабатывать канавки глубиной L=20 мм, а также отрезать заготовки диаметром Dот=17,3 мм. Третья Державка на Рис. 9 с диапазоном углов наклона обрабатываемых канавок относительно перпендикуляра к оси $\chi = 15^o$ может обрабатывать канавки глубиной L=10 мм, а также отрезать заготовки диаметром Dот=8,15мм. .Опираясь на проведенные исследования, выбираем гарантированный диапазон углов наклона стенки канавки относительно стандартной канавки $\chi = 10^o$, как наиболее оптимальный, так как для покрытия всего диапазона углов наклона стенки канавки относительно стандартной канавки (20о-50о) достаточно 3-х различные конфигурации державок, а так же достаточно большая глубина обрабатываемой канавки L=20 мм.

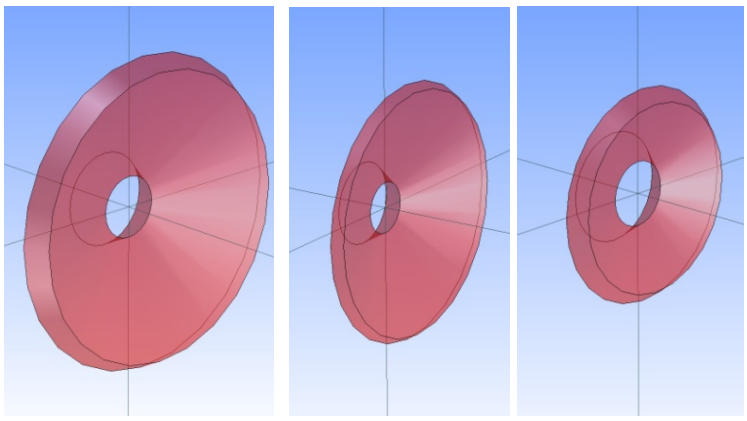


Рисунок 8. Пространство, в котором имеет возможность располагаться пластина со средствами ее крепления для гарантированного диапазона χ = 5 °, 10 °, 15° соответственно рисункам.

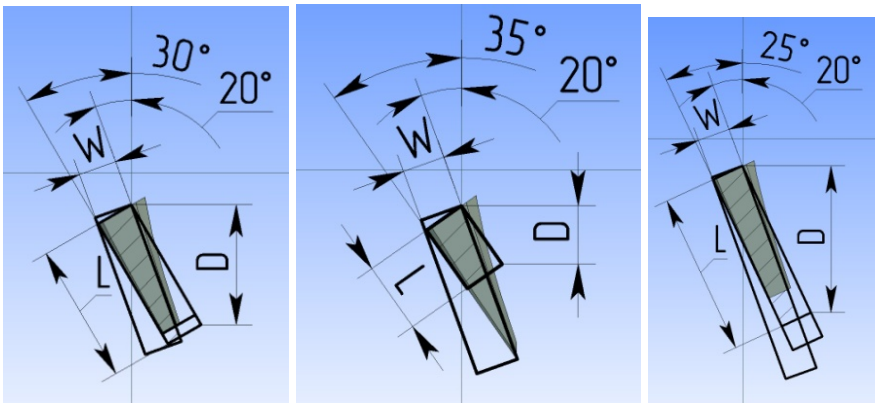


Рисунок 9.Вид в осевом сечение заготовки под державку для обработки наклонных канавок с различными диапазонами углов наклона конической образующей относительно перпендикуляра к оси.

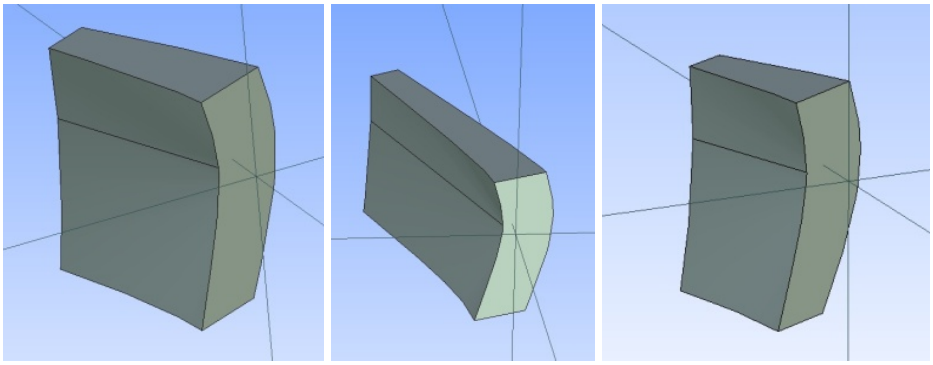


Рисунок 10. Вид в изометрии заготовок под державок для обработки канавок с различным диапазоном углов наклона канавки относительно стандартной канавки χ = 5о, 10о, 15о.

Важным условием правильности проектирования державки является то, что паз под режущую пластину необходимо сориентировать таким образом, что бы при установки пластины в паз режущая кромка находилась в осевом спроектированной заготовки под державку, посредством выдерживания размера h1, равного высоте зажимной губки. Для симметричного расположения державки относительно обрабатываемой канавки (l2), необходимо расположить V-образные выступы несимметрично относительно державки для расположения державки относительно обрабатываемой канавки рис. 13.

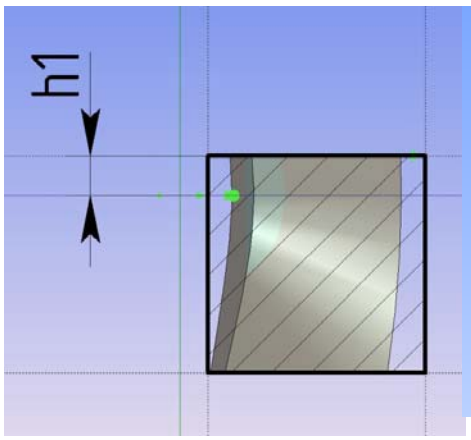


Рисунок 11. Расположение осевого сечения державки на высоте h1.

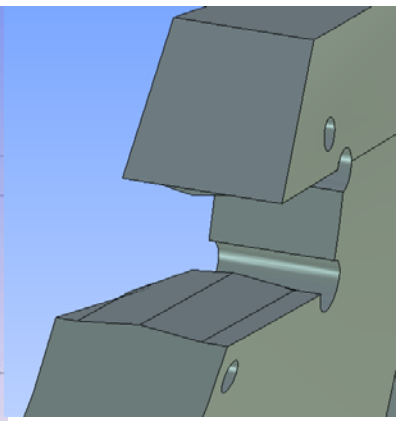


Рисунок 12. Вид правильно сориентированного паза на расстояние h1.

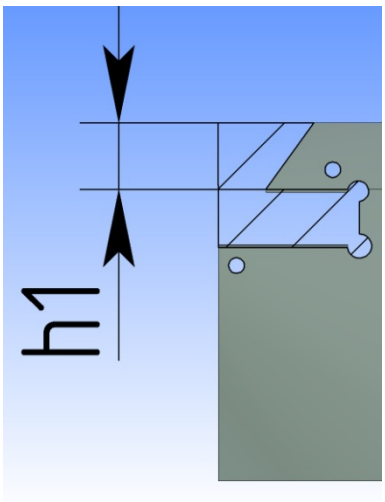


Рисунок 13. Расположение V-образных выступов несимметрично относительно державки.

Державка для обработки фасонных и наклонных канавок спроектирована с определенной начальной кривизной боковых стенок (Dn = 22 мм), вследствие этого обработка других диаметров невозможна из-за трения обработанной поверхности о тело резца. Возьмем верхний предел диапазона диаметров деталей, на которых можно выполнить нарезание канавки Dmax =200 мм, выбор основывается на том, что в данном диапазоне лежит основная группа обрабатываемых деталей. Расчет поднутрений на державке со стороны обработанного конуса. При обработке больших диаметров, относительно исходного, трение возникает в начале резания, из-за большего радиуса кривизны детали по сравнению с кризной боковой стенки державки со стороны обработанного конуса. При том пятно контакта между резцом и деталью больше при обработки канавки с минимальным углом наклона стенки канавки относительно стандартной канавки из гарантированного диапазона на максимальном диаметре относительно исходного державки Рис. 14. Для определения величины поднутрения рассмотрим вариант, при котором пятно контакта между деталью и державкой будет максимальным, то есть при обработке канавки на максимальном диаметре заготовки Dmax и с минимальным углом наклона χmin из соответствующих диапазонов. Для исключения трения в процессе обработки необходимо, что бы пятно контакта между деталью и державкой было меньше поднутрения. Данный результат может быть получен путем исключения тела вращения из рабочей части державки с установленным углом наклона относительно базовой части. В вышеупомянутом теле вращения образующая является проекцией стенки канавки с минимальным углом наклона из гарантированного диапазона χmin, расположенная от оси вращения на величину Dmax. В результате радиус кривизны поднутрения будет равен радиусу кривизны детали. Для исключения возможности контакта поверхностей во время обработки проекцию канавки требуется внедрить в тело державки на величину $\Delta = 0,1$ мм.

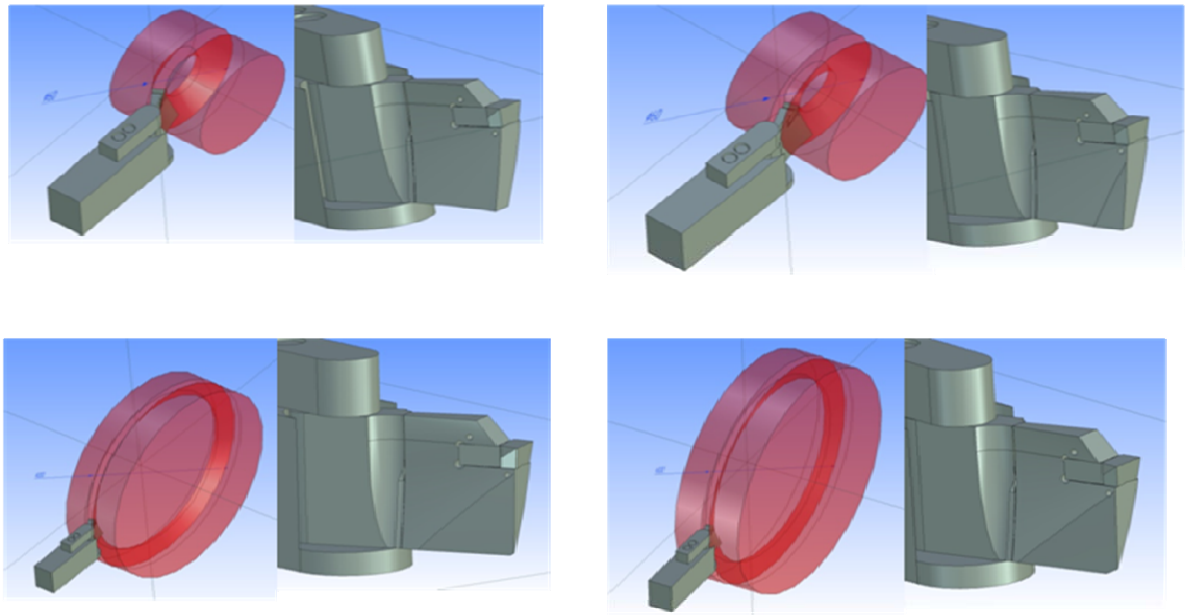


Рис. 14 Резцовая головка с начальной кривизной боковых стенок Dn на державке. Пятно контакта между деталью и державкой при обработке канавки на различных диаметрах D и с различным углом наклона относительно стандартной канавки χ (D1 = 60 мм, χmax = 30°; D1 = 60 мм, χmin = 20°; Dmax = 200 мм, χmin = 30°; Dmax = 200 мм, χmin = 20°).

Расчет поднутрений на державке со стороны противоположной обработанному конусу при отрезке.

При обработке меньших диаметров, относительно исходного, трение возникает в конечной стадии резания, из-за меньшего радиуса кривизны детали по сравнению с кризной боковой стенки державки со стороны противоположной обработанному конусу. При том пятно контакта между резцом и деталью больше при отрезке с максимальным углом наклона стенки канавки относительно стандартной канавки из гарантированного диапазона . Для определения величины поднутрения рассмотрим вариант, при котором пятно контакта между деталью и державкой будет максимальным, то есть при отрезке с максимальным углом наклона χmax из соответствующих диапазонов. Для исключения трения в процессе обработки необходимо, что бы пятно контакта между деталью и державкой было меньше поднутрения. Данный результат может быть получен путем исключения тела вращения из рабочей части державки с установленным углом наклона относительно базовой части. В вышеупомянутом теле вращения образующая является проекцией стенки канавки с минимальным углом наклона из гарантированного диапазона χmax. В результате радиус кривизны поднутрения будет равен радиусу кривизны детали. Для исключения возможности контакта поверхностей во время обработки проекцию канавки требуется внедрить в тело державки на величину Δ = 0,1 мм.

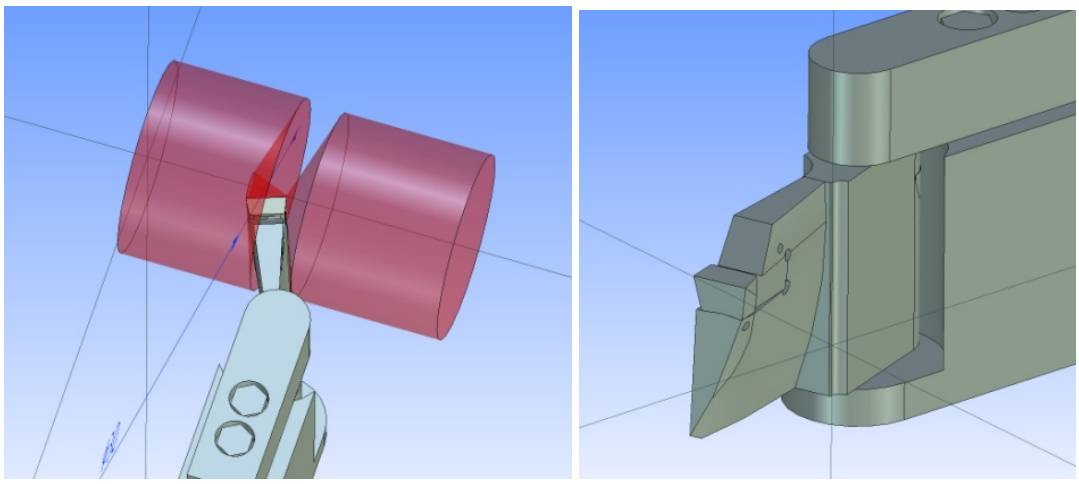


Рисунок 15. Отрезка с углом наклона канавки χmin = 20° и пятно контакта между резцом и деталью.

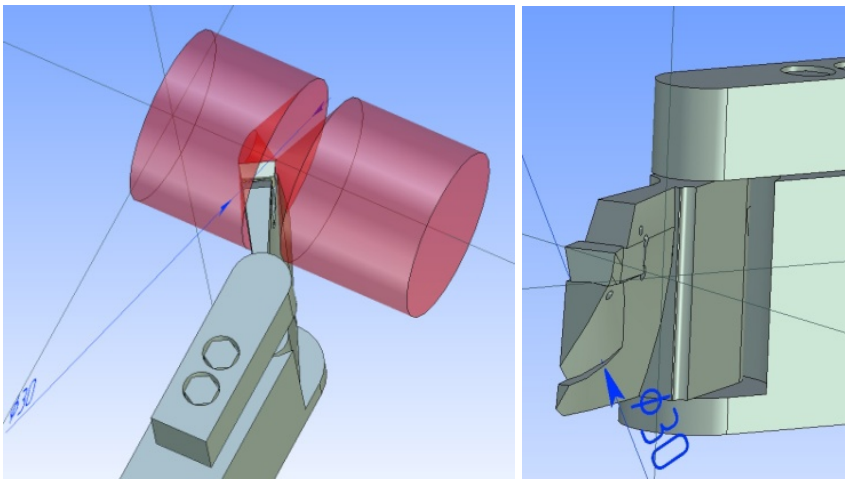


Рисунок 16. Отрезка с углом наклона канавки χmax = 30° и пятно контакта между резцом и деталью.

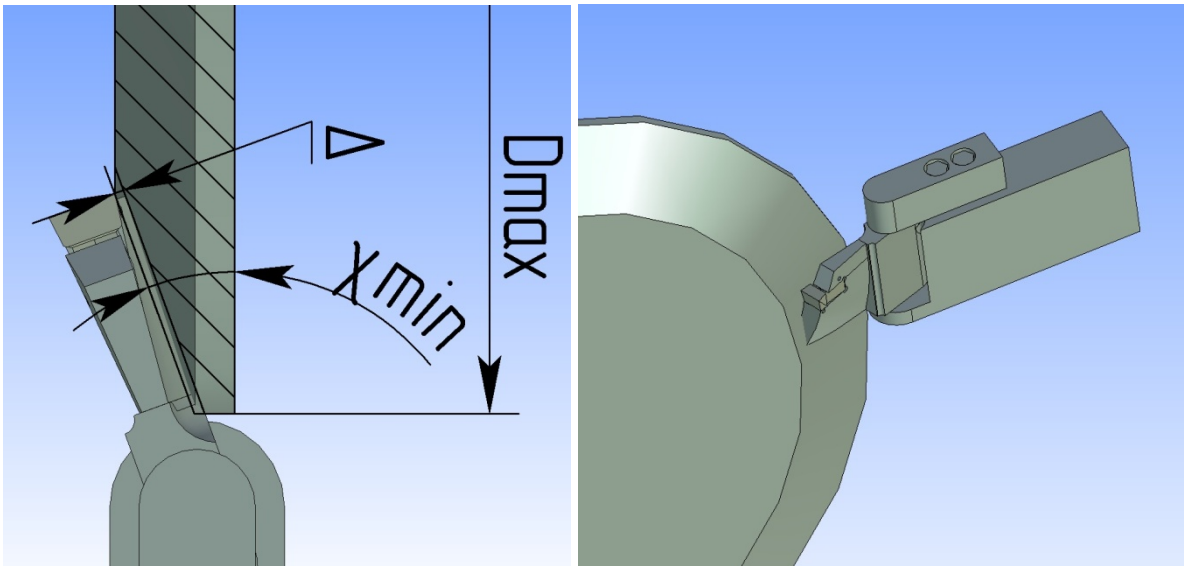


Рисунок 17. Расположение тела вращения, посредством которого формируется поднутрение, вид в осевом сечение и изометрии.

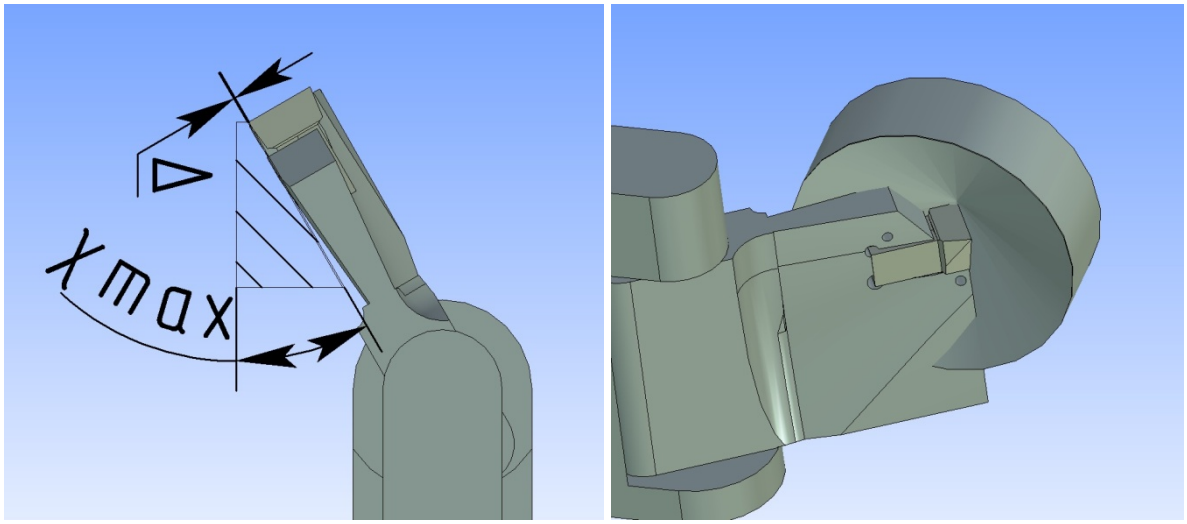


Рисунок 18. Расположение тела вращения, посредством которого формируется поднутрение, вид в осевом сечение и изометрии.

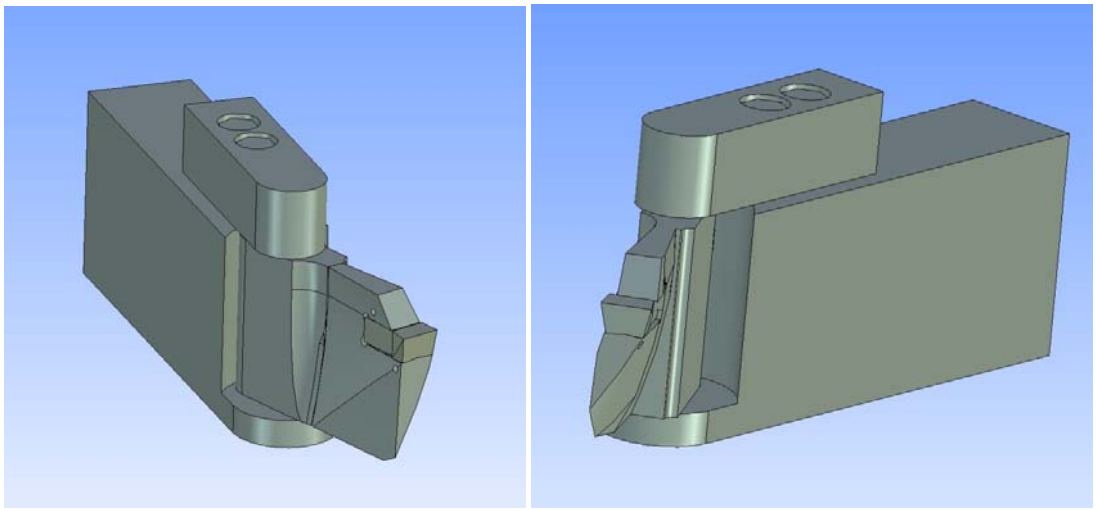


Рисунок 19. Вид резца с поднутрением в изометрии.

В результате проведенных исследований процесса трения при нарезания канавок с конической образующей и проведения мер по устранению пятна контакта инструмента с деталью в любой момент в процессе обработке, резцовая головка имеет возможность обрабатывать:

- глубокие канавки с конической образующей.
- фасонные канавки и канавки с конической образующей на заготовках различных диаметров до 200 мм.
- группу канавок с конической образующей, имеющей угол наклона относительно перпендикуляра к оси детали 20°-50°, использую для этого 3 различных конфигурации державки.
- производить фасонную отрезку и отрезку под различными углами относительно перпендикуляра к оси детали 20°-50°, использую для этого 3 различных конфигурации державки.

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ РОТАЦИОННОЙ СБОРКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

Добриньков А. В.
Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ), машиностроительный факультет
Научный руководитель: д.т.н., проф. Кристаль М. Г.

Для повышения надежности сборки цилиндрических соединений, в частности сборки радиальных роликовых подшипников [2] предложен ротационный метод сборки [3]. Разработанное на его основе устройство может найти широкое применение в автоматизированной сборке подшипников различного типа, а также цилиндрических соединений с зазором.

Поскольку сопрягаемые цилиндрические поверхности разнообразны по номинальным размерам, величинам зазоров и точности сопряжения, целесообразна разработка компьютерной модели ротационной сборки.

Для создания компьютерной модели использован программный комплекс SolidWorks Premium 2011, предназначенный для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства изделий любой степени сложности и назначения.

Для исследования ротационной сборки в SolidWorks был спроектирован процесс сборки узла, состоящего из двух деталей (рис. 1).

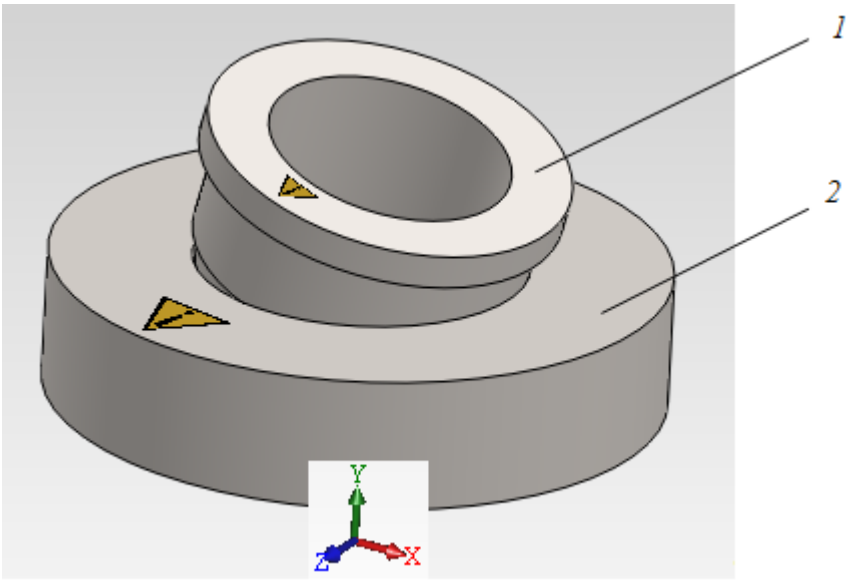


Рис. 1. Сборка цилиндрического соединения в пакете SolidWorks

Здесь внутреннее кольцо *1* свободно в пространстве и лежит на детали *2* под некоторым углом перекоса осей сопрягаемых деталей. Деталь *2* имеет только одну степень подвижности – вращение вокруг своей оси. Угол между осями деталей варьировался в пределах 7°…25°.

Сечение детали *1* показано на рис. 2.

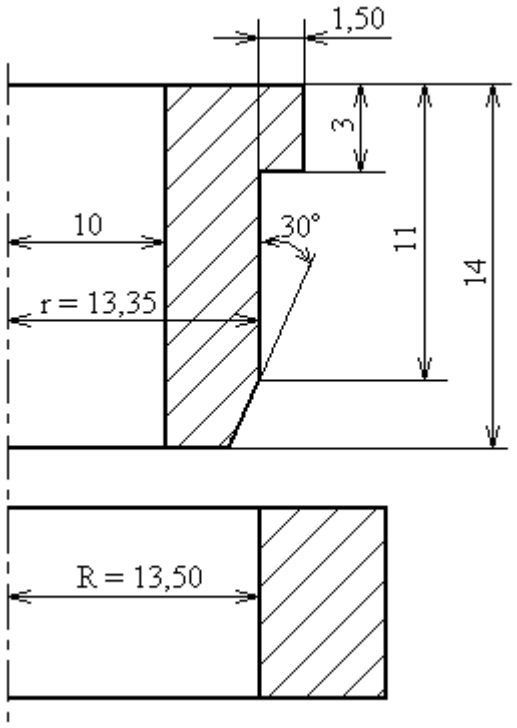


Рис. 2. Сечение сопрягаемых деталей *1* и *2*

Между внешним диаметром детали *1* и внутренним диаметром детали *2* имеется варьируемый в ходе исследования зазор $s = R - r$, который изменялся в ходе компьютерного моделирования за счет изменения размера *r*=13,35 (рис. 2).

Перед расчетом процесса сборки задают вес детали *1*, вектор которого направлен вдоль оси *OY* с ускорением свободного падения $g = 9806.65 \frac{мм}{с^2}$, а также условия контакта между сопрягаемыми деталями. При этом были приняты следующие значения коэффициентов трения между деталями (сталь по стали): трения скольжения $\mu_k = 0{,}18$, трения покоя $\mu_s = 0{,}8$ [1].

Для задания вращения деталей *1* и *2*, была экспериментально получена кривая разгона вращения устройства сборки. Для наблюдения за процессом вращения деталей была разработана система управления на базе микроконтроллера ATmega 16. При вращении сепараторного диска с прорезью, прикрепленного к вращающемуся сборочному столику, установленный на основании фотодатчик меняет свой сигнал и посылает его на вход микроконтроллера с частотой, соответствующей частоте вращения сборочного столика. На LCD дисплее отображается количество прохождений прорези через фотодатчик, которое обновляется каждую секунду. Процесс разгона был снят на видеокамеру *Canon Power Shot A*570 *IS*, после чего данные были обработаны в программе Mathcad 14. На рис. 3 представлен график кривой разгона.

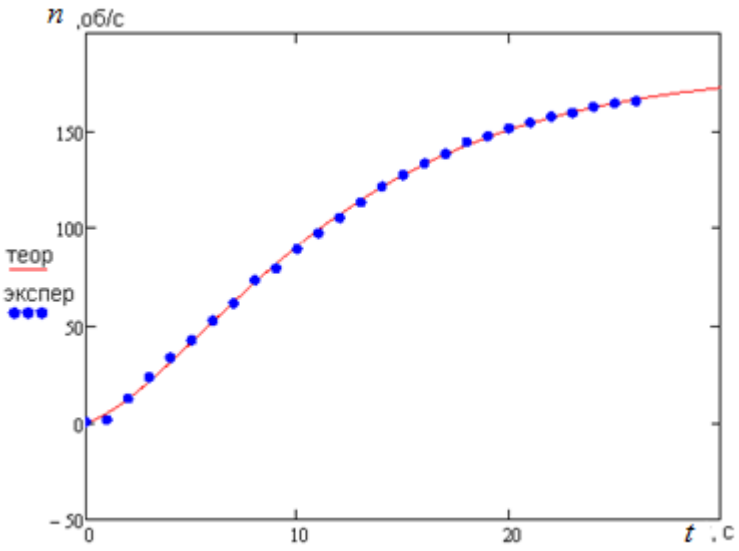


Рис. 3. Кривая разгона ротора установки

Теоретическое уравнение кривой разгона, полученное при использовании обобщенной регрессии в программе Mathcad 14, и заданное в модели SolidWorks для вращения деталей *1* и *2* имеет вид:

$$n = 182 - 440e^{\frac{t}{8}} + 258e^{\frac{t}{8}}, \frac{об}{с}$$

После того, как входные данные заданы, проведен расчет процесса сборки, с предварительно подключенным модулем SolidWorks Motion.

В результате расчетов получен визуальный процесс сборки и построены эпюры перемещения, частоты вращения.

На рис. 4 представлен момент окончания процесса сборки деталей.

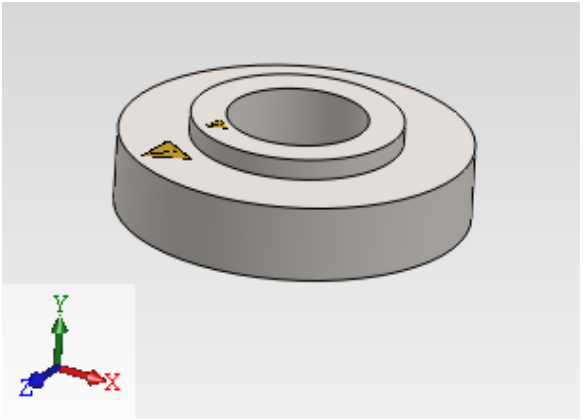


Рис. 4. Окончание процесса сборки

Из расположения рисок на деталях (рисунок 4) видно, что относительного смещения деталей в плоскости вращения не наблюдается.

Для регистрации времени процесса сборки в нашем случае была использована зависимость перемещения центра тяжести детали *1* от времени, которая показана на рис. 5. Зависимость справедлива для начальных условий: $s - 35$ мкм, $\alpha - 15°, \mu_k - 0.18$.

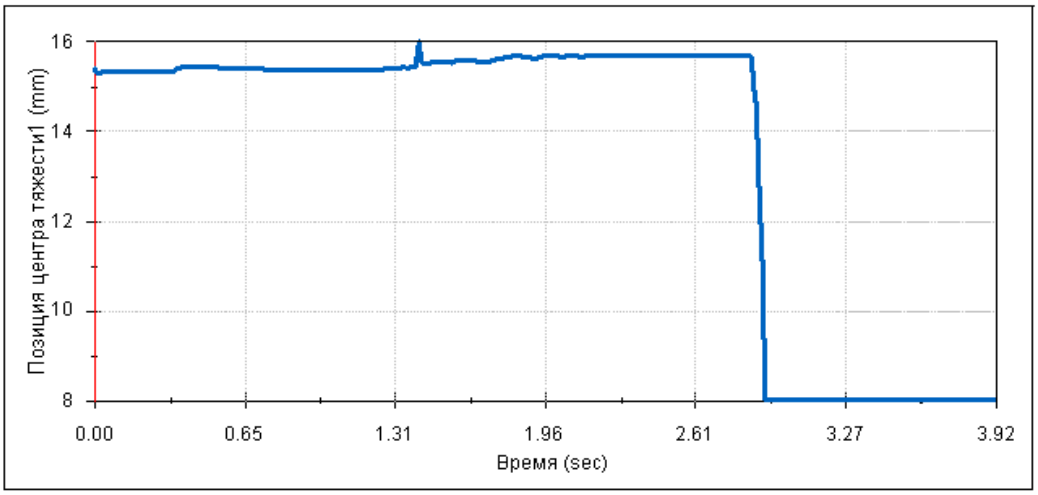


Рис. 5. Перемещение центра тяжести детали *1*

Для более точного определения времени сборки полученная зависимость (рис. 5) конвертирован в таблицу значений *CSV*, которую можно открыть с помощью программы EXCEL. В таблице 1 приведен фрагмент полученной зависимости.

Таблица 1. Перемещение центра тяжести детали *1*

2,84532127399152	15,7016776745594
2,8566569845487	15,6484794562341
2,87001499536759	15,0315603571928
2,88	14,4595711738585
2,89097594956603	13,0899435016533
2,90233469872001	10,5801107160482
2,91239809241417	7,76948502667041
2,92	7,7588311053871
2,92574079963868	7,75738478551187
2,96	7,75761560143008

По полученным значениям определено время сборки с точностью до 0,02 с и в данном случае время сборки составило $t = 2.92\ \text{с}$.

Изменяя зазор s между сопрягаемыми поверхностями при прочих равных входных параметрах (угол наклона, коэффициенты трения, уравнение вращения) получены результаты, приведенные в таблице 2.

Таблица 2. Компьютерное моделирование процесса ротационной сборки

Зазор s, мкм	Время сборки t, с	Число оборотов в момент сборки $n, \frac{\text{об}}{\text{с}}$
25	4,41	35,3
30	3,32	24,3
35	2,92	20,4

Из таблицы видно, что при увеличении зазора s теоретическое время сборки уменьшается.

Еще одним варьируемым параметром является начальный угол. перекоса между осями со-

прягаемых деталей. Существует некоторое критическое значение угла наклона, при превышении которого собираемость деталей не гарантирована. Это значение угла наклона рассчитывается по формуле:

$$\alpha_{кр} = \operatorname{arctg}\left[\varepsilon \cdot \sqrt{\frac{3\varepsilon^{-1} - \varepsilon - 2}{\varepsilon^{-1} - 3\varepsilon + 2}}\right],$$

где $\varepsilon = \frac{\rho_x}{\rho_y}$ – отношение радиусов инерции относительно главных осей эллипсоида инерции детали *1*.

В рассматриваемом случае для детали *1* . Моделированием установлено (табл. 3), что величина начального угла перекоса осей сопрягаемых поверхностей практически не влияет на время сборки, что было подтверждено результатами экспериментального исследования.

Таблица 3. Результаты моделирования при различных углах α наклона осей сопрягаемых поверхностей

[, °	t, c	$n_r \frac{об}{с}$	Расчетные данные
7	3,28	23,9	
9	3,08	21,9	
11	3,27	23,8	
13	3,54	26,4	$\bar{t} = 3{,}29$ с #
15	3,32	24,3	
17	3,19	23,0	
19	3,25	23,6	#
21	3,14	22,5	
23	3,41	25,1	
25	3,39	25,0	# [t = 0,46 с

			[= 0,129 c # #

Для проверки адекватности и возможности применения на практике разработанной компьютерной модели изготовлены экспериментальная установка для ротационной сборки и детали, математические модели которых были использованы при компьютерном моделировании (рис. 1). Причем деталь *1* изготовлена в трех экземплярах с разными диаметрами сопрягаемой поверхности – 26,975 мм, 26,970 мм и 26,965 мм, что соответствовало зазорам соединения в 25, 30 и 35 мкм. При этом сопрягаемые поверхности были выполнены с шероховатостью R_a 0,32.

На рис. 6 представлено относительное предварительное перед сборкой расположение сопрягаемых деталей.

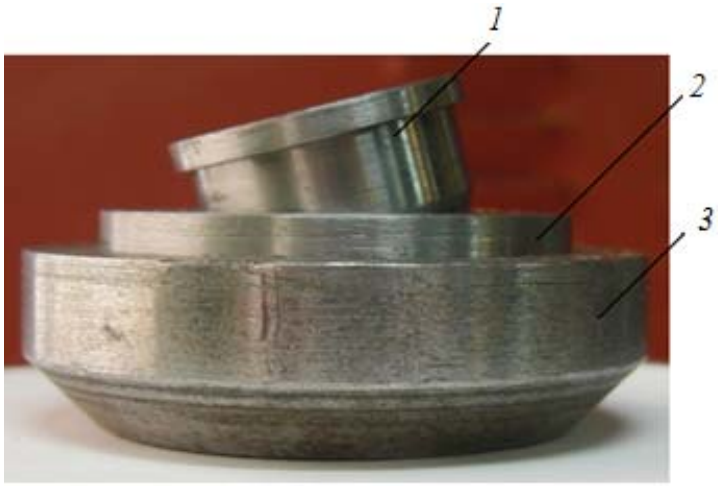


Рис. 6. Расположение деталей перед сборкой:
деталь *1*, деталь *2*, сборочный стол *3*

Для каждой из трех деталей было проведено по 50 опытов, при этом собираемость узла - стопроцентная.

Все опыты фиксировались на видеокамеру, а затем с помощью программы *Sony Vegas Pro* 10.0 для обработки видео определялось время сборки деталей с точностью до 0,1 с. Полученные результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4. Результаты экспериментов

	s = 25 мкм	s = 30 мкм	s = 35 мкм

- минимальное время сборки , с - максимальное время сборки , с - разброс значений времени , с - среднее время сборки $\bar{t}_{эксп}$, с - среднеквадратическое отклонение - дисперсия (	3,9 7 3,1 5,26 0,9047 0,8185	2,8 5,3 2,5 3,94 0,7233 0,5231	2,4 4,5 2,1 3,40 0,5461 0,2982
- теоретическое время сборки , с - разница между теоретическим и экспери-ментальным временем , %	4,41 19,18	3,32 18,55	2,92 16,37

Как можно заметить, результаты экспериментов отличаются от данных, полученных при помощи компьютерной модели на величину . Это обусловлено наличием погрешности измерений, а также параметрами реальной системы, такими как погрешности формы собираемых деталей, шероховатость и коэффициенты трения сопрягаемых поверхностей, вибрации.

Все процессы моделирования сборки проводились с табличным значением коэффициента трения . На самом деле это значение для стальных поверхностей может варьироваться и достигать значения 0,3..0,35. Поэтому дополнительно проведено компьютерное моделирование с увеличенными значениями коэффициента трения. Данные моделирования приведены в таблице 5.

Таблица 5. Результаты дополнительных экспериментов

	s = 25 мкм	s = 30 мкм	s = 35 мкм
- среднее время сборки $\bar{t}_{эксп}$, с - теоретическое время сборки , с - коэффициент трения - разница между теоретическим и экспери-ментальным временем , %	5,26 4,81 0,25 9,27	3,94 3,78 0,24 4,13	3,40 3,39 0,27 0,24

Таким образом, расхождение практических результатов от компьютерной модели сведено к минимуму и не превышает 10 %, а для зазора s = 0,35 мкм практически отсутствует. Можно сделать вывод о том, что реальные значения коэффициентов трения для данных деталей находятся в диапазоне 0.24..0.27.

Таким образом, разработанная компьютерная модель адекватна фактическому процессу сборки и может применяться для практического использования на стадии проектирования устройств ротационной сборки цилиндрических деталей.

Библиографический список

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т. 1. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 728 с., ил.
2. Пат. РФ № 2239735. Устройство для сборки роликовых подшипников/ М.Г. Кристаль, Е.В. Стегачев, А.В. Широкий//Б.И. – 2004. – №31.
3. Пат. РФ № 2423217. Способ сборки деталей типа вал-втулка/ М.Г. Кристаль, С.С. Серов, Т.В. Безрукова//Б.И. – 2011. – №19.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗВУКОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ПРАВКЕ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ

Захарова А. Н.
Ульяновский государственный технический университет (УлГТУ),
машиностроительный факультет
Научный руководитель: к.т.н., доцент Евсигнеев А. Д.

В связи с ростом требований к качеству изготавливаемой продукции, необходимости повышения производительности и точности обработки по отклонениям от параллельности и плоскостности деталей было создано двустороннее торцовое шлифование [1].

В результате затупления абразивных зерен и засаливания шлифовального круга (ШК) абразивный круг теряет свои режущие свойства процессе шлифования. При этом образовываются микротрещины и прижоги, снижается качество шлифуемых поверхностей и производительность шлифования из-за искажения геометрической формы ШК. Это наиболее актуально при двустороннем торцовом шлифовании (ДТШ) тонкостенных заготовок, так как отличительной чертой такой обработки является неравномерное и интенсивное теплообразование по зоне контакта и повышенная силовая напряженность. Существуют различные способы правки, которые позволяют поддерживать инструмент в работоспособном состоянии.

В современном машиностроении заметно повысился интерес к процессу правки ШК, потому что значительно возросла стоимость абразивного и правящего инструмента. Очень важно уменьшать расход как ШК, так и правящего инструмента, в связи с тем, что затраты на правку достигают 70%. Технологии, методы и средства контроля процесса правки, существующее в настоящее время, не в полной мере отвечают требованиям автоматизированного производства по надежности и оперативности. На наш взгляд, наиболее эффективным управлением в этой области является использование средств контроля и управления процессом правки по интенсивности звукового излучения [2 – 5].

Целью данной работы было изучение влияния режима правки на качество ДТШ тонкостенных заготовок, а также исследование возможности повышения эффективности правки ШК путем текущего контроля при управлении процессом правки по интенсивности звукового излучения.

Изучали влияние режима правки и формы рабочей поверхности абразивного инструмента на амплитуду звукового сигнала Аз, возникающего в исследуемом процессе. Амплитудное значение эффективного напряжения исследуемого звукового сигнала Аз, частоту звуковых колебаний f регистрировали в виде осциллограмм с помощью первичного преобразователя (микрофона) и ЭВМ. Обрабатывали полученные звуковые сигналы с помощью специализированных программ, обеспечивающих запись осциллограмм и их цифровую обработку для построения графических зависимостей полученных параметров звуковых сигналов от режима правки. Качество обработанных заготовок оценивали по параметру шероховатости Ra, которая измерялась с помощью профилометра 170622.

Исследования проводили в лаборатории машиностроительного факультета УлГТУ на плоскошлифовальном станке 3Е711В, который был модернизирован специально для ДТШ, при правке ШК методом обтачивания. В качестве правящего инструмента использовался алмаз в оправе АД-3 (рис. 1). Режимами правки варьировали в следующих пределах: поперечная подача правящего инструмента St – от 0,015 до 0,03 мм/дв.х., глубина снимаемого слоя абразива hΣ – от 0,06 до 0,12 мм, продольная подача правящего инструмента Sпрод – от 0,2 до 1,0 мм/мин (см. табл.1).

Таблица 1

Режимы правки

№ режима	Поперечная подача правящего инструмента S_t мм/дв.х.	Глубина снимаемого слоя абразива h_Σ, мм	Продольная подача правящего инструмента $S_{прод}$ мм/мин
1	2	3	4
1	0,015	0,06	0,2
1	2	3	4
2	0,015	0,12	0,2
3	0,03	0,06	0,2
4	0,03	0,12	0,2
5	0,03	0,06	0,06
6	0,015	0,12	0,06
7	0,03	0,06	0,06
8	0,03	0,12	0,06

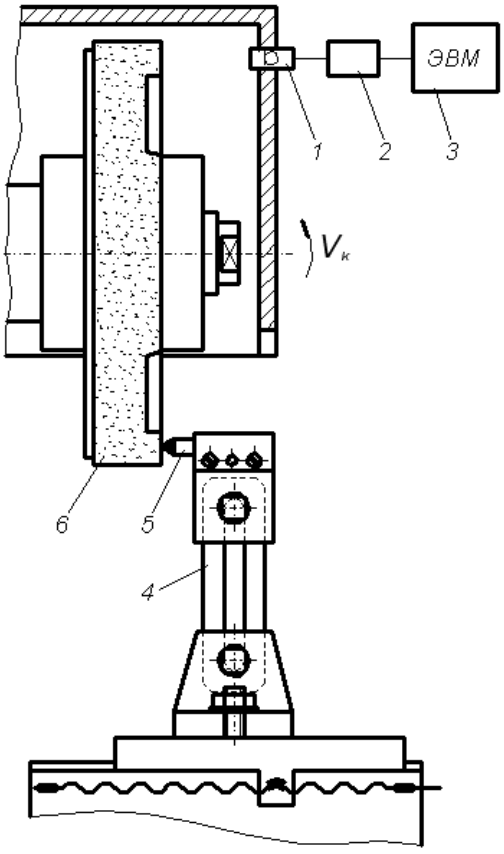


Рис.1. Установка: 1 – микрофон; 2 – преобразователь; 3- ЭВМ; 4 – хомут; 5 – правящий инструмент; 6 – ШК.

Для проведения исследований использовали стандартные ШК (СШК) 1 – 250 × 40 × 76 характеристик 25А 25 Н СМ1 6 Б, прерывистые ШК с полузакрытыми пазами (ПШКП) прерывистые ШК (ПШК) со специально сформированной в процессе правки кольцевой канавкой (ПШКК) , а также композиционные ШК (КШК). У ПШК и КШК отношение суммарной площади нережущей части рабочей поверхности круга к площади ее режущей части составляло 0,3. Шлифовали диски размерами 100 × 3 × 38 мм из стали 50ХГФА, *HB* 170…180: окружная скорость заготовки $V_з$ = 140 м/мин, рабочая (окружная) скорость ШК $V_к$ = 35 м/с, снимаемый припуск z = 0,16 мм, скорость врезной подачи V_s = 0,6 мм/мин. На шлифование одной заготовки затрачивали 16 с.

В качестве смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) использовали 3 %-ную Аквол-6, которую подавали в зону шлифования поливом с расходом 10 дм3/мин. СОЖ очищали от шлама в ходе экспериментов с помощью магнитного сепаратора и бака-отстойника.

Выявляли влияние режимов правки ШК на амплитуду звукового сигнала и шероховатость при проведении исследований полнофакторным планом. Для того, что бы выявить величины звукового сигнала, характеризующего окончание процесса правки, перед началом исследований правили «чистый» ШК.

В ходе исследований было выяснено, что изменение технологических параметров процесса правки ШК (поперечной подачи правящего инструмента St, глубины снимаемого слоя абразива hΣ, продольной подачи правящего инструмента Sпрод) приводит к изменению шероховатости и амплитуды звукового сигнала. Максимальное влияние на амплитуду звукового излучения Аз и на высотные параметры шероховатости (в частности Ra) оказывает продольная подача правящего инструмента Sпрод.

Амплитуда звукового давления увеличивается в среднем на 55 %, а шероховатость – на 27% при увеличении продольной подачи с 0,2 до 1,0 м/мин. При этом изменяется режущая способность ШК, что оказывает непосредственное влияние на производительность обработки и качество шлифованных поверхностей заготовок. Так, увеличение величины Sпрод с 0,2 до 1,0 м/мин приводит к уменьшению времени правки в 5 раз, однако ухудшает шероховатость шлифованных поверхностей заготовок.

Установлено, что увеличение поперечной подачи St правящего инструмента с 0,015 до 0,03 мм/дв.ход приводит к увеличению амплитуды А3 звуковых колебаний в среднем на 22 %, а шероховатость – на 23%. Полученные результаты объясняются увеличением числа одновременно контактирующих абразивных зерен с правящим инструментом и, как следствие, к увеличению силы правки и адекватному увеличению амплитуды Аз.

Амплитуда звукового сигнала Аз возрастает в среднем на 13 %, а шероховатость – 10% при увеличении глубины снимаемого при правке ШК слоя абразива $h_Σ$ с 0,06 до 0,12 мм. При этом было выявлено, что наиболее интенсивный рост амплитуды наблюдается у СШК по сравнению с ПШК и КШК. Это связанно большим числом абразивных зерен, взаимодействующих с правящим инструментом в процессе правки ШК.

Из проведенных исследований можно сделать вывод, что по изменению амплитуды звукового сигнала при правке ШК можно контролировать его текущую режущую способность. Так же можно прерывать процесс правки при достижении критической величины уровня звукового сигнала, соответствующей «чистому» кругу. Всё это приближает нас к созданию систем адаптивного управления процессом правки ШК. Было выяснено что режимы правки оказывают ключевое влияние на шероховатость полученных в результате

процесса шлифования поверхностей, а так же путем изменения режимов правки можно достигнуть желаемого качества шлифуемых заготовок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сухарев В.М., Денисов А.С. Двустороннее шлифование. Киев: Техника, 1977. 80 с.
2. Евстигнеев А.Д. Технологическая эффективность прерывистых и композиционных шлифовальных кругов при двустороннем торцовом шлифовании тонкостенных заготовок. СТИН, 2012. № 9. С. 29 – 34.
3. Евстигнеев А.Д. Оценка стойкости шлифовальных кругов при двустороннем торцовом шлифовании тонкостенных заготовок по звуковому излучению. СТИН, 2012. № 10. С. 30 – 33.
4. Худобин Л.В., Гурьянихин В.Ф., Юганов В.С. Использование низкочастотного акустического сигнала для текущего контроля процесса шлифования. СТИН, 2000, №8. С. 25 – 29.
5. Худобин Л.В., Гурьянихин В.Ф., Юганов В.С. Диагностика и управление процессом шлифования по амплитуде звукового давления. Вестник машиностроения, 2000. №11. С. 36 – 40.

ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ПРЕДНАТЯГА ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ В РЕДУКТОРАХ ВЕДУЩИХ МОСТОВ АВТОМОБИЛЕЙ

Демьяненко К.А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Технологический институт, факультет «Механико-технологический»
Научный руководитель: проф., к.т.н. Булавин И.А.

Любое устройство считается предварительно нагруженным, если отдельные звенья или узлы постоянно нагружены внутренними силами независимо от действия внешних эксплуатационных нагрузок. Среди дефектов и причин повреждения подшипников качения основное место занимают завышенные нагрузки и контактные напряжения, вызывающие контактную усталость тел и поверхностей качения. Влияние преднатяга подшипников на долговечность рассматривается в работах Харриса, Пальмгрена (Швеция), в материалах подшипниковых фирм SKF, Timken, в работах Воронина А.В., Шандрова Б.В. В каталоге фирмы SKF приводятся данные о значительном снижении долговечности подшипников только при значениях силы преднатяга превышающих величину внешней осевой нагрузки на 40%. В работе Харриса показано влияние преднатяга на долговечность подшипников (рисунок 1). Преднатяг, увеличивая зону распределения нагрузки между телами качения, снижает нагрузку на наиболее нагруженное тело качения и повышает усталостную долговечность. Зона нагружения определяет коэффициент срока службыλ, который введен в формулу расчётной долговечности. В работах Пальмгрена (Швеция) при анализе влияния преднатяга на долговечность подшипников указывается, что увеличение нагрузки на подшипник в 2 раза приводит к снижению долговечности в 10 раз.

Преднатяг является основным способом повышения жесткости подшипниковых узлов и заключается в создании предварительного нагружения равномерно распределенными между телами качения силами, создаваемого в процессе сборки узла.
Поэтому точность создания преднатяга подшипников является важнейшим показателем качества сборки редукторов ведущих мостов автомобилей.

Основными параметрами при создании преднатяга(рисунок 2)являются сила F_0, осевое упругое смещение колец в подшипниках δ_0 и момент трения $M_{тр}$.

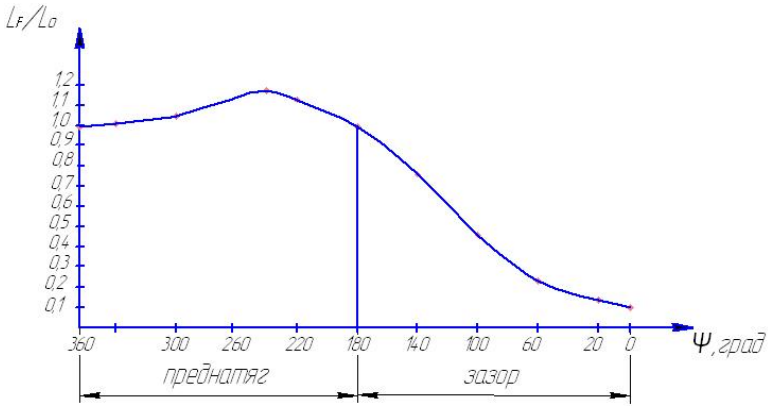


Рисунок 1 – Взаимосвязь зоны нагружения тел качения в подшипниках и их долговечности (ψ – зона нагружения тел качения, L_F – долговечность с преднатягом, Lo – долговечность по каталогу).

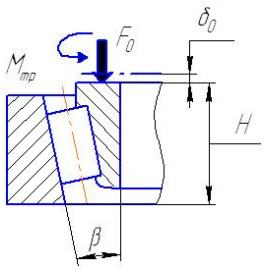


Рисунок 2 – Параметры преднатяга подшипников (β – угол наклона поверхности качения наружного кольца, Fo – сила преднатяга, δo – линейная величина преднатяга, Мтр – момент трения в подшипнике, Н – монтажная высота подшипника с преднатягом).

Исследования, проведенные на кафедре «Технология машиностроения» для широкого спектра конических роликоподшипников, позволили установить взаимосвязь трех физических величин, характеризующих преднатяг подшипников в дуплексах. Исследования проводились для подшипников с углами наклона поверхности качения наружного кольца в диапазоне β=12…14˚ и 20…30˚.

Момент трения $M_{тр}$ в технических условиях на сборку редукторов для регулирования преднатяга подшипников задается в диапазоне 2…4 Н·м. Зависимость этого параметра от осевой силы F_0 преднатяга, сжимающей дуплекс подшипников, как видно из графика (рисунок 3), является линейной и зависит от угла конуса подшипника β.

Другой физический параметр преднатяга – осевое сжатие дуплекса подшипников (δ_0^{Σ}) имеет не линейную характеристику, которая также зависит от угла конуса β. показывает, что линейная величина преднатяга в дуплексе регулируемых подшипников находится в диапазоне 0,055…0,075 мм, при этом осевая сила преднатяга для среднего момента трения 3 Н·м составляет 3…5 кН.

При рассмотрении вопросов технологического обеспечения предварительного натяга в подшипниковых узлах ведущих шестерен главных передач автомобилей необходимо выполнить анализ размерной цепи подшипникового узла с преднатягом.

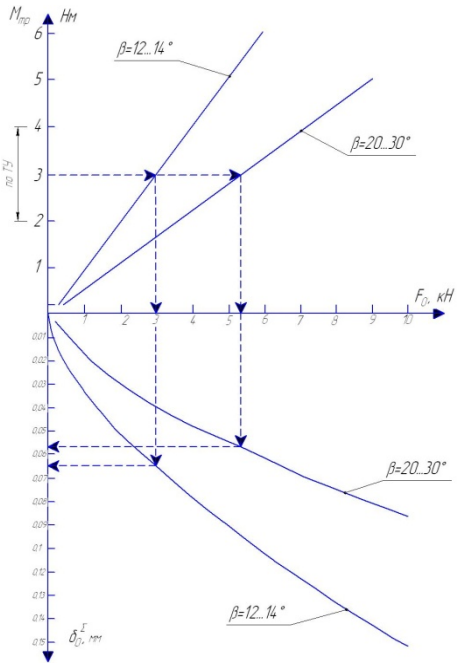


Рисунок 3 – Взаимосвязь параметров преднатяга для дуплексов конических роликоподшипников ($M_{тр}$ – момент трения, F_0 – осевая сила сжатия дуплексов, δ_0^{Σ} – суммарная осевая деформация в дуплексе подшипников, β – угол наклона поверхности качения наружного кольца).

На рисунке 4 показан узел ведущей шестерни и размерная цепь на преднатяг подшипников после силового замыкания. На этом рисунке замыкающее звено δ_0^{Σ} – линейная величина преднатяга, равна сумме деформаций в каждом подшипнике:

$$\delta_0^{\Sigma}=\Delta A_1+\Delta A_3$$

Для создания этой величины при регулировке с помощью компенсатора в процессе сборки необходимо обеспечить технологический зазор S до силового замыкания, который определяется в результате решения уравнения размерной цепи:

$$S = \delta_0^{\Sigma} = \left(A_1 + A_2 + A_3\right) - \left(A_4 + A_5 + A_{6к} + A_7\right)$$

Где:

A_1, A_3 – монтажная высота подшипников;

A_2 – размер в корпусе;

A_4, A_7 – размер внутренних колец;

A_5 – размер дистанционной втулки;

$A_{6к}$– размер компенсатора.

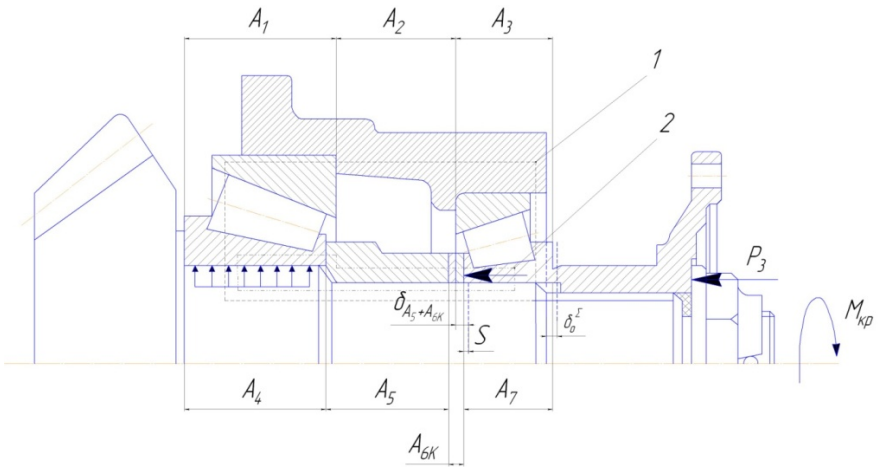


Рисунок 4 – Размерная цепь подшипникового узла с преднатягом: 1 – наружный контур, 2 – внутренний контур, (A1, A3 – монтажная высота подшипников, A2 – размер в корпусе, A4,A7 –размер внутренних колец, A5 – размер дистанционной втулки, A6к – размер компенсатора, S =δ_0^{Σ}=(A_1+A_2+A_3)-(A_4+A_5+$A_{6к}$+A_7)– исходный зазор до создания преднатяга, - деформация во внутреннем контуре, Мкр – момент затяжки гайки, Рз – сила создаваемая гайкой, δ_0^{Σ} =ΔA_1+ΔA_3 - суммарная деформация в узле).

Как уже отмечалось выше, регулирование преднатяга подшипников регламентируется в технических условиях на сборку редуктора по моменту вращения (проворота) вала после окончательной затяжки гайки хвостовика. Этот косвенный параметр, зависящий от целого

ряда факторов, в том числе геометрии и состояния поверхностей качения подшипников, от скорости вращения при контроле момента трения, смазки и ряда других факторов является единственно доступным в производстве при контроле качества сборки.

Главным параметром является сила преднатяга F_0. При исследовании влияния силовых и деформационных факторов, в каждом подшипниковом узле, определялись действительная характеристика момента трения от осевой силы.

При сборке главных передач одними из наиболее трудоемких и ответственных операций, определяющих качество и эксплуатационную надежность редукторов ведущих мостов, являются операции регулировки преднатяга подшипников ведущей шестерни и дифференциала, а так же операция регулировки параметров зацепления главной передачи (пятно контакта (п.к.), боковой зазор Δбз между зубьями и осевое положение шестерен).

Как показывает многолетний опыт работы в этом направлении с заводами отрасли, эти операции в большинстве технологических процессов сборки слабо механизированы и имеют технологическое оснащение, не обеспечивающее точность выходных параметров. Требуемое качество сборки редукторов и производительность процесса достигается, главным образом за счет высокой квалификации и опыта рабочих на данной операции методом проб и ошибок. Эти операции сопровождаются постоянными переборками редукторов, достигающими 10…30% от программы.

Главным предназначением преднатяга подшипников является обеспечение осевой и радиальной жесткости подшипниковых узлов, ведущей шестерни и ведомого колеса, от которой и зависит стабильность параметров зацепления конической передачи.

Однако, параметром, принятым в производстве для контроля точности регулировки преднатяга, выбран косвенный параметр – момент трения, как наиболее доступный в технологических процессах сборки, легко механизируемый и автоматизируемый на сборочных конвейерах. Этот параметр в различных отечественных и зарубежных автомобилях задается в пределах 1…4,5 Н·м. При этом необходимо отметить, что какая либо взаимосвязь с конструкцией самих подшипников или конструкцией редуктора не устанавливается. Конкретные пределы в различных конструкциях – 1,5…3,5 Н·м, 2,5…4,0 Н·м,0,8…1,6 Н·м, 3,0…4,0 Н·м назначаются по аналогам или на основании некоторых опытных данных.

Для достижения качественной и точной регулировки преднатяга подшипников в технологических процессах сборки редукторов необходимо выполнить три условия:

1.Определить точную характеристику момента трения в дуплексах регулируемых подшипников данной конструкции с учетом перечисленных факторов (в особенности наличие смазки).

2.Применить надежный метод измерения этого параметра и соответствующую технологическую оснастку для контроля.

3.Выполнять контроль этого параметра по ходу технологического процесса сборки подшипниковых узлов с преднатягом, после определенных операций сборки.

Сборка узла ведущей шестерни редуктора (рисунок 5) начинается с запрессовки наружных колец подшипников в корпус. Для выполнения этой операции разработана технологическая оснастка, обеспечивающая точное центрирование одновременно двух колец и корпуса, в процессе запрессовки. Сила запрессовки этих колец должна быть в пределах 2,0…2,3 кН. Далее осуществляется операция регулировки преднатяга, которая состоит из этапов:

1.Определение (измерение) требуемой толщины пакета регулировочных колец компенсатора с распорной втулкой.

2.Подбор этого пакета по толщине из комплекта регулировочных шайб, заданного типа-размера и проверка правильности подбора в подсобранном узле с имитацией силы от гайки хвостовика с контролем момента проворота корпуса Мпр.

3.Затяжка гайки хвостовика ведущей шестерни с заданным моментом.

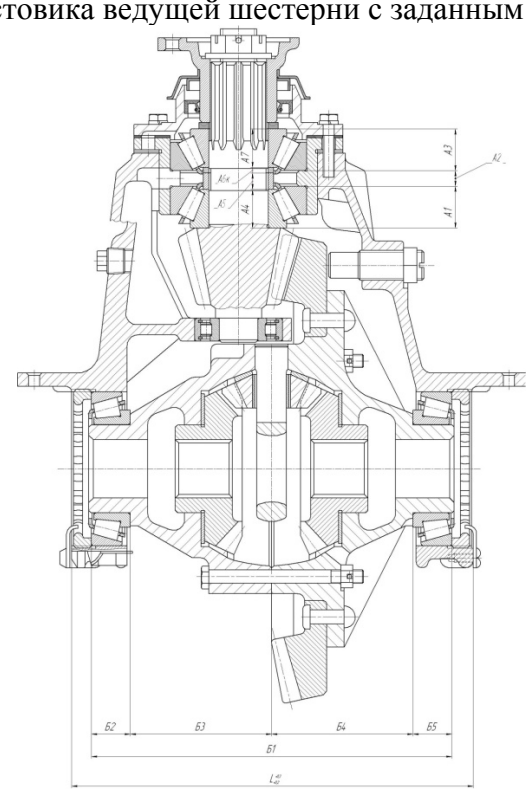


Рисунок 5 – Редуктор ведущего моста автомобиля и размерные цепи на преднатяг подшипников ведущей шестерни и ведомого колеса (А1,А3– монтажная высота подшипников, А2 – размер в корпусе, А4,А7 –размер внутренних колец, А5 – размер дистанционной втулки, А6к – размер компенсатора, Б2,Б5 – монтажный размер подшипников, Б3,Б4 – размеры чашек дифференциала, Б1 – замыкающее звено, L – технологический монтажный размер).

Для выполнения первого этапа, разработаны и изготовлены опытно-промышленные образцы стендов, позволяющие определять требуемый размер компенсатора Бк, с учетом силовых, деформационных и динамических факторов в подшипниках, при постоянном контроле момента трения, за один (рисунок 6) или два установа регулируемого узла.

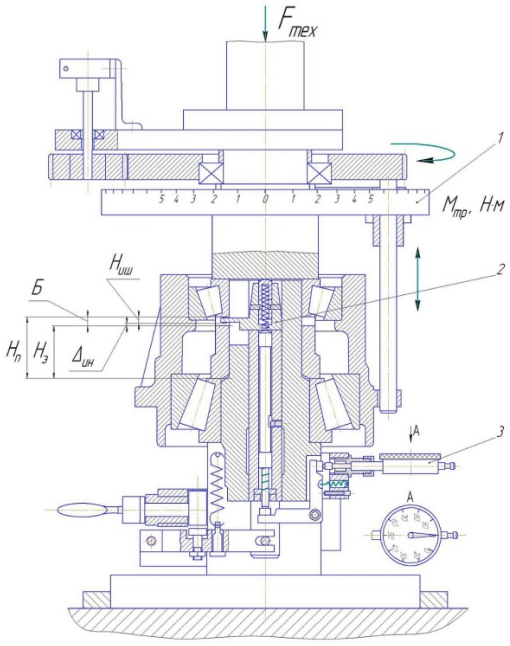


Рисунок 6 – Технологическая оснастка для измерения компенсатора за один установ: 1 – торсионный измеритель момента трения Мтр, 2 – измерительный элемент перемещаемый в зазоре Б, 3 – индикатор для определения Δин, (Fтех – технологическая сила, Ниш – размер измерительной шайбы, Нп – расстояние между подшипниками, Нз – размер втулки, Δин – измеряемый зазор).

При этом технологическая (измерительная) сила определяется по формуле:

$$F_{тех} = \left(F_0^{\,m} - \frac{\delta_{в.к.} + \delta_{0N}}{C_1 + C_2} \right)^{1/m}$$

Где:

F_0– сила преднатяга;
C_1и C_2– постоянные коэффициенты осевой податливости подшипникового дуплекса;
$\delta_{в.к.}$ – осевая деформация при сжатии внутреннего контура;

δ_{0N} – осевое приращение монтажной высоты от запрессовки внутреннего кольца на вал шестерни;

m– показатель степени, характеризующий осевую податливость подшипников, $m = 2/3$

Для выполнения второго этапа, на базе винтового или гидравлического пресса (50 кН), разработана технологическая установка (рисунок 7), позволяющая контролировать момент трения и точность регулировки преднатяга подшипников, до силового замыкания. Если момент Мпр (проворота) в дуплексе подшипников, с имитацией силы от гайки, не соответствует техническим условиям, то в подсобранном узле необходима корректировка размера набранного компенсатора (по пункту 2).

Для контроля момента трения используется торсионное вращающееся устройство с фотоэлектрическим датчиком, определяющим количество импульсов.

Вращение от торсионного диска передается на корпус подшипникового узла через палец.

После дополнительной подсборки подшипникового узла с крышкой, манжетными уплотнениями и карданным фланцем, осуществляется навинчивание и затяжка гайки, с одновременным вращением подшипников.

Точность силового замыкания при затяжке гайки хвостовика является важнейшим заключительным этапом регулировки преднатяга подшипниковых узлов, после которого должно приниматься решение о пригодности собранного узла для дальнейшей сборки редуктора. Погрешность силового замыкания непосредственно влияет на точность регулировки преднатяга.

Для выполнения этой операции разработан стенд, позволяющий реализовать взаимосвязь момента затяжки гайки Мзг по техническим условиям, силы осевого сжатия узла при сборке и силы имитирующей затяжку гайки на стенде, при проверке момента трения подшипников, собранных с преднатягом.

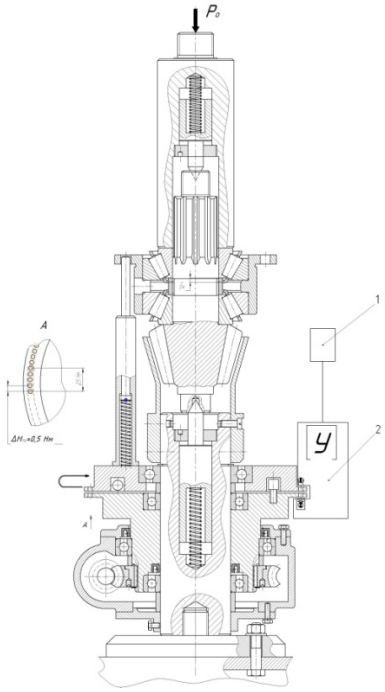


Рисунок 7 – Технологическая установка для контроля момента трения в подшипниках: 1 – счетчик импульсов, 2 – фотоэлектрический датчик импульсов, Ро –осевая сила сжатия подсобранного узла, Бк – размер компенсатора на преднатяг, ΔМ – цена деления одного импульса.

Таким образом, в предлагаемом технологическом процессе сборки узла ведущей шестерни, косвенный параметр преднатяга– момент трения в подшипниках контролируется, на различных этапах, пять раз. Такой многократный контроль и технологическая оснастка для его выполнения, позволяют обеспечить высокую точность регулировки преднатяга.

Преднатяг подшипников дифференциала осуществляется с помощью резьбовых регулировочных колец с одновременным вращением подшипников, по деформации гнезд ΔL размера между крышками подшипников. Для контроля этого параметра разработана контрольная технологическая оснастка – скоба (рисунок 8).

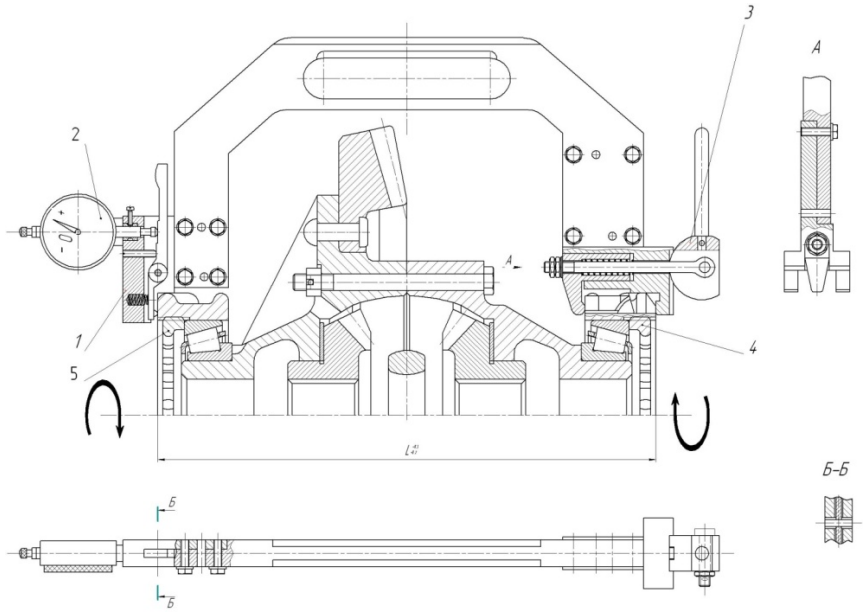


Рисунок 8 – Технологическая оснастка для регулировки преднатяга подшипников дифференциала редуктора: 1 – измерительная скоба, 2 – индикатор, 3 – эксцентриковый зажим для закрепления скобы, 4,5 – регулировочные резьбовые кольца для создания преднатяга.

Деформация гнезд также является косвенным параметром преднатяга подшипников и зависит от ряда параметров, главным из которых является качество затяжки болтов крышек. Как показали исследования затяжки болтов крышек и точности регулировки преднатяга, если точность указанного параметра технологически обеспечивается при сборке крышек, то характеристика деформации крышек от осевой силы является линейной и практически не имеет разброса. Поэтому регулировка преднатяга по деформации при наличии фактора вращения подшипников позволяет обеспечить высокую точность силового параметра преднатяга.

Представленный комплекс технологической оснастки позволяет повысить точность регулировки преднатяга подшипников, снизить трудоемкость, повысить производительность и в целом улучшить качество сборки и работоспособность редукторов.

Литература:

1. Булавин И.А., Груздев А.Ю. Технологическое обеспечение преднатяга подшипников в редукторах ведущих мостов. Автомобильная промышленность. 2001 №2.

2. Булавин И.А., Груздев А.Ю. Взаимосвязь параметров преднатяга конических роликоподшипников. Автомобильная промышленность. 2001 г. №6.

3. Булавин И.А., Груздев А.Ю., Будыкин А.В.. Влияние силовых и деформационных факторов при сборке подшипниковых узлов редукторов автомобилей на точность регулирования преднатяга подшипников. Машиностроитель. 2009 №7.

4. Булавин И.А, Груздев А.Ю. Будыкин А.В. Влияние сил и деформаций звеньев при сборке подшипниковых узлов редукторов автомобилей на точность регулировки преднатяга подшипников. // «Техника машиностроения» №2, 2009, стр.32-36.

5. Булавин И.А., Груздев А.Ю., Будыкин А.В., Киселев Ю.Б. Технологическое оборудование и оснастка для исследования и сборки редукторов автомобилей. Сборник докладов международного научно-технического семинара: Современные технологии сборки. 2011.

6. Авторское свидетельство на изобретение №1733944, автор Булавин И.А.: «Способ создания осевого предварительного натяга в подшипниковом узле». Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР 15.01.1992.

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДА ТЕРМИЧЕСКОГО РАСКРОЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОМЕНКЛАТУРЫ ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ

А.А. Шуклинова
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Технологический институт, Механико-технологический факультет
Научный руководитель: Ю.А. Моргунов

На базовом предприятии для раскроя листовых заготовок используется установка для газолазерной резки фирмы «Трумпф». Номенклатура деталей только одной модели автобуса, которые можно получить с помощью лазерного раскроя, составляет более сотни деталей из разных материалов (сталь, нержавейка, алюминий), разных толщин (1…12мм) и разной конфигурации. С учетом других моделей автобусов, а также экономической целесообразностью выполнения сторонних заказов по кооперации, многократно увеличивается номенклатура и количество изделий, подлежащих лазерному раскрою. Уже в настоящее время мощности имеющейся на заводе лазерной установки не хватает для обеспечения выпуска данного ассортимента. Рассматривается вопрос о покупке второй установки, стоимость которой в среднем составляет более 500000 долларов США.

Даже поверхностный анализ конструкций деталей, показывает, что они отличаются не только материалом и толщиной, но и требуемой точностью и качеством обработки. Наряду с заготовками, к которым предъявляются требования по 12 квалитету точности и шероховатостью Ra=10мкм, существует большой ассортимент изделий с необходимой точностью обработки по 14 квалитету и шероховатостью Ra =20..40мм.

Таким образом, на базовом предприятии имеется большая группа изделий, которые в принципе можно получать лазерной резкой, но при этом ее экономическая целесообразность явно отсутствует. Эту группу деталей эффективнее изготавливать с помощью плазменной резки, которая эффективнее лазерной при больших толщинах реза и, особенно, при невысоких требованиях по качеству и точности обработки.

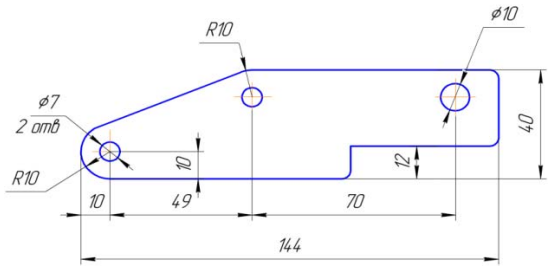
Анализ сложившейся ситуации показал, что целесообразно весь ассортимент деталей разделить на несколько групп:

1группа – это детали с высокими требованиями на обработку (IT10-12), раскрой которых необходимо осуществлять на лазерной установке (толщина листа не должна превышать 3мм)

2группа – это детали с точностью по IT13-14, раскрой которых целесообразно вести на установках для плазменной резки (толщиной 6-8мм и более)

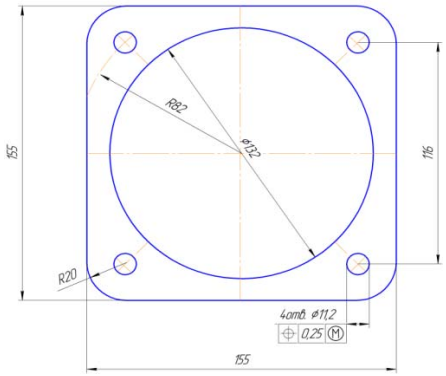
3 группа – это детали с точностью по IT12-13, раскрой которых можно вести как на лазерной, так и плазменной установках (толщина листа 4-5мм).

На рисунках 1 и 2 показаны типовые представители первой и второй групп.



точность обработки -IT12 , шероховатость реза – Ra 10мкм , толщина 3мм

Рисунок 1 – Пластина



точность обработки -IT14 , шероховатость реза – Ra 40мкм, толщина 8мм

Рисунок 2 – Фланец

Введение третьей группы позволит оперативно влиять на коэффициент загрузки оборудования, не допуская его простоя.

Для формирования таких групп необходимо подобрать объективные критерии оценки эффективности того или иного метода для конкретных условий обработки.
При выборе рационального способа резки обычно исходят из общих рекомендаций, которые учитывают лишь отдельные параметры процесса. Комплексная оценка конкурирующих технологий разделения материалов отсутствует. Для такой оценки важным является выявление параметров, доминирующих при выборе способа резки.

Этот выбор должен определяться программой выпуска, конструкцией и материалом деталей, допусками на обработку, параметрами установки.

Качество вырезаемых заготовок регламентируется ГОСТ 14792-80 и аналогичными стандартами Германии, Франции и других стран. Поэтому для определения способа резки предлагается использовать следующие основные критерии:
-критерий стоимости;
-критерий свойств материала;
-критерий толщины металла;
-критерий точности соблюдения размеров, качества кромок;
-критерий производительности;
-критерий подготовки поверхности.
Использование этих критериев позволит выбрать объективно лучший метод раскроя листового материала с учетом конструкции детали и специфики реального производства деталей на базовом предприятии.

КРИТЕРИЙ СТОИМОСТИ
Сравнение стоимости некоторых термических методов резки приведено на рисунке 3.
При раскрое заготовок толщиной от 1 до 10 мм стоимость лазерной резки больше стоимости кислородной и плазменной лишь на 30 %, для толщин от 10 до 15 мм этот предел увеличивается до 75…80%. Наиболее целесообразно применять лазерную резку для мелких и средних партий деталей (100-10000 шт.), особенно при обработке деталей со сложным контуром и при возможно большей загрузке лазерного оборудования.

Рассматривая критерий стоимости, можно утверждать, что использование лазерной резки экономически целесообразно при изготовлении

большой номенклатуры тонколистовых изделий (1..3мм) в условиях быстропереналаживаемого производства.

Следует отметить, что стоимость 1п.м реза значительно снижается, если обеспечить

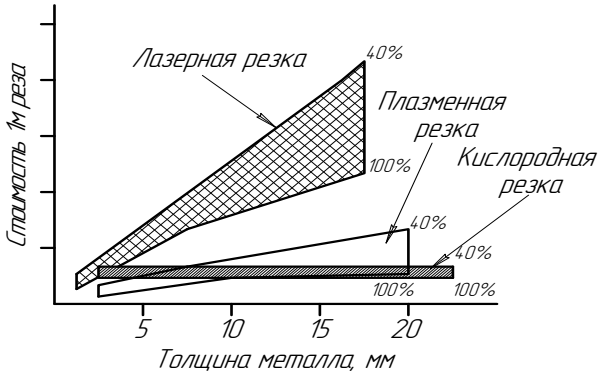


Рисунок 3 - Стоимость резки при различных значениях коэффициента загрузки

100% загрузку лазерного технологического комплекса.

С увеличением толщины листа (более 4…5мм) эффективнее становится использование плазменной резки.

Кроме себестоимости и точности раскроя оба метода отличаются высокой производительностью, что выгодно отличает их от кислородной резки, которая характеризуется минимальной себестоимостью при любом уровне загрузки оборудования.

КРИТЕРИЙ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА

Основным параметрами, определяющими выбор того или иного метода резки, являются теплофизические, механические свойства разрезаемых материалов. В зависимости от этого критерия можно выбрать приоритетный метод резки исходя из таблицы 1.

Таблица 1– Эффективность методов в зависимости от материала детали

Резка	Материал					
	Углеродистая сталь	Коррозионно-стойкая сталь	Алюминий	Титан	Пластмасса	Керамика
Газовая	+++	-	-	++	-	-
Плазменная	+++	+++	+++	++	+	-
Лазерная	+++	+++	++	+++	++	++
Механическая	+++	+++	+++	+++	+++	+
Водяной струей	+	+	++	+	+++	++
(+++) -метод очень эффективен; (++)-метод пригоден; (+) -метод возможен; (-) -метод невозможен						

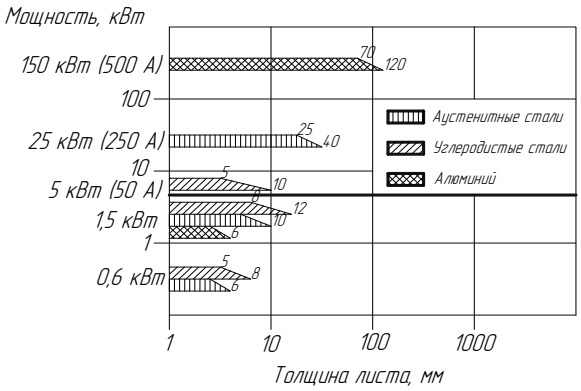


Рисунок 4 - Область применения
различных термических способов резки

Анализ этого критерия показывает, что при обработке углеродистых сталей, четыре метода раскроя плоских заготовок обеспечивают высокую эффективность: газовая, лазерная, плазменная и механическая резки. Лазерная резка более эффективна при обработке

всего рассматриваемого перечня материалов в сравнении с конкурирующими методами. При этом плазменная резка более эффективна при резки алюминиевых деталей, чем лазерная резка.

КРИТЕРИЙ ТОЛЩИНЫ МЕТАЛЛА

Рекомендуемые области применения термических методов резки в зависимости от толщины деталей приведены на рисунке 4.

Наиболее рационально применение лазерной резки для толщин от 1 до 8 мм, плазменной резки - от 1 до 120 мм.

Анализ этого критерия показывает, что для резки углеродистых сталей толщиной 5-10мм вполне достаточно низкоамперных плазменных установок, которые в несколько раз дешевле лазерных технологических комплексов, а по скорости резке как минимум не уступают им.

Лазером можно резать листы и большей толщины, но это приводит к увеличению мощности и соответствую-щему резкому увеличению стоимости установки и затрат на ее эксплуатацию.

КРИТЕРИЙ ТОЧНОСТИ СОБЛЮДЕНИЯ РАЗМЕРОВ, КАЧЕСТВА КРОМОК

Точность размеров и качество кромок после резки являются главными параметрами, побуждающими предприятия использовать в производстве современные технологии с дорогостоящим и сложным оборудованием. Общий допуск на деталь после резки формируется из четырех составляющих:

- допуска на неточность технологического процесса;
- допуска на неточность машины;
- допуска, связанного с тепловыми деформациями;
- корректирующего допуска на размер.

При наличии у детали сложного контура с жесткими допусками на размеры, этот критерий может играть доминирующую роль при выборе способа резки.

Системную оценку способа резки изделий можно проводить по таблице 2.

Таблица 2 – Выбор метода в зависимости от характеристики контура

Критерий	Способ разделения материала			
	Штамповка	Газовая резка	Плазменная резка	Лазерная резка
Радиус меньше 5 мм	3	0	2	3
Радиус больше 5 мм	1	2	3	3
Допуск на ширину больше 0,5 мм	1	1	2	3
Допуск на ширину меньше 0,5 мм	0	0	0	2
Прямоугольный контур	3	3	3	3
Наличие заусенцев при толщине листа < 10 мм	0	0	2	2
Толщина листа < 6 мм	2	1	2	3
Толщина листа > 6 мм	0	3	3	2
Качество кромок реза	2	1	2	3
Обозначения затрат: “0”-обработка невозможна; “1”-высокие; “2”-средние; “3”-незначительные;				

Таблица 2 показывает, что лазерная резка однозначно обеспечивает лучшую точность при всех контурах деталей, если толщина листа не превышает 6мм.

С увеличением толщины листа показатели выравниваются, и при толщине листа более 6мм затраты на плазменную резку становятся меньше, чем на лазерную.

Точность и качество вырезаемых термической резкой заготовок оценивают в соответствии с ГОСТ 14792-80 по четырем показателям:

-точности размеров;
-неперпендикулярности кромок;
-шероховатости поверхности реза;
-ЗТВ.

В таблице 3 приведены сравнительные данные по ширине реза и величине ЗТВ на кромках реза при лазерной, кислородной и плазменной резке низкоуглеродистых сталей.

Таблица 3 – Характеристики процессов раскроя тонколистовых материалов

Резка	Скорость резки, м/мин	Ширина реза,мм	Величина ЗТВ,мм	Ra, мкм
Лазерная	3…10	0,1…0,5	0,3…0,5	10…60
Механическая	0,05	5…10	-	15…30
Кислородная	1,0	3	5	500
Плазменная	5,0…8,0	2…3	1…2	300
Дуговая	0,1…0,3	7	10…12	500

Эта таблица еще раз подчеркивает высокую точность лазерного раскроя при обработке тонколистовых материалов. Лазерная резка в этом случае выигрывает по основным показателям:

-по геометрической точности вырезаемого контура;
-по размерной точности обработки;
-по качеству кромок реза;
-по величине зоны термического влияния (в 2..4 раза);
-по ширине реза (в 4…6 раз).

Кроме этого, при обработке листового материала толщиной до 3мм скорость лазерной резки выше, чем плазменной и при этом обеспечивается еще и лучшее качество реза.

КРИТЕРИЙ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ

Важным критерием для выбора технологии резки является качество подготовки поверхности разрезаемого материала (таблица 4).

Таблица 4 – Мероприятия по подготовке поверхности заготовки

Способ	Подготовка поверхности	Необходимость обработки после резки
Штамповка, резка гильотинными ножницами	не влияет	требуется
Газовая резка	не требуется	требуется
Плазменная резка	очистка от ржавчины	возможна
Лазерная резка - в кислороде - в азоте, аргоне	требуется требуется	возможна не требуется

Для лазерной и плазменной резки требуются чистые от ржавчины поверхности. Появление грата возможно как после плазменной, так и после лазерной резки. Его наличие требует дополнительной операции слесарной обработки, что снижает эффективность процессов. При лазерной резке в среде аргона или азота можно избежать появления грата, но, при этом, резко увеличиваются затраты на приобретение дорогостоящих газов.

КРИТЕРИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Важный критерий оценки эффективности использования того или иного способа резки - это производительность процесса. В таблице 5 приведены скорости резки для различных способов обработки. Видно, что наиболее производительными являются лазерная и плазменная резка. При резке углеродистых и нержавеющих сталей толщиной более 4..5мм скорости обработки на плазменных установках выше, чем на лазерных станках.

Таблица 5– Скорости резки различных материалов

Материал	Толщина, мм	Скорость резки, мм/мин			
		Газовая резка	Плазменная резка	Лазерная резка	Водяная струя
Углеродистая сталь	5 20	850 660	4500(1) 2000(1)	2700(3) 700(4)	200 50
Нержавеющая сталь	3 40	--- ---	5000(2) 500(2)	3000(4) ---	200 10-120
Алюминий	2 40	--- ---	>600(2) 1200(2)	4500(4) ---	800 80
Обозначения: (1)-азотная плазма,500 А; (2)-аргоноводородная плазма 240 А; (3)-CO_2-лазер,1500 Вт, резка в кислороде; (4)- CO_2-лазер, 2600 Вт, резка в азоте.					

При обработке алюминиевых сплавов картина становится противоположной.

Приведенные в таблице высокие значения скорости резки могут быть только на современных машинах с раскройными столами и с системами ЧПУ.

В промышленности установлены дополнительные требования к гибкости применяемых обрабатывающих установок, чтобы сократить долю дополнительного времени и времени на переналадку.

ВЫВОДЫ:

- По всем вышеперечисленным критериям плазменная и лазерная резки имеют свои достоинства, а так же недостатки, что позволяет им дополнять друг друга.
- Использование системы критериев для выбора оптимального способа резки позволяет сформировать группы деталей, которые будут обрабатываться тем или иным методом листового раскроя.
- Формирование групп деталей позволит разгрузить имеющийся на предприятии лазерный комплекс за счет приобретения значительно более дешевой плазменной установки.
- На данном этапе использование двух различных методов раскроя позволит не только обеспечить выпуск необходимого объема листовых заготовок, но и даст возможность разместить дополнительные заказы сторонних организаций.
- Предварительные расчеты показывают, что годовая экономическая эффективность от предложенных мероприятий составит около 5млн руб.

ПРЕДПРОЕКТНЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И СБОРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ДИПЛОМНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Сафьянова Н.Н.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Технологический институт, факультет «Механико-технологический»
Научный руководитель: доц., к.т.н. Ламин И.И.

Существующий метод обоснования принятого к практической реализации технологического процесса сборки требует разработки нескольких вариантов и их сравнительной оценки. В результате, трудоемкость проектных работ и их стоимость резко возрастают. При этом вероятность того, что в числе рассматриваемых вариантов окажется действительно лучшее решение, не будет доказанной.

Эта проблема возникла и при дипломном проектировании, где требуется разработать технологический процесс и рассчитать параметры оборудования для сборки головки цилиндров автомобильного двигателя.

Для решения проблемы сокращения затрат и разработки действительно оптимального процесса сборки на кафедре «Технология машиностроения» разрабатывается метод предпроектного расчета, позволяющий определить основные параметры технологического процесса на основе анализа непрерывных функций эффективности производства.

Особенность предварительного этапа проектирования заключается в том, что здесь конкретные технические решения, обеспечивающие требуемое качество сборочных соединений, не рассматриваются. Это дает возможность при создании оптимизационной модели использовать метод выбора варианта технологического процесса и сборочного оборудования по двум критериям: величине экономического эффекта и производительности оборудования.

В случаях, когда рассматриваемые технические предложения различаются только величинами составляющих затрат (единовременных и текущих), в качестве экономического критерия выбора оптимального решения используется их суммарный минимум:

$$\min_j З_г^j \qquad (1)$$

где: $З_г$ - годовые суммарные затраты j-го варианта технологического процесса, руб.
j - индекс рассматриваемого варианта.

Годовые суммарные затраты (1) можно представить в виде двух статей расходов, текущих $З_1$ и капитальных $З_2$ (формула 2[1]):

$$З=З_1+З_2=CN+(k_р+Б_{кр.})Ц_{об} \qquad (2)$$

где C- себестоимость сборки изделия, руб./шт.,
N – заданная годовая программа выпуска изделий, шт./год,
$k_р$ – коэффициент реновации;
$Б_{нр.}$ – банковский кредит, в долях,
$Ц_{об}$ – стоимость сборочного оборудования в рассматриваемом варианте процесса, руб.

[1] В формуле 2 индексы ($г$ и j) опущены.

В технологических процессах сборки основным фактором, оказывающим наибольшее влияние на технические и экономические параметры производства, является коэффициент автоматизации, рассчитываемый по формуле (3).

$$K_{авт} = 1 - \frac{t_ф}{t_р} \qquad (3)$$

где $t_ф$ - фактическая трудоемкость сборки изделия, мин./шт.,

$t_р$ – суммарное время выполнения сборочных переходов в режиме "ручной" сборки (механизация и автоматизация сборочных работ отсутствует).

Из формулы 3 фактическая трудоемкость сборки изделия, в зависимости от $K_{авт}$ будет равна:

$$t_ф = t_р(1 - K_{авт}) \qquad (4)$$

Задача расчета величины коэффициента автоматизации, рекомендуемого для конкретных условий производства, является очень важной. Правильное, обоснованное определение его числовой величины позволяет исключить влияние субъективных факторов при проектировании технологических процессов и, таким образом, повысить эффективность разрабатываемого проектного решения. Очевидно, что под оптимальной величиной коэффициента автоматизации следует понимать такое его значение, при котором затраты на сборку годового объема выпуска изделий *З* будут минимальны.

Опуская большое количество промежуточных этапов исследований, каждый из которых может явиться предметом специального рассмотрения, ниже приводится обобщенная формула (5), связывающая затраты *З* с коэффициентом автоматизации $K_{авт}$.

$$З = К_{ти}(\delta + \beta)(1 - К_{авт})\frac{2{,}279 - 61{,}665\ln К_{чд}}{К_м^{0{,}51}} S_{мин} N + \\ + \left(k_р + Б_{кр}\right)\frac{К_{об} К_ф}{К_{чд} К_м}(0{,}925N + 53{,}84)e^{6{,}924 К_{авт} N^{-0{,}192}} \qquad (5)$$

Зависимость (5) учитывает тип изделия ($K_{ти}$), его массу ($K_м$), количество сборочных соединений ($K_{чд}$), величину заданной программы выпуска (N), заработную плату рабочих ($S_{мин}$), накладные расходы (β), фирму – изготовитель ($K_ф$), тип оборудования ($K_{об}$), уровень автоматизации ($K_{авт}$) и ряд других факторов.

На рисунке 1 приводится пример зависимостей годовых затрат (формула 2) от коэффициента автоматизации.

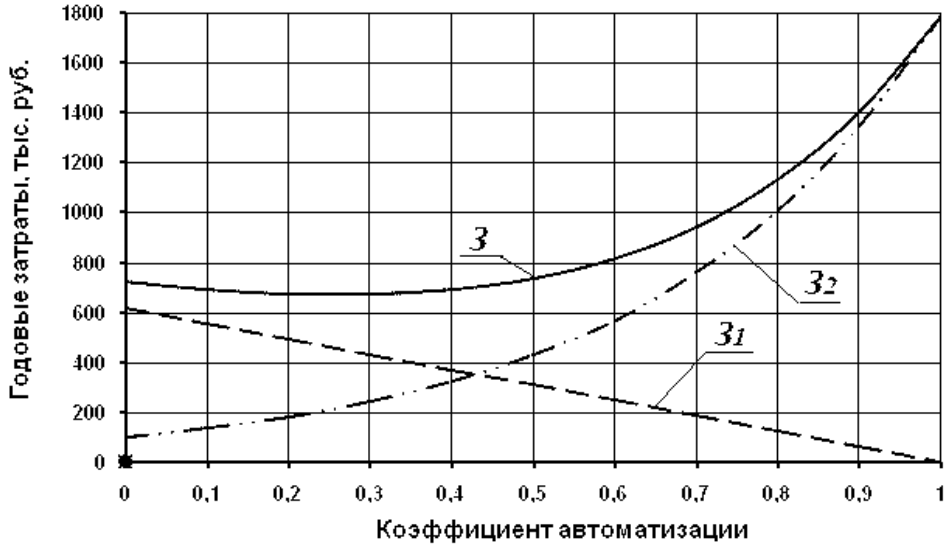


Рисунок 1. Зависимость затрат на сборку годового объема выпуска изделий от коэффициента автоматизации.

Как видно из рисунка 1, зависимость затрат (*З*) имеет одну точку экстремума, минимум, что применительно к решаемой задаче соответствует оптимальному значению коэффициента автоматизации. Для определения числового значения коэффициента автоматизации, соответствующего минимуму затрат, необходимо взять частную производную от функции (5) и приравнять ее нулю. В результате, из выражения (6) получаем оптимальное значение коэффициента автоматизации:

$$\left[K_{авт}\right] = \frac{1}{a_5 N^{\alpha_6}} \ln \frac{(\delta+\beta)\dfrac{a_1 - a_2 \ln K_{чд}}{K_м^{\alpha_1}} K_{ти} S_{мин} \mathrm{N}}{\left(k_р + Б_{кр}\right)\dfrac{K_ф K_{об} \mathbf{R}^{\alpha_2}}{К_м^{\alpha_3} К_{чд}^{\alpha_4}} \left(a_3 + a_4 \mathbf{N}\right) a_5 N^{\alpha_6}} \Rightarrow optim \qquad (6)$$

Полученное значение коэффициента автоматизации позволяет определить большое количество технических и экономических параметров, характеризующих разрабатываемый технологический процесс и сборочное оборудование. К числу основных рассчитываемых параметров относятся: количество позиций с дифференциацией их на ручные и автоматические, количество рабочих сборщиков и наладчиков, ширина транспортного конвейера, цикловая и фактическая производительность, себестоимость сборки и цена сборочного оборудования и ряд других.

Так, например, количество позиций линии сборки, выполняемых «вручную» ($P_р$), рассчитывается по формуле (7):

$$P_р = \frac{t_ф}{K_{З.\,руч.}\,\tau} \qquad (7)$$

где $K_{З.руч.}$ – коэффициент загрузки позиции, выполняемой «вручную»;

τ – такт выпуска изделия, мин./шт.

Количество автоматических позиций вычисляется по формуле (8)

$$P_а = \frac{\mathrm{t_р К_{авт} К_м^{0,51}}}{\mathrm{К_{ти} К_{З.авт.}}} \qquad (8)$$

где $K_{З.авт.}$ – коэффициент загрузки позиции, выполняемой автоматически.

Фактическая производительность сборочного оборудования $Q_ф$ определяется с учетом двух факторов: цикла работы оборудования $t_ц$ и коэффициента технического использования $\eta_{тех}$ (9).

$$Q_ф = Q_ц \eta_{тех} = \frac{Ф_{д.о.}}{t_ц} \eta_{тех} \qquad (9)$$

В этой формуле $\eta_{тех}$ рассчитывается по формуле (10):

$$\eta_{тех.} = (0{,}0007P + 0{,}0953)K_{поз.}^2 - (0{,}0017P + 0{,}2424)K_{поз.} - \\ - 0{,}0002P + 0{,}9695 \qquad (10)$$

Основная цель дипломного проекта состоит в разработке автоматизированной линии сборки головки блока цилиндров двигателя. Головка блока цилиндров является конечной верхней частью камеры сгорания двигателя. В головке расположены свечи зажигания, газораспределительный механизм с впускными и выпускными клапанами и распределительным валом, оказывающими существенное влияние на работу двигателя. Во внутренних полостях головки блока цилиндров расположены каналы системы охлаждения и подачи топлива в камеры сгорания. Снаружи к головке блока цилиндров крепятся впускной и выпускной коллекторы, через которые посредством соответствующих групп клапанов подается горючая смесь, и удаляются отработанные газы. В связи с высокими требованиями, предъявляемыми к головке блока цилиндров, соответственно высокие требования должно обеспечить и сборочное производство.

В работе над дипломным проектом на основе предпроектного метода разработана автоматизированная программа расчета параметров технологического процесса и сборочного оборудования. Применительно к заданию дипломного проекта подготовлены исходные данные для ввода в программу. На рисунке 2 дана схема и маршрут сборки головки цилиндров двигателя автомобиля малого класса.

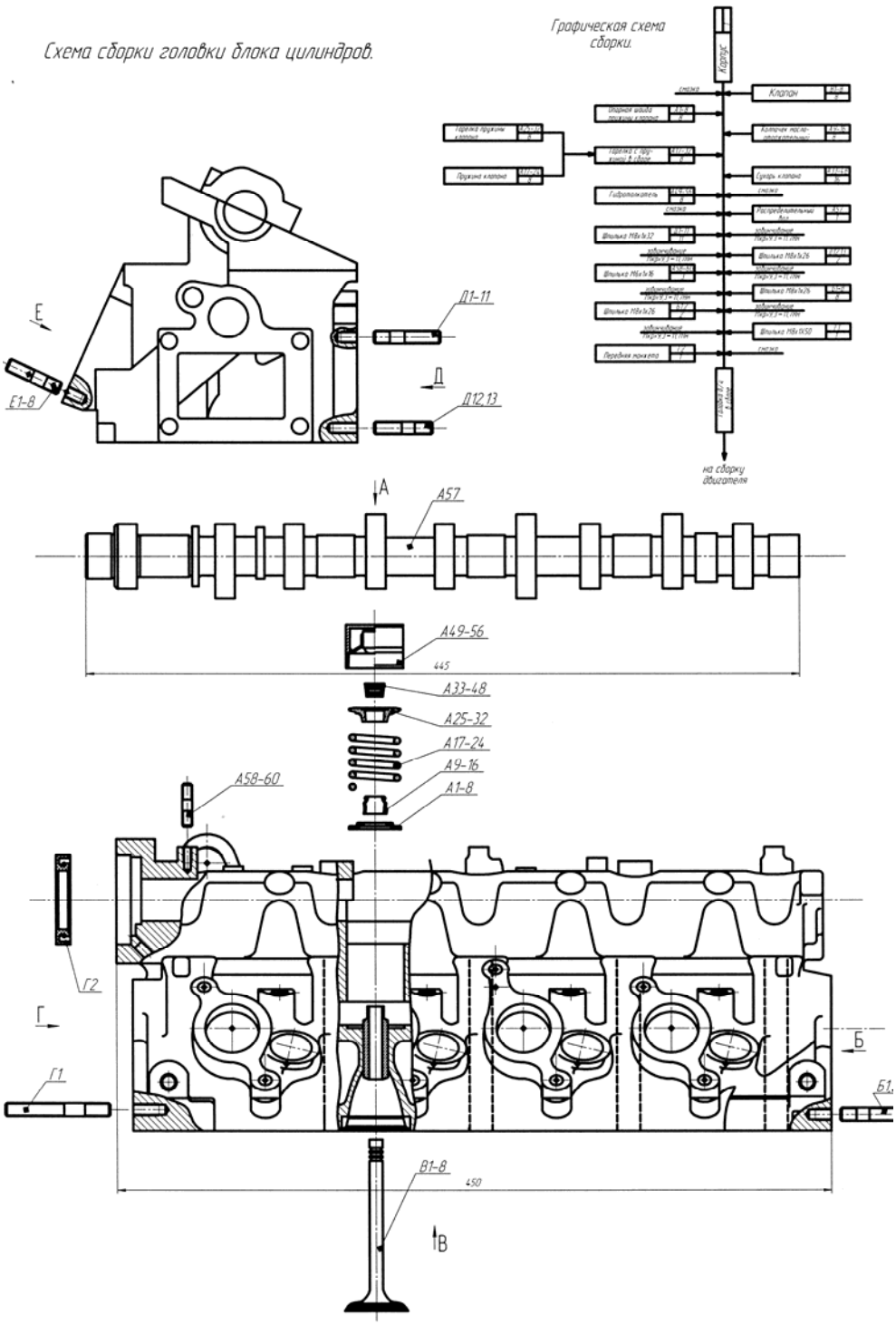


Рисунок 2. Схема и маршрут сборки головки цилиндров двигателя.

В таблице 1 представлены основные исходные данные и результаты расчетов параметров технологического процесса и оборудования для сборки головки цилиндров двигателя.

Результаты расчетов параметров технологического процесса и оборудования для сборки головки цилиндров двигателя.

Таблица 1.

№	Наименование параметров	Единицы измерения	Значение

1	Коэффициент массы	нет	1
2	Коэффициент числа деталей	нет	0,41
3	Программа выпуска	шт./год.	300000
4	Тип оборудования	Автоматизированная линия с горизонтально-замкнутым конвейером со спутниками, с гибкими связями	
5	Масса спутника	кг.	47
6	Ширина конвейера	мм.	800
7	Оптимальное значение коэффициента автоматизации	нет.	0,08
8	Трудоемкость сборки	мин./шт.	12,0
9	Число позиций ручной сборки	шт.	17
10	Число позиций автоматической сборки	шт.	15
11	Количество рабочих сборщиков	чел. в смену	18
12	Коэффициент технического использования	нет	0,87
13	Цикловая производительность оборудования	шт./год.	352941
14	Фактическая производительность оборудования	шт./год.	300718
15	Заработная плата рабочего	руб./месяц	30240
16	Себестоимость сборки изделия	руб./шт.	270,00
17	Стоимость оборудования	руб.	120 000 000
18	Годовые затраты на сборку	руб./год.	81 000 000

Использование предпроектного метода расчетов и разработанная на его основе программа позволяют без создания альтернативных вариантов рассчитать параметры технологического процесса и оборудования, обеспечивающие максимальный экономический эффект в производстве. Полученные данные легли в основу детально разрабатываемого процесса сборки.

На основе данных, полученных в таблице 1, разработан технологический процесс сборки головки блока цилиндров, спроектированы наладки на автоматические позиции и конструкции отдельных механизмов.
На рисунке 3 приводится планировка автоматизированной линии сборки головки блока цилиндров двигателя.

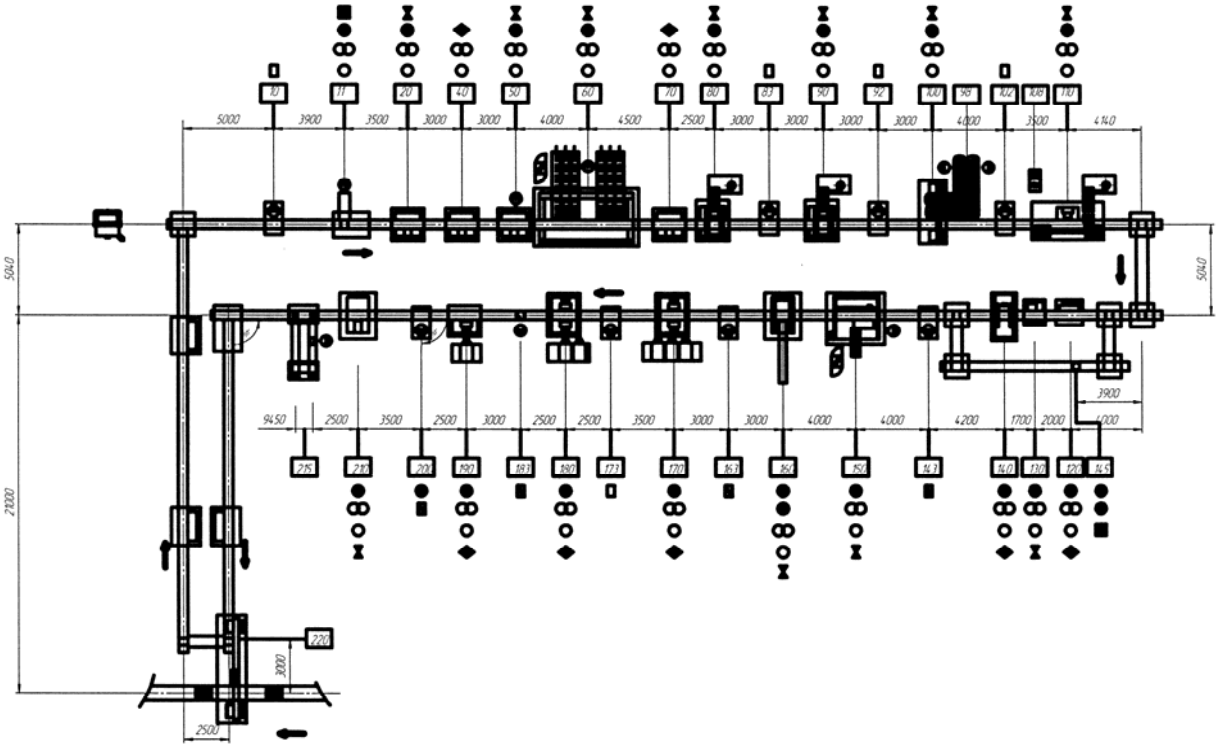


Рисунок 3. Планировка линии сборки головки блока цилиндров.

Спроектированная на основе разработанного технологического процесса компоновка автоматизированной линии сборки реализована с использованием прямоугольно-замкнутого конвейера горизонтального типа со спутниками. Между позициями применяется гибкая связь, осуществляемая с помощью приводных роликов. Общее количество позиций равно 32, из них: 15 - автоматические, 17 - ручные. Количество рабочих сборщиков – 19 человек. Как видно, полученные детальным методом проектирования результаты расчетов близко совпадают с результатами предпроектного метода и, следовательно, разработанный технологический процесс сборки головки блока цилиндров обеспечивает получение максимального экономического эффекта.

Литература

1. Ламин И.И. Предпроектный расчет и оптимизация параметров сборочных производственно-технологических комплексов автомобильного производства. Учебное пособие. М. МГТУ «МАМИ», 2007 год.
2. Холодкова А.Г. и др. Технология автоматической сборки. М.: Машиностроение. 2010 год -560 с.
3. Шандров В.В., Стржемечный М.М. Автоматизированная сборка изделий на базе применения несинхронных сборочных линий. Учебное пособие.- М., 2006.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ WIPER ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ТОЧЕНИИ И ФРЕЗЕРОВАНИИ СМЕННЫМИ МНОГОГРАННЫМИ ПЛАСТИНАМИ

Сорокина О.В.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Технологический институт, факультет «Механико-технологический»
Научный руководитель: Гневашев А.А.

В процессе развития обработки материалов резанием инженеры пытаются увеличить производительность. За долгие годы производители инструмента добились серьезных успехов в решении этой проблемы.

Увеличение производительности следует за прорывами в инструментальной области, такими как изобретение твердосплавного инструмента и износостойких покрытий. В промежутках между ними ведется работа над оптимизацией параметров обработки и геометрий режущего инструмента.

Значение словосочетания «оптимизация параметров обработки» также изменилось: традиционно для уменьшения времени изготовления детали увеличивали глубину резания, сокращая тем самым число проходов. В настоящее время размеры заготовки все больше и больше приближаются к размерам обработанной детали, увеличивается прочность и износостойкость современного инструмента, поэтому снимать большой припуск требуется все меньше. Многие поверхности обрабатываются за один или за два прохода (получистовой и чистовой).

Потенциал увеличения скорости резания тоже небезграничен. Новые марки сплавов и покрытий позволяют существенно ее увеличить, но если она превысит рекомендованную на 20%, стойкость инструмента уменьшится на 50%.

Для большого количества операций рост производительности начинается с увеличения подачи. В среднем, если она возрастает на 20%, себестоимость механической обработки снижается на 15% при достаточно большом объеме выпуска.

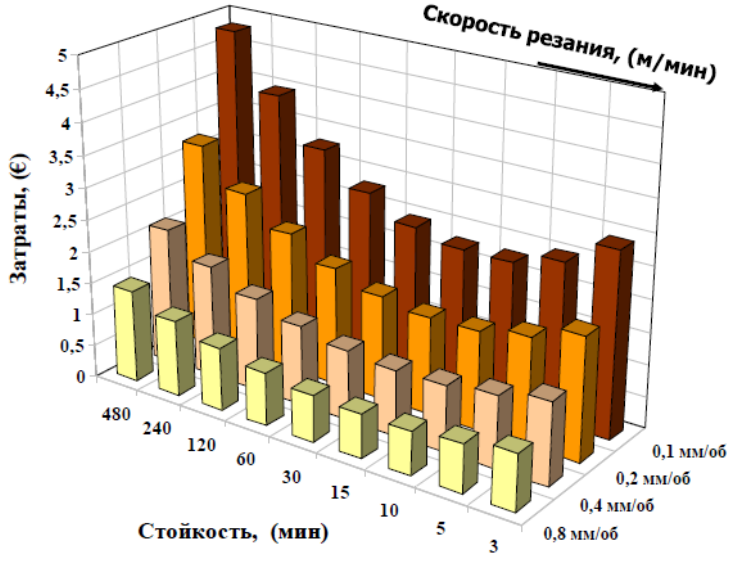


Рис.1 Зависимость производительности режущего инструмента на примере пластины CNMG 12…. 6620 в зависимости от подачи.

Однако увеличение подачи при обработке резанием отрицательно влияет на качество поверхности. Так, при точении, зависимость шероховатости от подачи и радиуса при вершине пластины описывается следующей формулой:

где $S_{об}$ – подача на оборот, мм/об;
r - радиус при вершине пластины, мм.

Чем больше подача, тем больше значение шероховатости и наоборот, чем больше радиус при вершине, тем меньше значение шероховатости. Обычно руководствуются следующим правилом: значение подачи не должно превышать половину радиуса при вершине пластины.

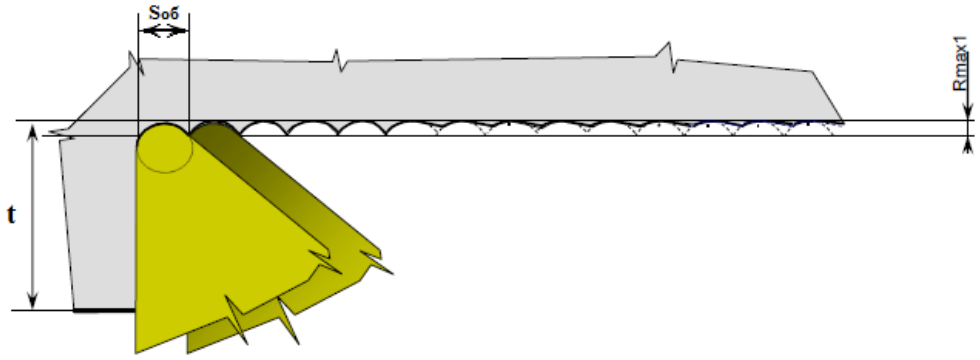


Рис.2 Влияние подачи и радиуса при вершине пластины на значение шероховатости обрабатываемой поверхности при точении

Однако при увеличении радиуса при вершине возрастает радиальная составляющая силы резания, и, следовательно, появляется риск возникновения вибраций. Поэтому не рекомендуется применять пластины с большим радиусом при вершине при точении нежестких заготовок.

При фрезеровании на качество поверхности влияют ширина зачистной фаски и подача на оборот $S_{об}$.

Для достижения минимальной шероховатости обработанной поверхности большая часть пластин для фрезерования имеет зачистную фаску с определенной шириной и углом в плане 0º (рис.3).

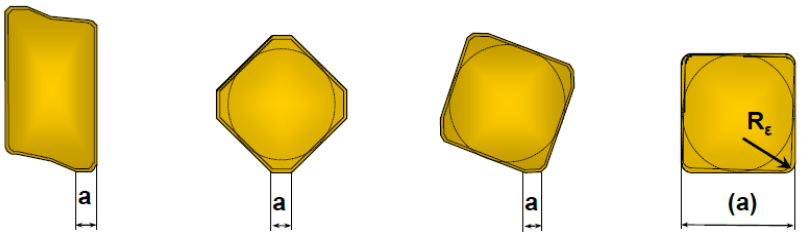
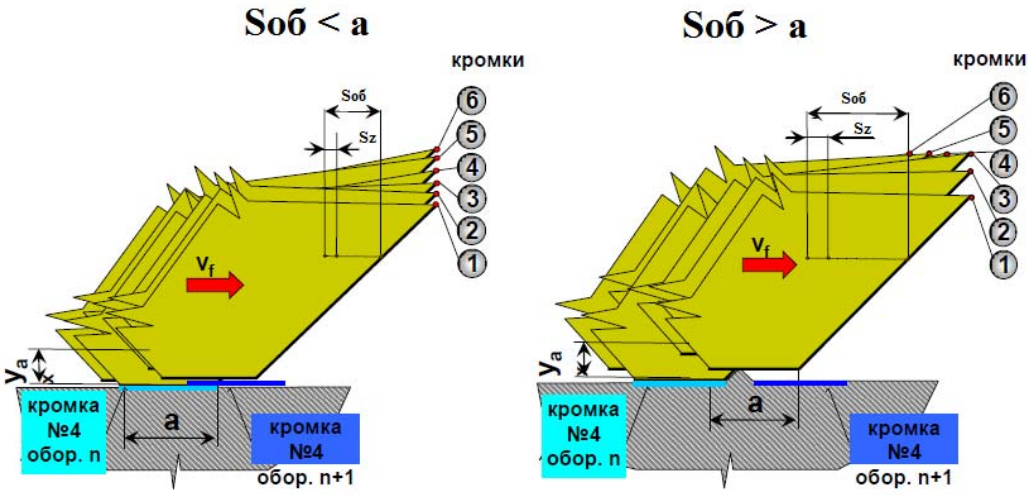


Рис.3 Зачистная фаска сменных многогранных пластин (СМП) для фрезерования

Однако чистовая режущая кромка сама по себе ещё не является гарантией достижения низкой шероховатости обработанной поверхности.

В процессе фрезерования поверхность обрабатывается несколькими режущими кромками (их количество соответствует числу установленных пластин на фрезу), поэтому её микрогеометрию формируют максимально смещенные (аксиально) режущие кромки (рис.4). В случае, если подача на оборот будет меньше, чем ширина зачистной фаски (рис.4а), то можно говорить о том, что обработанная поверхность не будет иметь так называемых «проскоков».



а) б)

Рис.4. Влияние зачистной фаски пластины и подачи на оборот на значение шероховатости поверхности: а – без «проскока»; б – с «проскоком».

При несоблюдении этого условия ($S_{об}$>a) будут возникать «проскоки» (рис.4б). Это возникает из-за того, что теоретическая максимально допустимая величина подачи на зуб S_z приближается к нижнему пределу рекомендуемой подачи для данной геометрии СМП.

Ниже этого предела геометрия СМП «перестает резать», что вызывает ускоренный износ пластины.

С целью уменьшения шероховатости и увеличения производительности при точении и фрезеровании применяется технология «Wiper».

Именно пластинам с геометрией «Wiper» мы обязаны повышению подачи при точении и повышению качества поверхности. В случае точения к основному радиусу добавляется еще один радиус, который и производит зачистной эффект (рис.5).

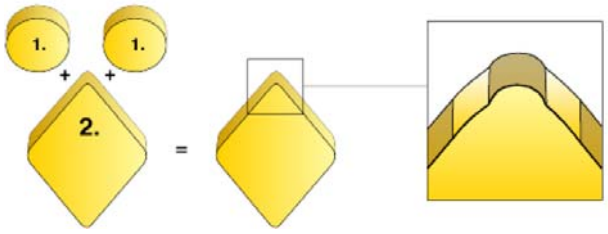


Рис.5 Пластина для точения с геометрией «Wipper»

В сравнении с обыкновенными пластинами, пластины с геометрией «Wiper» обладают двумя преимуществами. Если увеличить подачу вдвое, шероховатость останется такой же, как при использовании обычных пластин. Если оставить подачу той же, то шероховатость улучшится вдвое. Например, при точении обычной пластиной с подачей 0,12 мм/об получается шероховатость Ra = 0,63 мкм, а при использовании пластины с геометрией «Wiper» такая чистота поверхности получается при подаче 0,2 мм/об.

На эффективность работы пластин с геометрией «Wiper» оказывает влияние ряд факторов, в том числе и конфигурация детали. Лучше всего они работают при обработке цилиндрических поверхностей и торцов. При обработке конусных и профильных поверхностей улучшения шероховатости не происходит.

Кроме того, при выборе державки под пластины «Wiper» необходимо обращать внимание на главный угол в плане, так как при определенных углах пластины работают лучше.
При обработке пластинами «Wiper» зона контакта пластины и заготовки больше, поэтому возникает риск появления вибраций при обработке с малой глубиной резания. Рекомендуют оставлять припуск около 0,5 мм для чистового точения, в таком случае поверхность будет чище, чем при глубине резания 0,2 - 0,3 мм. При небольшом припуске также стоит выбирать пластины небольшого размера (уменьшение цены) и с небольшим радиусом при вершине.

При чистовой обработке часто возникают проблемы со стружкодроблением - при использовании пластин с геометрией «Wiper» стружка становится толще за счет увеличения подачи и легче ломается. Существуют геометрии «Wiper» для чистовых получистовых и черновых операций, их острота меньше, чем у обыкновенных геометрий.
Применение геометрии «Wiper» особенно оправдано при больших объемах производства.

При фрезеровании для улучшения качества поверхности к основным режущим пластинам добавляется зачистная пластина «Wiper» (рис.6), которая сглаживает микронеровности, остающиеся после обработки основными пластинами.

Рис.6 Внешний вид фрезы с зачистными пластинами «Wiper»

Использование пластин «Wiper» наиболее целесообразно при работе с высокими значениями подачи на оборот, $S_{об}$, фрезами большого диаметра с мелким шагом зубьев и на фрезах с возможностью регулировки положения пластин.

Когда подача $S_{об}$ превышает 80% длины зачистной фаски на стандартной пластине, a_1, использование пластины Wiper позволит улучшить качество обработанной поверхности.

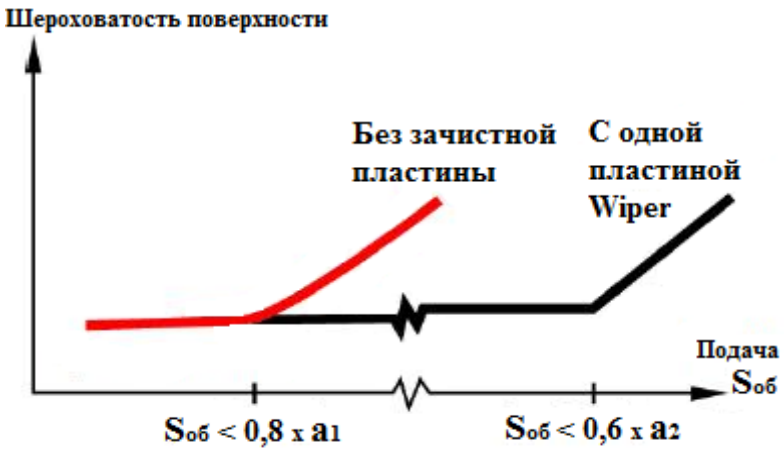


Рис.7 Зависимость шероховатости поверхности при увеличении подачи на зуб с использованием стандартной пластины и пластины «Wiper»

Волнистость обработанной поверхности зависит от величины осевого биения фрезы, которое, в свою очередь, зависит от точности шпинделя, размера фрезы и точности ее регулировки. Зачистная кромка большого размера будет компенсировать данное отклонение, при этом подача на оборот может оставаться в пределах 60% от длины зачистной ленточки пластины.

При увеличении подачи на оборот для фрезы большого диаметра с большим числом зубьев, необходимость использования зачистной пластины с целью поддержания качества поверхности особенно высока.

Зачистная пластина «Wiper» выступает в осевом направлении относительно остальных на 0,05 мм при установке во фрезы с фиксированным положением пластин. Для фрез с возможностью регулировки положения режущих кромок возможна установка зачистных пластин с большей точностью. В связи с более выступающим положением пластины «Wiper» испытывает большие нагрузки по сравнению со стандартными пластинами, что может вызвать вибрации. Поэтому пластины «Wiper» рекомендуется использовать для легкого фрезерования на умеренных скоростях и их число должно быть строго ограничено.

С целью ограничения осевой нагрузки на кромку и минимизации риска появления вибраций, следует работать с небольшой глубиной резания, лежащей в пределах 0,8 – 1,0 мм. Пластины «Wiper» требуют особого внимания при регулировке. При неправильной установке можно не получить положительного результата.

Исходя из вышеперечисленного можно заключить, что использование пластин «Wiper» при точении и фрезеровании является очень эффективным средством для повышения качества поверхности.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ РЕЗКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ СПЛАВОВ

Саломатин Д.В.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Технологический институт, факультет «Механико-технологический»
Научный руководитель: к.т.н., доц. Калашников П.А.

В настоящее время применение новых, высокоэффективных, материало- и энергосберегающих технологий, радикально решающих вопросы производительности и качества обработки сложнообрабатываемых деталей из труднообрабатываемых сталей с достаточно большой глубиной реза, является актуальной задачей в машиностроении.

Одной из таких технологий, позволяющих радикально модернизировать существующие технологические процессы, является технология гидроабразивной резки.

Эти технологии находят достаточно широкое применение в различных отраслях машиностроения: авиационно-космической, судостроительной и др. В последнее время к этим технологиям проявляется интерес и в автотракторной промышленности.

Целый ряд деталей авиационных двигателей, наземных энергетических установок и пр. имеют сложную геометрическую форму, изготавливаются из труднообрабатываемых материалов и требуют большого объема механической обработки.

Так, например, при изготовлении стойки входного направляющего аппарата (ВНА) компрессора низкого давления (КНД) авиадвигателя АЛ-31Ф, встречается множество технологических трудностей, одна из которых – вырезание паза выборки. Эта полость необходима для облегчения отвода тепла со стенки внутреннего корпуса. Работа компрессора зависит от качества соединения лопаток турбины с диском, а от стабильности работы компрессора зависит стабильность работы всего двигателя.

Данная деталь обладает низкой жесткостью и по базовой технологии паз получается фрезерованием концевой фрезой, оснащенной пластинами из твердого сплава ВК8 диаметром 16 мм. Титановый сплав ВТ-20, из которого изготовлена стойка, обладает высокой склонностью к упругому деформированию. В связи с этим наблюдается интенсивное упругое восстановление материала под поверхностью резания после прохода режущей кромки. На заднюю поверхность инструмента действуют большие силы, вызывающие повышенный износ, а иногда даже скалывание твердосплавной пластины в сторону передней поверхности, т. е. в направлении, обратном направлению силы резания. Так же возможно получить паз методом электроэрозионной обработки. Этот метод отличается высокой точностью и качеством обработки, но имеет очень низкую производительность. Широко применяемые методы термической резки (плазменная или лазерная обработка) не эффективны при обработке титановых сплавов из-за их склонности к трещинообразованию и большой величины зоны термического влияния (ЗТВ).

С целью повышения эффективности изготовления паза стойки предложена комбинированная технология изготовления: вырезание паза осуществляется с помощью гидроабразивной резки, а операцией, формирующей окончательную точность и качество обрабатываемой поверхности, остается чистовое фрезерование.

Выбор метода предварительной обработки стойки связан с основными технологическими преимущества гидроабразивного резания:

- возможность резания любого материала;

- «холодный» характер резания;
- достигаемая точность соизмерима с лазерной и плазменной резкой;
- лучшие условия труда, нет вредных выделений;
- небольшая величина силы резания.

Анализ показывает, что гидроабразивная обработка обеспечивает скорость резания соизмеримую с наиболее производительными традиционными механическими методами обработки при меньших затратах энергии.

В качестве абразивного материала при обработке титанового сплава ВТ-20 целесообразно использовать гранат (маркировка 92Е) – минерал, который представляет собой соединение алюминия, железа, хрома, кальция, магния и марганца с кремнекислотой. Микротвердость - 1300…1650г/см^3, твердость по МООСу 6,5 …7,5; плотность – 3,5… 4,2кг/см^2. Зернистость абразива выбирается в соответствии с ГОСТ 3647-80 (16,25,32) в зависимости от необходимой производительности процесса.

Основное время обработки паза и стойки в целом складывается из времени предварительной обработки и времени, приходящегося на финишную обработку.

Максимальная производительность гидроабразивной обработки определяется рядом факторов: рабочим давлением в системе; видом и концентрацией абразивного порошка; диаметром и длиной фокусирующей трубки и т.д.

Максимальная производительность финишной обработки во многом зависит от оптимальной величины припуска, оставляемого под фрезерование. Учитывая сложный профиль паза и толщину стойки, важным является получение равномерной и стабильной величины этого припуска.

Операция вырезки контура паза гидроабразивной струей должна производиться таким образом, чтобы вырезаемый контур был максимально приближен к контуру готовой детали, но не перекрывал необходимый припуск на чистовую операцию фрезерования, ни, тем более, контур самой детали. Современные установки ГАР (таблица 1) вполне способны обеспечить такую точность

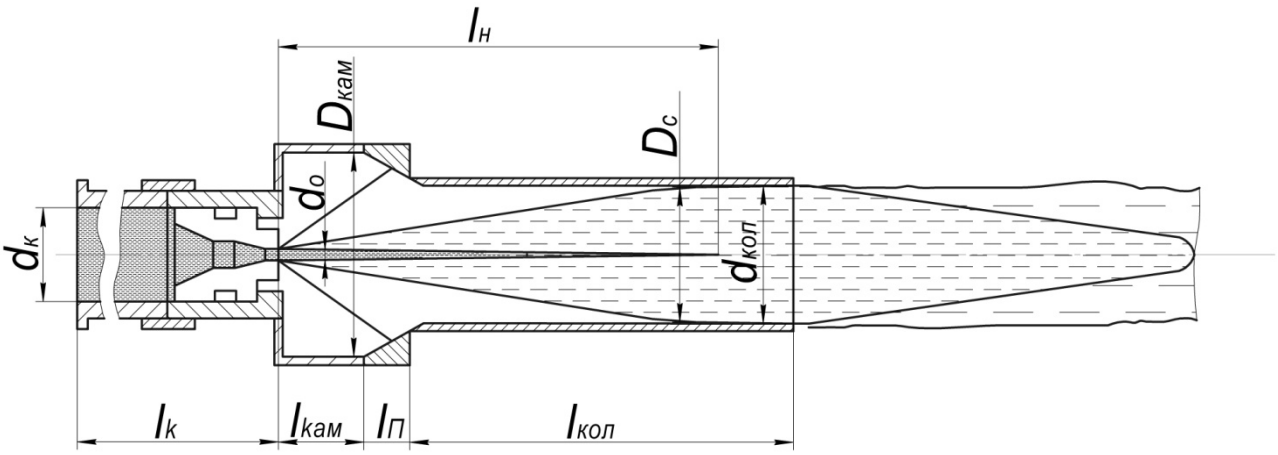
Таблица 1 – Основные характеристики установок ГАР

Фирма изготовитель	Модель установки	Число координат	Размер рабочей зоны, мм	Точность позиционирования, мм	Максимальная скорость подачи, м/мин	Мощность насоса, кВт	Максимальный расход воды, л/мин	Рабочее давление, МПа	Ориентировочная цена
Water Jet Sweden AB Швеция	NC2010	3	3200x2580	± 0,075	12	22	2,3	380	355 000 Eu
	Evolution X5	5	3000x1600	± 0,1	20	45	4,2	410	430 000 Eu
	NC 3520 S 5-a	5	3550x2580	± 0,075	10	75	7,8	410	523 000 Eu

Trumpf Швейцария	Trumatic WC2500	3	2500x1250	± 0,1	56			400	От 375 000 Eu
	Trumatic WC2500	3	4000x2000	± 0,1	85			400	
Bystronic Швейцария	BY Jet 3015	2	3000x1500	± 0,1	50			380	От 300 000 Eu
	BY Jet 4022	2	4000x2250	± 0,1	50			380	
Huffman США	WJ-156	6	406x 406	± 0,05	10	75	7,8	380	682 000 Eu
KNUTH Германия	HYDRO-JET 3020	5	3000x2000	± 0,05	20	37	3,8	380	415 000 Eu
OMAX США	55100	3	3000x1600	± 0,127	51	30	3,0	380	380 000 Eu
PTV s.r.o. Чехия	Wj-nZ-D-5AX	5	4000x2000	± 0,05	12	75	7,8	415	440 000 Eu
Акваклин Чехия	Aquacut 3001.20	2	3000x2000	± 0,025	40	37	3,8	380	
	Aquacut 6001.25	2	6000x2500	± 0,025	35	37	3,8	380	
НПО «БАРС» Россия	BarsJet 2010	3	2000x1000	± 0,1	12	37	3,8	400	108 000 Eu
	BarsJet 2014	3	2000x1400	± 0,1	12	37	3,8	400	148 000 Eu
	BarsJet 2020	3	2000x2000	± 0,1	12	37	3,8	400	162 000 Eu
	BarsJet 2030	3	2000x3000	± 0,1	12	37	3,8	400	210 000 Eu
Грот Россия	ГЛ250/5М	3	2000x1500	± 0,1	15	37	3,8	250	156 000 Eu

При выборе скорости резки необходимо выполнение условия полного прорезания металла и обеспечения допустимой величины конусности реза, которая входит в величину припуска под чистовое фрезерование. Качество поверхности реза учитывается в меньшей степени, т.к. пазы стойки после операции ГАР подвергаются чистовому фрезерованию где и формируется требуемая шероховатость поверхности.

Для выбора установки ГАР и подбора инструмента необходимо иметь основные параметры процесса, которые можно рассчитать, учитывая конструктивные особенности детали и требования к обработке.
Расчетная схема формирования гидроабразивной струи представлена на рисунке 1.



d_0 - диаметр выходного сечения струеформирующего насадка; $L_К$ и $d_К$ - длина и диаметр проточного канала ствола инструмента; $L_Н$ - длина начального участка струи; d и $L_{КОЛ}$ - диаметр и длина коллиматора; Dкам и $L_{кам}$ диаметр и длина камеры смешивания гидроабразивного инструмента.

Порядок расчета следующий:

1) Определение параметров насосного агрегата

Гидравлическая мощность гидроабразивного инструмента:

$$N_r = 35{,}1 \cdot \mu \cdot d_0^2 \cdot p^{1.5} = 35{,}1 \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}5^2 \cdot 415^{1{,}5} = 50638\,Вт = 50{,}6 \text{ кВт},$$

где:

μ = 0,75 – коэффициент расхода насадки.

d_0 = 0,5 мм – диаметр выходного сечения струеформирующей насадки.

p = 415 МПа – рабочее давление насоса.

Мощность насосной установки:

$$N_y = \frac{n \cdot N_r}{\eta} = \frac{1 \cdot 50638}{0{,}7} = 72234 \text{ Вт} = 72 \text{ кВт},$$

где:

n = 1 – число одновременно работающих струй,

η = 0,7 – КПД установки.

Суммарный расход воды высокого давления:

$$Q_в = 2{,}1 \cdot \mu \cdot n \cdot d_0^2 \cdot p^{0.5} = 2.1 \cdot 0.75 \cdot 1 \cdot 0{,}5^2 \cdot 415^{0.5} = 8 \text{ л/мин},$$

Расход абразива:

$Q_а = Q_в \cdot q_а = 5{,}13 \cdot 0{,}38 = 1{,}95$ кг/мин,

где:

qа = 0,38 кг/л – удельный расход абразива для данного расхода воды.

2) Определение параметров устройства для создания струи высокого давления

Диаметр проточной части струеформирующего устройства:

$d_к = K_п \cdot (d_0)_{max} = 9 \cdot 1{,}2 = 10{,}8$ мм,

где:

$K_п$ = 9 – коэффициент поджатия потока в струеформирующей насадке.

$(d_0)_{max}$ = 1,2 мм – максимально возможный диаметр струеформирующей насадки для данной установки.

Длина канала ствола:

$l_к \geq (25 \ldots 30) d_к = 270 \ldots 324$ мм.

3) Определение структурных характеристик струи

Безразмерная длина начального участка водяной струи гидроабразивного инструмента:

$$\left(\frac{I_н}{d_0}\right)_a = 25\cdot\left(\frac{d_0}{R_{za}}\right)^{0.17}\cdot \lg K_n \cdot\left(1-1{,}3\cdot e^{-0.1\frac{L_k}{d_k}}\right) = 41{,}5,$$

где:
R_{za} = 0,01 мкм – шероховатость внутренней поверхности струеформирующей насадки.
Длина начального участка водяной струи:
$l_н = (l_н/d_0)_a \cdot d_0$ = 20,75 мм
Диаметр водяной струи по ее длине:

$$D_c = \frac{K_1(d_0)^2\left(\frac{L}{d_0}\right)^{0.65}}{L_н} + d_0 = \frac{3{,}6\cdot\left(\frac{104{,}7}{0{,}5}\right)^{0.65}\cdot 0{,}5^2}{20{,}75} + 0{,}5 = 1{,}71мм,$$

где:
l = 104,7 мм – расстояние от струеформирующей насадки до рассматриваемого сечения.

4) Определение рациональных параметров проточной части гидроабразивного инструмента

Диаметр коллиматора:

$$d = \frac{K_1(d_0)^2\left(\frac{L}{d_0}\right)_{P_{\max}}^{0.65}}{L_н} + d_0 + 2d_a = \frac{3{,}6\cdot(23{,}83)^{0.65}\cdot 0{,}5^2}{20{,}75} + 0{,}5 + 2\cdot 0{,}178 = 1{,}23мм,$$

где:
$(l/d_0)_{Pmax} = (10{,}7\cdot d0+42{,}3)\cdot d0$ = 23.83 мм – безразмерное расстояние от насадки до сечения струи, в котором сила ее воздействия на преграду достигает максимума,
d_a = 0,178 мм – крупность абразива.
Длина коллиматора:
$l_{кол} = (25\ldots30)\cdot d$ = 50…60 мм
Диаметр камеры смешивания:

$$D = 7.6\cdot\left(\frac{d_0}{0.35}\right)^{0.5} + d_0 = 9{,}58мм$$

Длина камеры смешивания:

$$L_{кам} = (10{,}7d_0 + 42.3)d_0 - \frac{d_1 - d}{0.432} - 12 = 9{,}98мм,$$

где:
d_1 = 4 мм – переходный диаметр конфузора.

Так как гидроабразивная струя - «гибкий инструмент», то это приводит к отклонению струи во время обработки. При резании по прямой линии это отклонение обычно не учитывается, а при резании сложной траектории с острыми углами отклонение необходимо учитывать. Когда струя приближается к углу необходимо замедлить скорость подачи для выравнивания точки входа и выхода, а после выхода из угла скорость подачи постепенно увеличивается. Среднее значение скорости подачи составляет 270мм/мин, что обеспечивает наименьшее колебание остающегося припуска, что облегчает фрезерование на чистовой операции.

Предложенная технология изготовления паза стойки входного направляющего аппарата компрессора низкого давления позволяет резко сократить расход остродефицитного инструментального материала, затраты на восстановление и переточку фрез, снизить

штучное время с 8 минут до 4,8 минут благодаря скорости резки и упрощенной схеме закрепления детали.

Экономическая эффективность проектного технологического процесса составит более 2,5 млн рублей.

Применение гидроабразивной резки не ограничивается обработкой деталей авиационной промышленности: диска турбины, моноколеса, стойки входного направляющего аппарата и т.д., ГАР также эффективно использовать в производстве инструментов, пресс-форм, уплотнений, обработке пазов, обработке различных металлов и сплавов, камня или плитки.

Литература

1. Наукоемкие технологии машиностроительного производства: Физико-химические методы и технологии: Учеб. пособие для высших технических учебных заведений / Ю.А.Моргунов, Д.В. Панов, Б.П.Саушкин, С.Б.Саушкин; под ред. Б.П.Саушкина. – М.: Издательство «Форум», 2013. – 928 с.: ил.

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ МОНОКОЛЕСА В СИСТЕМЕ SIEMENS NX И СТРАТЕГИИ ЕЕ ОБРАБОТКИ НА ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРАХ

Стрельцов П. А.
Ульяновский государственный технический университет, машиностроительный факультет
Научный руководитель: к.т.н., доцент Евстигнеев А. Д.

Развитие современной техники требует от механизмов повышения эффективности их работы, что приводит к все большему применению моноколес в их конструкции. В связи с этим предъявляются высокие требования к квалификации конструкторов таких конструкций, а также технологов.

Конструктивно моноколеса (крыльчатки), используемые в современных турбокомпрессорах газотурбинных и автомобильных двигателей, выполняют открытыми (рис. 1, а) и полузакрытыми (рис. 1, б), реже закрытыми (рис. 1, в).

а) б) в)

Рис. 1. Основные конструкции моноколес: а – открытое; б – полузакрытое; в – закрытое

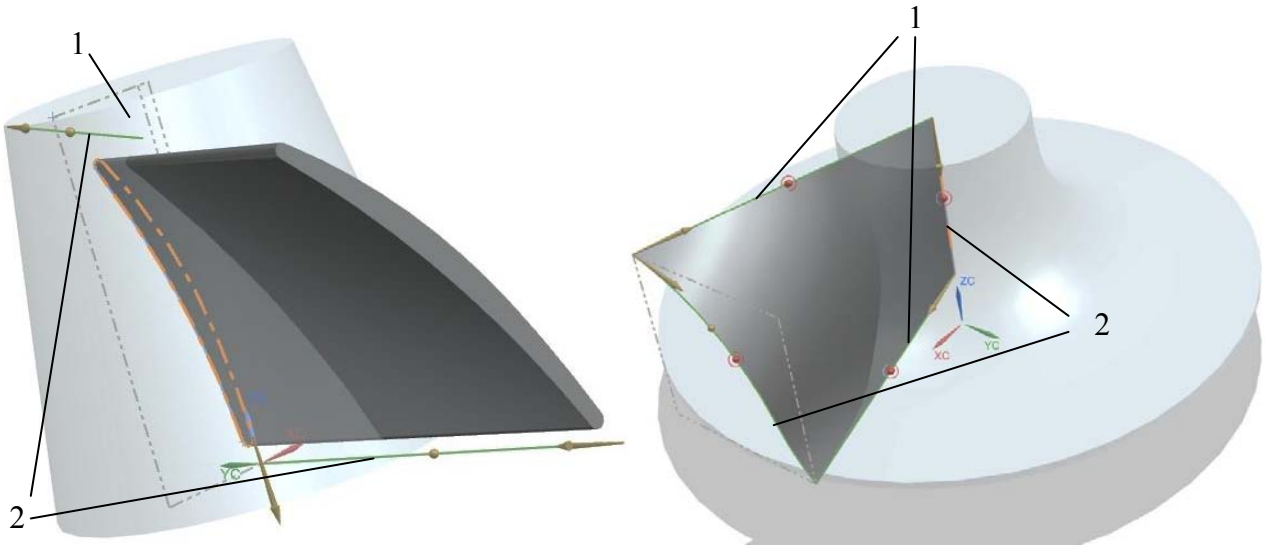
Открытые моноколеса представляют собой ступицу с лопатками без торцовой стенки, полузакрытые – имеют ступицу и диск, к которым примыкают лопатки, закрытые в свою очередь представляют собой полузакрытые моноколеса с бандажным диском. Соединение крыльчаток компрессора с валом может осуществляться с помощью фланцев и шпилек, эвольвентными шлицами, посредством штифтов или торцовых шлицев.

Типичная последовательность моделирования моноколес в системе Siemens NX включает:

- создание ступицы;
- создание лопатки / рассекателя;
- создание скругленного перехода от лопатки к ступице;
- создание массива лопаток по окружности ступицы;
- создание / восстановление дополнительных поверхностей.

Основная сложность моделирования моноколес заключается в создании лопаток и рассекателей (меньшие по размерам лопатки для более эффективной работы колеса), т.к. лопатки, как правило, имеют сложную криволинейную поверхность.

Существующие способы создания лопаток при моделировании моноколес в системе Siemens NX можно разделить на твердотельное (рис. 2, а) и поверхностное (рис. 2, б) моделирование.



а) б)

Рис. 2. Примеры возможных способов создания лопаток моноколес: а – вытягивание эскиза по траектории (твердотельное моделирование); б – создание поверхности по сети кривых с последующим добавлением толщины материала (поверхностное моделирование)

Различные способы моделирования применяются в различных случаях, исходя только из удобства или невозможности моделирования необходимой поверхности конкретным способом. Наиболее универсальными способами являются вытягивание эскиза по сечениям и создание поверхности по сетке точек. Данные способы позволяют моделировать самые сложные формы поверхностей лопаток с достаточно высокой точностью. Разница применимости указанных способов заключается лишь в способе задания формы поверхности лопатки на чертеже. Так, в случае если известны координаты, то предпочтительно создание поверхности по сетке точек; если же даны изображения профиля лопатки в различных сечениях, то – вытягивание эскиза по сечениям.

Создание поверхности по сетке кривых применимо, если изображение лопатки представлено как минимум в двух проекциях, в которых даны образмеренные изображения профилей. Недостатком данного способа является неточность воссоздания в модели необходимой формы поверхности из-за отсутствия информации о ее геометрии и положении в «средних сечениях» лопатки. Способ вытягивания эскиза по направляющим очень прост в реализации, но требует детального просчета и воссоздания положения направляющих.

Дополнительно для создания лопаток моноколес можно использовать такие операции как деформирование твердого тела, деформирование поверхности, вырез из твердого тела по траектории, позволяющие детально проработать форму поверхности лопатки в отдельных локальных местах или в целом лопатки на стадии проектирования моноколеса.

Для реализации варианта твердотельного моделирования создается эскиз 1 профиля лопатки (рис. 3), после чего строятся направляющие 2 (прямые в пространстве или плоскости), далее по команде «Заметание» выполняется вытягивание эскиза с указанием направляющих 2.

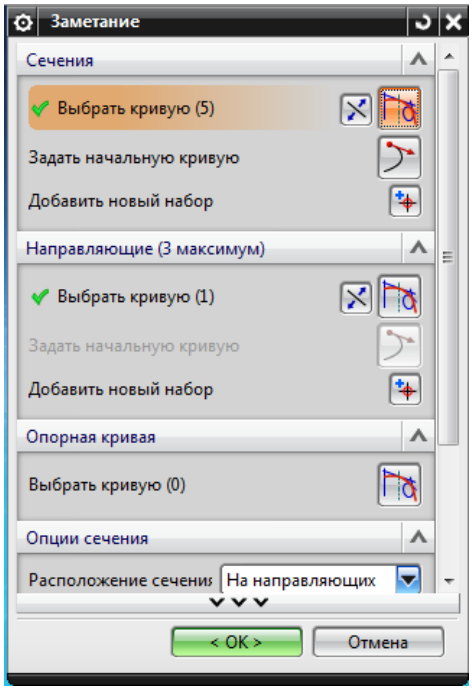


Рис. 3. Команда «Заметание»

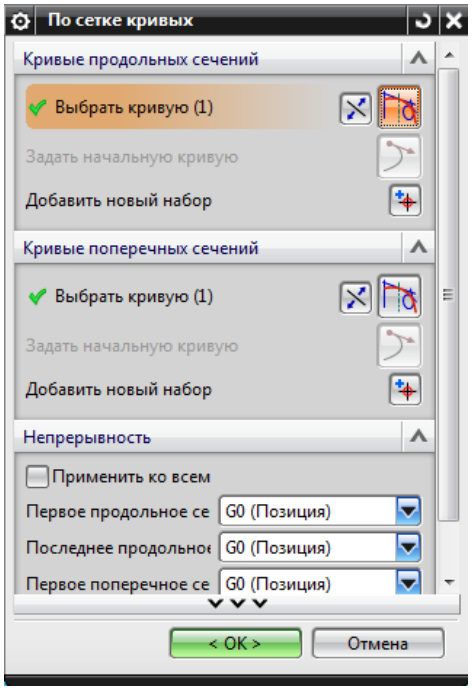


Рис. 4. Команда «По сетке кривых»

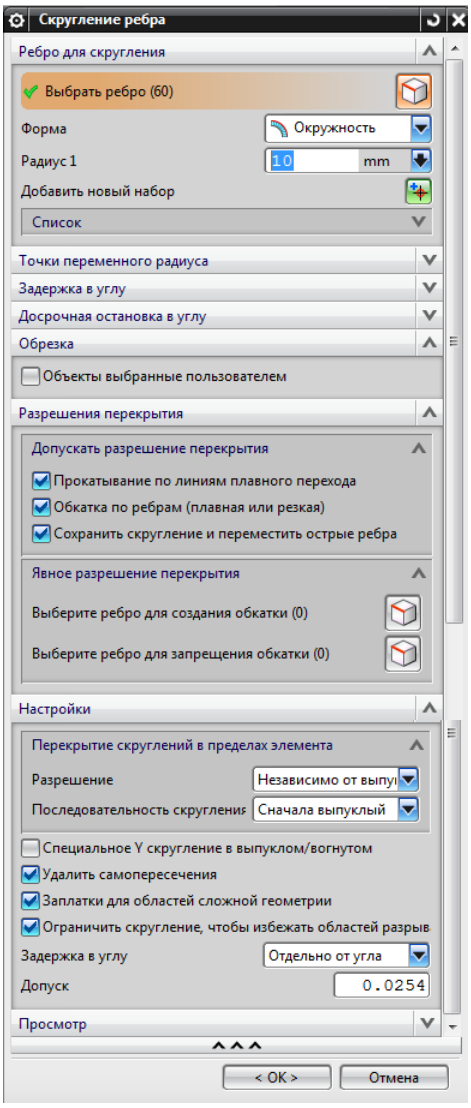


Рис. 5. Команда «Скругление

В случае создания модели лопатки моноколеса поверхностным моделированием создается сетка кривых (в пространстве или плоскости) из поперечных 1 и продольных 2 сечений (рис. 4), далее по команде «По сетке кривых» указывается группа кривых продольных сечений, затем – поперечных, создается поверхность, к которой впоследствии добавляется «толщина».

Конструктивной особенностью моноколес являются скругления в местах перехода от лопаток к ступице моноколеса, что позволяет предотвратить подрез основания лопатки и тем самым увеличить ее надежность, уменьшить количество необходимого типоразмера инструмента при обработке межлопаточного пространства, повлиять на аэродинамику колеса. Сами скругления могут выполняться с постоянным и переменным радиусом.

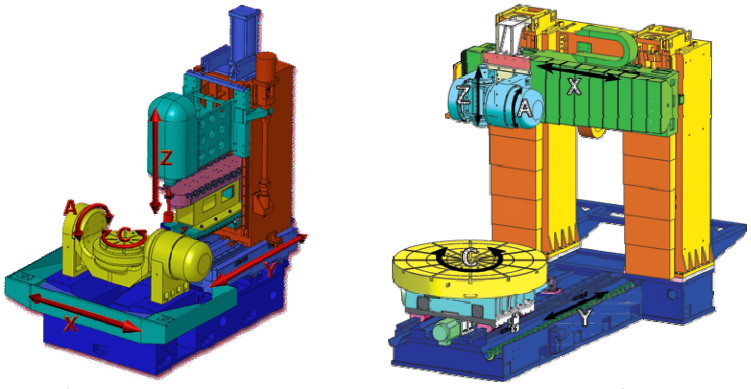
Скругления необходимо создавать таким образом, чтобы не возникало заплаток, областей разрывов, самопересечений. Данные условия обеспечиваются при использовании команды «Скругление ребра» (рис. 5) с набором соответствующих параметров.

В настоящее время закрытые моноколеса возможно получить несколькими способами: механической обработкой из цельной заготовки, точным литьем, методами порошковой, гранульной металлургии и сборкой, как минимум, двух деталей, соединенных пайкой или сваркой. Монолитное закрытое моноколесо обработать на обрабатывающем центре крайне сложно, поэтому в данной статье будет рассматриваться обработка только открытого и полузакрытого моноколес.

Большинство открытых и полузакрытых моноколес изготовляют из алюминиевых деформируемых сплавов АК4-1; АК6-1; ВД-17. Если температура крыльчатки в условиях эксплуатации превышает 250 °С, то при их изготовлении используют титановые сплавы ВТ10, ВТ25 [3].

Для обработки моноколес, как правило, используют 5-осные обрабатывающие центры, при этом для моноколес из алюминиевых сплавов – с максимальной скоростью вращения шпинделя до 40000 мин$^{-1}$, для крыльчаток из титановых сплавов – с максимальной скоростью вращения шпинделя до 4000 мин$^{-1}$.

При обработке моноколес массой до 300 кг и габаритными размерами до 600 мм предпочтительна компоновка станка с двумя управляемыми координатами на детали (рис. 6, а). При обработке более габаритных и тяжелых моноколес предпочтительна компоновка станка с одной управляемой координатой на детали (рис. 6, б) [3].



а) б)

Рис. 6. Компоновка обрабатывающего центра: а – с двумя управляемыми координатами (А и С) на детали; б – с одной управляемой координатой (С) на детали

В ряде случаев предпочтительно использовать компоновку токарно-фрезерного центра с противошпинделем (рис. 7), позволяющего осуществить автоматическую переустановку заготовки и симметричного (равномерного) снятия припуска с каждой стороны заготовки [3].

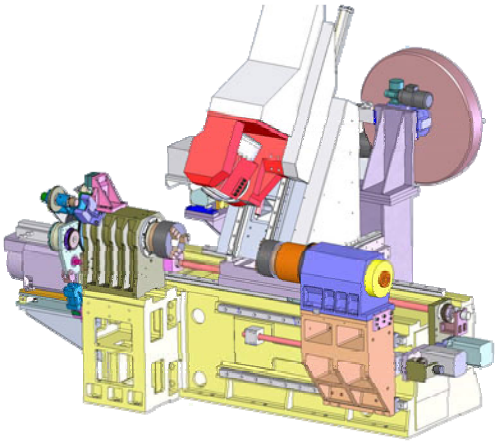


Рис. 7. Токарно-фрезерный центр с противошпинделем

Ниже приведены исследования по созданию стратегии обработки на обрабатывающем центре, которая обеспечивает обработку с учетом возможных деформаций, проведенные д.т.н., профессором Полетаева В. А.

Определяющую роль в достижении требуемой точности играет схема снятия припуска. Она диктует такой порядок постепенного удаления металла с заготовки, при котором заготовка постоянно остается в уравновешенном состоянии [1, 2]. Так, суммарный припуск заготовки, равный сумме припусков, удаляемых в каждом межлопаточном пространстве, снимается строками на этапах черновой и чистовой обработки (рис. 8) [3].

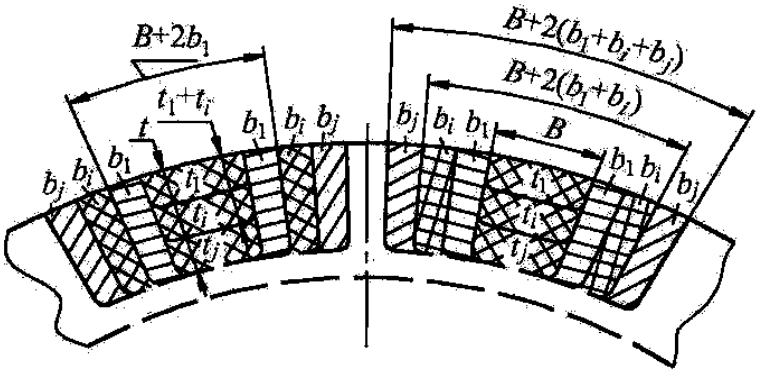


Рис. 8. Схема снятия припуска с моноколеса [3]

Припуск на черновом этапе удаляется следующим образом.

На первом проходе фрезы в каждом межлопаточном пространстве удаляется припуск глубиной t_1 и шириной B. При этом значения t_1 и B устанавливаются исходя из связи между величиной деформации межлопаточного пространства ΔB, шириной образующегося паза B и коэффициентом ослабления сечения заготовки в месте образования впадины $K = (h - t_i)/h$. Это соотношение определяется на основе расчетной схемы, представленной на рис. 9 [3].

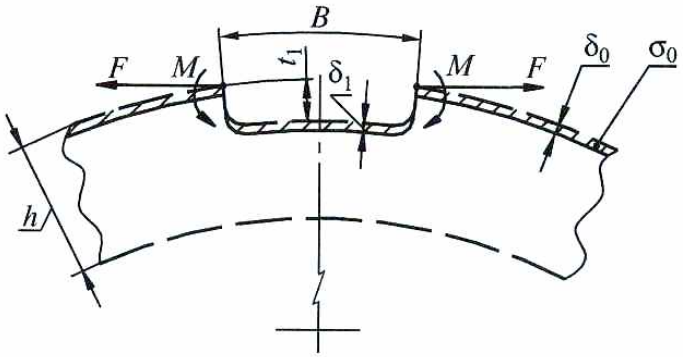


Рис. 9. Расчетная схема деформации межлопаточного пространства при первом переходе предварительной обработки [3]

Исходя из этих представлений, относительные величины деформации ΔB, ширина B и глубина t_1 прорезаемого паза связаны соотношением вида [3]:

$$\Delta B_1 = \frac{B\sigma_0\delta_0}{2E(h-t_1)}\left[1+3\left(\frac{h+t_1}{h-t_1}\right)^2\right]$$

где E - модуль упругости обрабатываемого материала, МПа.

После определения соотношения между t_1, B и ΔB выполняется прорезание всех пазов в межлопаточном пространстве моноколеса, причем в целях уменьшения деформации удаление припуска в каждом межлопаточном пространстве осуществляется по условиям симметрии, т.е. каждый новый паз прорезается диаметрально по отношению к прорезанному изначально. В этом случае длины поверхностей заготовки, перерезаемых двумя следующими одна за другой строками фрезы, одинаковы. Соответственно, и их напряженные состояния равнозначны [3].

В результате обработки каждого межлопаточного пространства моноколеса на глубину t_1 удаляется деформированный слой заготовки, характеризующийся остаточными напряжениями σ_0 и глубиной их залегания δ_0. При этом по дну межлопаточного пространства шириной B формируется новый деформированный слой с величиной остаточных напряжений σ_1 и глубиной залегания δ_1 (рис. 10) [3].

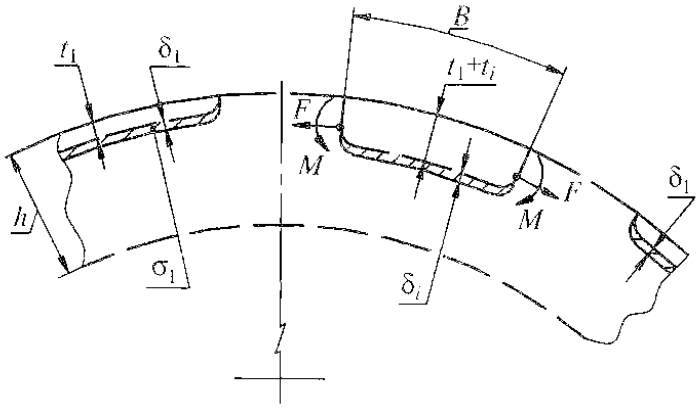


Рис. 10. Расчетная схема деформации межлопаточного пространства при втором переходе предварительной обработки [3]

На следующем проходе фрезы удаляется припуск глубиной t_1 на ширину B. При этом, поскольку $t_1 > \delta_1$, перерезается деформированный слой, характеризующийся остаточными напряжениями σ_1. При перерезании этого слоя вновь нарушается уравновешенность сил в

материале, сформированная на предыдущем проходе заготовки. Возникающая при этом деформация прорезаемого паза ΔB, связана с шириной паза B и глубиной перерезаемого слоя t_i, соотношением вида [3]:

$$\Delta B_i = \frac{B\sigma_t\delta_t}{2E(h-t_1-t_i)}\left[1+3\left(\frac{h-t_1+t_i}{h-t_1-t_i}\right)^2\right]$$

После вычисления по данному соотношению значения t_i, в зависимости от задаваемого значения ΔB_i осуществляется прорезание всех остальных пазов в межлопаточном пространстве моноколеса. Затем весь цикл повторяется до тех пор, пока суммарная глубина прорезаемого паза t не достигнет требуемого значения, получаемого суммированием глубин всех проходов фрезы шириной B. В результате прорезания в каждом межлопаточном пространстве пазов шириной B заготовка моноколеса представляет собой кольцо с выступами и впадинами, по дну которых расположен деформированный слой, сформированный при фрезеровании, характеризующемся толщиной σ_t, и величиной остаточных напряжений δ_1, (рис. 11) [3].

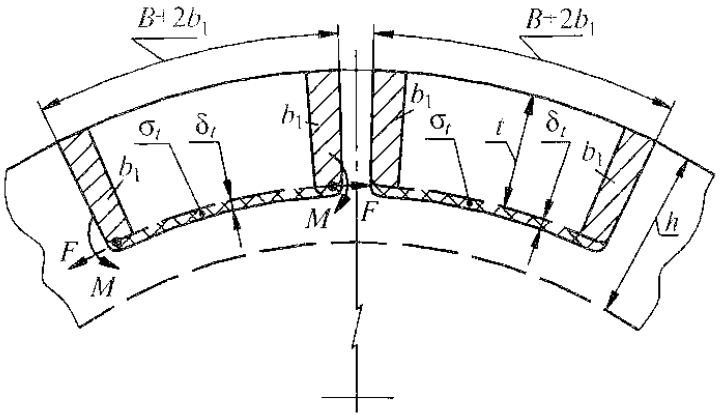


Рис. 11. Расчетная схема деформации межлопаточного пространства при чистовой обработке [3]

При чистовой обработке профиля пера лопаток фрезерование ведется на всю высоту профиля t, значение которой определяет ширину строки. При этом на каждом проходе фрезы увеличивается ширина межлопаточного пространства B на величину $2b_1$, определяющую глубину снимаемого припуска со стороны спинки и корыта лопатки, возрастает ширина паза, т.е. увеличивается длина деформированного слоя металла заготовки по дну впадины толщиной δ_1, и нарушается равновесное состояние заготовки [3].

Возникающие при этом силы деформации F и моменты M деформируют образующееся межлопаточное пространство глубиной t и шириной $B+2b_1$ на величину ΔB_i,. Соотношение между величиной деформации ΔB_1 и шириной образующегося паза после каждого прохода фрезы, формирующего межлопаточное пространство, определяется выражением вида [3]:

$$\Delta B_1 = \frac{(B+2b_1)\sigma_t\delta_t}{2E(h-t)}\left[1+\frac{3(h+t)^2}{(h-t)^2}\right]$$

После установления величины припуска b_1, снимаемого со стороны спинки и корыта лопаток, в зависимости от задаваемого значения ΔB_1 осуществляется обработка каждого пера, в ходе которой формируются межлопаточные пространства глубиной t и шириной B_1

=B+2b_1. При этом максимальное отклонение в каждом сечении моноколеса, перпендикулярного к его оси, равно задаваемой величине деформации ΔB_1 [3].

Затем весь цикл повторяется, т.е. в межлопаточном пространстве снимается припуск b_i,- и т.д., до тех пор, пока размеры межлопаточного пространства по своей ширине не достигнут требуемых значений [3].

Данная технология обработки моноколес позволяет при их изготовлении обеспечивать одинаковые условия деформирования заготовки при прорезании каждого межлопаточного пространства как при черновой, так и при чистовой обработке. При осуществлении каждого нового цикла по равномерному удалению слоя металла заготовка принимает равновесное состояние, характеризуемое уравновешенностью ее внутреннего состояния. В конечном счете, это существенно повышает точность изготовления моноколес, что позволяет на ряде двигателей исключить операции отделочной обработки, связанные с размерной обработкой [3].

Наряду с соблюдением описанной технологии обработки моноколес важнейшим аспектом соблюдения технологии является поддержание режущего инструмента в одинаковых условиях. Обязательным требованием вышеприведенной стратегии является стабильность режущих характеристик инструмента на всем протяжении обработки лопаток моноколеса.

Приведенная выше стратегия обработки имеет относительно большое машинное время обработки и необходимость в большем количестве инструмента для формирования формы моноколеса, что существенно увеличивает себестоимость изготовления колеса. В качестве перспективного альтернативного варианта, для уменьшения машинного времени обработки и количества задействованного инструмента рассматривается стратегия обработки моноколеса по слоям с последовательными переходами от одного межлопаточного пространства к другому. Для предотвращения деформаций при обработке моноколес на современных обрабатывающих центрах следует использовать опции, позволяющие измерять нагрузку на инструмент и тем самым учитывать возможные деформации в процессе обработки.

Для облегчения создания стратегии обработки моноколес и ее автоматизации, при моделировании в системе Siemens NX целесообразно использовать технологию Turbomachinery milling, доступную в версиях NX 7.5 и выше. Данная технология уменьшает время на программирование станков с ЧПУ и повышает эффективность механообработки. Она позволяет работать непосредственно с характерной геометрией для моноколес (лопатки/рассекатели, ступица, скругления). В ней доступны команды такие команды как черновая обработка множества лопаток, чистовое фрезерование ступиц лопаток и скруглений. Имеющаяся функция предварительного просмотра обеспечивает визуальный контроль траектории движения инструмента. Технология обеспечивает обработку остаточного припуска: после использования инструмента максимально размера, NX автоматически определяет объем остаточного материала и генерирует траекторию с использованием инструмента меньшего размера. Система NX анализирует траекторию движения, нагрузку на инструмент и регулирует скорость подачи для поддержания оптимальной скорости съема материала, что позволяет добиться значительной эффективности механообработки и увеличивает срок службы инструмента.

Список литературы:

1. Крылов В.И., Полетаев В.А. Механическая обработка проточной части моноколес газотурбинных двигателей (ГТД) // Справочник, Инженерный журнал. 2004. №6. С. 10-12.

2. Пат. № 2247011. Способ обработки моноколес / В.И. Крылов, В.А. Полетаев, Д.И. Волков // Бюл. 2005. №6.

3. Полетаев В.А. Технология автоматизированного производства лопаток газотурбинных двигателей. М.: Машиностроение, 2006. 256 с.

СВЯЗЬ ВИБРАЦИЙ СТАНКА С ШЕРОХОВАТОСТЬЮ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Каймин В.Г. Петров А.Н.
Московский Государственный Технологический Университет «Станкин» МГТУ «СТАНКИН», факультет машиностроительных технологий и оборудования.
Научный руководитель: д.т.н., профессор Сабиров Ф.С.

В процессе формообразования деталей на их поверхности появляется шероховатость – ряд чередующихся выступов и впадин сравнительно малых размеров. Шероховатость может быть следом от резца или другого режущего инструмента, может появляться вследствие вибраций, возникающих при резании, а также из-за вынужденных вибраций самого станка. Шероховатость поверхности является одной из основных геометрических характеристик качества поверхности деталей и оказывает влияние на эксплуатационные показатели машины. [1]

В данном исследовании рассматривается возможность получения высоких показателей шероховатости (Ra 0,20) путем резания лезвийным инструментом конической поверхности одной из деталей (рис.1). Деталь имеет ряд особенностей: коническая поверхность расположена во внутренней полости, допуск радиального биения составляет 0,03 мм, малые габариты (11х18 мм), а также сложность подвода режущего инструмента.

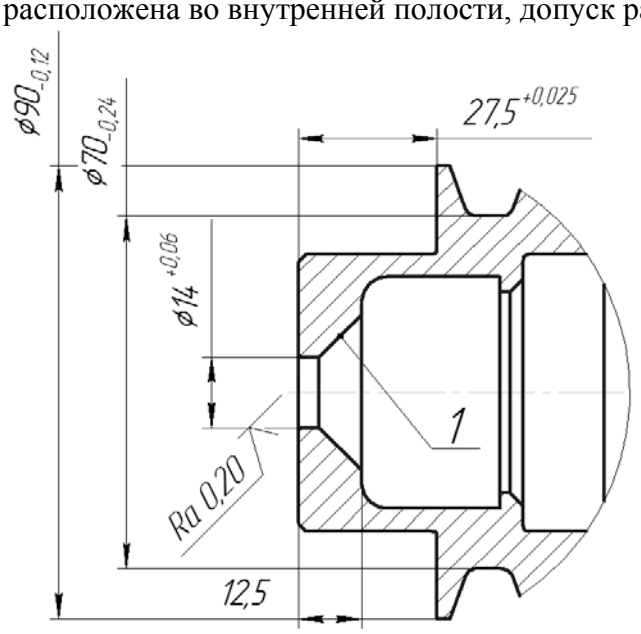


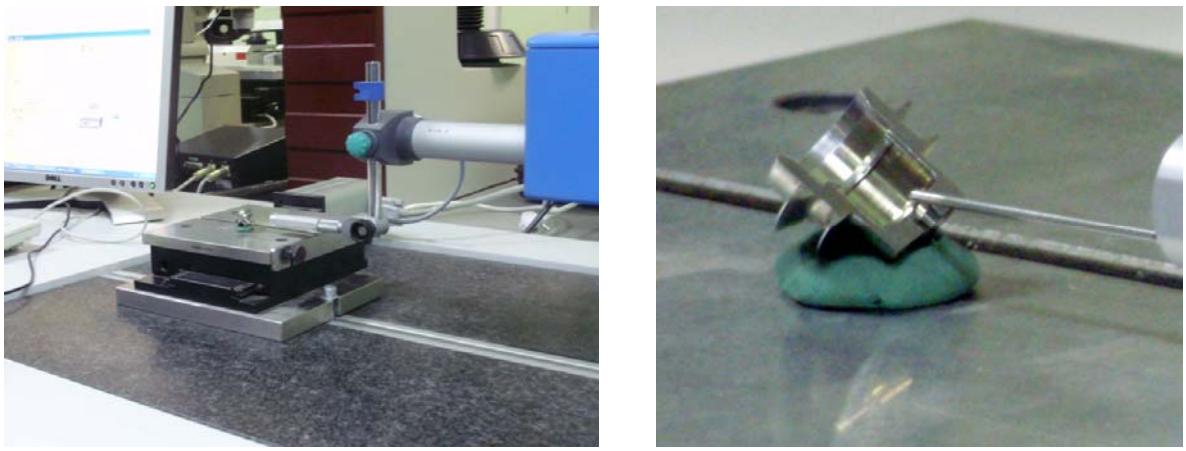
Рис. 1

Ранее высокие показатели шероховатости внутренней конической поверхности детали обеспечивались ручной доводкой после токарной обработки путем притирки. Такой способ доводки весьма трудоемкий и давал большой процент брака.

Встала задача, обработать коническую поверхность на станке за один установ вместе с обработкой внутренних поверхностей, чтобы исключить доводочные операции. Обрабатываемый материал - нержавеющая сталь 12Х18Н10Т-ВД. Рекомендуемая скорость резания - 90 м/мин.

На имеющихся токарных станках обработать коническую поверхность не удавалось из-за ограниченной частоты вращения шпинделя (у токарного станка максимальная частота 4000 об/мин, а требуется порядка 8000 об/мин). Возникла идея обработки конической поверхности на фрезерном станке с ЧПУ модели MDV 50811, закрепив заготовку в шпинделе, а расточной резец - на столе. У станка хорошо отбалансированный шпиндель и диапазон частот от 0-15000 об/мин.

Оценка показателей шероховатости проводилась по профилограммам обработанной поверхности деталей, полученным с помощью станции контроля шероховатости Hommel Tester T8000 (рис. 2). Станция предназначена для определения большинства параметров шероховатости и контура поверхности по действующим в настоящее время стандартам. Одна из полученных профилограмм показана на рис. 3.



а *б*

Рис. 2. Общий вид станции для оценки шероховатости поверхности (*а*) и контролируемая деталь (*б*)

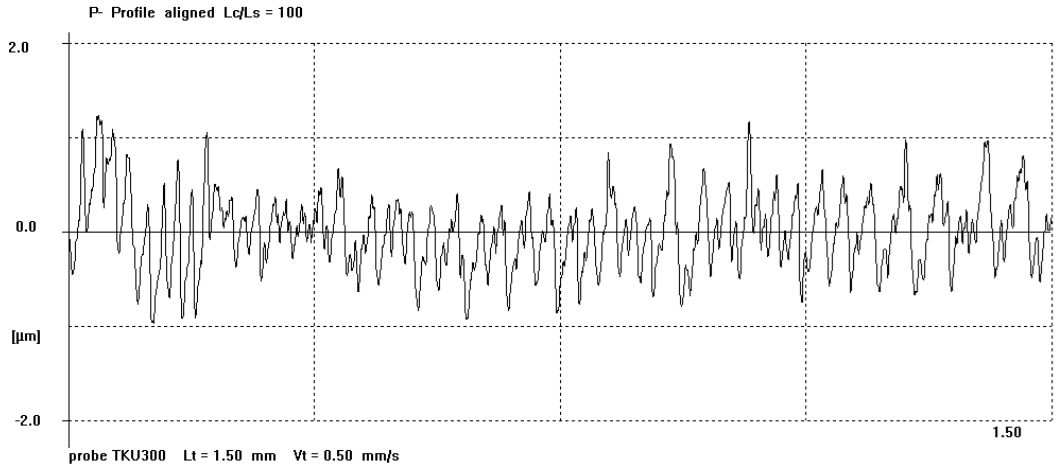


Рис. 3. Профилограмма конической поверхности образца, обработанного на фрезерном станке с ЧПУ без СОЖ

На профилограмме отчетливо видны периодические погрешности профиля, которые связаны с колебаниями элементов упругой системы во время обработки. Для определения источников вибраций были получены частотные характеристики упругой системы, спектры вибрации, спектры огибающих вибрации по методике и с помощью программ анализа, описанным в [3]. Спектр вибрации, показанный на рис. 4, свидетельствует о колебаниях резца с частотой 8,6 кГц. Меры, предпринятые для устранения колебаний резца, позволили в дальнейшем вести обработку без вибраций.

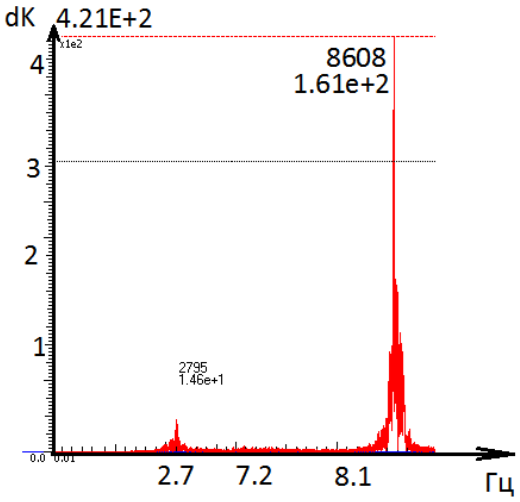


Рис. 4. Спектр вибраций (виброускорения резца при резании конуса)

Точение конической поверхности, выдерживая постоянство скорости резания, т.е. с переменной частотой вращения шпинделя дала результаты хуже, чем при резании с постоянной частотой вращения соответствующей среднему диаметру конуса.

При резании с постоянной скоростью резания (бесступенчатое изменение частоты вращения по мере изменения диаметра) получены следующие результаты: Ra=0.29 мкм, Rz=1.71 мкм, Rmax=2.00 мкм.

Резание с постоянной частотой вращения, соответствующей резанию со скоростью 90 м/мин при среднем диаметре конической поверхности, дало следующие результаты: Ra=0.13 мкм, Rz=0.83мкм, Rmax=1.28 мкм.

Полученные данные позволяют назначать режимы обработки, которые обеспечивают заданную шероховатость при лезвийной обработке конической поверхности деталей, не прибегая к дополнительной обработке.

Таким образом, зная собственные частоты и вибрации станка и инструмента, возможно прогнозировать шероховатость на готовой детали.

Дальнейшие исследования будут связаны с построением математической модели шпиндельного узла станка и проведение более сложных экспериментов в Spindina_FE, Matlab (Simulink) и National Instruments (Lab View).

Библиографический список:

1. Металлорежущие станки. Под ред. Бушуева В.В. Том 1. М.: Машиностроение, 2011. – 608 с.

2. Кудинов В.А. Динамика станков М.: Машиностроение, 1967. – 368 с.

3. Козочкин М.П., Маслов А.Р., Сабиров Ф.С. Испытания и диагностика технологического оборудования. Учебное пособие. М.: ИЦ МГТУ «СТАНКИН», 2012. – 250 с.

4. Сабиров Ф.С., Производительность и точность в рабочем пространстве станков М.: ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», 2012 – 175 с..

СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В МАШИНОСТРОЕНИИ»

УПРУГИЙ ИЗГИБ БИМЕТАЛЛОВ С РАЗЛИЧНЫМ МОДУЛЕМ УПРУГОСТИ

Драганюк В. Д.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)
Научный руководитель: к.т.н. Типалин С.А., к.т.н. Шпунькин Н.Ф.

Биметаллы все шире применяются в производстве, благодаря способности сочетать свойства двух разнородных материалов.
Детали из биметаллов в процессе обработки претерпевают различную деформацию в упругой и пластической областях. Они отличаются тем, что есть разница в свойствах металлов и соединительного слоя
Изгиб материала является одной из самых распространенных операций в области обработки металлов давлением.
В процессе упругого изгиба биметаллического материала его продольные волокна испытывают растягивающие и сжимающие деформации, величина которых вычисляется по формуле

$$\varepsilon_\theta = \ln\frac{\rho}{\rho_н}, \qquad (1)$$

где $\rho_н$ - радиус слоя имеющего первоначальную длину ℓ .

Если изгиб происходит в однородном материале, то нейтральный слой находится посередине листа.

$$\rho_н = \rho_{ср} = r + {}^{s_0}\!/_{2}$$

где радиус $\rho_н$ в упругой области.

Однако если лист имеет неоднородную структуру по толщине, то положение этого слоя изменяется

$$\rho_н = r + {}^{s_0}\!/_{2} + e, \qquad (2)$$

где e – смещение нейтрального слоя. Величина $\boldsymbol{e}$ может принимать, как положительное так и отрицательное значение.

В зависимости от свойств материала в упругой области и соотношения толщин биметаллического листа будут изменяться компоненты окружных деформаций ε_θ, напряжений σ_θ и, как следствие, изгибающий момент M , требующийся для изгиба листа по данному радиусу.

$$\sigma_\theta = E\varepsilon_\theta, \qquad (3)$$

$$M = \int_r^R \sigma_\theta \, \rho \, d\rho, \qquad (4)$$

Если рассматривать изгиб без растягивающей или сжимающей лист силы (при $P_\theta = 0$), то можно записать

$$\int_{\rho_н}^{R} \sigma_\theta \, d\rho = \int_{r}^{\rho_н} \sigma_\theta \, d\rho \,, \qquad (5)$$

где R и r – радиус наружного и внутреннего слоев листа соответственно.

Таким образом, используя формулы и при замене $\varepsilon_{\theta\ y} \approx \frac{y}{\rho_н}$ (где у текущая координата деформируемого волокна), можно найти величину смещения нейтрального слоя *е*.

Графическое представление распределения окружных напряжений при более высоком модуле Юнга Е в верхнем слое показано на рисунке 1.

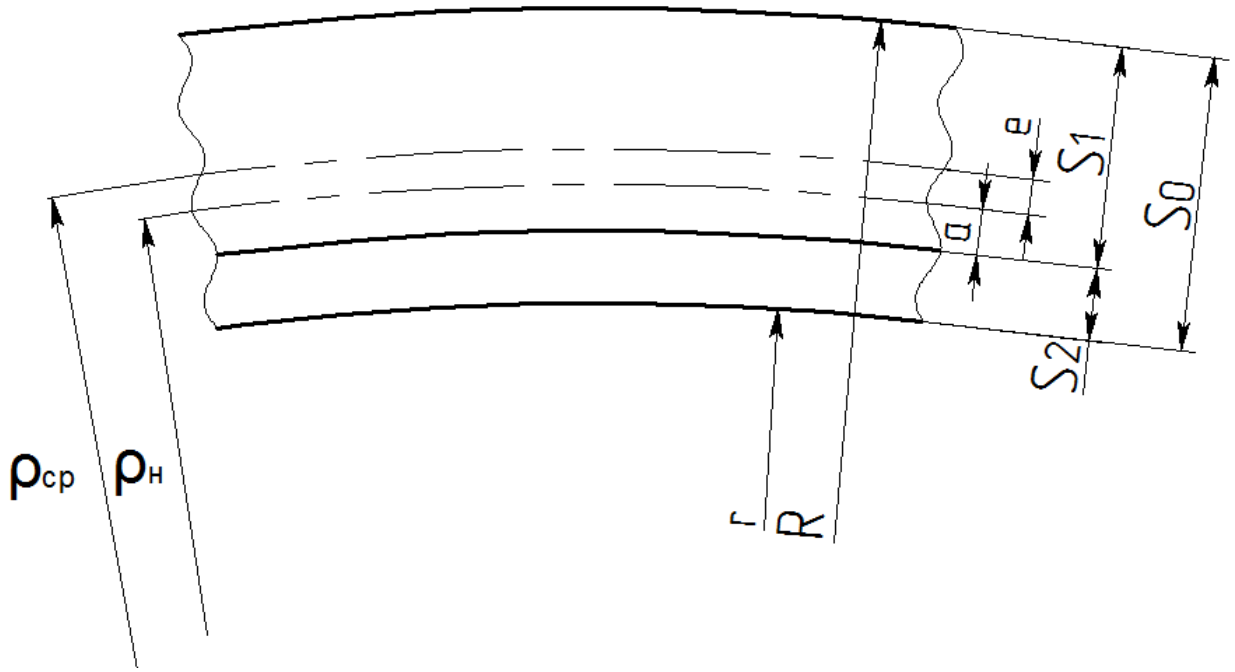
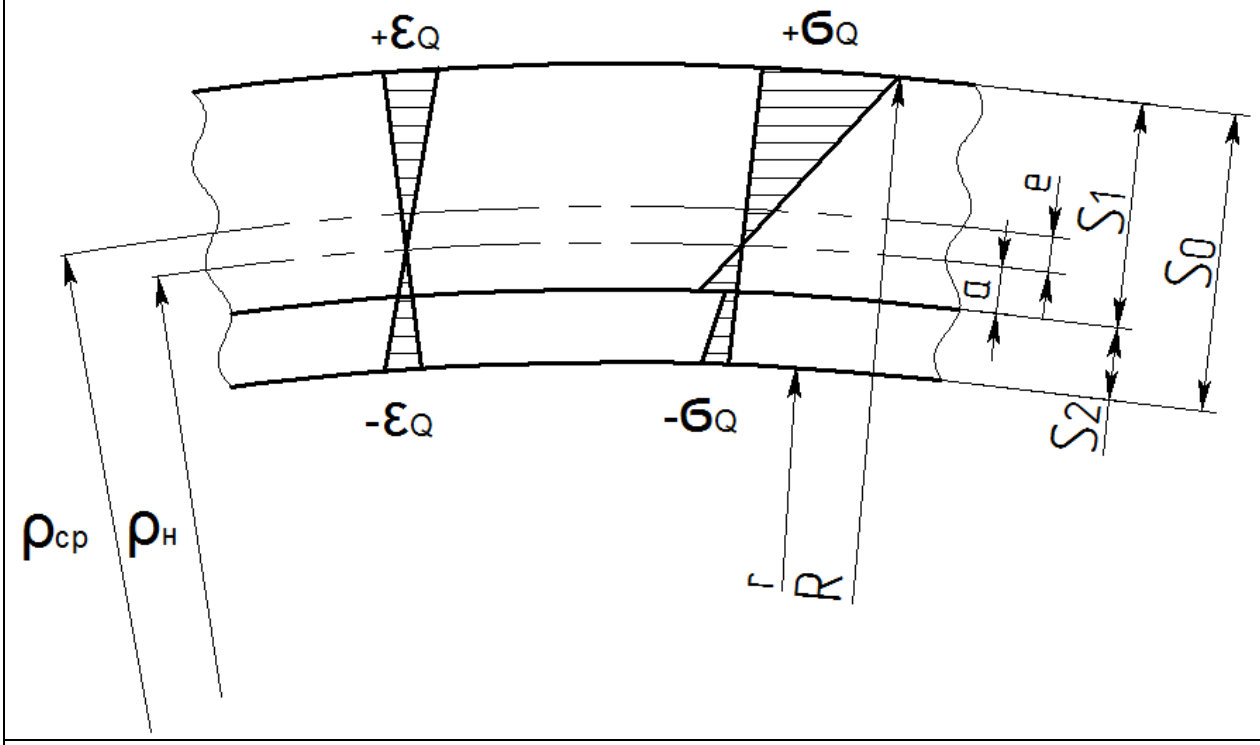
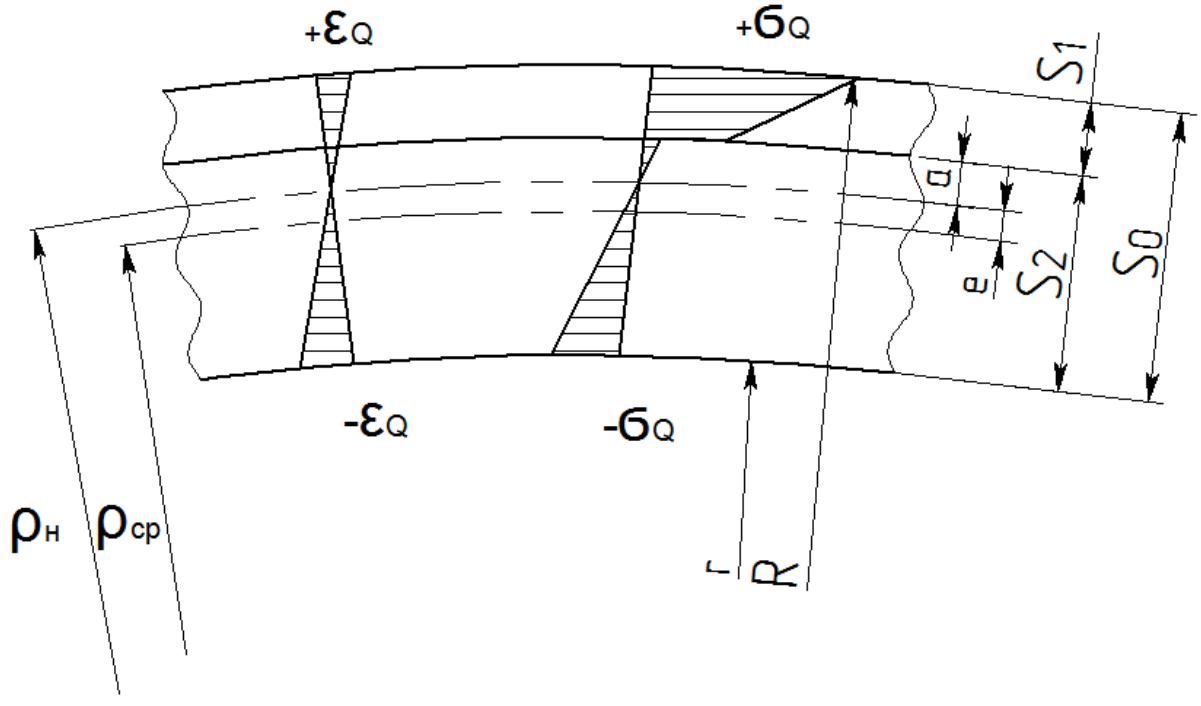


Рисунок 1 Графическое представление деформации биметаллической полосы при $E_1 > E_2$

Распределение окружных напряжений при различном расположении слоев показаны на рисунке 2-3.



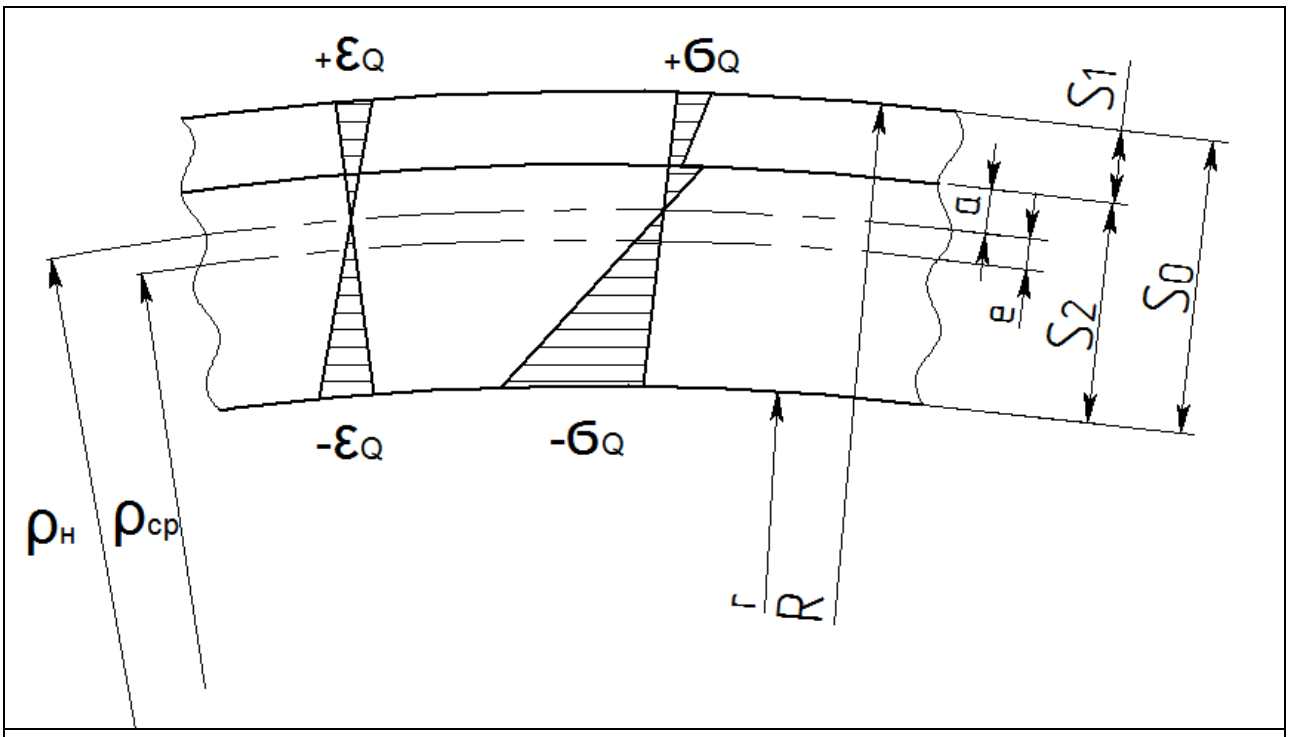
а.



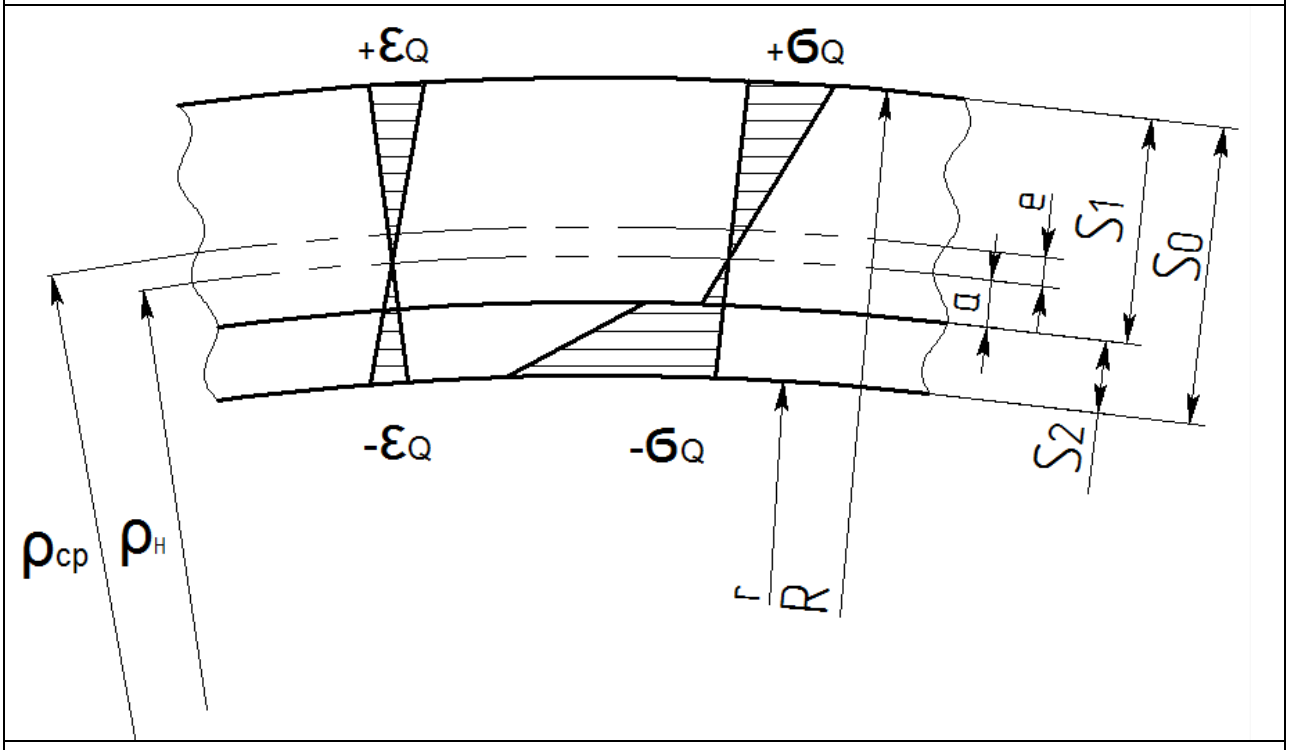
б

Рисунок 2 Варианты распределения окружных напряжений при различном расположении слоев с при соотношении $E_1>E_2$

а - $S_1 > S_2$, *б* - $S_1 < S_2$



а



б

Рисунок 2 Варианты распределения окружных напряжений при различном расположении слоев с при соотношении $E_1<E_2$ *а* - $S_1 > S_2$, *б* - $S_1 < S_2$

Суммируя окружные напряжения возникающие в процессе изгиба получим

$$\frac{E_1(s_1-a)^2}{2\rho_н}=\frac{E_1a^2}{2\rho_н}+\frac{E_2(s_2-a)^2}{2\rho_н}-\frac{E_2a^2}{2\rho_н}, \qquad (6)$$

где a – расстояние от нейтрального слоя до разделительного слоя материалов.

Произведя замену

$$\frac{E_1}{E_2} = K, \tag{7}$$

и выполнив преобразование получим

$$a = \frac{Ks_1^2 - s_2^2}{2(s_2 + Ks_1)}, \tag{8}$$

Для вычисления безразмерного коэффициента $a_y = \frac{a}{s_2^2}$, удобно произвести замену

$$n = \frac{s_1}{s_2} \tag{9}$$

отсюда

$$a_y = \frac{Kn^2 - 1}{2\left(1/s_2 + Kn/s_2\right)}, \tag{10}$$

Изменение коэффициента a_y в зависимости от коэффициентов n и K визуально отображены на графике (рисунок 4) при допущении, что величина $s_2 = 0$.

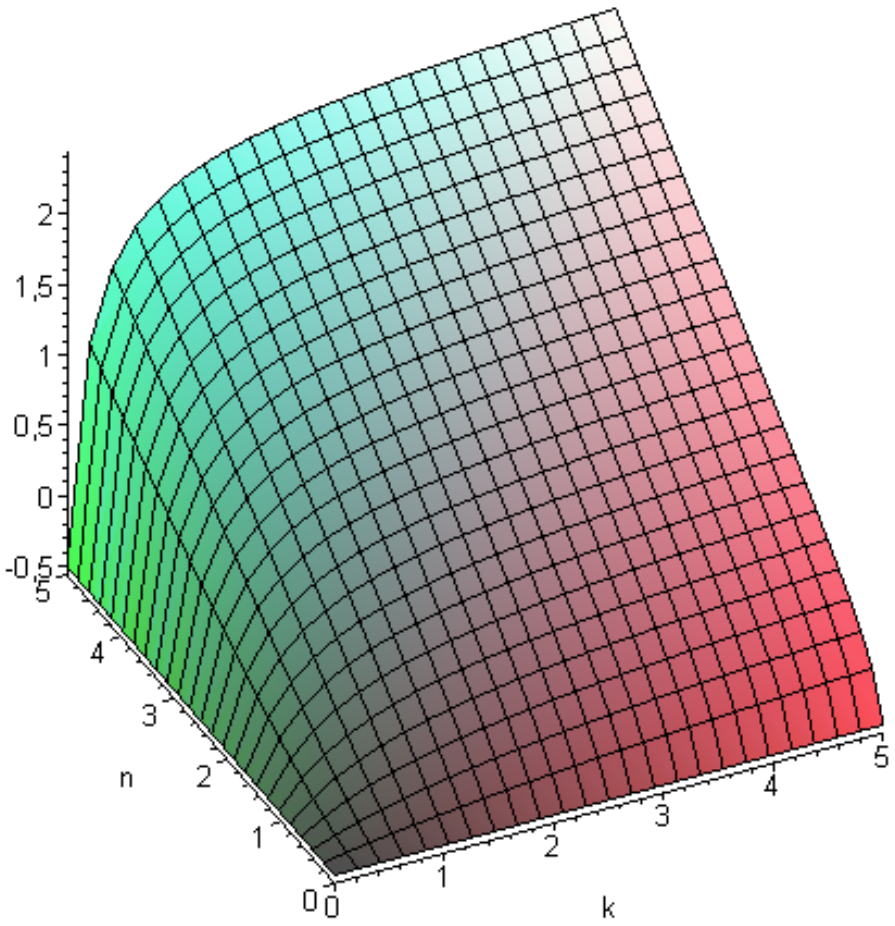


Рисунок 4 График изменения величины a_y от коэффициентов К и n

Как видно из рисунков 2-3, на границе слоев возникает скачок тангенциальных напряжений, который может привести к расслоению биметаллического листа при изгибе. Учитывая, что напряжение не должно превышать $\lfloor \tau_{cp} \rfloor$ для конкретного биметалла, можно записать

$$\tau_{cp} = \frac{a\left(E_2 - E_1\right)}{r + S/2 + e} < \left[\tau_{cp}\right] \qquad (11)$$

Вывод: При упругом изгибе биметаллического листа наиболее опасным является скачок напряжений на границе соединения слоев материала. В большинстве случаев предельное допустимое напряжение не должно превышать прочности соединительного слоя.

Аннотация:
Рассмотрен упругий изгиб биметаллов с различным модулем упругости. Определенно расстояние от нейтрального слоя до границы соединения металлов. Представлен график зависимости изменения величины нейтрального слоя от свойств металла.

ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ - ВАЖНЕЙШАЯ ОТРАСЛЬ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА В МАШИНОСТРОЕНИИ

Павел Викторович Стружков
Вологодский государственный технический университет, электроэнергетический факультет, кафедра «Информационные системы и технологии»
Научный руководитель: д.т.н., проф. Швецов А.Н.

Одним из самых замечательных достижений физики второй половины двадцатого века было открытие физических явлений, послуживших основой для создания удивительного прибора - оптического квантового генератора. Лазер представляет собой источник монохроматического когерентного света с высокой направленностью светового луча. Само слово “лазер” составлено из первых букв английского словосочетания, означающего ”усиление света в результате вынужденного излучения”.

Действительно, основной физический процесс, определяющий действие лазера, - это вынужденное испускание излучения. Оно происходит при взаимодействии фотона с возбужденным атомом при точном совпадении энергии фотона с энергией возбуждения атома. В результате этого взаимодействия атом переходит в невозбужденное состояние, а избыток энергии излучается в виде нового фотона с точно такой же энергией, направлением распространения и поляризацией, как и у первичного фотона. Таким образом, следствием данного процесса является наличие уже двух абсолютно идентичных фотонов. При дальнейшем взаимодействии этих фотонов с возбужденными атомами, аналогичными первому атому, может возникнуть “цепная реакция” размножения одинаковых фотонов, “летящих” абсолютно точно в одном направлении, что приведет к появлению узконаправленного светового луча. Для возникновения лавины идентичных фотонов необходима среда, в которой возбужденных атомов было бы больше, чем невозбужденных, поскольку при взаимодействии фотонов с невозбужденными атомами происходило бы поглощение фотонов. Такая среда называется средой с инверсной населенностью уровней энергии.

Итак, кроме вынужденного испускания фотонов возбужденными атомами происходят также процесс самопроизвольного, спонтанного испускания фотонов при переходе возбужденными атомами в невозбужденное состояние и процесс поглощения фотонов при переходе атомов из невозбужденного состояния в возбужденное. Эти три процесса, сопровождающие переходы атомов в возбужденные состояния и обратно, были постулированы А. Эйнштейном в 1916 г. Если число возбужденных атомов велико, то первый же фотон, родившийся в результате спонтанного излучения, вызовет всенарастающую лавину появления идентичных фотонов. Произойдет усиление спонтанного излучения.

На возможность усиления света в среде с инверсной населенностью за счет вынужденного испускания впервые указал в 1939 г. советский физик В.А.Фабрикант, предложивший создавать инверсную населенность в электрическом разряде в газе. При одновременном рождении большого числа спонтанно испущенных фотонов возникнет большое число лавин, каждая из которых будет распространяться в своем направлении, заданном первоначальным фотоном соответствующей лавины. В результате мы получим потоки квантов света, но не сможем получить ни направленного луча, ни высокой монохроматичности, так как каждая лавина инициировалась собственным первоначальным фотоном. Для того чтобы среду с инверсной населенностью можно было использовать для генерации лазерного луча необходимо “снимать” инверсную населенность с помощью первичных фотонов, уже обладающих одной и той же энергией, совпадающей с энергией данного перехода в атоме. В этом случае мы будем иметь лазерный усилитель света. Существует, однако, и другой вариант получения лазерного луча, связанный с использованием системы обратной связи.

Спонтанно родившиеся фотоны, направление распространения которых не перпендикулярно плоскости зеркал, создадут лавины фотонов, выходящие за пределы среды. В то же время фотоны, направление распространения которых перпендикулярно плоскости зеркал, создадут лавины, многократно усиливающиеся в среде вследствие многократного отражения от зеркал. Если одно из зеркал будет обладать небольшим пропусканием, то через него будет выходить направленный поток фотонов перпендикулярно плоскости зеркал. При правильно подобранном пропускании зеркал, точной их настройке относительно друг друга и относительно продольной оси среды с инверсной населенностью обратная связь может оказаться настолько эффективной, что излучением “вбок” можно будет полностью пренебречь по сравнению с излучением, выходящим через зеркала. На практике это, действительно, удается сделать. Такую схему обратной связи называют оптическим резонатором, и именно этот тип резонатора используют в большинстве существующих лазеров.

В 1955 г. одновременно и независимо Н.Г.Басовым и А. М. Прохоровым в СССР и Ч. Таунсом в США был предложен принцип создания первого в мире генератора квантов электромагнитного излучения на среде с инверсной населенностью. Спустя несколько лет, в 1960 г., американским физиком Т. Мейманом был запущен первый квантовый генератор оптического диапазона, в котором обратная связь осуществлялась с помощью описанного выше оптического резонатора, а инверсная населенность возбуждалась в кристаллах рубина, облучаемых излучением ксеноновой лампы-вспышки. Рубиновый кристалл представляет собой кристалл оксида алюминия с небольшой добавкой 0,05% хрома. При добавлении атомов хрома прозрачные кристаллы рубина приобретают розовый цвет и поглощают излучение в двух полосах ближней ультрафиолетовой области спектра. Всего кристаллами рубина поглощается около 15% света лампы-вспышки. При поглощении света ионами хрома происходит переход ионов в возбужденное состояние. В результате внутренних процессов возбужденные ионы хрома переходят в основное состояние не сразу, а через два возбужденных уровня. На этих уровнях происходит накопление ионов, и при достаточно мощной вспышке ксеноновой лампы возникает инверсная населенность между промежуточными уровнями и основным уровнем ионов хрома.

Торцы рубинового стержня полируют, покрывают отражающими интерференционными пленками, выдерживая при этом строгую параллельность торцов друг другу. При возникновении инверсии ионов хрома в рубине происходит лавинное нарастание числа вынужденно испущенных фотонов, и обратной связи на оптическом резонаторе, образованном зеркалами на торцах рубинового стержня, обеспечивает формирование узконаправленного луча красного света. Длительность лазерного импульса равна 0.0001 с, немного короче длительности вспышки ксеноновой лампы. Энергия импульса рубинового лазера около 1 Дж. С помощью механической системы или быстродействующего электрического затвора можно “включить “ обратную связь в момент достижения максимальной инверсии населенностей и, следовательно, максимального усиления активной среды. В этом случае мощность индуцированного излучения будет чрезвычайно велика и инверсия населенности “снимется” вынужденным излучением за очень короткое время.

В этом режиме модулированной добротности резонатора излучается гигантский импульс лазерного излучения. Полная энергия этого импульса останется приблизительно на том же уровне, что и в режиме “свободной генерации”, но вследствие сокращения в сотни раз длительности импульса также в сотни раз возрастает мощность излучения, достигая значения 100000000 Вт. Рассмотрим некоторые уникальные свойства лазерного излучения.

При спонтанном излучении атом излучает спектральную линию конечной ширины. При лавинообразном нарастании числа вынужденно испущенных фотонов в среде с инверсной

населенностью интенсивность излучения этой лавины будет возрастать прежде всего в центре спектральной линии данного атомного перехода, и в результате этого процесса ширина спектральной линии первоначального спонтанного излучения будет уменьшаться. На практике в специальных условиях удается сделать относительную ширину спектральной линии лазерного излучения в 10000000 раз меньше, чем ширина самых узких линий спонтанного излучения, наблюдаемых в природе.

Кроме сужения линии излучения в лазере удается получить расходимость луча менее 0,00001 радиана, т. е. на уровне угловых секунд. Известно, что направленный узкий луч света можно получить в принципе от любого источника, поставив на пути светового потока ряд экранов с маленькими отверстиями, расположенными на одной прямой. Представим себе, что мы взяли нагретое черное тело и с помощью диафрагм получили луч света, из которого посредством призмы или другого спектрального прибора выделили луч с шириной спектра, соответствующей ширине спектра лазерного излучения. Зная мощность лазерного излучения, ширину его спектра и угловую расходимость луча, можно с помощью формулы Планка вычислить температуру воображаемого черного тела, использованного в качестве источника светового луча, эквивалентного лазерному лучу. Этот расчет приведет нас к фантастической цифре: температура черного тела должна быть порядка десятков миллионов градусов. Удивительное свойство лазерного луча - его высокая эффективная температура открывает перед исследователями большие возможности, абсолютно неосуществимые без использования лазера.

Лазеры различаются: способом создания в среде инверсной населенности, или, иначе говоря, способом накачки, рабочей средой, конструкцией резонатора, режимом работы. Эти различия определяются многообразием требований к характеристикам лазера в связи с его практическими применениями.

Лазеры нашли широкое применение, и в частности используются в промышленности для различных видов обработки материалов: металлов, бетона, стекла, тканей, кожи . Лазерные технологические процессы можно условно разделить на два вида. Первый из них использует возможность чрезвычайно тонкой фокусировки лазерного луча и точного дозирования энергии как в импульсном, так и в непрерывном режиме. В таких технологических процессах применяют лазеры сравнительно невысокой средней мощности: это газовые лазеры импульсно-периодического действия, лазеры на кристаллах иттрий-алюминиевого граната с примесью неодима. С помощью последних были разработаны технология сверления тонких отверстий в рубиновых и алмазных камнях для часовой промышленности и технология изготовления фильеров для протяжки тонкой проволоки. Основная область применения маломощных импульсных лазеров связана с резкой и сваркой миниатюрных деталей в микроэлектронике и электровакуумной промышленности, с маркировкой миниатюрных деталей, автоматическим выжиганием цифр, букв, изображений для нужд полиграфической промышленности. В последние годы в одной из важнейших областей микроэлектроники - фотолитографии, без применения которой практически невозможно изготовление сверхминиатюрных печатных плат, интегральных схем и других элементов микроэлектронной техники, обычные источники света заменяются на лазерные. С помощью лазера на XeCL удается получить разрешение в фотолитографической технике до 0,15 - 0,2 мкм.

Дальнейший прогресс в субмикронной литографии связан с применением в качестве экспонирующего источника света мягкого рентгеновского излучения из плазмы, создаваемой лазерным лучом. В этом случае предел разрешения, определяемый длиной волны рентгеновского излучения, оказывается просто фантастическим.

Второй вид лазерной технологии основан на применении лазеров с большой средней мощностью: от 1кВт и выше. Мощные лазеры используют в таких энергоемких технологических процессах, как резка и сварка толстых стальных листов, поверхностная закалка, наплавление и легирование крупногабаритных деталей, очистка зданий от поверхностей загрязнений, резка мрамора, гранита, раскрой тканей, кожи и других материалов. При лазерной сварке металлов достигается высокое качество шва и не требуется применение вакуумных камер, как при электроннолучевой сварке, а это очень важно в конвейрном производстве.

Мощная лазерная технология нашла применение в машиностроении, автомобильной промышленности, промышленности строительных материалов. Она позволяет не только повысить качество обработки материалов, но и улучшить технико-экономические показатели производственных процессов. Так, скорость лазерной сварки стальных листов толщиной 14 мКм достигает 100м\ч при расходе электроэнергии 10 кВт.ч.

Рассмотрим более подробно газовые лазеры, пожалуй, наиболее широко используемый в настоящее время тип лазеров и, возможно, в этом отношении они превосходят даже рубиновые лазеры. Газовым лазерам также, по-видимому, посвящена большая часть выполненных исследований. Среди различных типов газовых лазеров всегда можно найти такой, который будет удовлетворять почти любому требованию, предъявляемому к лазеру, за исключением очень большой мощности в видимой области спектра в импульсном режиме. Большие мощности необходимы для многих экспериментов при изучении нелинейных оптических свойств материалов. В настоящее время большие мощности в газовых лазерах не получены по той простой причине, что плотность атомов в них недостаточно велика. Однако почти для всех других целей можно найти конкретный тип газового лазера, который будет превосходить как твердотельные лазеры с оптической накачкой, так и полупроводниковые лазеры. Много усилий было направлено на то, чтобы эти лазеры могли конкурировать с газовыми лазерами, и в ряде случаев был достигнут определенный успех, однако он всегда оказывался на грани возможностей, в то время как газовые лазеры не обнаруживают никаких признаков уменьшения популярности.

Особенности газовых лазеров большей часто обусловлены тем, что они, как правило, являются источниками атомных или молекулярных спектров. Поэтому длины волн переходов точно известны, они определяются атомной структурой и обычно не зависят от условий окружающей среды. Стабильность длины волны генерации при определенных усилиях может быть значительно улучшена по сравнению со стабильностью спонтанного излучения. В настоящее время имеются лазеры с монохроматичностью лучшей, чем в любом другом приборе. При соответствующем выборе активной среды может быть осуществлена генерация в любой части спектра, от ультрафиолетовой до далекой инфракрасной области, частично захватывая микроволновую область. Нет также оснований сомневаться, что в будущем удастся создать лазеры для вакуумной ультрафиолетовой области спектра. Разреженность рабочего газа обеспечивает оптическую однородность среды с низким коэффициентом преломления, что позволяет применять простую математическую теорию для описания структуры мод резонатора и дает уверенность в том, что свойства выходного сигнала близки к теоретическим. Хотя к. п. д. превращения электрической энергии в энергию вынужденного излучения в газовом лазере не может быть таким большим, как в полупроводниковом лазере, однако благодаря простоте управления разрядом газовый лазер оказывается для большинства целей наиболее удобным в работе как один из лабораторных приборов. Что касается большой мощности в непрерывном ре жиме, то природа газовых лазеров позволяет им в этом отношении превзойти все другие типы лазеров.

Первые расчеты, касающиеся возможности создания лазеров, и первые патенты относились главным образом к газовым лазерам, так как схемы энергетических уровней и условия возбуждения в этом случае более понятны, чем для веществ в твердом состоянии. Однако первым был открыт рубиновый лазер, хотя вскоре был создан и газовый лазер. В конце 1960 г. Джаван, Беннет и Херриотт создали гелий-неоновый лазер, работающий в инфракрасной области на ряде линий в районе 1 мк. В последующие два года гелий-неоновый лазер был усовершенствован, а также были открыты друг е газовые лазеры, работающие в инфракрасной области, включая лазеры с использованием других благородных газов и атомарного кислорода. Однако наибольший интерес к газовым лазерам был вызван открытием генерации гелий-неонового лазера на красной линии 6328 А при условиях, лишь незначительно отличавшихся от условий, при которых была получена генерация в первом газовом лазере. Получение генерации в видимой области спектра стимулировало интерес не только к поискам дополнительным переходов такого типа, но и к лазерным применениям, так как при этом были открыты многие новые и неожиданные явления, а лазерный луч получил новые применения в качестве лабораторного инструмента. Два года, последовавшие за открытием генерации на линии 6328 А, были насыщены большим количеством технических усовершенствований, направленных главным образом на достижение большей мощности и большей компактности этого типа лазера. Тем временем продолжались поиски новых длин волн и были открыты многие инфракрасные и несколько новых переходов в видимой области спектра. Наиболее важным из них является открытие Матиасом импульсных лазерных переходов в молекулярном азоте и в окиси углерода.

Следующим наиболее важным этапом в развитии лазеров было, по-видимому, открытие Беллом в конце 1963 г. лазера, работающего на ионах ртути. Хотя лазер на ионах ртути сам по себе не оправдал первоначальных надежд на получение больших мощностей в непрерывном режиме в красной и зеленой областях спектра, это открытие указало новые режимы разряда, при которых могут быть обнаружены лазерные переходы в видимой области спектра. Поиски таких переходов были проведены также среди других ионов. Вскоре было обнаружено, что ионы аргона представляют собой наилучший источник лазерных переходов с большой мощностью в видимой области и что на них может быть получена генерация в непрерывном режиме. В результате дальнейших усовершенствований аргонового лазера в непрерывном режиме была получена наиболее высокая мощность, какая только возможна в видимой области. В результате поисков была открыта генерация на 200 ионных переходах, сосредоточенных главным образом в видимой и ультрафиолетовой частях спектра. Такие поиски, по-видимому, еще не окончены; в журналах по прикладной физике и в технических журналах часто появляются сообщения о генерации на новых длинах волн, Тем временем, технические усовершенствования лазеров быстро расширялись, в результате чего исчезли многие “колдовские” ухищрения первых конструкций гелий-неоновых и других газовых лазеров. Исследования таких лазеров, начатые Беннетом, продолжались до тех пор, пока не был создан гелий-неоновый лазер, который можно установить на обычном столе с полной уверенностью в том, что лазер будет функционировать так, как это ожидалось при его создании. Аргоновый ионный лазер не исследован столь же хорошо; однако большое число оригинальных работ Гордона Бриджеса позволяет предвидеть в разумных пределах возможные параметры такого лазера.

На протяжении последнего года появился ряд интересных работ, посвященных газовым лазерам, однако еще слишком рано определять их относительную ценность. К всеобщему удивлению наиболее важным достижением явилось открытие Пейтелом генерации вынужденного излучения в CO2 на полосе 1,6 мк с высоким к.п.д. выходная мощность в этих лазерах может быть доведена до сотен ватт, что обещает открыть целую новую область лазерных применений.

Основным примером работы полупроводниковых лазеров является магнитно-оптический накопитель (МО). МО накопитель построен на совмещении магнитного и оптического принципа хранения информации. Записывание информации производится при помощи луча лазера и магнитного поля, а считывание при помощи одного только лазера.

В процессе записи на МО диск лазерный луч нагревает определенные точки на диски, и под воздействием температуры сопротивляемость изменению полярности, для нагретой точки, резко падает, что позволяет магнитному полю изменить полярность точки. После окончания нагрева сопротивляемость снова увеличивается, но полярность нагретой точки остается в соответствии с магнитным полем примененным к ней в момент нагрева. В имеющихся на сегодняшний день МО накопителях для записи информации применяются два цикла, цикл стирания и цикл записи. В процессе стирания магнитное поле имеет одинаковую полярность, соответствующую двоичным нулям. Лазерный луч нагревает последовательно весь стираемый участок и таким образом записывает на диск последовательность нулей. В цикле записи полярность магнитного поля меняется на противоположную, что соответствует двоичной единице. В этом цикле лазерный луч включается только на тех участках, которые должны содержать двоичные единицы, и оставляя участки с двоичными нулями без изменений. В процессе чтения с МО диска используется эффект Керра, заключающийся в изменении плоскости поляризации отраженного лазерного луча, в зависимости от направления магнитного поля отражающего элемента. Отражающим элементом в данном случае является намагниченная при записи точка на поверхности диска, соответствующая одному биту хранимой информации. При считывании используется лазерный луч небольшой интенсивности, не приводящий к нагреву считываемого участка, таким образом, при считывании хранимая информация не разрушается.

Такой способ в отличии от обычного применяемого в оптических дисках не деформирует поверхность диска и позволяет повторную запись без дополнительного оборудования. Этот способ также имеет преимущество перед традиционной магнитной записью в плане надежности. Так как перемагничивание участков диска возможно только под действием высокой температуры, то вероятность случайного перемагничивания очень низкая, в отличии от традиционной магнитной записи, к потери которой могут привести случайные магнитные поля.

Область применения МО дисков определяется его высокими характеристиками по надежности, объему и сменяемости. МО диск необходим для задач, требующих большого дискового объема, это такие задачи, как САПР, обработка изображений звука. Однако небольшая скорость доступа к данным, не дает возможности применять МО диски для задач с критичной реактивностью систем. Поэтому применение МО дисков в таких задачах сводится к хранению на них временной или резервной информации. Для МО дисков очень выгодным использованием является резервное копирование жестких дисков или баз данных. В отличии от традиционно применяемых для этих целей стримеров, при хранение резервной информации на МО дисках, существенно увеличивается скорость восстановления данных после сбоя. Это объясняется тем, что МО диски являются устройствами с произвольным доступом, что позволяет восстанавливать только те данные, в которых обнаружился сбой. Кроме этого при таком способе восстановления нет необходимости полностью останавливать систему до полного восстановления данных. Применение МО дисков, также целесообразно при работе с приватной информацией больших объемов.

Основные перспективы развития МО дисков связанны, прежде всего, с увеличением скорости записи данных. Медленная скорость определяется в первую очередь двухпроходным алгоритмом записи. В этом алгоритме нули и единицы пишутся за разные

проходы, из-за того, что магнитное поле, задающие направление поляризации конкретных точек на диске, не может изменять свое направление достаточно быстро.

Наиболее реальная альтернатива двухпроходной записи - это технология, основанная на изменение фазового состояния. Такая система уже реализована некоторыми фирмами производителями. Существуют еще несколько разработок в этом направлении, связанные с полимерными красителями и модуляциями магнитного поля и мощности излучения лазера.

Технология, основанная на изменении фазового состояния, основана на способности вещества переходить из кристаллического состояния в аморфное. Достаточно осветить некоторую точку на поверхности диска лучом лазера определенной мощности, как вещество в этой точке перейдет в аморфное состояние. При этом изменяется отражающая способность диска в этой точке. Запись информации происходит значительно быстрее, но при этом процессе деформируется поверхность диска, что ограничивает число циклов перезаписи.

Технология, основанная на полимерных красителях, также допускает повторную запись. При этой технологии поверхность диска покрывается двумя слоями полимеров, каждый из которых чувствителен к свету определенной частоты. Для записи используется частота, игнорируемая верхним слоем, но вызывающая реакцию в нижнем. В точке падения луча нижний слой разбухает и образует выпуклость, влияющую на отражающие свойства поверхности диска. Для стирания используется другая частота, на которую реагирует только верхний слой полимера, при реакции выпуклость сглаживается. Этот метод как и предыдущий имеет ограниченное число циклов записи, так как при записи происходит деформация поверхности.

В настоящие время уже разрабатывается технология позволяющая менять полярность магнитного поля на противоположную всего за несколько наносекунд. Это позволит изменять магнитное поле синхронно с поступлением данных на запись. Существует также технология построенная на модуляции излучения лазера. В этой технологии дисковод работает в трех режимах - режим чтения с низкой интенсивностью, режим записи со средней интенсивностью и режим записи с высокой интенсивностью. Модуляция интенсивности лазерного луча требует более сложной структуры диска, и дополнения механизма дисковода инициализирующим магнитом, установленным перед магнитом смещения и имеющим противоположную полярность. В самом простом случае диск имеет два рабочих слоя - инициализирующий и записывающий. Инициализирующий слой сделан из такого материала, что инициализирующий магнит может изменять его полярность без дополнительного воздействия лазера. В процессе записи инициализирующий слой записывается нулями, а при воздействии лазерного луча средней интенсивности записывающий слой намагничивается инициализирующим, при воздействии луча высокой интенсивности, записывающий слой намагничивается в соответствии с полярностью магнита смещения.

Литература

1.Энциклопедический словарь юного физика, гл. редактор Мигдал А.Б., Москва, Педагогика 1991г.
2. Физика Н.М.Шахмаев, С.Н.Шахмаев,Д.Ш.Шодиев, Москва, Просвещение 1993г.
3. Журнал “PC Magazine” №2 1991г.
4. Газовые лазеры под ред. Н.Н.Соболева, Москва, Мир 1968г.

РАЗРАБОТКА ТЕХ. ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ КАПСУЛЫ ДЛЯ СПЕКАНИЯ

Яковлева Е.О.
Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана, факультет «Машиностроительные технологии», кафедра «Оборудование и технологии обработки давлением»
Научный руководитель: к.т.н., доцент Шубин И.Н.

Цель работы – получение капсулы для спекания (рис.1), анализ напряженного состояния и различных способов изготовления детали.

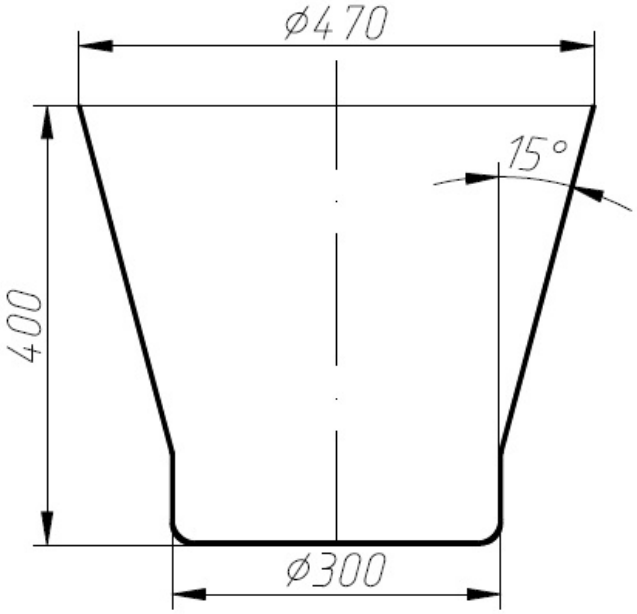


Рис.1. Капсула для спекания

В работе проведены расчет и моделирование процесса изготовления детали путем совмещения операций вытяжки, обжима и раздачи, анализ напряженного состояния и различных способов изготовления детали.
Данная деталь изготавливается из стали 08 кп, толщина -3 мм.
Было рассмотрено три способа изготовления детали:

1) Два перехода вытяжки, совмещение раздачи, вытяжки и обжима.
2) Раздача трубной заготовки.
3) Два перехода вытяжки, раздача, совмещение обжима и вытяжки.

1. РАСЧЕТ НАПРЯЖЕНИЙ

1 способ. Два перехода вытяжки, совмещение раздачи, обжима и вытяжки, отрезка дна.

Расчет необходимого числа переходов вытяжки:

Общий коэффициент вытяжки:

$m = \frac{d}{D} = \frac{300}{865} = 0{,}347$ – больше, чем m_1 ([1], стр. 8, табл. 5), следовательно необходимо несколько переходов вытяжки.

$m_1 = 0{,}57$ ([1], стр. 8, табл. 5), следовательно $d_1 = m_1 \cdot D = 0{,}57 \cdot 865 = 493$ мм.

$m_2 = 0{,}77$ ([1], стр. 9, табл. 5), следовательно $d_2 = m_2 \cdot d_1 = 0{,}77 \cdot 485 = 380$ мм.

$m_3 = \frac{m}{m_1 \cdot m_2} = \frac{0{,}347}{0{,}57 \cdot 0{,}77} = 0{,}79$

Высота детали после каждого перехода вытяжки:

$h_1 = 0{,}25(\frac{D}{m_1} - d_1) + 0{,}43\frac{r}{d_1}(d_1 + 0{,}32 \cdot r) = 0{,}25(\frac{865}{0{,}57} - 493) + 0{,}43\frac{30}{493}(493 + 0{,}32 \cdot 30) = 270$ мм

$r = r_п + 0{,}5 \cdot S = 28 + 0{,}5 \cdot 3 = 30$ мм – радиус донной части

$h_2 = 0{,}25(\frac{D}{m_1 \cdot m_2} - d_2) + 0{,}43\frac{r}{d_2}(d_2 + 0{,}32 \cdot r) = 0{,}25(\frac{865}{0{,}57 \cdot 0{,}77} - 380) + 0{,}43\frac{30}{380}(380 + 0{,}32 \cdot 30)$ = 411 мм

Определение напряжений в опасном сечении для 1-го и 2-го переходов вытяжки:

$$\sigma_{\rho max} = \sigma_s\left(\frac{\ln R}{r} + \frac{\mu Q}{\pi R S \sigma_s} + \frac{S}{2r_м + S}\right)(1 + 1{,}6\mu)$$

$$\sigma_{s\,ср\,1} = \sigma_т\left(1 + 0{,}\frac{5\ln 1}{m_1}\right)$$

$$\sigma_{s\,ср\,1} = 220\left(1 + 0{,}\frac{5\ln 1}{0}{,}57\right) = 225\ МПа$$

Сила прижима будет равна:

$$Q = \frac{\pi}{4(D^2 - (d + 2r_м)^2)q}$$

q-удельная сила прижима, для стали 08кп составляет 2..2,5 МПа

$$Q = \frac{\pi}{4}(865^2 - (493 + 2 \cdot 30)^2)2{,}25 = 781\ кН$$

$$\sigma_{\rho max} = \sigma_s\left(\frac{\ln R}{r} + \frac{\mu Q}{\pi R S \sigma_s} + \frac{S}{2r_м + S}\right)(1 + 1{,}6\mu) =$$

$$225\left(\frac{\ln 432{,}5}{246{,}5} + \frac{0{,}1 \cdot 781000}{\pi \cdot 246{,}5 \cdot 3 \cdot 225} + \frac{3}{2 \cdot 30 + 3}\right)(1 + 1{,}6 \cdot 0{,}1) = 198\ МПа$$

На втором переходе максимальное напряжение в опасном сечении будет равно:

$$\sigma_{\rho max} = \sigma_s\left(\frac{\ln R}{r} + \frac{S}{2R_\rho} + \frac{S}{2r_м + S}\right)(1 + \alpha_1\mu)$$

$$\sigma_{s\,ср\,2} - \sigma_{s\,ср\,1}\left(\frac{1 + \frac{1}{2}\ln 1}{m_2}\right)$$

$$\sigma_{s\,ср\,2} = 225\left(\frac{1 + \frac{1}{2}\ln 1}{0}{,}77\right) = 254\ МПа$$

$$\sigma_{\rho max} = 254\left(\frac{\ln 246{,}5}{190} + \frac{3}{2 \cdot 27{,}5} + \frac{3}{2 \cdot 30 + 3}\right)(1 + 1{,}71 \cdot 0{,}1) = 107$$ МПа

Радиус изгиба участка свободного изгиба будет равен:

$$R_\rho = \frac{\sqrt{RS}}{\sin\alpha_1}$$

$$\frac{\sin\alpha_1}{Z} = \frac{\sqrt{RS} + 4(2r_м + S)(R - r) - \sqrt{RS}}{4r_м + 2S} = = \frac{\sqrt{246{,}5 \cdot 3} + 4(2 \cdot 30 + 3)(246{,}5 - 190) - \sqrt{246{,}5 \cdot 3}}{4 \cdot 30 + 2 \cdot 3} = 0{,}755$$

$$\frac{\alpha_1}{2} = 49{,}07° \rightarrow \alpha_1 = 98{,}13° = 1{,}71\ рад$$

$$R_\rho = \frac{\sqrt{246{,}5 \cdot 3}}{\sin 98{,}13°} = 27{,}5\ мм$$

При вытяжке максимальное напряжение в опасном сечении будет равно:

$$\sigma_{\rho max} = \sigma_s\left(\frac{\ln R}{r} + \frac{S}{2R_\rho} + \frac{S}{2r_м + S}\right)(1 + \alpha_2\mu)$$

$$m_3 = \frac{r}{R} = \frac{150}{190} = 0{,}79$$

$$\sigma_{s\,ср\,3} = \sigma_{s\,ср\,2}\left(\frac{1 + \frac{1}{2}\ln 1}{m_3}\right)$$

$$\sigma_{s\,ср\,3} = 254\left(\frac{1 + \frac{1}{2}\ln 1}{0}{,}79\right) = 284\ МПа$$

$$\sigma_{\rho max} = 284\left(\frac{\ln 190}{150} + \frac{3}{2\cdot 24{,}4} + \frac{3}{2\cdot 30+3}\right)(1 + 1{,}36\cdot 0{,}1) = 111{,}5$$ МПа

Радиус изгиба участка свободного изгиба будет равен:

$$R_\beta = \frac{\sqrt{RS}}{\sin\alpha_2}$$

$$\frac{\sin\alpha_2}{2} = \frac{\sqrt{RS + 4(2r_м + S)(R - r)} - \sqrt{RS}}{4r_м + 2S} == \frac{\sqrt{190\cdot 3 + 4(2\cdot 30 + 3)(190 - 150)} - \sqrt{190\cdot 3}}{4\cdot 30 + 2\cdot 3} = 0{,}63$$

$$\frac{\alpha_2}{2} = 39{,}01^\circ \rightarrow \alpha_2 = 78{,}03^\circ = 1{,}36 \text{ рад}$$

$$R_\beta = \frac{\sqrt{190\cdot 3}}{\sin 78{,}03^\circ} = 24{,}4 \text{ мм}$$

Напряжения при обжиме (примем μ = 0,1; α = 15°; $\sigma_T = 220$ МПа):

$$\sigma_\rho = -\sigma_s\left(1 + \mu\,\mathrm{ctg}\alpha\right)\left(1 - \frac{r_0}{R}\right)$$

$$\sigma_s = \sigma_T\left(1 + \frac{1}{2}\ln k_{об}\right) = 220\left(1 + \frac{1}{2}\ln 1{,}13\right) = 234 \text{ МПа}$$

$$\sigma_\rho = -234(1 + 0{,}1\,\mathrm{ctg}15^\circ)\left(1 - \frac{170}{190}\right) = 33{,}8 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\rho max} = -\sigma_s\left(1 + \mu\,\mathrm{ctg}\alpha\right)\left(1 - \frac{r_0}{R}\right)(3 - 2\cos\alpha)\frac{1}{2\left(1 + \sqrt{\frac{R}{r_0}}\right)} =$$

$$= -234(1 + 0{,}1\,\mathrm{ctg}15^\circ)\left(1 - \frac{170}{190}\right)(3 - 2\cos 15^\circ)$$

$$= 37{,}1$$ МПа

Напряжения при раздаче (примем μ = 0,1; α = 15°; $\sigma_T = 220$ МПа):

$$\sigma_\rho = -\sigma_s\left(1 + \mu\,\mathrm{ctg}\alpha\right)\left(\frac{R_{раз}}{R_{заг}} - 1\right)$$

$$\sigma_s = \sigma_T\left(1 + \frac{1}{2}\ln k_{раз}\right) = 220\left(1 + \frac{1}{2}\ln 1{,}23\right) = 243 \text{ МПа}$$

$$\sigma_\rho = -243(1 + 0{,}1\,\mathrm{ctg}15^\circ)\left(\frac{190}{150} - 1\right) = 89 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\rho max} = -\sigma_s\left(1 + \mu\,\mathrm{ctg}\alpha\right)\left(\frac{R_{раз}}{R_{заг}} - 1\right)(3 - 2\cos\alpha)\frac{1}{2\left(1 + \sqrt{\frac{R_{заг}}{R_{раз}}}\right)} =$$

$$= -243(1 + 0{,}1\,\mathrm{ctg}15^\circ)\left(\frac{190}{150} - 1\right)(3 - 2\cos 15^\circ)$$

$$= 245$$ МПа

$$s_{min} = s_0\sqrt{\frac{R_{заг}}{R_{раз}}} = 3\sqrt{\frac{150}{190}} = 2{,}67 \text{ мм}$$

Так как $\sigma_{\rho max}$ [1] в стенке деформируемой заготовки меньше σ_s, то стенка не потеряет устойчивость с образованием кольцевых складок

2 способ. Три перехода вытяжки, раздача.
Переходы вытяжки были рассчитаны ранее.
Напряжения при раздаче (примем $\mu = 0{,}1$; $\alpha = 15°$; $\sigma_T = 220$ МПа):
1,57

$$\sigma_\rho = -\sigma_s\left(1 + \mu ctg\alpha\right)\left(\frac{R_{раз}}{R_{заг}} - 1\right)$$

$$\sigma_s = \sigma_T\left(1 + \frac{1}{2}lnk_{раз}\right) = 220\left(1 + \frac{1}{2}ln1{,}57\right) = 270 \text{ МПа}$$

$$\sigma_\rho = -270(1 + 0{,}1ctg15°)\left(\frac{235}{150} - 1\right) = 211{,}3 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\rho max} = -\sigma_s\left(1 + \mu ctg\alpha\right)\left(\frac{R_{раз}}{R_{заг}} - 1\right)(3 - 2cos\alpha)\frac{1}{2\left(1 + \sqrt{\frac{R_{заг}}{R_{раз}}}\right)} =$$

$$= -270(1 + 0{,}1ctg15°)\left(\frac{235}{150} - 1\right)(3 - 2cos15°)$$

= 176,8 МПа

Так как $\sigma_{\rho max}$ [1] в стенке деформируемой заготовки меньше σ_s, то стенка не потеряет устойчивость с образованием кольцевых складок.
Но ввиду того, что коэффициент раздачи значительный (1,57), есть вероятность образования продольных трещин за счет напряжений σ_θ, которые на краю заготовки достигают σ_s.

3 способ. Два перехода вытяжки, раздача, совмещение вытяжки и обжима.
Переходы вытяжки были рассчитаны ранее.
Напряжения при раздаче (примем $\mu = 0{,}1$; $\alpha = 15°$; $\sigma_T = 220$ МПа):
1,24

$$\sigma_\rho = -\sigma_s\left(1 + \mu ctg\alpha\right)\left(\frac{R_{раз}}{R_{заг}} - 1\right)$$

$$\sigma_s = \sigma_T\left(1 + \frac{1}{2}lnk_{раз}\right) = 220\left(1 + \frac{1}{2}ln1{,}24\right) = 244 \text{ МПа}$$

$$\sigma_\rho = -244(1 + 0{,}1ctg15°)\left(\frac{235}{190} - 1\right) = 80{,}41 \text{ МПа}$$

Совмещение обжима и вытяжки:
При вытяжке максимальное напряжение в опасном сечении будет равно:

$$\sigma_{\rho max} = \sigma_s\left(\frac{\ln R}{r} + \frac{S}{2R_\rho} + \frac{S}{2r_м + S}\right)(1 + \alpha_2\mu)$$

$$m_3 = \frac{r}{R} = \frac{150}{190} = 0{,}79$$

$$\sigma_{s\,ср\,3} = \sigma_{s\,ср\,2}\left(\frac{1 + \frac{1}{2}\ln 1}{m_3}\right)$$

$$\sigma_{s\,ср\,3} = 254\left(\frac{1+\frac{1}{2}\ln 1}{0},79\right) = 284\ \text{МПа}$$

$$\sigma_{\rho max} = 284\left(\frac{\ln 190}{150} + \frac{3}{2\cdot 24{,}4} + \frac{3}{2\cdot 30+3}\right)(1+1{,}36\cdot 0{,}1) = 111{,}5$$ МПа

Радиус изгиба участка свободного изгиба будет равен:

$$R_\rho = \frac{\sqrt{RS}}{\sin\alpha_2}$$

$$\frac{\sin\alpha_2}{2} = \frac{\sqrt{RS+4(2r_м+S)(R-r)}-\sqrt{RS}}{4r_м+2S} == \frac{\sqrt{190\cdot 3+4(2\cdot 30+3)(190-150)}-\sqrt{190\cdot 3}}{4\cdot 30+2\cdot 3} = 0{,}63$$

$$\frac{\alpha_2}{2} = 39{,}01^\circ \rightarrow \alpha_2 = 78{,}03^\circ = 1{,}36\ \text{рад}$$

$$R_\rho = \frac{\sqrt{190\cdot 3}}{\sin 78{,}03^\circ} = 24{,}4\ \text{мм}$$

Напряжения при обжиме (примем μ = 0,1; α = 15°; σ_T = 220 МПа):

$$\sigma_\rho = -\sigma_s\left(1+\mu ctg\alpha\right)\left(1-\frac{r_0}{R}\right)$$

$$\sigma_s = \sigma_T\left(1+\frac{1}{2}lnk_{об}\right) = 220\left(1+\frac{1}{2}ln1{,}42\right)$$ =258,3 МПа

$$\sigma_\rho = -258{,}3(1+0{,}1ctg15^\circ)\left(1-\frac{150}{212},5\right)$$ = 102,8 МПа

$$\sigma_{\rho max} = -\sigma_s\left(1+\mu ctg\alpha\right)\left(1-\frac{r_0}{R}\right)(3-2\cos\alpha)\frac{1}{2\left(1+\sqrt{\frac{R}{r_0}}\right)} =$$

$$= -258{,}3(1+0{,}1ctg15^\circ)\left(1-\frac{150}{212},5\right)(3-2\cos 15^\circ)$$

=

37,1 МПа

Так как $\sigma_{\rho max}$ [1] в стенке деформируемой заготовки меньше σ_s, то стенка не потеряет устойчивость с образованием кольцевых складок.

2. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ

Предметом исследования стало определение возможности формоизменения заданными способами и анализ сопутствующих им деформаций. Было проведено моделирование в программном комплексе AutoForm. Инструмент (матрица и пуансон) для моделирования были выполнены в программном комплексе SolidWorks 2007.

1 способ. Два перехода вытяжки, совмещение раздачи, обжима и вытяжки, отрезка дна.

В результате моделирования было установлено, что процесс формоизменения идет стабильно, без образования складок (рис. 2-4):

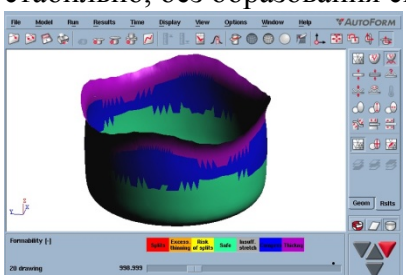


Рис.2. Формоизменение

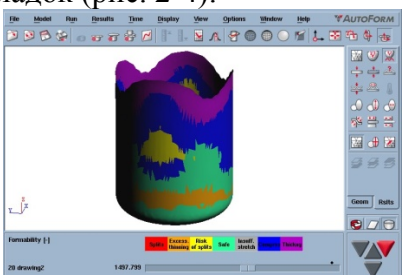


Рис.3. Формоизменение

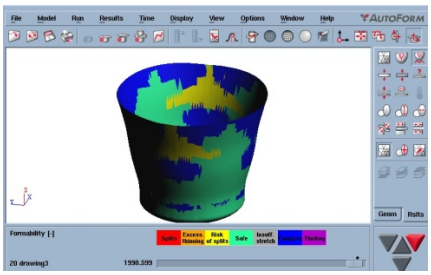


Рис.4. Формоизменение

первого перехода вытяжки | второго перехода вытяжки | совмещенных операций

Контактные напряжения достигают до 40 МПа (рис. 5-7). Максимальные напряжения отмечены в зоне раздачи:

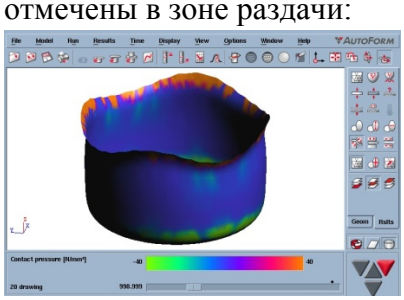


Рис.5. Контактные напряжения первого перехода вытяжки

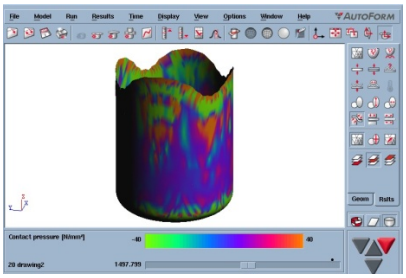


Рис.6. Контактные напряжения второго перехода вытяжки

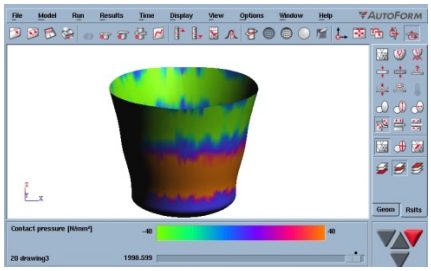


Рис.7. Контактные напряжения совмещенных операций

Наибольшие напряжения сдвига достигают 10 МПа (рис. 8-10):

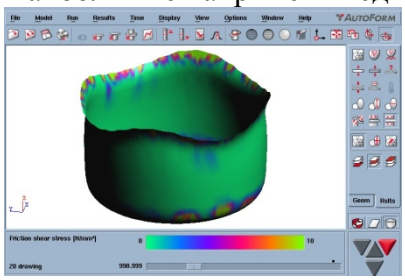


Рис.8. Напряжения сдвига первого перехода вытяжки

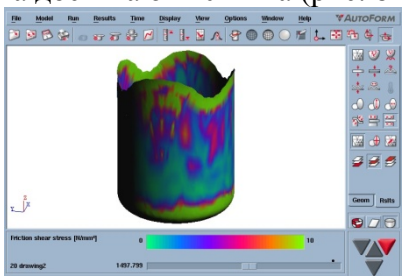


Рис.9. Напряжения сдвига второго перехода вытяжки

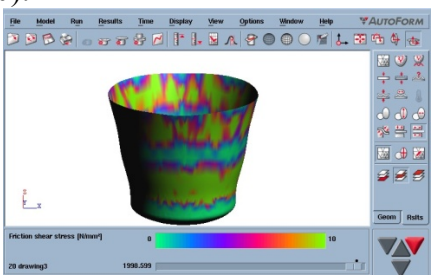


Рис.10. Напряжения сдвига совмещенных операций

Максимальные пластические деформации достигают 0,5 и располагаются по всей длине стенок заготовки (рис. 11-13):

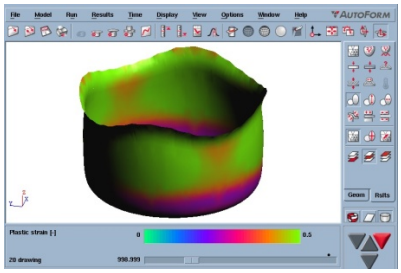


Рис.11. Пластические деформации первого перехода вытяжки

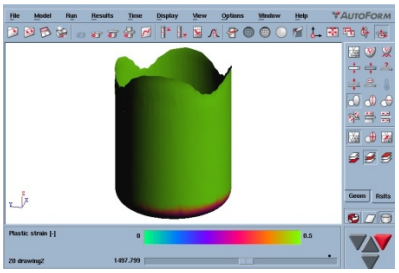


Рис.12. Пластические деформации второго перехода вытяжки

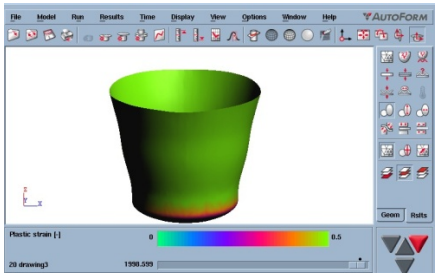


Рис.13. Пластические деформации совмещенных операций

Толщина меняется от 2,6 до 3 мм (рис. 14-16):

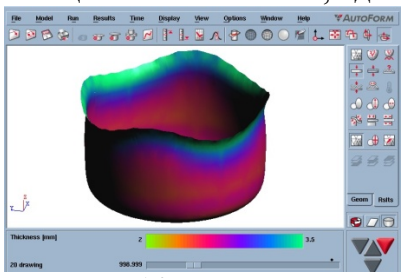


Рис.14. Толщина первого перехода вытяжки

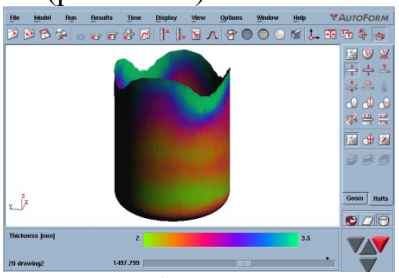


Рис.15. Толщина второго перехода вытяжки

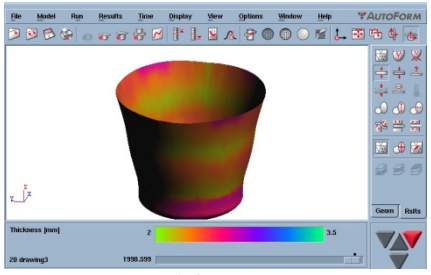


Рис.16. Толщина совмещенных операций

На диаграмме предельного формоизменения черный график отображает кривую предельного формоизменения, определяющую деформации, превышение которых вызывает появление разрывов в листовом материале. На этой же диаграмме показаны значения деформаций, рассчитанных при моделировании процесса, все они лежат ниже кривой предельного формоизменения. Можно сделать вывод о том, что разрывы отсутствуют, процесс устойчив:

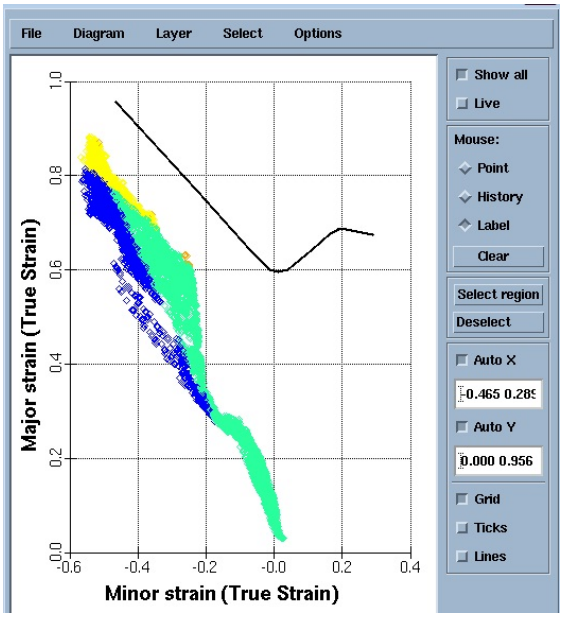


Рис.17. Диаграмма предельного формоизменения

2 способ. Три перехода вытяжки, раздача.
Моделирование раздачи из трубной заготовки показало, что процесс не устойчив, наблюдаются разрывы (рис.18).
Значения деформаций, рассчитанных при моделировании процесса, лежат выше кривой предельного формоизменения (рис.19).

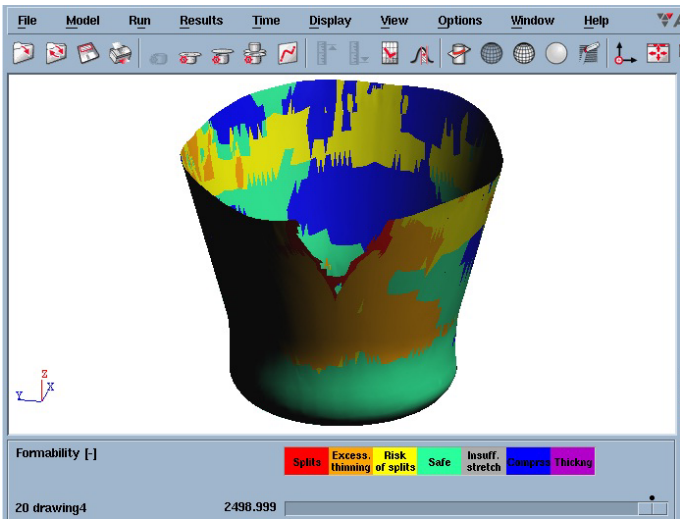


Рис.18. Формоизменение при раздаче

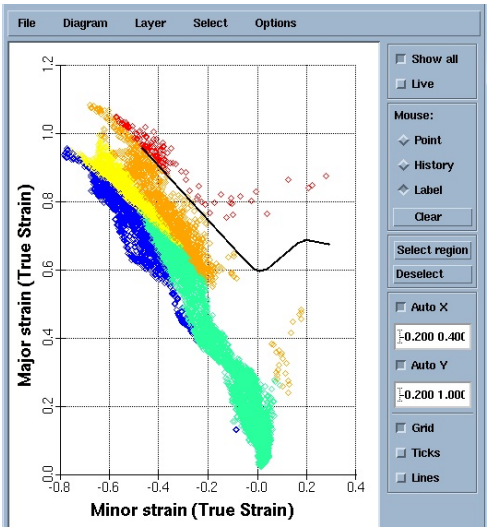


Рис.19. Диаграмма предельного формоизменения при раздаче

3 способ. Два перехода вытяжки, раздача, совмещение вытяжки и обжима.
В результате моделирования было установлено, что процесс формоизменения идет стабильно, без образования складок. В результате моделирования было установлено, что процесс формоизменения идет стабильно, без образования складок (рис. 20).

Значения деформаций, рассчитанных при моделировании процесса лежат ниже кривой предельного формоизменения (рис. 21). Можно сделать вывод о том, что разрывы отсутствуют, процесс устойчив.

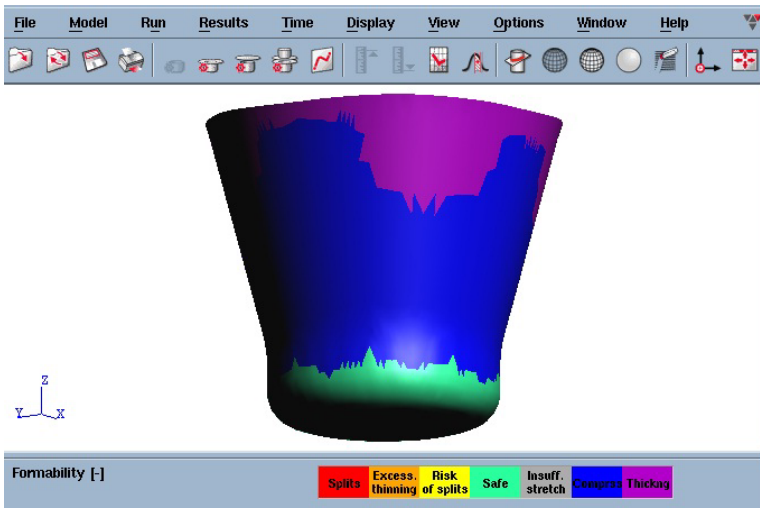


Рис.20. Формоизменение при совмещении обжима и вытяжки

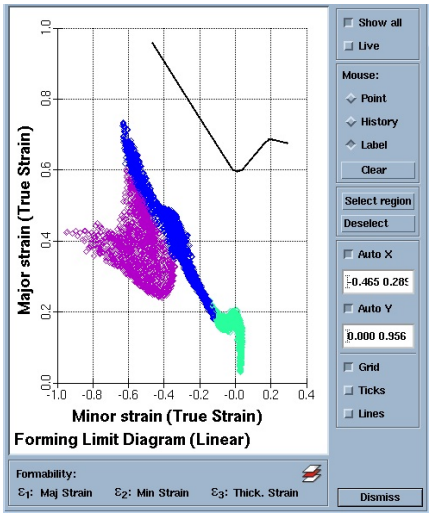
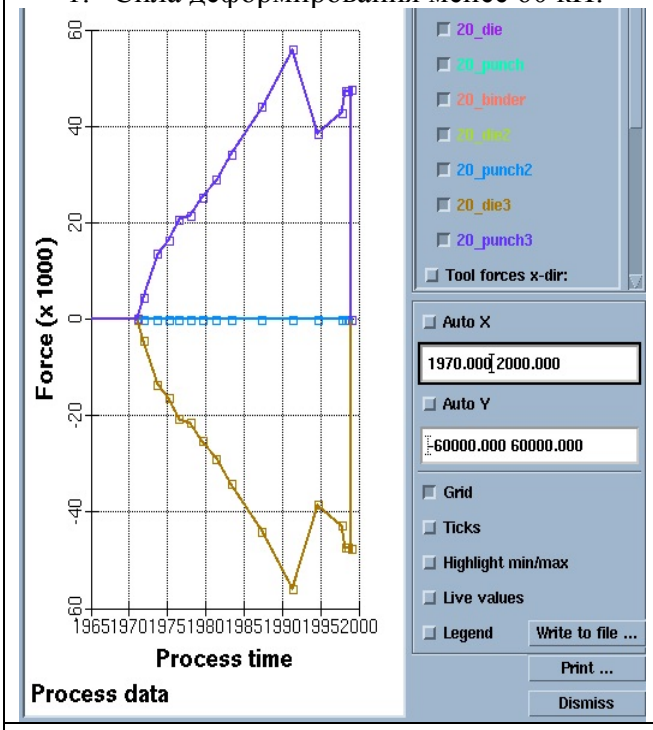
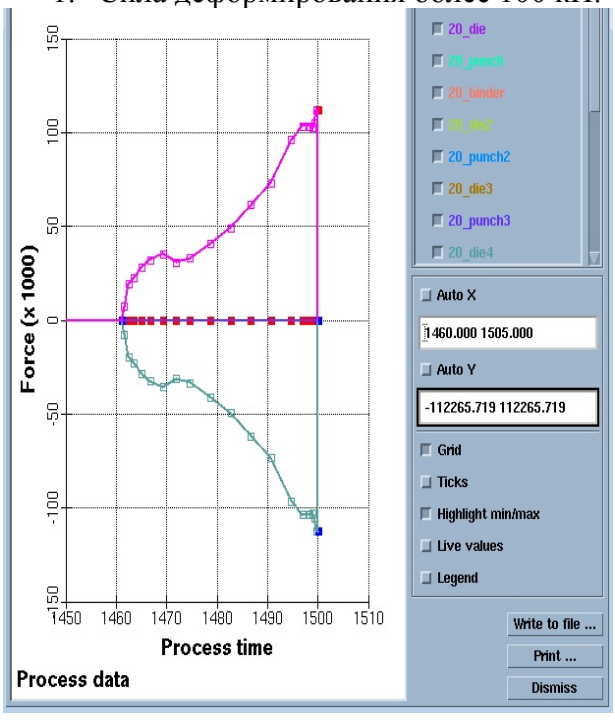


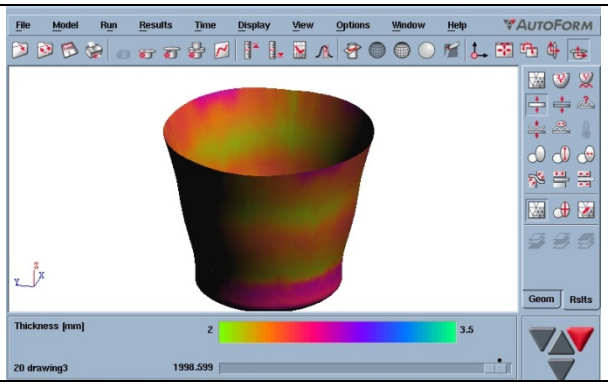
Рис.21. Диаграмма предельного формоизменения при совмещении обжима и вытяжки

3. СРАВНЕНИЕ 3-Х СПОСОБОВ

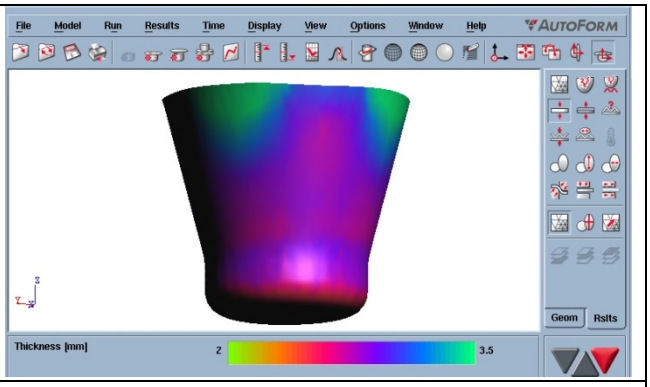
1) Моделирование 2-го способа подтвердило предположения при расчетах и показало, что им получить капсулу нельзя, так как происходит разрыв заготовки.

2) Сравнение 1-го и 3-го способов:

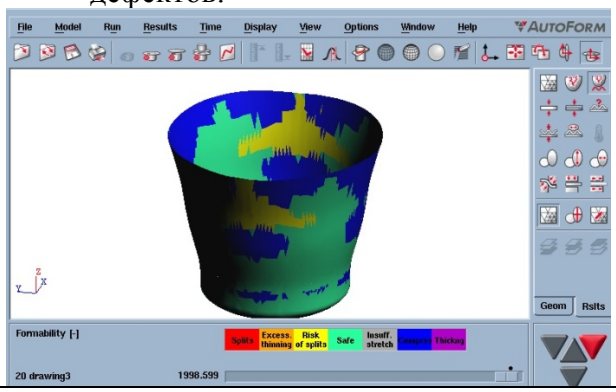
1 способ. Два перехода вытяжки, совмещение раздачи, вытяжки и обжима	3 способ. Два перехода вытяжки, раздача, совмещение обжима и вытяжки
1. Сила деформирования менее 60 кН: 	1. Сила деформирования более 100 кН: 
2. Толщина при 1-м способе меняется от 2,6 мм до 3 мм:	2. Толщина при 1-м способе меняется от 2,7 мм до 3,5 мм:



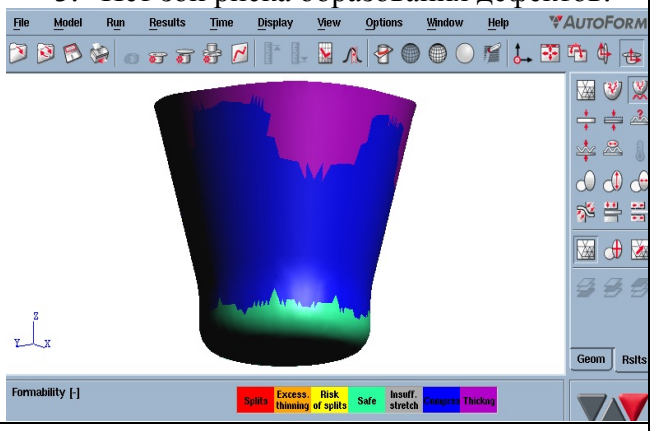
3. Есть желтые зоны риска образования дефектов:



3. Нет зон риска образования дефектов:



4. Необходима штамповая оснастка для 3-х переходов



4. Необходима штамповая оснастка для 4-х переходов

Проанализировав результаты моделирования и расчеты трех способов получения, можно сделать вывод, что из приведенных вариантов совмещение вытяжки, обжима и раздачи дает наиболее оптимальный результат (меньше сила деформирования, разнотолщинность и штамповых переходов, при этом дефектов формоизменения не образуется, хотя существует зона их риска), поэтому для этого способа был проведен анализ напряженного состояния и разработана штамповая оснастка.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ОПАСНОМ СЕЧЕНИИ ДЛЯ СОВМЕЩЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ

Так как дефекты, возникающие в процессе формоизменения, определяются механической схемой деформаций, то естественный способ их устранения - изменение этой схемы, что возможно при нагружении очага деформации некоторыми дополнительными видами внешних нагрузок, т.е. использованием совмещенных процессов обработки давлением (рис. 22).

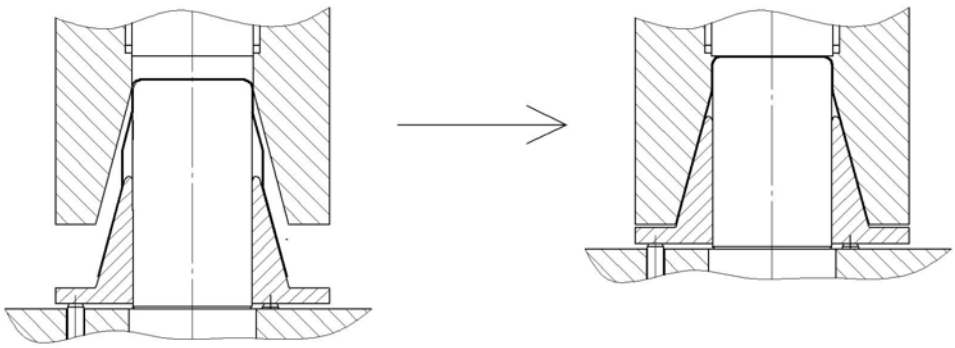


Рис.22. Схема совмещения операций

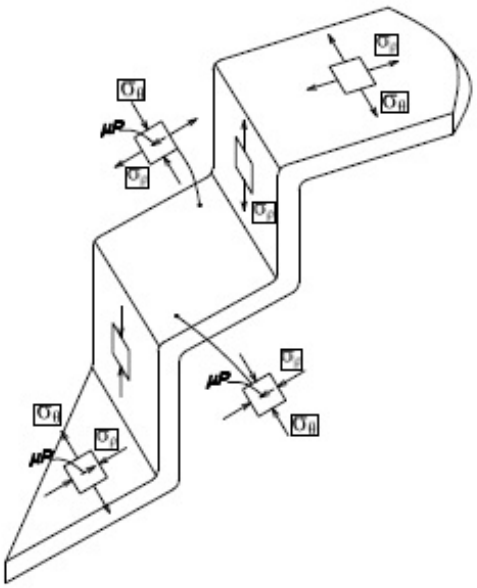


Рис.23. Схема напряжений

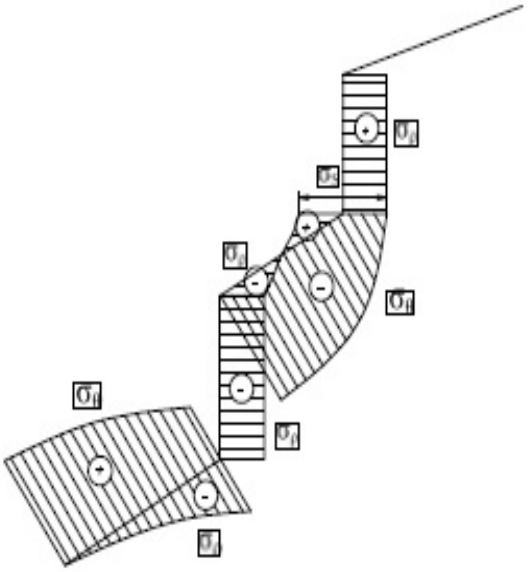


Рис.24. Эпюра напряжений

Показана схема напряжений (рис. 23), на которой видно, что при раздаче реализуется сжато-растянутая схема, при которой при достижении σ_s могут возникнуть трещины, чего в нашем случае не происходит. При обжиме характерна сжимающая схема напряжений, при которой наблюдается утолщение стенки. Наличие сжимающих напряжений при обжиме приводит к уменьшению растягивающих напряжений при вытяжке, что исключает образование трещин. На эпюре напряжений видно имеется три очага деформации (рис. 24). При этом очаг деформации раздачи отделен трубчатой частью от очагов деформации обжима и вытяжки. Очаг деформации обжима непосредственно переходит в очаг деформации вытяжки. В каждом очаге деформации возникают характерные для отдельной элементарной операции напряжения: для раздачи – растягивающие окружные и сжимающие меридиональные, для обжима – сжимающие окружные и меридиональные, для вытяжки – сжимающие окружные и растягивающие меридиональные.

5. *ШТАМПОВАЯ ОСНАСТКА ДЛЯ СОВМЕЩЕНИЯ РАЗДАЧИ, ОБЖИМА И ВЫТЯЖКИ*

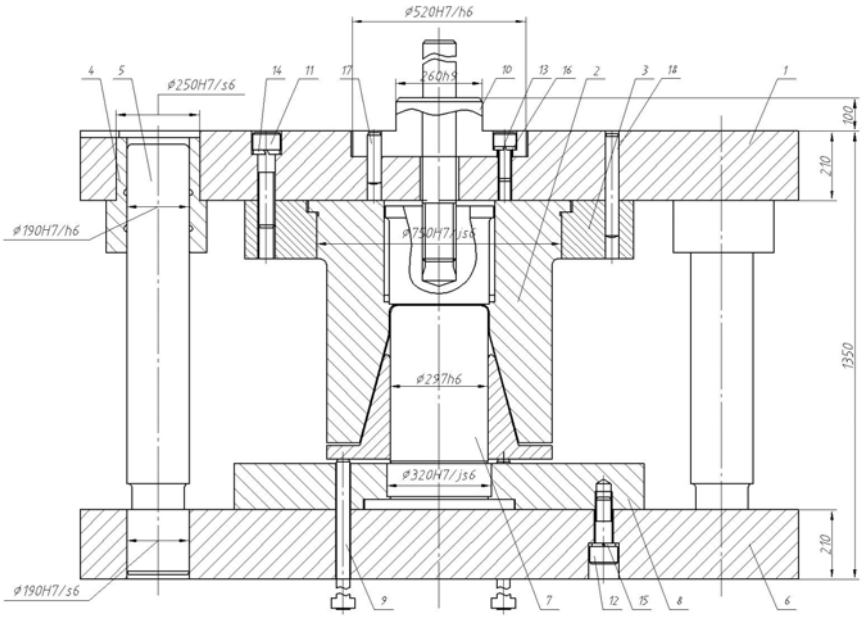


Рис. 25. Штамп для совмещения операций

Разработана штамповая оснастка для осуществления данного технологического процесса (рис. 25). Данный штамп состоит из верхней и нижней плит, направляющих колонок и втулок. Матрицу прикрепляют к верхней плите матрицедержателем, а пуансон к нижней плите пуансонодержателем. У пуансона расположен фиксатор, действующий посредством шпилек от пневматической подушки пресса. В исходном положении заготовка надевается на этот фиксатор. По окончании вытяжки этот же фиксатор снимает заготовку с пуансона, а верхний выталкиватель выбрасывает ее из матрицы.

6. ВЫВОДЫ

Совмещение нескольких различных операций в одном штамповом переходе позволило решить следующие задачи:

- повысить предельное формоизменение;
- расширить технологические возможности штамповки путем уменьшения напряжений и величин деформаций, не превышающих предельные;
- улучшить качество получаемой детали;
- уменьшить номенклатуру штамповой оснастки и количество оборудования, необходимого для изготовления детали;
- повысить производительность труда за счет сокращения машинного времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Е.А.Попов, И.Н.Шубин*. Методические указания к домашнему заданию по курсу «Технология и автоматизация листовой штамповки», 1988 - 23 стр.

2. *В.П.Романовский*. Справочник по холодной штамповке. Ленинград «Машиностроение», 1979 - 516 с.

3. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка/Под ред. *Л.И.Рудмана*. Москва. «Машиностроение», 1988 - 496 с.

4. *Е.А.Попов, В.Г.Ковалев, И.Н.Шубин*. Технология и автоматизация листовой штамповки. Москва «Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана», 2003 – 479 с.

ИННОВАЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ТЕХНИКИ В ОБЛАСТИ ЛИТЫХ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ

Семёнова О.Т.
Московский государственный машиностроительный университет «МАМИ»,
факультет «Механико-технологический»
Научный руководитель: к.т.н. проф. Минаев А. А

В настоящее время большое внимание привлекают к себе литейные композиционные материалы (ЛКМ) на основе алюминия, упрочненные различными дисперсными частицами: карбидами, нитридами, оксидами и др. материалами. Введение в алюминиевую матрицу дисперсных частиц упрочняющей фазы в виде оксидов алюминия и кремния позволяет повысить ее прочность и жесткость. Поэтому в этом направлении был проведен патентный и литературный поиск инновационного развития алюмоматричных композитов (АК). Известны исследования ряда авторов по созданию литых алюмоматричных композиционных материалов(ЛАКМ) путем введения в состав алюминиевых сплавов дисперсных частиц упрочняющей фазы в виде оксидов и карбидов различных элементов. Проанализировав ряд исследований в области АК, был получен большой объем информации, который необходимо было систематизировать. Для этого имеется ряд различных способов в виде: матриц, таблиц, графиков, диаграмм, моделей и тд. В данной работе была выбрана структурная матрица.

Структурная матрица

Одним из важнейших источников научно – технического прогресса является изобретение. Поиск аналогов и прототипов вновь разработанных технических решений представляет собой трудоемкий и дорогостоящий процесс.

В связи с этим на сегодня актуально проблема систематизации и формализации информации с целью сокращения трудозатрат при патентных исследованиях и поиске нужной информации.

Учитывая быстрое развитие техники, с целью приведения классификации в соответствие с ее быстро меняющимся уровнем в рамках международного сотрудничества патентных ведомств непрерывно ведутся работы по совершенствованию классификации. Однако, несмотря на большой объем работы по совершенствованию классификации, существуют тематики, по которым поиск с помощью МПК недостаточно эффективен. В частности, по некоторым тематикам большая трудоемкость поиска обусловлена значительным количеством документов, относящихся к одной классификационной рубрике.

Альтернативным решением проблем поиска является применение поисковых систем матричного типа для обеспечения патентных поисков в процессе государственной научно – технической экспертизы заявок на изобретение. Таким образом, рассмотрим методику разработки структурной матрицы.

Предварительная обработка информации

Перед началом систематизации информации с помощью матриц можно рекомендовать составление трех рабочих перечней.

Первый перечень составляется из целей, сформированных при разработке совокупности технических решений по одной теме.

Перечень целей может составляться вместе с перечнем параметров, по которому оценивается степень достижения каждой конкретной цели. Затем составляется перечень функций, выполняемых узлами или компонентами технического решения.

По одной оси матрицы указываются существенные признаки, предназначенные для выполнения одной из этих двух функций. По другой оси матрицы указывается существенные признаки, предназначенные для выполнения второй функции.

Перечень существенных признаков для выбора осей матрицы составляется по отличительным частям формул изобретения по массиву последних 20 – 30 описаний изобретений.
При выборе осей и вида матриц следует учитывать критерий эффективности данной работы: сокращений сроков и повышение ее надежности. Использование матриц должно устранить непроизвольный периодический просмотр всего информационного фонда в оригиналах или в картотеке и подготовить информационный фонд по тематике и использованию вычислительной техники.

Методика разработки структурной матрицы
Графически структурная матрица представляет собой таблицу, имеющую 2 оси координат. В качестве координатных осей выбираем 2 определяющие функции технического решения. По каждой из осей откладываются существенные признаки, относящиеся к одной из названных функций. Рассмотрим конкретный пример построения двухмерной матрицы приведенной на рис. 1.

Виды сущ. признаков, вып. функцию1 / Виды сущ. признаков вып. функцию 2	Существенный признак А	Существенный признак Б	Сумма существенных признаков А и Б
Существенный признак К	Технические решения №1,2	Техническое решение №1	Техническое решение №1
Существенный признак Л	Техническое решение №2		
Сумма существенных признаков К и Л	Техническое решение №2		

Рис.1

На рисунке 1 в графической форме представлена матрица для технических решений, поисковой образ которых может быть сформирован с помощью 2-х функций. Функция №1 отражается на оси абсцисс, а функция №2 на оси ординат. Для реализации первой функции могут быть использованы существенные признаки А и Б, а также их сумма А+Б. Для реализации второй функции используются существенные признаки К и Л , а также их сумма К+Л.
Предположим, что анализируемое техническое решение №1 характеризуется существенным признаком А+Б+К.
Рассмотрим, каким образом информация об этом техническом решении будет отражена в структурной матрице. Поскольку данное решение обладает признаками А и К, то информация о нем должна быть занесена в клетку на пересечении линий, относящихся к существенным признакам А и К. кроме того, это решение также обладает двумя сочетаниями признаков, а именно К, Б, а также признаков К, А, Б. Учитывая это информация о рассматриваемом решении заносится в клетки, образованные пересечением линий, относящихся к существенным признакам К, Б и сумме признаков А+Б.
Теперь рассмотрим занесение в структурную матрицу информации о втором техническом решении. Системный анализ этого решения показал, что оно содержит существенные признаки А, К, Л, а также сумму существенных признаков К и Л. Используя

вышеописанную процедуру, заносим информацию об этом техническом решении в клетки матрицы, полученные пересечением линий, относящихся к существенному признаку А с линиями, относящимися к существенным признакам К, Л и К+Л.
Одной из интересных особенностей построения матрицы является наличие пустых клеток в таблице. В том случае, если эти клетки остались незаполненными после информационного анализа имеющихся сведений в данном классе технических решений, то это свидетельствует о потенциальной возможности создания новых технических решений, обладающих комбинацией существенных признаков, характерных только для данной клетки матриц. Таким образом, структурная матрица принципиально может быть использована для поиска новых технических решений.
Структурные матрицы применимы для анализа технических решений на различных уровнях функционирования материальных объектов – структур химических соединений; физико – химических композиций; конструкций; способов синтеза и переработки веществ и материалов; способов и устройств получения; хранение и использование информации. Структурные матрицы могут быть использованы для систематизации данных по работоспособности и эффективности технических решений.
В качестве примера систематизации и конкретизации инноваций с помощью структурных матриц рассмотрим систематизацию составов алюмоматричных композитов и их свойств в фрагменте матрице представленном на рис. 2.
В приведенном примере фрагмента структурной матрицы соотносятся составы алюмоматричных композитов с их свойствами, которые определяются составами компонентов и их фракционными размерами частиц, что обеспечивает разнообразие свойств алюмоматричных композитов.

Основные выводы и результаты:

1. Составы и фракционный размер частиц определяют различные свойства алюмоматричных композитов.
2. Одним из основных направлений развития композитов являются нанокомпозиты.
3. Результаты матричного анализа использовались при разработке основ динамической теории инноваций (патентной информации)

Основа / **Свойства**	Al	Al_3X, где X - Ti, Zr, V, Fe, Ni
Износостойкость	- Высокотвердые, высокомодульные керамические частицы (от 2,5 до 5,0 об. %.); карбидов, нитридов, оксидов (размер не более 20 мкм); и графит (фракционный состав 40-160 мкм)	
Износостойкость + жаропрочность		- высокопрочные керамические наноразмерные частицы размером < 50 нм в количестве 0,1- 2,0% и высокопрочные керамические частицы со средним размером 14 мкм в количестве 1-5%
Износостойкость + прочность	Карбид кремния (количество кремния в матричном сплаве составляет 7-12 вес. %.)	
Прочность	- Карбид бора (не более 25%, его содержание по отношению к высокодисперсной фракции алюминиевого порошка не превышает 2:1.) - Карбид титана - Фуллерен C_{60} (0,5÷12%) - Алмазные наночастицы (1-30%) - Оксид алюминия покрытый пленкой аморфного углерода (30%)	
Прочность + защита от коррозии	- Алюминий, огнеупорный порошкообразный наполнитель, огнеупорный зерновой материал, жидкое стекло, кремнийсодержащий материал (ФС75).	
Упругость	- Кремний (35,0-46,0%), никель (2,0-5,0%), бериллий (0,0001-0,049%), оксид алюминия (0,1-3,0%), углерод (0,5-2,0%)	
Пластичность	- Кремний (41÷43%), никель (4,1÷5,2%), фосфор (0,05÷0,1 %), нитрид алюминия (0,01÷0,05%)	

Рис.2

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА – СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД НЕРАЗРУШАЮЩЕГОСЯ КОНТРОЛЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ. ТЕОРИЯ. ПРАКТИКА. УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС.

Бавыкин А. П.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Технологический институт, "Факультет Автоматизации"
Научный руководитель: к.т.н., доцент Игнатов В. Б.

1. Введение.

Вопросы контроля качества продукции при ее производстве и эксплуатации всегда были важными и остаются актуальными по сей день. Неразрушающий контроль является одной из обязательных процедур, которая применяется как в качестве технического диагностирования, так и для оценки технического состояния узлов оборудования.

Среди многообразия видов неразрушающего контроля наиболее актуальным в настоящее время является ультразвуковой контроль. Ультразвуковой контроль отличается многочисленным числом методов, типов применяемых волн, широким диапазоном частот, высокой производительностью и точностью измерений различных толщин, возможностью контроля изделий из металлических и неметаллических материалов. Следует отметить, что сейчас активно ведется развитие возможностей ультразвукового контроля: совершенствуется теоретическая база и аппаратура, улучшается интерфейс приборов.

В техническом диагностировании применение ультразвука можно подразделить на две основные области:

- ультразвуковая толщинометрия;
- ультразвуковая дефектоскопия.

Ультразвуковая толщнометрия является единственным эффективным методом контроля толщины в тех случаях, когда конструктивные особенности деталей не позволяют контролировать их обычными способами, поскольку, доступ к внутренней стенке изделия затруднен или невозможен. Ультразвуковой толщиномер дает возможность с высокой точностью получить данные о толщине контролируемого объекта без каких-либо разрушений. При помощи ультразвуковых толщиномеров измеряют толщину изделий из большинства конструкционных материалов, таких как металлы, пластики, керамика, композиты, эпоксидная смола и стекло, а также толщина слоя жидкости или биологических образцов.

Ультразвуковая дефектоскопия позволяет обнаружить дефекты, которые могут быть причиной возникновения аварийных ситуаций. Ультразвуковая дефектоскопия основана на использовании упругих колебаний, главным образом ультразвукового диапазона частот. Нарушения сплошности или однородности среды влияют на распространение упругих волн в изделии или на режим колебаний изделия. Если, например, внутри отливки находится газовая раковина, то колебания, распространяясь по металлу, доходят до нее и меняют свое направление. Индикатор, уловив это изменение, мгновенно показывает, что в отливке дефект.

2. Исследование ультразвуковых методов неразрушимого контроля.

На кафедре "Стандартизация, метрология и сертификация" МГМУ "МАМИ" в 2012 году была защищена диссертация на соискателя ученой степени "магистр":
по направлению – «Метрология, стандартизация и сертификация»;
выполненную Добря Кристиной Юрьевной;
на тему: «Исследование ультразвуковых методов неразрушающего контроля и разработка рекомендаций по повышению качества дефектоскопии».

В этой диссертации были освещены основные вопросы, касающиеся неразрушающего контроля в промышленности, а в частности ультразвуковой толщинометрии.

Для выполнения измерений были использованы ультразвуковые толщиномеры А1207, А1208 и А1209, технические характеристики которых позволяют производить измерения требуемой точности.

Рисунок 2.1 – УЗ толщиномер А1207

Рисунок 2.2 – УЗ-толщиномер А1208

Рисунок 2.3 – УЗ-толщиномер А1209

3. Физические основы при ультразвуковой диагностики.

Ультразвук представляет собой волнообразно распространяющееся колебательное движение частиц среды. Ультразвук имеет некоторые особенности по сравнению со звуками слышимого диапазона. В ультразвуковом диапазоне сравнительно легко получить направленное излучение; он хорошо поддается фокусировке, в результате чего повышается интенсивность ультразвуковых колебаний. При распространении в газах, жидкостях и твердых телах ультразвук порождает интересные явления, многие из которых нашли практическое применение в различных областях науки и техники.

Для получения УЗ-колебаний применяют пьезоэлектрические, магнитострикционные, электромагнитно-акустические (ЭМА) и другие преобразователи. Наибольшее распространение получили пьезоэлектрические преобразователи (рисунок 3.1), изготовленные из пьезокерамических материалов или из монокристалла кварца. На поверхности пьезопластины наносят тонкие слои серебра, служащие электродами. При подаче на пьезопластину электрического напряжения она изменяет свою толщину вследствие так называемого обратного пьезоэлектрического эффекта.

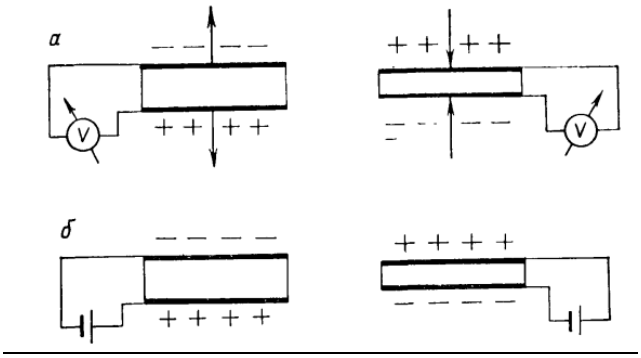


Рисунок 3.1 - Схемы работы пьезопластины при приеме *(а)* и излучении *(б)* ультразвука.

Если напряжение знакопеременно, то пластина колеблется в такт этим изменениям, создавая в окружающей среде упругие колебания. При этом пластина работает как излучатель (рисунок 1.1,6). И наоборот, если пьезоэлектрическая пластина воспринимает импульс давления (отраженная УЗ-волна), то на ее поверхности вследствие прямого пьезоэлектрического эффекта появляются электрические заряды, величина которых может быть измерена. В этом случае пьезопластина работает как приемник (рисунок 1.1,а). Процесс распространения ультразвука в пространстве является волновым.

4. Вопросы и задачи, которые были рассмотрены в защищенной диссертации.

Целью защищенной диссертационной работы на присуждение академической степени магистра техники и технологии являлось исследование ультразвуковых методов неразрушающего контроля применительно к изделиям машиностроения и разработка рекомендаций по повышению качества дефектоскопии в данной отрасли.

Для реализации поставленной цели были рассмотрены и решены следующие вопросы и задачи:

1) изучение видов неразрушающего контроля;
2) выявление преимуществ и недостатков ультразвуковых методов неразрушающего контроля;
3) изучение нормативной документации по ультразвуковому контролю;
4) проведение измерений ультразвуковым толщиномером А1209 в научно-учебном центре «Контроль, аттестация и сертификация качества, диагностика» (НУЦ «КАСКАД»);
5) обработка результатов измерений, оценка погрешности измерения в зависимости от толщины изделия и влияния кривизны трубы на измерение толщины;
6) разработка рекомендаций по повышению качества дефектоскопии (в частности, толщинометрии)
7) разработка методических указаний к лабораторным работам по применению ультразвукового толщиномера А1209.

В частности, было проведено ряд экспериментов. Один из них - Оценка влияния калибровочного размера на относительную погрешность. Целью данного эксперимента было проведение калибровки ультразвукового толщиномера А1209 на размеры по стандартным образцам и оценка зависимости относительной погрешности измерений от калибровочного размера (рисунки 4.1, 4.2).

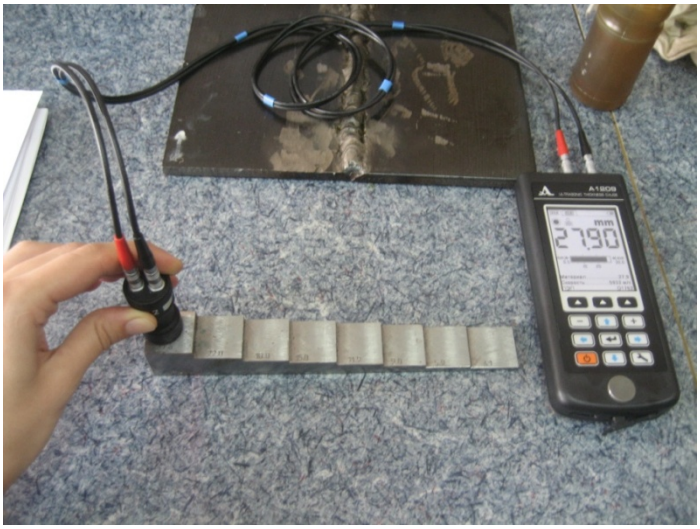


Рисунок 4.1 – Калибровка УЗ толщиномера А1209

Рисунок 4.2– Стандартные образцы для калибровки

На основании полученных экспериментальных данных и построенной зависимости, был сделан вывод, что перед началом работы с ультразвуковым толщиномером А1209 необходимо настраивать его по стандартным образцам на наименьший размер.

В ходе выполнения магистерской диссертации были исследованы виды и методы неразрушающего контроля, выявлены преимущества и недостатки ультразвуковых методов неразрушающего контроля, была изучена нормативная документация по ультразвуковому контролю, проведены измерения толщины плоских образцов и элементов труб ультразвуковым толщиномером А1209 в научно-учебном центре «Контроль, аттестация и сертификация качества, диагностика» (НУЦ «КАСКАД»), которые впоследствии были обработаны и выявлены некоторые закономерности.

На основе этих данных были разработаны практические рекомендации по повышению качества дефектоскопии (в частности, толщинометрии)

5. Перспективы использования толщиномеров для обучения студентов.

В 2012 году были разработаны методические указания к лабораторным работам по применению ультразвукового толщиномера А1209, которые планируется внедрить в учебный процесс.

Эти методические указания включают 3 лабораторные работы, рассчитанные на обучение студентов основам работы с толщиномером А1209.

Их целью является:

1) Ознакомление с методикой измерения толщины плоских образцов ультразвуковым толщиномером, овладение навыками работы с ультразвуковым толщиномером. Оценка влияния толщины изделия на относительную погрешность измерения.

2) Ознакомление с методикой измерения толщины элементов труб ультразвуковым толщиномером, овладение навыками работы с ультразвуковым толщиномером. Оценка влияния диаметра и толщины трубы на относительную погрешность измерения.

3) Ознакомление с методикой калибровки ультразвукового толщиномера А1209 на размеры по стандартным образцам и оценка зависимости относительной погрешности измерений от калибровочного размера.

6 Вывод.

Основной целью представления данной работы на 63 ежегодной студенческой научно-технической конференции является заявление о том, что:

1) На кафедре "Стандартизация, метрология и сертификация" начата работа по изучению ультразвуковой дефектоскопии;

2) На кафедру "Стандартизация, метрология и сертификация" в 2013 - 2014 годах планируется закупить толщиномеры, которые будут использованы для обучения и подготовки студентов по метрологическому направлению;

3) После чего будет создана научно - учебная лаборатория ультразвуковой дефектоскопии;

4) Будет отработаны и поставлены новые лабораторные работы по метрологии и методам неразрушимого контроля;

5) Планируется выполнять научные исследования по применению ультразвуковой диагностики для определения дефектов деталей автомобилей (кузова, трещин в заготовках отливок и штамповок).

Разработанные методические указания вкупе с современным оборудованием позволяют обучить студентов основам неразрушающего контроля деталей машин и оборудования.

Студенты, изучившие данные методические указания, научатся правильно использовать толщиномер при исследовании дефектов или толщины изделий, поймут физические явления, связанные с применением ультразвуковых средств измерения толщины изделий или обнаружения дефектов. Научатся правильно работать с программным обеспечением и расширят свои знания в области метрологии и управления качеством продукции.

Студенты, которые продолжат изучение вопросов ультразвуковой толщинометрии и дефектоскопии будут востребованы как специалисты после окончания обучения.

В частности, НУЦ «КАСКАД» приглашает на работу специалистов для исследования методов неразрушающего контроля и техники диагностик дефектов в промышленности.

Таким образом, внедрение толщиномеров А 1209 в учебный процесс является перспективной и инновационной идеей, которая позволит повысить уровень образования и сделает специалистов кафедры "Стандартизация, метрология и сертификация" более востребованными на рынке труда.

ПРИМЕНЕНИЕ СТРУЙНОЙ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СТАЛЬНЫХ ЛИСТОВ ПОД ЛАЗЕРНУЮ РЕЗКУ

Рубченя А.А., Ушев С.И.
Белорусский национальный технический университет, факультет энергетического строительства
Научный руководитель: д.т.н., проф. Качанов И.В.

Введение

Отличительной особенностью современного промышленного производства Республики Беларусь является отсутствие собственной сырьевой базы и существенная зависимость от импортных энергоносителей и материальных ресурсов, поставляемых по мировым ценам. При работе в таких условиях эффективность производства в основном может быть достигнута за счет всемерной экономии и использования энерго- и ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих получение высококачественной, конкурентноспособной продукции. Примером такой технологии может служить лазерная резка. Технология лазерной резки обычно применяемая на промышленных производственных линиях. Сфокусированный лазерный луч, обычно управляемый компьютером, обеспечивает высокую концентрацию энергии и позволяет разрезать практически любые материалы независимо от их теплофизических свойств. Лазерная резка отличается отсутствием механического воздействия на обрабатываемый материал, возникают минимальные деформации, как временные в процессе резки, так и остаточные после полного остывания. Вследствие этого лазерную резку, даже легкодеформируемых и нежестких заготовок и деталей, можно осуществлять с высокой степенью точности.

Эффективное использование лазерной резки при разделке стальных листов может быть достигнуто при соответствующей подготовке стальной поверхности. В частности, при использовании лазерного комплекса TRUMATIC, поверхность стального листа должна после предварительной обработки иметь шероховатость Ra = 0.4 – 1 мкм и обладать при этом минимальным (по отношению к условиям поставки) уровнем упрочнения. При использовании в качестве характеристики упрочнения такого параметра как микротвердость $H\mu$ необходимо, чтобы ее величина по отношению к исходному значению $H\mu_0$ ($H\mu_0$ – микротвердость поверхности листового металла применительно к условиям поставки) не выходила за пределы соотношения $H\mu = (0{,}1 – 0{,}4)\ H\mu_0$.

Исследования, проведенные в лаборатории кафедры «Кораблестроение и гидравлика» БНТУ, показали, что весьма эффективно выполнение указанных требований к обрабатываемой поверхности может быть достигнуто на основе использования струйной гидроабразивной обработки (ГАО) с использованием насосного оборудования, работающего в диапазоне давлений 20 – 40 МПа. Существенное значение для получения поверхности заданного качества имеет род рабочей жидкости. Проведенные исследования показали, что весьма эффективно для решения поставленных задач может быть использована рабочая жидкость содержащая бентонитовую глину с концентрацией $K_б$ = 1 – 3 %, поверхностно-активное вещество полиакриламид ($K_п$ = 0,01 – 0,02 %), кальцинированную соду ($K_{к.с.}$ = 1 – 1,5 %), остальное вода.

Некоторые результаты теоретических и экспериментальных исследований, связанные с установлением оптимальной геометрии нового струеобразующего устройства – конфузора и режимов обработки листовых стальных материалов, предназначенных для последующей лазерной резки, представлены в настоящей работе.

1 Расчет оптимального угла конусности струеобразующего конфузора [1].

Одним из основных элементов оснастки для гидроабразивной обработки (ГАО) является сопло выполненное в виде конфузора [2, 3] Процесс формирования струи в конфузоре определяется соотношением площадей входного и выходного отверстий и конфигурацией канала. Так как смесительное сопло должно обеспечивать формирование высокоскоростной компактной струи в условиях минимального гидравлического сопротивления со стороны ограничивающих поверхностей, то основное внимание при его изготовлении должно уделяться профилю конфузора, который характеризуется в основном углом конусности. Анализ результатов работ, выполненных в этом направлении, показывает, что рекомендации по выбору оптимального угла конусности носят противоречивый характер и не имеют однозначного математического обоснования [3]. Это создает определенные трудности при разработке конструкции сопла, одного из немногих элементов оснастки, работающих в условиях интенсивного, абразивного износа, определяющего эффективность реализации процесса ГАО.

В данном подразделе приводится решение вариационной задачи по минимизации потерь напора в потоке жидкости, проходящем через сопло - конфузор. Одним из вариантов минимизации потерь напора является использование конфузора с оптимальным углом конусности $\alpha_{опт}$, конструкция которого защищена патентом РБ [1].

В работе [1] приводится решение вариационной задачи по минимизации потерь напора в потоке жидкости, проходящем через конфузор. Очевидно, что минимизировать потери, можно за счет использования оптимального угла конусности конфузора $\alpha_{опт}$. При расчете конфузора (рисунок 1), в соответствии с рекомендациями [4],[5], полную потерю напора $\hbar$ будем рассматривать как сумму двух слагаемых

$$\hbar = \hbar_{тр} + \hbar_{н.с}, \tag{1}$$

где $\hbar_{тр}$ - потери напора на трение;

$\hbar_{н.с}$ - потери напора на сужение.

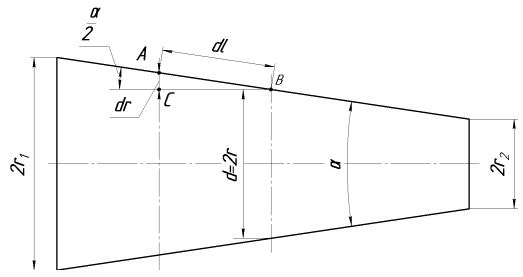


Рисунок 1. Расчетная схема конфузора

Потерю напора на трение рассчитаем следующим образом. Рассмотрим осесимметричный конфузор с прямолинейной образующей и с углом α при вершине. Пусть радиус входного отверстия конфузора равен r_1, выходного r_2 (см. рисунок 1).Так как радиус сечения и скорость движения жидкости является величинами переменными вдоль конфузора, то следует взять элементарный отрезок конфузора длиной $d\ell$ вдоль образующей и для него выразить элементарную потерю напора на трение по основной формуле:

$$d\hbar_{тр} = \lambda \frac{d\ell}{2r} \cdot \frac{\upsilon^2}{2g}, \tag{2}$$

где λ - коэффициент потерь на гидравлическое трение;

υ - значение средней скорости в произвольно взятом сечении, радиуса r.
Из треугольника АВС (см. рисунок 1) следует:

$$d\ell = \frac{dr}{\sin\frac{\alpha}{2}}, \tag{3}$$

На основании уравнения постоянства расхода можно записать

$$\upsilon = \upsilon_2\left(\frac{r_2}{r}\right)^2, \tag{4}$$

где υ_2 - скорости на выходе из конфузора.

Формулу для определения числа Рейнольдса запишем:

$$R_e = \frac{\upsilon d}{\nu} \tag{5}$$

где ν - кинематический коэффициент вязкости.

На основании обработки многочисленных опытов по исследованию движения жидкости в круглых гладких (латунных) трубах при числах Рейнольдса R_e от 4000 до 100000 установлена зависимость для расчета коэффициента гидравлического трения λ:

$$\lambda = \frac{0.3164}{R_e^{0.25}} \tag{6}$$

Запишем выражение (6) с учетом выражения (4),(5):

$$\lambda = 0.316\frac{\sqrt[4]{r}\sqrt[4]{\nu}}{\sqrt[4]{2\upsilon_2}\sqrt{r_2}} \tag{7}$$

Подставив выражения (3),(6) в формулу (2) получим выражение:

$$dh_{mp} = 0.158\frac{\sqrt[4]{\nu}\upsilon_2^2 r_2^{3.5}}{g\sqrt[4]{2\upsilon_2}\sin\frac{\alpha}{2}}\frac{dr}{r^{\frac{19}{n}}} = f(r)dr \tag{8}$$

Выполнив интегрирование по длине образующей вдоль всего конфузора, получим следующую зависимость:

$$\hbar_{mp} = \int_{r_2}^{r_1} f(r)dr = 0.03543\frac{\sqrt[4]{\nu}\upsilon_2^{1.75}}{g\sin\frac{\alpha}{2}} r^{-0.25}\left(1 - n^{3.75}\right) \tag{9}$$

где $n = \frac{r_2}{r_1}$ - характеристика сужения конфузора;

α - угол конусности конфузора.

При расчете потерь напора на сужение используем зависимость

$$\hbar_{n.c} = \zeta_{n.c} \frac{\upsilon_2^2}{2g}, \tag{10}$$

где $\zeta_{n.c}$ - коэффициент постепенного сужения.

На основании рекомендаций, приведенных в работе [4, 5]

$$\zeta_{n.c} = \kappa_{n.c}\left(\frac{1}{\varepsilon} - 1\right)^2, \tag{11}$$

где $\kappa_{n.c}$ - коэффициент смягчения

ε - коэффициент сжатия струи (на основании данных [4] $\varepsilon = 0.57 + \frac{0.043}{1.1 - n^2}$).

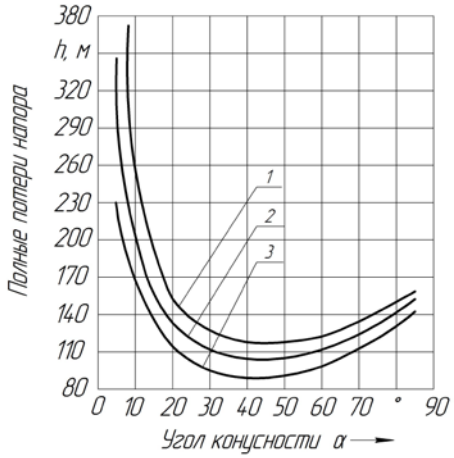
По графической зависимости, полученной А.Д.Альтшулем и А.И.Калицуном, коэффициента $\kappa_{n.c}$ от угла конусности α [5, 6], используя метод наименьших квадратов, выражение (1) с учетом формулы (9) запишем в следующем виде:

$$\hbar = 0.03543 \frac{\sqrt[4]{\nu}\upsilon_2^{1.75}}{g \sin\frac{\alpha}{2}} r_2^{-0.25}\left(1 - n^{3.75}\right) + \left(0.6 \sin^{3.45}\frac{\alpha}{2} + \frac{0.0138}{\sin\frac{\alpha}{2}} + 0.13\right)\left(\frac{1}{\varepsilon} - 1\right)^2 \frac{\upsilon_2^2}{2g} \tag{12}$$

Для определения оптимального угла конусности $\alpha_{опт}$, при котором потери напора будут минимальными, возьмем производную $\frac{dh}{d\alpha} = 0$, и приравняем ее нулю. Тогда при $\alpha \in (0;180)$ и $n<1$

$$\alpha_{опт} = 2\arcsin\left(\frac{0.03423\left(1 - n^{3.75}\right)}{\left(\frac{1}{\varepsilon} - 1\right)^2} \sqrt[4]{\frac{\nu}{\upsilon_2 r_2}} + 0.0067\right)^{\frac{1}{4.45}} \tag{13}$$

Анализ полученной формулы (12) показывает, что минимальные потери напора h (h=90 – 110м) будут при значениях оптимального угла конусности $\alpha_{опт}$ = 40 – 50^0 (рисунок 2).



1- $\nu = 6 \cdot 10^{-6}\, м^2 / с$; 2- $\nu = 4.33 \cdot 10^{-6}\, м^2 / с$; 3- $\nu = 3 \cdot 10^{-6}\, м^2 / с$

Рисунок 2. Зависимость полных потерь напора h от угла конусности конфузора α.

Отличительным моментом зависимости (13) следует считать использование при ее выводе переменного коэффициента гидравлического трения λ, что на 10 – 20 % повышает корректность полученных результатов.

Полученные результаты удовлетворительно согласуются с нашими экспериментами и с данными ряда авторов [4, 5]. Это позволяет рекомендовать зависимость (13) для использования в расчетах оптимизации гидродинамических параметров течения рабочей жидкости в полостях, в сопле конфузора, что весьма актуально для успешной реализации процесса ГАО.

2 Влияние режимов струйной обработки на шероховатость и микротвердость поверхности стальных листов, предназначенных под лазерную резку

Как уже отмечалось ранее, шероховатость и микротвердость относятся к важным параметрам поверхности, которые необходимо обеспечивать для качественного проведения последующих операций.

Для проведения исследований использовались образцы из сталей Ст 3 и 08кп. Шероховатость поверхности образца измерялась в соответствии с ГОСТ 2789 – 73 на профилометре – профилографе модели 252 типа А1. Погрешность измерений на профилометре – 5%.

На рисунке 3 представлена зависимость изменения шероховатости поверхности R_a от скорости струи рабочей жидкости $V_{стр}$.

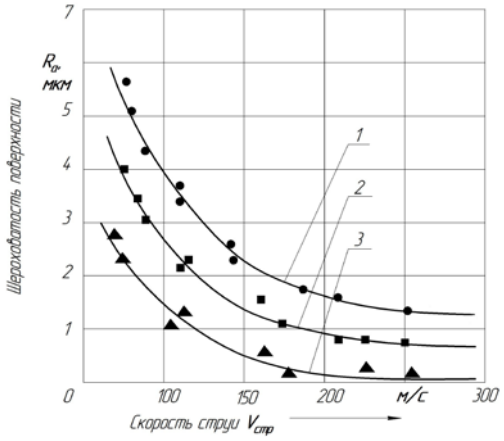


Рисунок 3. Зависимость шероховатости поверхности R_a от скорости струи $V_{стр}$ ($К_б$=3%, $К_п$=10^{-5}%, $К_{к.с}$=2% остальное вода, $d_к$=1х10^{-3} м): 1 – L=150 мм; 2 – L=100 мм; 3 – L=20 мм.

Из анализа кривых на рисунке 3 следует, что шероховатость обработанной поверхности R_a уменьшается от 6 до 0.2 мкм при увеличении $V_{стр}$ от 15 до 250 м/с. Уменьшение R_a объясняется тем, что с увеличением скорости струи рабочей жидкости $V_{стр}$ происходит увеличение силового воздействия струи рабочей жидкости на обрабатываемую поверхность. При скорости струи от 150 до 250 м/с шероховатость изменяется в диапазоне R_a=0.2 – 0.4 мкм, что является оптимальным значением для поверхности, подготовленной под ЛР.

Следует быть отмеченным, что для обработки использован состав рабочей жидкости, содержащей бентонитовую глину ($К_б$=3%), полиакриламид ($К_п$= 10^{-5}%), кальцинированную соду ($К_{к.с}$ = 2%), остальное вода. Указанный состав рабочей жидкости характеризуется патентом [3].

Наряду с шероховатостью при проведении исследований изучалось влияние струйной обработки на микротвердость $H_μ$ (МПа) поверхности. Измерение микротвердости проводилось на микротвердомере «Micromet – 2» с нагрузкой на индентор равной 0.5Н (ГОСТ 9450 – 76).

На рисунке 4 представлена зависимость изменения микротвердости от скорости струи рабочей жидкости $V_{стр}$.

Из анализа данных рисунка 4 видно, что микротвердость обработанной поверхности увеличивается от 1950 до 2350 МПа при увеличении скорости струи от 20 до 280 м/с. Микротвердость возрастает в среднем на 10 – 20 % по отношению к исходной величине ($H_{μ0}$ = 1800 – 1900 МПа), характеризующей материал в состоянии поставки. Увеличение $H_μ$ объясняется

тем, что с увеличением скорости струи рабочей жидкости $V_{стр}$ происходит усиление силового воздействия, что связано с ростом кинетической энергии струи рабочей жидкости. При этом с увеличением расстояния L до обрабатываемой поверхности от 20 до 150 мм при скорости струи 100 м/с, отмечается практически незначительное уменьшение H_{μ} от 2000 до 1960 МПа. При скоростях 250 – 280 м/с снижение микротвердости с ростом расстояния L отмечается более существенное от 2320 до 2120 МПа, т.е. в среднем на 10 – 12%.

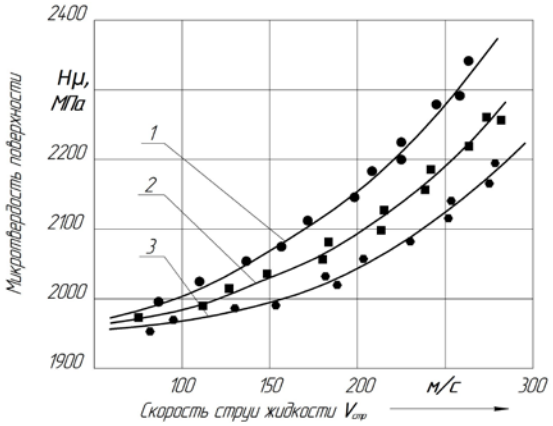


Рисунок 4. Зависимость микротвердости поверхности H_{μ} от скорости струи $V_{стр}$: $К_{б}$=3%, $К_{п}=10^{-5}$%, $К_{к.с}$=2% остальное вода, $d_{к}=1x10^{-3}$ м: 1 – L=20 мм; 2 – L=70 мм; 3 – L=150 мм.

Как видно из графиков, представленных на рисунках 3 – 4, величину микротвердости можно регулировать с помощью изменения режимных факторов (скорости струи, давления на входе в конфузор, расстояния до обрабатываемой поверхности), при этом следует считать расстояния L = 20 – 30 мм, скорость струи $V_{стр}$ = 200 – 250 м/с, что соответствует давлению на входе в конфузор 25 – 35 МПа.

Заключение

Обобщая выполненную работу можно сделать выводы:

1. Установлена теоретически и подтверждена экспериментально оптимальная величина угла конусности конфузора для струйной гидроабразивной обработки поверхностей под лазерную резку позволяющая минимизировать потери на трение и составила 40 – 50°.

2. Определены важные параметры процесса обработки (расстояние от торца конфузора L = 20 – 30 мм, скорость струи $V_{стр}$ = 150 – 250 м/с, концентрация бентонита $K_б$ = 3 %), позволяющие получить необходимую шероховатость и микротвердость поверхности под лазерную резку (Ra=0.4 – 1 мкм и $H\mu = (1{,}1 – 1{,}2)\ H\mu_0$).

Использование гидроабразивного метода очистки на предприятиях отрасли позволяет улучшить производительность и условия труда при очистке поверхностей под лазерную резку. Использование конфузоров с оптимальными углами конусности позволяет снизить энергозатраты насосного оборудования и при использовании составов рабочей жидкости на основе бентонита [3] получить заданный микрорельеф поверхности, который соответствует требованиям лазерной резки на комплексе TRUMATIC.

Представленные в данной работе материалы в полном объеме были использованы для разработки технологии, внедренной в процесс производства при изготовлении детали ЦИКС.745422.057 кронштейн в условиях ОАО «Агат – электромеханический завод, г. Минск.

Список использованных источников

1. Устройство для формирования многокомпонентной кавитирующей струи жидкости: пат. 7969 Респ. Беларусь, МКИ B 08B 3/02, МКИ B 08B 3/04, B 63B 59/08 / И.В. Качанов, В.В. Веременюк, А.В. Филипчик, С.И. Ушев, А.А. Рубченя; заявитель Белорус. нац. техн. ун-т. - № u 20110544; заявл. 04.07.2011; опубл. 28. 02. 2012 // Официальн. бюл. / Нац. центр интеллектуал. собственности. – 2011. – № 1. – С. 214.

2. Памфилов, Е.А. Формирование качества поверхностей при лазерной обработке / Е.А. Памфилов, В.Д. Северин // Вестник машиностроения. – 1982. – № 4. – С. 46 – 48.

3. Способ создания кавитирующей струи жидкости: пат. 13312 Респ. Беларусь, МКИ B 08B 3/04, B 63B 59/00 / И.В. Качанов, В.Н. Яглов, В.К. Недбальский, А.В. Филипчик; заявитель Белорус. нац. техн. ун-т. - № a 20081284; заявл. 14.10.2008; опубл. 30. 06. 2010 // Официальн. бюл. / Нац. центр интеллектуал. собственности. – 2010. – № 3. – С. 70.

4. Альтшуль А.Д., Киселев П.Г. Гидравлика и аэродинамика (Основы механики жидкости). – М.: Стройиздат, 1975.

5. Альтшуль А.Д. Гидравлические сопротивления. – М.: Недра, 1982.

СЕКЦИЯ «АВТОМАТИЗАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ»

УПРАВЛЕНИЕ ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИМИ ХИМИЧЕСКИМИ РЕАКТОРАМИ

Климова А.Ю.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт инженерной экологии и химического машиностроения, факультет кибернетики и информационных технологий.
Научный руководитель: д.т.н., проф. Софиев А.Э.

Экзотермические химические реактора являются широко распространенным аппаратом в химической промышленности. В ряде случаев эти реактора работают в неустойчивых режимах (реактора полимеризации, реактор синтеза аммиака и др.). При этом возникает задача исследования множественности числа стационарных состояний и анализа их устойчивости. Стабилизация неустойчивых режимов осуществляется с помощью автоматических регуляторов, выбор типа которых и способы их включения должны решаться на стадии проектирования реактора. В качестве примера в докладе рассматривается математическая модель экзотермической реакции типа A→B. Модель имеет следующий вид:

$$\dot{c} = \frac{1}{\tau}(\bar{c}_0 - \bar{c}) - k_0 \bar{c} e^{-\frac{E}{R\bar{\theta}}}$$

$$\dot{\theta} = \frac{Q}{\rho c_p} k_0 \bar{c} e^{-\frac{E}{R\bar{\theta}}} + \frac{1}{\tau}(\bar{\theta}_0 - \bar{\theta}) - \frac{F K_T}{\rho c_p}(\bar{\theta} - \bar{\theta}_{хл}),$$

где: $\bar{c}_0$, $\bar{c}$ - концентрации реагента на входе в реактор и в реакторе;
$\bar{\theta}_0, \bar{\theta}_{хл}, \bar{\theta}$ - температура на входе в реактор, хладоагента и в реакторе;
ρ, c_p - плотность и теплоемкость реакционной смеси;
k_0, E - предэкспоненциальный множитель и энергия активации;
R - универсальная газовая постоянная;
τ - время пребывания смеси в реакторе;
Q - тепло реакции;
F, K_T - поверхность и коэффициент теплопередачи.

Стационарные состояния определяются из условий равенства 0 уравнений материального и теплового баланса.

Для определения числа стационарных состояний реактора в работе использовался метод построения бифуркационных диаграмм. Анализ устойчивости стационарных состояний осуществлялся с помощью первого метода Ляпунова и алгебраического критерия устойчивости.

Исходя из условий устойчивости этих стационарных состояний, записываются ограничения и осуществляется выбор настроек регулятора.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТОНКОСЛОЙНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ АСТАКСАНТИНА

Солтанлы Н. М.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Автомобильный институт, факультет «Кибернетики и информационных технологий»
Научный руководитель: к.т.н., доцент Зубов Д.В.

Для текущего контроля биотехнологического производства необходимо помимо контроля технологических параметров (температура, давление, концентрация растворённого кислорода, величина показателя pH) анализировать содержание в культуральной среде собственно продуктов биосинтеза (например антибиотиков или аминокислот). Ввиду широкой номенклатуры получаемых методом биосинтеза продуктов в настоящее время представляется нереальным изготовление специализированных датчиков на каждый из продуктов. Сложный состав среды, повышенное давление, требования к стерилизуемости датчиков вынуждают использовать отборы среды с её последующим химическим анализом. В качестве быстрого метода качественного анализа часто применяется метод тонкослойной хроматографии (ТСХ), который позволяет быстро обнаруживать малые количества веществ (0,1-0,005 мкг). Суть метода состоит в том, что на хроматографическую пластинку наносят пробы разбавленной культуральной жидкости и индивидуальных веществ, край пластинки погружают в растворитель, который под действием капиллярных сил движется вдоль слоя сорбента и с разной скоростью переносит компоненты проб, что приводит к их пространственному разделению. После хроматографирования пластинку сушат и опрыскивают соответствующим проявителем, в результате чего компоненты смеси проявляются в виде окрашенных пятен, по положению, окраске и размеру которых можно судить о качественном и количественном составе пробы. Помимо проб с неизвестным составом на пластинку наносят пробы с известной концентрацией анализируемого вещества – так называемые свидетели.

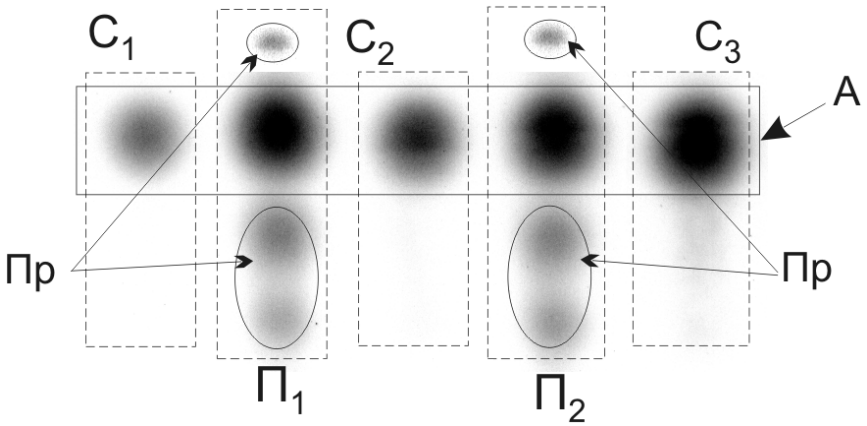


Рисунок 1. Схема проявленной хроматографической пластины

На рис.1 приведена схема проявленной хроматографической пластинки: С1, С2, С3 – области, соответствующие стандартам; Пр – области, соответствующие примесям; П1, П2 – области, соответствующие пробам; А – область, соответствующая анализируемому веществу. Обычно метод ТСХ применяется для количественного или полуколичественного анализа, но применение математической обработки отсканированной хроматограммы позволило достигнуть точности определения 5-7% для ряда веществ: эритромицин А (антибиотик), L-лизин (аминокислота), мальтоза (дисахарид) [1].

Нами была предпринята попытка применить эту методику для анализа культуральной среды на содержание астаксантина (каротиноид). Поскольку астаксантин в ходе биосинтеза накапливается внутри клеток продуцента (дрожжей *Phaffia rhodozyma*) клетки

предварительно разрушали баллистическим способом с использованием стеклянных шариков диаметром 0,2-0,5 мм и осуществляли экстракцию с помощью этилового спирта. В качестве сорбента использовался силикагель, нанесенный на стеклянные пластинки тонким слоем. Детектирование пятен при этом проводилось без использования реагентов по естественной окраске самого астаксантина (ярко оранжево-краный). Для приготовления стандартных растворов используется образец – спиртовой раствор астаксантина с заведомо известной концентрацией (определенной методом ВЭЖХ).

Однако оказалось что астаксантин имеет ряд существенный особенностей, препятствующих его анализу:

1. Концентрация в экстракте мала и соответственно пятно на хроматограмме имеет бледную окраску.
2. При контакте с кислородом воздуха астаксантин быстро окисляется, обесцвечиваясь.

Нами проведена серия экспериментов, показавшая что даже яркое пятно (полученное с помощью спиртового раствора большей концентрации астаксантина чем ожидается в реальном процессе) за 10 минут обесцвечивается настолько, что при сканировании с глубиной цвета 24 бит/пиксел практически не обнаруживается. Соответственно возникает проблема связанная с неодновременным нанесением проб на пластинку и, соответственно, разным временем контакта с воздухом.

Для решения этих проблем предложено наносить на одно и тоже место на пластинке не по одной, а по несколько капель последовательном в порядке прямо и обратно, т.е. некоторое конкретное пятно будет сформировано из капли нанесённой на него при “прямом” и капли при “обратном” ходе. Например, самое левое пятно будет состоять из самой “старой” и самой “свежей” капли. К сожалению, двух проходов мало, приходится повторять большее число раз, при этом трудно добиться точного попадания и пятно становится вытянутым, а не круглым. Пример отсканированной хроматограммы приведён на рис. 2.

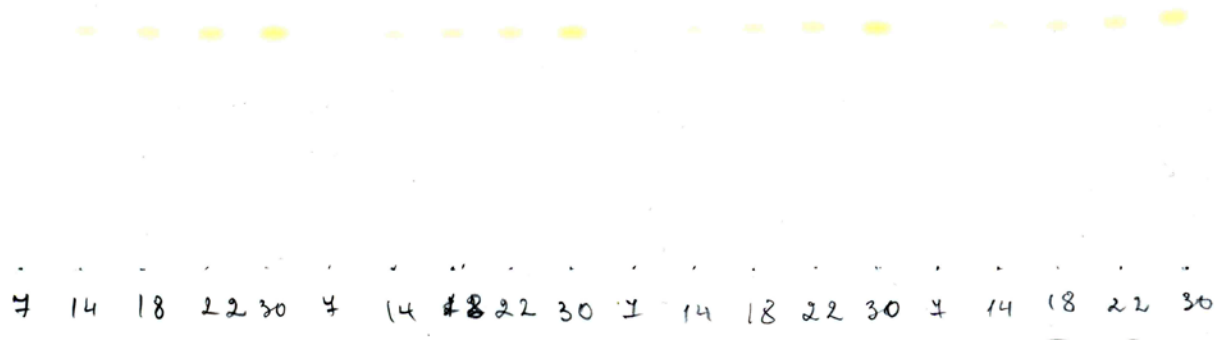


Рисунок 2. Пример отсканированной хроматограммы

Дальнейший анализ ведётся в предположении, что интенсивность окрашивания ячейки растра пятна по интересующему нас каналу (в данном случае – по красному) зависит от количества вещества, находящегося в соответствующей области хроматограммы по уравнению:

$$\ln(I) = a + b \cdot \ln(N),$$

где I – интенсивность окрашивания ячейки растра (в диапазоне от 0 (белый) до 255 (чёрный)); a, b - калибровочные коэффициенты; N – количество анализируемого вещества, содержащегося в сегменте, моль. Вид этой зависимости приведён на рис. 3.

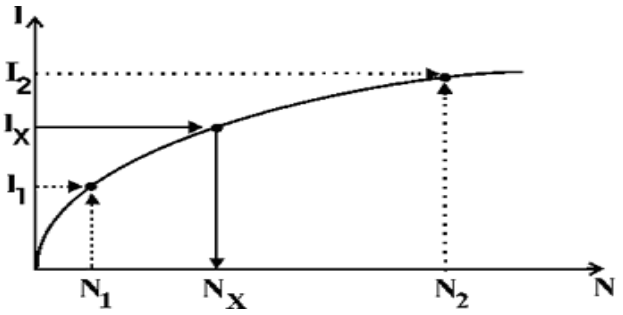


Рисунок 3. Зависимость интенсивности окрашенности растровой ячейки от количества содержащегося в нём анализируемого вещества: I – интенсивность окрашивания растровой ячейки; N – количество вещества, моль

К сожалению, для слабоокрашенных пятен (с которыми мы в данном случае имеем дело) эта зависимость даёт существенную погрешность. Поэтому была разработана более точная модель, удовлетворяющая условиям: конечное значение производной dI/dN при N=0 и $\lim_{N\to\infty} I = I^{\max}$.

1. Парамонов Е.А., Зубов Д.В. Применение компьютерной обработки изображения для повышения точности анализа методом тонкослойной хроматографии // Инженерная физика. – 2008 №4 – с.53–58.

АВТОМАТИЗАЦИЯ НОРМИРОВАНИЯ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Коломойцева И.Е.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет путей сообщения» (МИИТ), институт управления и информационных технологий, кафедра «Химия и инженерная экология»
Научный руководитель: ассистент Коваленко М.А.

На сегодняшний день одной из актуальных проблем является защита атмосферного воздуха от выбросов загрязняющих веществ, образующихся на железнодорожном транспорте. Производственная деятельность железнодорожного транспорта оказывает воздействие на окружающую среду всех климатических зон нашей страны. Но по сравнению с автомобильным транспортом неблагоприятное воздействие на среду обитания существенно меньше. В первую очередь это связано с тем, что железные дороги – наиболее экономичный вид транспорта по расходу энергии на единицу работы.

Железнодорожный транспорт в настоящее время является одним из наиболее перспективных и развитых видов транспорта во всем мире. На современном этапе, железнодорожный транспорт - одна из стабильных отраслей материального производства, что объясняется надежностью и экономической выгодой.

В результате научно-технической революции произошли существенные изменения в техническом оснащении железнодорожного транспортного коплекса. В области охраны атмосферного воздуха необходимо отметить переход подвижного состава на современные виды топлива. Это позволило сократить количество наименований загрязняющих веществ и объемы выбросов.

Функционирование железнодорожного транспорта точки зрения охраны атмосферного воздуха, должно основываться на следующих принципах:
1. Проведение количественной и качественной оценки влияния различных видов деятельности железнодорожного транспорта на состояние атмосферного воздуха;
2. Нормирование уровня воздействия объектов железнодорожного транспорта на атмосферный воздух;
3. Ограничения воздействия на атмосферный воздух с помощью различных средств очистки выбросов в атмосферу, в том числе путем внедрения новых приборов и методов автоматизации контроля выбросов.

Основным источником загрязнения атмосферы железнодорожным транспортным комплексом являются отработавшие газы дизелей тепловозов. В них содержится окись углерода, окись и двуокись азота, различные углеводороды, сернистый ангидрид, сажа и так далее. Высокое содержание вредных примесей в отработавших газах дизелей при работе в режиме холостого хода обусловлено рядом причин, среди которых можно выделить следующие: плохое смешивание топлива с воздухом, сгорание топлива при более низких температурах и другие.

Режим работы маневровых тепловозов менее стабилен, чем поездных, поэтому выделение токсичных веществ у них в несколько раз больше. Уровень загрязнения воздушной среды станций и прилегающих к ним зон отработавшими газами маневровых тепловозов зависит от числа одновременно занятых локомотивов. При этом наиболее значительно выделение окислов азота и сернистого ангидрида.

Перевод железнодорожного транспорта с паровой на электрическую и тепловозную тяги, которыми в настоящее время выполняется практически вся поездная работа, способствовал улучшению экологической обстановки: было исключено влияние угольной пыли и вредных выбросов паровозов в атмосферу.

Дальнейшая электрификация железных дорог, то есть замена тепловозов электровозами, позволяет сократить загрязнение воздуха отработавшими газами дизельных двигателей. Основной путь снижения выбросов токсичных веществ тепловозами заключается в уменьшении их образования в цилиндрах двигателей. Важное значение имеет обезвреживание отработавших газов. Рассмотрим принцип действия одного из очистных устройств - нейтрализатора. Действие основано на рециркуляции газов применяемой для уменьшения концентрации окислов азота, улавливание которых представляет известную трудность. Рециркуляция заключается в том, что часть отработавших газов из выпускного патрубка перепускается во всасывающую систему дизеля. Вследствие этого происходит присадка к засасываемому свежему воздуху значительного количества отработавших газов с меньшим содержанием кислорода, в результате чего ухудшаются условия протекания реакции между кислородом и азотом воздуха. При этом выброс окислов азота снижается до 55%, однако, происходит некоторое увеличение продуктов неполного сгорания топлива (окиси углерода). Одной из задач автоматизации контроля выбросов загрязняющих веществ является программное наблюдение за эффективностью работы нейтрализатора. Природоохранная деятельность в ОАО «РЖД» осуществляется в соответствии с документами:

- Экологическая стратегия ОАО «РЖД» на период до 2015 года и на перспективу до 2030 года, утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» от 13 февраля 2009 г. № 293;
- Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2008 г. № 877-р;
- Стратегия инновационного развития ОАО «Российские железные дороги» на период до 2015 года (Белая книга ОАО «РЖД»).
- Концепция развития системы управления природоохранной деятельностью холдинга ОАО «РЖД», утвержденная Распоряжением ОАО «РЖД» от06.08.2012 №1575р.

В соответствии с данными документами целями ОАО «РЖД» в области охраны атмосферного воздуха являются:

- к 2015 г. снизить на 30% уровень выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от всех типов источников загрязнения;
- обеспечить к 2030 г. на всех стационарных и подвижных объектах железнодорожного транспорта соответствие уровня выбросов загрязняющих веществ установленным предельно-допустимым нормативам;
- к 2030 г. снизить уровень выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от всех типов источников загрязнения на 50% по минимальному варианту и на 70% по максимальному варианту.

Основные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу на железнодорожном транспорте происходят вследствие сжигания органического топлива котельными, тепловозами, автотранспортными средствами, самоходной дорожно-строительной техникой, специальным подвижным составом.

Существующие проблемы: наличие большого числа объектов, не отвечающих современным экологическим нормативам; недостаточный уровень финансирования, который не позволяет проводить полноценное перевооружение и модернизацию объектов с использованием

современного экономичного и экологичного оборудования; невозможность использования на значительной части объектов (особенно в сибирских и восточных регионах) экологически чистых видов топлива; необходимость значительных инвестиций в экологические мероприятия на многих объектах.
Действующие и потенциальные риски: повышение экологических платежей и штрафов за превышение предельно допустимых норм выбросов, особенно в связи с ужесточением требований экологического законодательства; ухудшение имиджа железнодорожного транспорта; снижение инвестиционной привлекательности железнодорожной отрасли; повышение социальной напряженности в связи с неблагоприятными условиями жизни и труда на территориях, прилегающих к экологически "грязным" объектам ОАО "РЖД".

Пути решения:

- для стационарных источников:

- внедрение современных экологически чистых и ресурсосберегающих технологий;
- широкое использование экологически чистых видов топлива;
- применение модульных котельных контейнерного типа с автоматизированными процессами горения в зависимости от температуры наружного воздуха, что дает значительную экономию топлива и сокращение вредных выбросов в атмосферу;
- внедрение современных котельных агрегатов, использующих вторичные энергоресурсы;
- повышение эффективности сжигания топлива за счет внедрения технологии сжигания угля в "псевдокипящем слое", применение экономичных акустических горелок для сжигания жидкого топлива, использование водо-мазутной эмульсии для сжигания жидкого топлива;
- разработка и применение альтернативных источников тепло- и электроснабжения;
- использование возобновляемых источников энергии.

- для передвижных транспортных средств:

- расширение использования электротяги;
- разработка и внедрение новых экономически и экологически эффективных двигательных установок;
- разработка тепловозов, использующих альтернативные углеводородному источники топлива (газотурбовозы);
- разработка и внедрение новых технологий по очистке продуктов горения от вредных веществ (катализаторы, фильтры, нейтрализаторы);
- применение новых технологий покраски вагонов, обеспечивающих снижение расхода лакокрасочных материалов и снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;
- использование подвижного состава, не имеющего испарений при перевозке опасных грузов, пылеобразования при перевозке сыпучих грузов;
- завершение перехода с печного отопления пассажирских вагонов на электроотопление;

В качестве первоочередных мер до 2015 г. необходимо проведение следующих мероприятий:

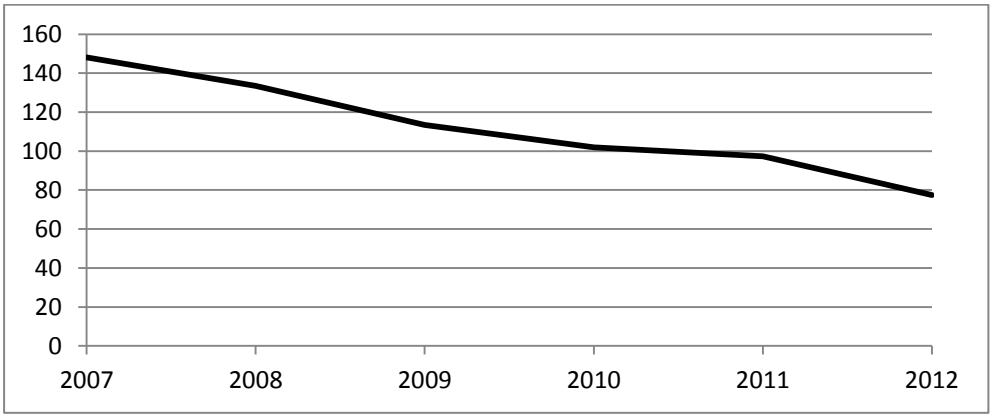
- ускорение программы перевооружения тепловозов новыми двигательными установками и закупка новых современных типов тепловозов со сниженным на 30% выбросом вредных веществ;
- замена изношенного пылегазоулавливающего оборудования на стационарных источниках вредных выбросов, в первую очередь, в котельных.

Основная сложность в сокращении вредных выбросов от стационарных источников загрязнения – снижение выбросов газообразных вредных веществ. Мероприятия по

сокращению газообразных вредных выбросов являются чрезвычайно дорогостоящими, тогда как основной объем вредных выбросов приходится именно на газообразные вещества.
В рамках реализации Экологической стратегии ОАО «РЖД» за период 2008–2011 годов по сравнению с 2007 (базовым) годом выбросы вредных веществ в атмосферу от стационарных источников сократились на 45%. В 2011 году по сравнению с 2010 годом Компанией при росте грузооборота на 8% было достигнуто снижение выбросов вредных веществ в атмосферу от стационарных источников на 17,5%.
В 2011 году выбросы вредных веществ в атмосферу составили 341,3 тыс. тонн, в том числе:
от стационарных объектов — 84,1 тыс. тонн,
от передвижных источников — 257,2 тыс. тонн, из которых выбрасывается:
магистральными и маневровыми тепловозами — 191,9 тыс. тонн.

По сравнению с 2011 годом в 2012 году выбросы вредных веществ в атмосферный воздух от стационарных источников снизились на 6.6 тыс. тонн или на 7.8% и составили 77.5 тыс. тонн.

Динамика выброса вредных веществ в атмосферный воздух
от стационарных источников филиалов ОАО «РЖД», тыс. тонн



Целевые показатели и объемы финансирования для достижения поставленных целей в области охраны атмосферного воздуха до 2015 г.:

- снижение объемов выбросов твердых веществ стационарными источниками на 30%; оценка необходимых финансовых ресурсов составляет порядка 0,09% от ожидаемых инвестиций ОАО "РЖД" на период до 2015 года.
- снижение выбросов летучих вредных веществ стационарными источниками на 30%; оценка необходимых финансовых ресурсов составляет порядка 0,85% от ожидаемых инвестиций ОАО "РЖД" на период до 2015 года.

Для достижения поставленных целей в области охраны атмосферного воздуха необходимо нормирование выбросов загрязняющих веществ на объектах железнодорожного транспорта. Операция нормирование выбросов состоит из нескольких этапов, основными из которых являются: инвентаризация выбросов и расчет их рассеивания. Данные операции являются трудоёмкими и достаточно сложными, поэтому актуально рассмотрение возможности их автоматизации.

Авторами предлагается применение специальных программных комплексов по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ и расчету рассеивания на объектах железнодорожного транспорта. Одним из таких комплексов является экологический программный комплекс (ЭПК) “РОСА”.
Экологический программный комплекс РОСА предназначен для:
- проведения инвентаризации источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

расчетными методами, на основе инструментальных замеров;
- разработки проектов нормативов ПДВ/ВСП в атмосферу для промышленных предприятий и промышленных зон;
- разработки сводных проектов нормативов ПДВ/ВСП в атмосферу для городов (регионов);
- расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере по методике ОНД-86;
- контроля установленных нормативов воздействия на окружающую среду;

ЭПК состоит из четырех взаимосвязанных блоков:
- рабочей базы данных;
- базы данных нормативно-справочной информации;
- блока расчета загрязнения атмосферы по методике ОНД-86;
- графического модуля.

Рабочая база данных предназначена для хранения видимой пользователем информации по объектам и промышленным площадкам, с которыми он работает, для хранения результатов загрязнения атмосферы и формирования отчетной документации.

Базы данных нормативно-справочной информации (НСИ) включает в себя:
- базу данных по методикам выбросов загрязнителей;
- базу данных по вредным веществам и суммациям (классификаторы ВВ и суммации);
- базу данных по газоочистным установкам (Газоочистные установки);
- справочник по источникам загрязнения атмосферы;
- справочники по производствам и участкам , составленные на основании методик реализованных в программе;
- справочник по технологиям и показателям, которые используются при введении пользователем собственных методик.

Остальные справочники (источники выбросов, коды операций по обращению с ними и другие) открыты для обновления всегда.

Методическое обеспечение представлено:
- методиками расчета выбросов вредных веществ от технологического оборудования (процесса).

Методики расчета выбросов загрязняющих веществ от технологического оборудования (процесса) формализованы по линейной схеме. Такая формализация позволяет пользователю самому реализовать любую методику, используя встроенный конструктор методик. Таким образом, методики позволяют рассчитывать выбросы загрязняющих веществ от различного технологического оборудования (процесса) на разных режимах его работы.

Внедрение и использование экологического программного комплекса РОСА на объектах железнодорожного транспорта позволит осуществлять оперативный автоматический контроль за объемом выбросов вредных веществ с целью последующей их минимизации.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СТЕНДОВОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ФОТОТРОФОВ И АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА

Строков С.С.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт Инженерной экологии и химического машиностроения, факультет «Кибернетика и информационное технологии»
Научный руководитель: к.т.н., доц. Зубов Д.В.

Передо мной возникла задача автоматизировать и модернизировать установку для изучения фототрофов – микроорганизмов, для нормального культивирования которых необходим свет. Автоматизировав установку мы смогли расширить её возможности, обнаружить возможности оптимизации процесса и повышения его энергоэффективности.

Рассмотрим некоторые из решённых задач.

Питательную среду для культуры фотозависимых микроорганизмов (в нашем случае это культура хлореллы или дрожжей рода Phaffia rhodozyma) требуется простерилизовать (во избежание заражения посторонней микрофлорой). В лабораторной установке используется термическая стерилизация питательной среды в автоклаве. Ранее он был оснащён датчиками контроля температуры (термопары) и давления, организован вывод информации с них на локальный пульт (с помощью измерителей-преобразователей ТРМ200 производства компании “Овен”) и на дисплей промышленного компьютера с помощью SCADA-системы ОРМ. Также ранее была получена модель вымирания микроорганизмов – контаминантов (нежелательными микроорганизмами) от температуры и времени. Основную опасность играют споры контаминатов, т.к. они отличаются весьма высокой живучестью и устойчивостью к физическим факторам.

Количественно эффективность процесса стерилизации твердых и жидких сред характеризуется критерием стерилизации ∇ [1]:

$$\nabla = \ln \frac{N_0}{N},$$

где ∇ – критерий стерилизации; N_0 – начальное количество клеток микроорганизмов; N – количество клеток микроорганизмов, оставшихся после стерилизации.

Количество контаминантов N_0 и N определяется высевами образцов по специальной методике. Обычно критерий стерилизации варьирует в пределах $25<\nabla<35$.
Теоретические значения критерия вычисляются по формуле:

$$\nabla = A\int_0^{\tau_{\tilde{n}}} e^{\frac{E}{RT(\tau)}} d\tau ,$$

где:

τ_c – время стерилизации, мин;

$T(\tau)$ – температура стерилизуемой среды в момент времени τ, K;

A – предэкспоненциальный множитель;

R – универсальная газовая постоянная;

E – энергия активации контаминанта.

Конкретные значения параметров A и E зависят от вида микроорганизма-контаминанта и состава среды и определяются по экспериментальным данным [2].

Для повышения эффективности процесса стерилизации питательной среды целесообразно прекращать процесс по достижении заданного значения критерия стерилизации [3].

Нами создана модификация SCADA-системы, которая помимо температуры выводит степень вымирания.

Сам стенд состоит из двух объектов: для изучения культивирования в колбах (массовое исследование) и в ферментёре.

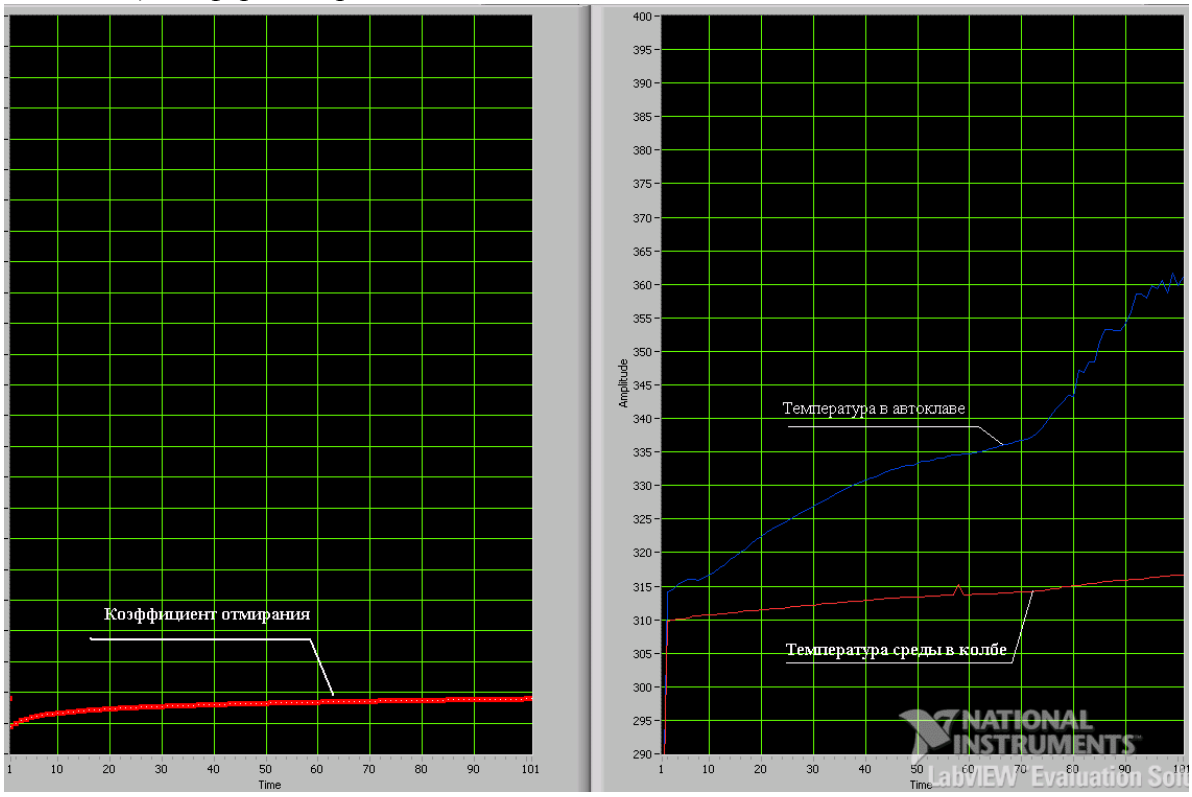


Рисунок 1. Скриншот SCADA-системы процесса стерилизации

Для подбора наилучшего режима освещения мы используем стенд, позволяющий параллельно отрабатывать до 8-16 режимов освещения.

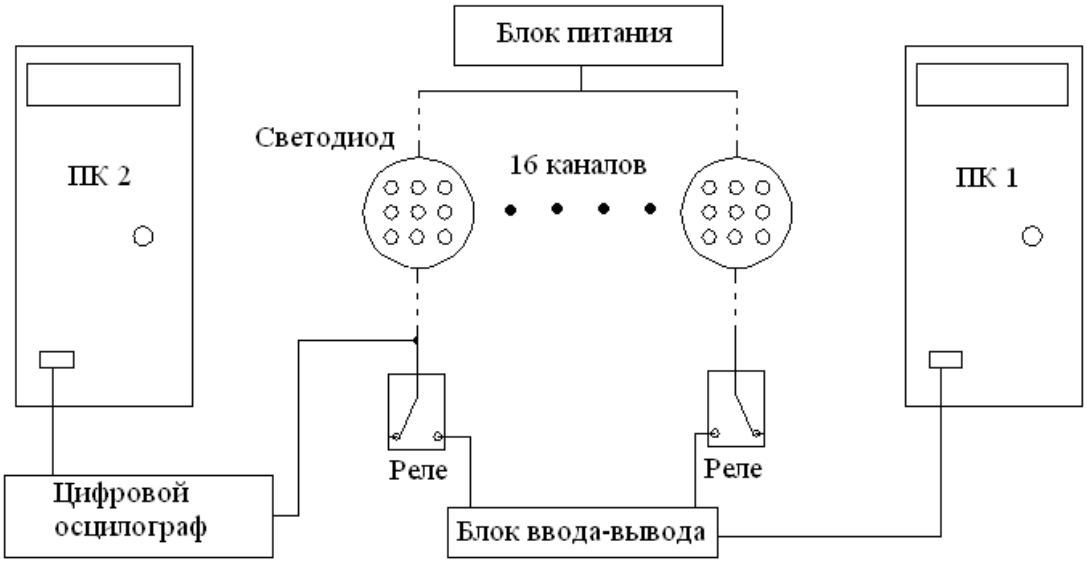


Рисунок 2. Схема лабораторной установки для изучения процесса культивирования в колбах

Ранее на светодиоды подавалось питание по временному закону (есть/нет).

Нами разработано усовершенствование стенда – изменении светового потока от светодиодов. Для этого проведено исследование характеристики светодиода по каналу напряжение – световой поток.
Соответственно, появилась возможность задавать временной закон изменения светового потока.

Автоматизация ферментёра. Установка состоит из фотобиореактора объёмом 3 л для исследования процесса культивирования фотозависимых микроорганизмов, оснащённой мешалкой с регулируемым числом оборотов, системой подачи охлаждающей воды, титрующего агента (р-р NaOH), воздуха. Существует возможность управления освещённостью (измерением напряжения на лампе накаливания).

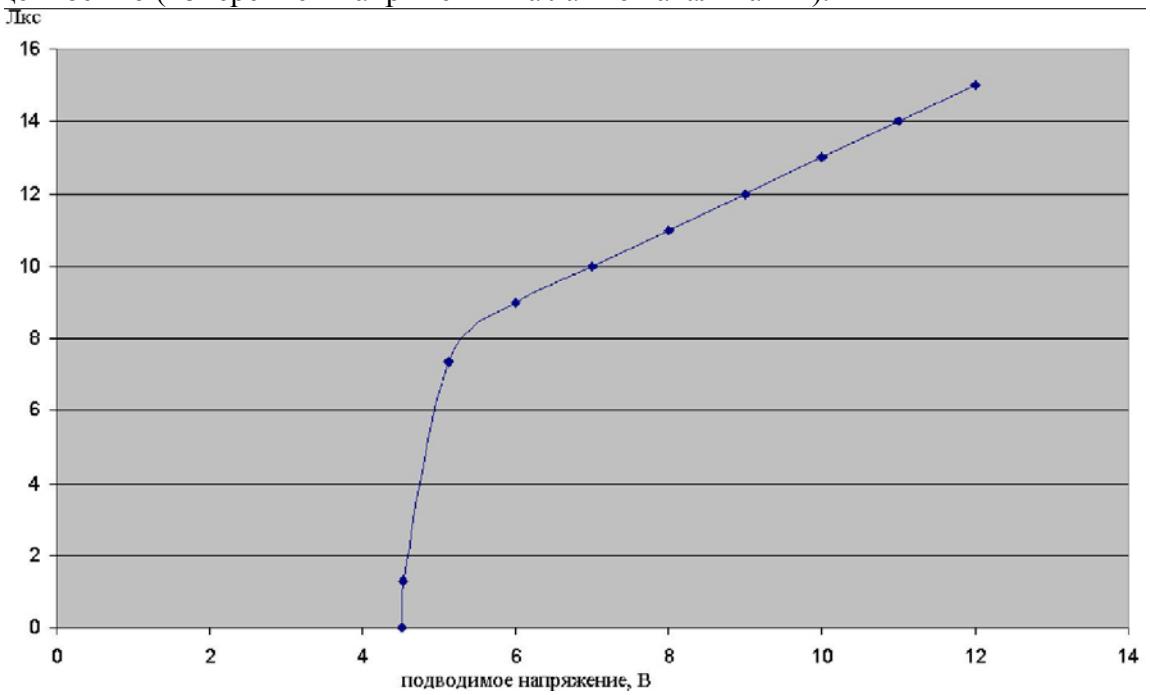


Рисунок 3. Статическая характеристика светодиода

Температура стабилизируется с помощью ТСМ50 и измерителя-регулятора ТРМ202 подачей охлаждающей воды по релейному закону с гистерезисом.

Основная задача – стабилизация светового потока, приходящегося на 1 клетку фототрофа. Для этого нужно менять освещённость в соответствии с оптической плотностью.

Для контроля оптической плотности были опробованы фотоэлементы площадью 3см2 и 25 см2. Для контроля фото Э.Д.С. использовался ТРМ-200, настроенный на вход 0..1 В и -50..50 мВ. Опыт показал, что фотоэлемент 3 см2 не информативен, т.к. в начале процесса (при почти прозрачной среде) выдаёт Э.Д.С. порядка 80 мВ (слишком большое для диапазона -50..50 мВ), в середине и конце процесса около 1 мВ (что сравнимо с погрешностью измерения – 0,5 мВ).

Был выбран фотоэлемент 25 см2 и диапазон 0..1 В, что позволило контролировать почти весь ход процесса с минимальной погрешностью. Возможно использование двух элементов (большого и маленького) совместно, для полноценного ведения процесса. С помощью люксметра была построена статическая характеристика фотопреобразователей по каналу (освещённость, лк – фото Э.Д.С., мВ). Она практически линейная. Информация с ТРМ200 по протоколу RS-485 подаётся на преобразователь АС-4, и по каналу USB подаётся к компьютер с установленной SCADA системой Owen Process Manager, которая осуществляет индикацию, представление трендов и архивацию показаний.

1. Крамм Э.А. Основы надежности антиконтаминационной защиты биотехнологических процессов // Автореф. дисс. на соиск. … д-ра техн. наук –М.: МИХМ, 1994.

2. Зубов Д.В., Кокотко М.А. Параметрическая идентификация процесса стерилизации молочных продуктов // Математические методы в технике и технологиях ММТТ-20. Том 5, –Ярославль: Изд-во Яросл. гос. техн. ун-та, 2007.

3. Зубов Д.В., Кокотко М.А., Крамм Э.А. Автоматизированное управление системой непрерывной стерилизации питательной среды в биотехнологическом производстве // Автоматизация в промышленности. 2010. Т. 201011. № 201011. С. 03-06.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ЗОЛОТОИЗВЛЕЧЕНИЯ

Милаков В.А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт Инженерной экологии и химического машиностроения, факультет «Кибернетика и информационное технологии»
Научный руководитель: д.т.н., проф. Софиев А.Э.

На фоне рекордного повышения спроса на полезные ископаемые и металлы по всему миру горнодобывающая промышленность переживает небывалый подъем. Ключевую роль в данной области играет автоматизация производственного процесса, она же позволяет говорить о возникновении новых горнодобывающих предприятий. Подземные горные работы, которые производятся на большой глубине, в труднодоступных местах, а также работы, связанные с повышенным риском, несомненно, требуют автоматизации и использования автоматизированного оборудования.

В настоящее время, когда крупные месторождения благородных металлов практически отсутствуют, а хозяевам месторождений необходима быстрая прибыль, строятся небольшие ЗИФ, на которых предусматриваются, как правило, только операции дробления, измельчения, сорбционного выщелачивания, электролиза и выплавки лигатурного золота. Золотая руда, в которой содержится хотя бы 4 грамма золота на тонну уже считается богатой.

	6 мес. 2012г. кг	6 мес. 2011г. кг	Изменение 6 мес. 2012г. / 6 мес. 2011г.	
			кг	%
Добыча	66963,2	69615,3	-2652,1	3,8
Попутное	7868,4	7820,9	+47,5	0,6
Вторичное	2776	3660,8	-884,8	24,2
Всего добыча и производство	77597,6	81097,0	-3499,4	4,3

Как видно в табл. 1, добыча золота в РФ только за первые полгода 2012 года составила почти 78 тонн. Почти 20 тонн из которых извлечены на территории Красноярского края.

№ п/п	Субъекты РФ	6 мес. 2012г. кг	6 мес. 2011г. кг	Изменение 6 мес. 2012г./ 6 мес. 2011г.	
				кг	%
1.	Красноярский край	19893	17751,4	+2141,6	+12,1
2.	Амурская область	10339	10623,4	- 284,4	- 2,7
3.	Чукотский авт. округ	7670,2	10874,0	- 3203,8	- 29,5
4.	Иркутская область	5542,3	5047,3	+ 495	+ 9,8
5.	Республика Саха (Якутия)	4794,8	4666,7	+ 128,1	+ 2,7
6.	Хабаровский край*	4334,6	5107,3	- 772,7	- 15,1
7.	Магаданская область	3132,1	4120,8	-988,7	-24,0
8.	Свердловская область	2778,3	3206,1	-427,8	-13,3
9.	Республика Бурятия	2719,1	2544,4	+ 174,7	+ 6,9
10.	Челябинская область	2034,1	1716,7	+ 317,4	+ 18,5
11.	Камчатский край	1239,6	1152,1	+ 87,5	+ 7,6
12.	Забайкальский край**	793,2	1222,4	-429,2	-35,0
13.	Республика Хакасия	473	481,8	-8,8	-1,8
14.	Республика Тыва	333,3	446,9	-113,6	-25,4

2. Создание автоматизированных систем в горно-добывающей промышленности, как и в других отраслях, обладает определённой спецификой.

1) Обычно тяжелые условия эксплуатации.
Горнодобывающая промышленность зачастую расположена в регионах дальнего севера, что неизбежно приводит к более высоким требованиям к защищённости оборудования. Однако, это далеко не единственный фактор повышающий требования к уровню безопасности. Добыча всегда сопряжена с высвобождением природного газа, что значительно повышает класс взрыво-пожароопасности производства. В связи с этим растут требования к классу искрозащиты созданной системы. Так как процесс золотоизвлечения включает в себя такие этапы, как бактериальное окисление, интенсивное цианирование и прочее, материалы, из которых изготавливаются измерительные приборы и исполнительные механизмы, должны быть устойчивы к химическим воздействиям. Высокий класс пылевлагозащиты необходим из-за серьёзного загрязнения производства.

2) Удалённость.
Зачастую значительная удалённость от населённых пунктов приводит к сложности командировок и трудностях при проведении пуско-наладочных работ. Низкий уровень связи часто приводит к задержкам во введении системы в эксплуатацию.

3) Наличие как наземного, так и подземного оборудования.
Разработка подземной части системы требует особого подхода, который не применяется при проектировании наземных систем автоматизации. Совершенно другие условия прокладки кабельных трасс, эксплуатации оборудования. К тому же, нельзя забывать, что подземная разработка постоянно изменяется — происходит забутовка одних стволов и разработка других.

4) Огромное количество ЛАСУ для интегрирования.
Ряд систем автоматизации были установлены на таких производствах локально, когда введение централизованной АСУ казалось экономически неоправданным. Возможные решение: интеграция в общезаводскую сеть или создание новых ЛАСУ там, где это необходимо.

5) Зачастую излишне сжатые сроки.
Как мы понимаем, сроки выработки одного месторождения ограниченны. Соответственно, снижается время, которое можно затратить на модернизацию системы.

6) Трубопроводы и технологическое оборудование не подготовлены для установки КИП и А, например, корректная установка большого числа расходомеров невозможна из-за форм и расположения труб.

7) Производство функционирует в последовательном и непрерывном режиме, что затрудняет проведение пуско-наладочных работ (особенно по крупным цехам – ОРП, ГМО, БИО). Остановка процесса, как правило, непредсказуема и выполняется на короткое время.

3. Пневмоавтоматика.
    1) Причины увеличенного процента пневмоавтоматики в горной отрасли.
    2) Прогноз развития пневмоавтоматики.

4. Основная тенденции.
    1) Значительное увеличение объёмов автоматизации.
    2) Интеграция общезаводской сети.

3) Отдельное внимание технико-экономическим показателям.
4) Баланс металла.
5) Формирование отчётностей по работе участков и всей фабрики в целом.

5. Разбор систем автоматизации для процесса золотоизвлечения.

ФЛОТАЦИЯ.
Флотация – это процесс обогащения полезных ископаемых, основанный на избирательном прилипании частиц минералов в водной среде к воздушным пузырькам. Для изменения флотационной активности частиц флотация сопровождается введением реагентов. Конечным продуктом флотации является пена на пульпе, которая в дальнейшем и подвергается переработке.

Для повышения стабильности процесса и выходных параметров применяется автоматизированная система управления.

Благодаря человеко-машинному интерфейсу становится возможным диагностика и глобальная настройка процесса на организованном пункте управления. Система сама формирует все отчётности необходимые персоналу фабрики. Контроль и отображение всех параметров происходит в реальном времени. Оператор видит состояние оборудования и значения основных параметров процесса. Для наглядности графическое представление и числовая информация на мнемосхеме объединены по логически связанной цепочке.

Эффективное управление процессом происходит благодаря контролю ряда параметров. Поддерживается оптимальное значение таких параметров, как уровень пульпы, подача воздуха и состояние клапанов.

Сбор информации в реальном времени и управление процессом с помощью исполнительных механизмов позволяет снизить аварийность и увеличить отказоустойчивость участка.

Организация системы автоматизированного управления на флотации позволяет значительно снизить трудозатраты персонала фабрики.

Стабильность качества выходного продукта позволяет грамотно организовать дальнейшую его переработку. За счёт организации ряда контуров аварийного регулирования снижается время простоев участка.

При необходимости система легко интегрируется в общепроизводственную сеть, что позволяет уже управлению фабрики иметь представление о производительности участка и вносить необходимые изменения.
Разработанная автоматизированная система управления технологическим процессом флотации приведет к значительному повышению технико-экономических показателей производства.

СГУЩЕНИЕ.
Основными задачами процесса сгущения в горном деле является получение на выходе продукта максимальной плотности и как можно более чистой жидкой фазы. Управление процессом вручную обслуживающим персоналом даёт слишком высокое время регулирования. Ведь с того момента, как сотрудник оценит выходной продукт и внесёт необходимые изменения в работу аппарата, может пройти значительное время.

Для достижения высокой эффективности и ликвидации влияния человеческого фактора на производительность участка рекомендуется использовать автоматизированную систему управления процессом. Основными целями, стоящими перед системой автоматизированного управления
являются:
-улучшение технико-экономических показателей участка;
-увеличения сроков службы оборудования;
-значительное снижение трудозатрат.

Важно понимать, что, благодаря контролю качества выходного продукта по ряду параметров, возможно осуществление регулирования в реальном времени. Это приводит к минимизации задержек на внесение изменений в процесс. Исполнительные механизмы позволяют контролировать подачу флокулянта и пульпы в сгуститель. Автоматизированная система также регулирует процесс разгрузки конечного продукта участка. Оптимальное управление процессом в реальном времени приводит к значительному улучшению выходных параметров.

Одним из ключевых параметров в процессе сгущения является уровень раздела фаз (высота осветленного слоя), при котором обеспечивается кондиционный слив сгустителя.

Применение датчиков уровня позволяет управлять уровнем раздела фаз и регистрировать нарушения процесса на начальной стадии.

Организация человеко-машинного интерфейса на участке позволяет оператору наглядно видеть состояние всех элементов системы, анализировать происходящий процесс и при необходимости вносить изменения. Система сама формирует необходимые отчётности за заданный период по необходимым показателям.

Интеграция участка в общую сеть завода позволяет всем допущенным лицам своевременно получать необходимую информацию о работе участка в режиме реального времени или за выбранный период.

Таким образом, внедрение автоматизированной системы управления процессом сгущения значительно уменьшит трудозатраты персонала предприятия и ощутимо поднимет эффективность производства.

БИО
Процесс бактериального окисления используется для извлечения частит золота из кристаллов сульфидов. Чтобы освободить частицы, требуется разрушить кристаллы. Научные испытания показали, что процесс биоокисления для достижения этих целей наиболее эффективен.

Для обеспечения бесперебойной работы оборудования, стабильного протекания процесса и получения продукта с предусмотренной глубиной окисления необходимо автоматизировать процесс. Комплексный подход к управлению процессом позволяет максимально оптимизировать производство и снизить энергозатраты.

Для поддержания стабильности содержания сульфидной серы в питании участка необходим контроль заполнения буферных чанов. Подачей флотоконцентрата в них осуществляется в зависимости от показаний датчиков уровня на ёмкостях.

Плотномеры располагаются на каждой линии подачи насосов. Для снижения колебаний плотности исходного материала, в зависимости от плотности пульпы используется разбавляющая вода. Благодаря регулированию плотности в реальном времени, стабильность параметров исходного материала повышает производительность работы каждого чана. Датчики объёмного расхода дублируются плотномерами, чтобы была возможность подсчёта подачи сухого материала на линию.

Производительность в тоннах также суммируется. Питающие насосы оснащены частотными преобразователями. Есть возможность регулирования скорости работы питающего насоса в зависимости от скорости подачи сухого тоннажа, выбранной оператором.

Необходима установка на каждую линию питания системы дозировки солей, что обеспечивает поддержание постоянного соотношения объёмного расхода раствора к сухому тоннажу на каждой линии.

Организация рабочих мест операторов позволяет осуществлять контроль и управление процессом вручную. Также предусмотрена возможность наблюдения за состоянием всех аппаратов и приборов на участке, что даёт возможность значительно снизить количество аварий и непредвиденных простоев производства.

Автоматизация процесса бактериального окисления позволяет получать более полную информацию о ходе процесса, обеспечивать заданные пусковые и остановочные режимы, предупреждать критические и аварийные ситуации, поддерживать заданные значения выходных параметров, проводить технико-экономический анализ, улучшать условия труда технологического персонала.

ВЕНТИЛЯЦИЯ.
Организация системы аварийного управления вентиляцией.
Системы аварийной вентиляции, их производительность и категория надежности электроснабжения проектироваться по технологическим требованиям для тех помещений, где есть вероятность внезапного поступления в воздух больших количеств взрывоопасных веществ.

Для контроля состояния параметров, которые могут привести к аварии, используется ряд датчиков. Система надёжных газоанализаторов в рабочей зоне в связке с эффективной вытяжной вентиляцией позволяет обеспечить высокий уровень безопасности на случай превышения ПДК.

Система выполняется в качестве локального контура автоматизации, интегрированного в общую сеть, что обеспечивает её полную независимость от остальных систем на производстве и обеспечивает высокую отказоустойчивость и надёжность. Для аварийной вентиляции можно использовать основные системы местной или общеобменной вентиляции при условии оборудования их в соответствии с требованиями, предъявляемыми к аварийным системам.

Для оповещения сотрудников предприятия система подаёт сигнал ответственным службам. Работники непосредственно зоны, где сработала аварийная вентиляция узнают об аварии с помощью пунктов свето-звуковой сигнализации, которые включаются в случае ЧП.
Для ручного управления приводами вентиляторов используются местные кнопочные пульты.

Локальная автоматизация системы аварийной вентиляции это одно из неотъемлемых современных требований безопасности, которой значительно снижает аварийность и количество несчастных случаев на производстве.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С РЕГУЛЯТОРОМ ФЛЮГГЕ-ЛОТЦ

Паршин Ф.И.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт Инженерной экологии и химического машиностроения, факультет «Кибернетика и информационное технологии»
Научный руководитель: к.т.н., доц. Зубов Д.В.

Позиционные регуляторы очень распространены в системах стабилизации самых разнообразных процессов и объектов. Наиболее часто используются двух- и трехпозиционные регуляторы, выходная переменная которых имеет два или три установившихся значения. Это объясняется простотой конструкции, наладки и эксплуатации, низкой стоимостью, высокой надежностью и ремонтопригодностью. Кроме того, позиционные АСР обладают высоким быстродействием и устойчивым режимом работы (для устойчивого технологического объекта управления (ТОУ)). Вместе с тем, для позиционных АСР характерны автоколебательные движения выходных координат ТОУ с достаточно большими амплитудами, а также возникновения статических отклонений (ошибок) средних значений регулируемых переменных от заданий.

Современные технические средства позволяют с помощью вычислительных процедур улучшить качество регулирования. В сороковые годы XX века Ирмгарт Флюгге-Лотц предположила ввести в позиционный регулятор дополнительный сигнал от производной регулируемой координаты ТОУ (см. рис. 1)

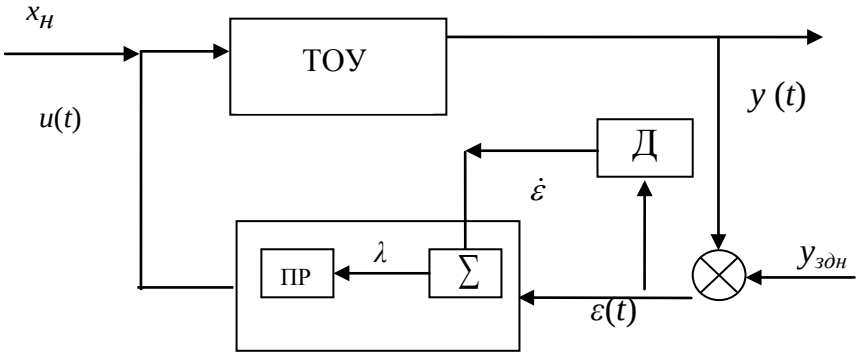


Рисунок 1. Структурная схема позиционной АСР с регулятором Флюгге - Лотц:
Д –дифференциатор, ПР – позиционный регулятор с законом $u = -A\ sign\ \lambda$,
$\sum$ - сумматор, $\lambda = \varepsilon + C_0\dot{\varepsilon}$

Рассмотрим в качестве ТОУ устойчивый объект с фазовым портретом типа “устойчивый фокус”. Управляющее воздействие u(t) принимает значения 0 и a.

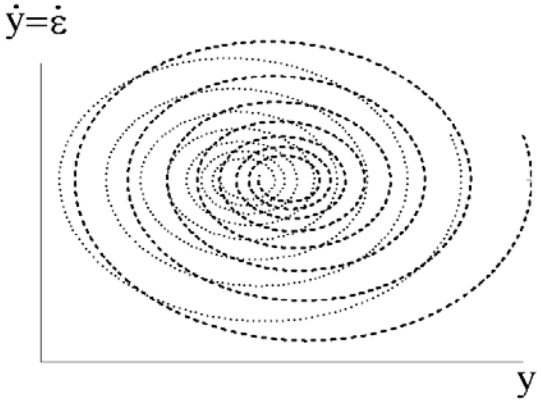


Рисунок 2. Фазовые траектории ТОУ при u=0 и при u=1

Чтобы получить желаемое значение выходной координаты ТОУ, введём в систему позиционный регулятор.

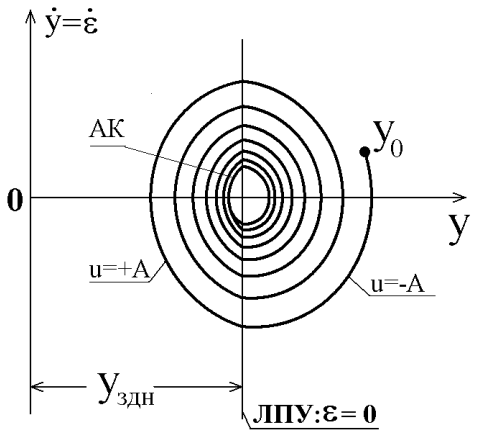


Рисунок 3. Фазовая траектория с АСР с позиционным регулятором

Полученный процесс характеризуется колебаниями. Заменим позиционную АСР на АСР с регулятором Флюгге-Лотц:

В качестве математической модели ТОУ будем использовать

$$a_2\ddot{y}(t) + a_1\dot{y}(t) + y(t) = ku(t),$$

где a_2 ,a_1, k – известные коэффициенты. Выберем самый простой (а поэтому и самый распространенный закон регулирования (5) и введем в него помимо $\varepsilon(t)$ дополнительный сигнал $C_0\dot{\varepsilon}(t)$, где $C_0 \le 0$:

$$u(t) = - A\ sign\ \lambda(t) = -A\ sign(\varepsilon(t) + c_0\ \varepsilon(t)),$$

т.е. $u(t) = -A$, если $\lambda(t) > 0$, $u(t) = A$, если $\lambda(t) < 0$.

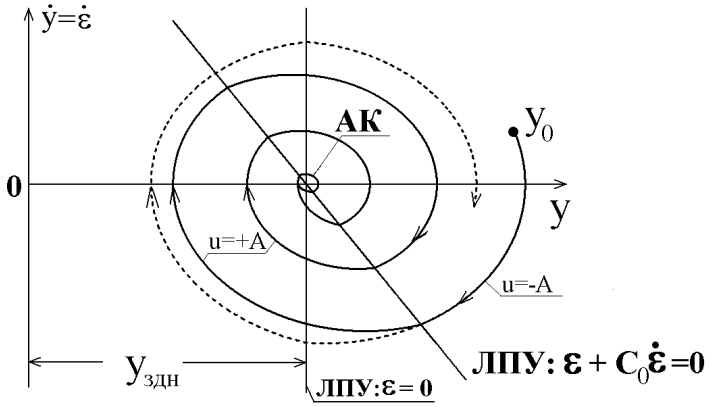


Рисунок 4. Фазовая траектория позиционной АСР с производной; ЛПУ – линия переключения управления; АК – автоколебания;

Из рис. 4 отчётливо видно, что фазовая траектория с управлением $u(t)=-A$ достигает линии переключения $\varepsilon(t) + C_0\dot{\varepsilon}(t) = 0$ раньше, чем эта же траектория достигает линии переключения $\varepsilon(t)=0$ (см. пунктирные ЛП и траектории на рис. 4), поэтому амплитуды колебательных переходных процессов при использовании регулятора Флюгге-Лотц заметно уменьшаются. Понятно, что амплитуды $A_к$ зависят от положения линии переключения, т.е. от значения C_0, $C_0 \le 0$; в частности, при $C_0=0$ получаем обычный двухпозиционный регулятор. С ростом C_0 качество переходных процессов будет повышаться, а затем снова ухудшается. Таким образом, коэффициент C_0 является эффективным параметром настройки регулятора Флюгге-Лотц (к числу менее эффективных параметров настройки относятся величины A, d, b). Применение регулятора Флюгге-Лотц не избавляет позиционную АСР от автоколебаний, хотя амплитуда Ак их будет меньше, чем у простого двухпозиционного регулятора. В ряде случаев избавиться от автоколебаний позволяет использование в ПР двухпозиционного реле

с зоной нечувствительности, однако в этом случае возникает статическая погрешность (ошибка) переходного процесса АСР, что заметно снижает качество регулирования (в позиционных системах регулирования всегда имеет место статическая погрешность, обусловленная изменчивостью нагрузки xн(t)).

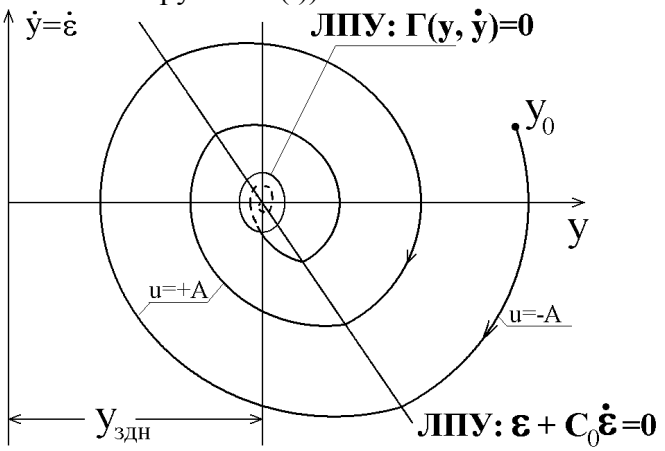


Рисунок 5. Фазовые траектории АСР с переменной структурой: пунктиром показана траектория ПИ-регулятора

Одним из способов ослабления или ликвидации автоколебаний является использование позиционного регулятора с переменной структурой: при больших отклонениях траектория y(t) от начала координат применяется быстродействующий регулятор Флюгге-Лотц, при малых отклонениях y(t) от начала координат (или при возникновении автоколебаний) применяется пропорционально-интегральный алгоритм регулирования, обеспечивающий плавное и быстрое уменьшение амплитуды затухающих колебаний (здесь система линейна и автоколебаний уже нет!). Фазовые траектории АСР с переменной структурой показаны на рис. 5, где имеется линия переключения управления u и некоторая замкнутая зависимость $\Gamma(y,\dot{y})=0$ (например, окружность или эллипс), которая служит линией переключения нелинейного позиционного регулирования на линейное ПИ-регулирование с алгоритмом $u(t)=C_1\cdot\varepsilon(t)+C_2\int_0^t\varepsilon(\tau)d\tau$, где C_1 и C_2 – параметры настройки регулятора.

При математическом моделировании АСР с регулятором Флюгге-Лотц необходимо использовать малоинерционные фильтры типа скользящего среднего или экспоненциального сглаживания для ослабления помехи, поступающей вместе с сигналом *y(t)* или *ε(t)* на вход дифференциатора Д (см. рис. 1). Параметры фильтра задаются исследователем при решении задач анализа или подбираются в процессе решения задач синтеза.

СЕКЦИЯ «ТЕХНИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР И КРИОНАНОТЕХНОЛОГИИ»

ВЛИЯНИЕ ВЯЗКОЙ ДИССИПАЦИИ ГЕЛИЯ И АЗОТА НА ТЕПЛОВОЕ СОСТОЯНИЕ ПОРИСТОЙ ПЛАСТИНЫ

Калмыков П. Э.
Казанский Национальный Исследовательский Университет им. А.Н. Туполева, институт Авиации Наземного Транспорта и Энергетики, кафедра Теоретических Основ Теплотехники.
Научный руководитель: д.т.н., профессор Байгалиев Б. Е.

Разработка новых высокотемпературных ГТД с высоким кпд требует увеличения температуры продуктов сгорания. Решение данной задачи возможно с использованием пористых вставок, которые защищают лопатку от более высокой температуры продуктов сгорания. Однако при этом не учитывается диссипация энергии при течении газа через пористую вставку. При определенных условиях (пористость вставки, расход теплоносителя) теплоноситель может вместо охлаждения повысить температуру лопатки. В данной работе предлагается дифференциальное уравнение течения газа через пористую вставку с учётом вязкостной диссипации и программа решения уравнения в системе MatLab. Результаты решения данного уравнения показали, что при уменьшении пористости вставки до 0,02, а также, при неизменной пористости и увеличении расхода (от 1 до 5 кг/(м^{2}с)), температура вставки повышается. При пористости вставки 0,20 влияние вязкостной диссипации отсутствует. Учёт этих данных позволяет проектировать лопатки газовых турбин с более высокой температурой продуктов сгорания и, следовательно, повысить КПД ГТД.

Рассмотрим температурное поле в пористой стенке при эффузионном охлаждении при граничных условиях третьего рода.

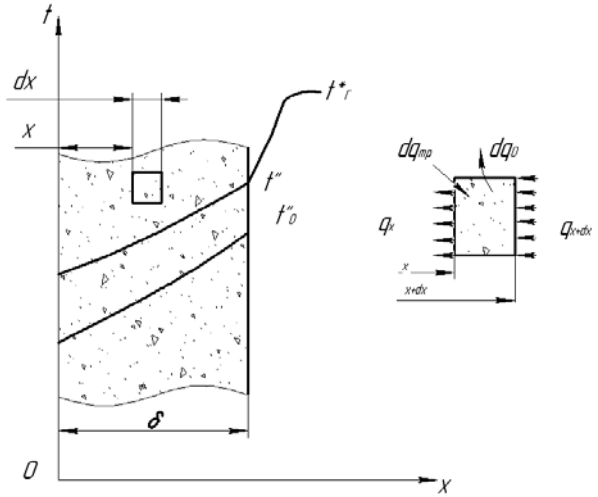


Рис. 1. Температурное поле в пористой стенке при граничных условиях третьего рода и с учетом выделения тепла за счет трения

Предполагается [1, 2], что температура стенки равна или выше температуры охладителя. Учтем выделение тепла вследствие прокачки теплоносителя через пористую стенку и обозначим $q_{тр}$, тогда уравнение баланса тепла запишется в виде:

$q_{x+dx}-q_x-dq_o+dq_{тр}=0$ (1)

где: $q_{x+dx}=-\lambda(1-П)\left(\frac{dt}{dx}\right)_{x+dx}=\lambda(1-П)\left(\frac{dt}{dx}+\frac{d^2t}{dx^2}\right)_x$,

$dq_o=\alpha_v(t-t_o)dx$,

$q_{тр} = -vdp = -\frac{dp}{\rho}$.

Тогда (1) будет иметь вид:

$$-\lambda\overline{\rho}\frac{d^2t}{dx^2} + \alpha_0(t - t_0) + \frac{dp}{\rho dx} = 0 \qquad (2)$$

Используем уравнение течения газа через пористое тело:

$$\frac{dp}{dx}\gamma_{cp} = \alpha\mu_0 G_0 + \frac{\beta G_0^2}{g} = \frac{\alpha\mu_0 G_0}{g\rho_{cp}} + \frac{\beta G_0^2}{g^2\rho_{cp}} \qquad (3)$$

подставляя (3) в (2) находим:

$$\lambda(1 - \Pi)\left(\frac{d^2t}{dx^2}\right) + \alpha_2(t - t_2) + \frac{\alpha\mu_2 G_2}{g\rho_{cp}\rho} + \frac{\beta G_0^2}{g^2\rho_{cp}\rho} = 0 \qquad (4)$$

Преобразуем систему уравнений. Получаем уравнение вида:

$$\frac{d^3\overline{\Theta}_0}{d\overline{x}^3} + \overline{B}\frac{d^2\overline{\Theta}_0}{d\overline{x}^2} - \overline{A}\frac{d\overline{\Theta}_0}{d\overline{x}} = \overline{B}\overline{C}\,, \qquad (5)$$

где: $\overline{A} = A\delta^2 = \frac{\alpha_v\delta^2}{\lambda\overline{\rho}}$, $\overline{B} = B\delta = \frac{\alpha_v\delta}{c_{p_0}G_0}$,

$$\overline{B}\overline{C} = BC\frac{\delta^3}{t' - t_f} = \frac{\alpha_0\alpha_0\mu_0\delta^3 G_0}{c_{p_0}\lambda\overline{\rho}\rho_0^2\left(t' - t_f\right)} + \frac{\alpha_v\beta_0\delta^3 G_0^2}{c_{p_0}\lambda\overline{\rho}\rho_0^2 g\left(t' - t_f\right)},$$

Решение уравнения (5):

$$\overline{\Theta}_0 = C_1 + C_2 e^{a_2\overline{x}} + C_3 e^{a_3\overline{x}} - \frac{\overline{B}\overline{C}}{\overline{A}}\overline{x}$$

$$-\frac{\overline{B}\overline{C}}{\overline{A}} = -\frac{\alpha_v\mu_0\delta G_0}{c_{p_0}\rho_0^2\left(t' - t_f\right)} - \frac{\beta_0\delta G_0^2}{c_{p_0}\rho_0^2 g\left(t' - t_f\right)} \qquad (6)$$

$$a_{2,3} = -\frac{\alpha_\upsilon\delta}{c_{p_0}G_0} \pm \sqrt{\left(\frac{\alpha_\upsilon\delta}{c_{p_0}G_0}\right)^2 + \frac{\alpha_\upsilon\delta^2}{\lambda\overline{\rho}}}$$

,

Постоянные интегрирования:

$$C_1 = \frac{\Delta C_1}{\Delta}, \qquad C_2 = \frac{\Delta C_2}{\Delta}, \qquad C_3 = \frac{\Delta C_3}{\Delta},$$

где:

$$\Delta C_1 = \begin{vmatrix} \overline{\Theta}_{o\infty} & (1 - b_0 a_2) & (1 - b_0 a_3) \\ \overline{\Theta_z^*} & (1 + b_z a_2)e^{a_2} & (1 + b_z a_3)e^{a_3} \\ \overline{\Theta}_{o\infty} & (1 - \frac{a_2^2 b}{d}\nu) & (1 - \frac{a_3^2 b}{d}\nu) \end{vmatrix}$$

$$\Delta C_2 = \begin{vmatrix} 1 & \overline{\Theta}_{o\infty} & (1 - b_0 a_3) \\ 1 & \overline{\Theta^*_г} & (1 + b_г a_3) e^{a_3} \\ 1 & \overline{\Theta}_{o\infty} & (1 - \frac{a_3^2 b_\nu}{d}) \end{vmatrix}$$

$$\Delta C_3 = \begin{vmatrix} 1 & (1 - b_0 a_2) & \overline{\Theta}_{o\infty} \\ 1 & (1 + b_г a_2) e^{a_2} & \overline{\Theta^*_г} \\ 1 & (1 - \frac{a_3^2 b_\nu}{d}) & \overline{\Theta}_{o\infty} \end{vmatrix}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & (1 - b_0 a_2) & (1 - b_0 a_3) \\ 1 & (1 + b_г a_2) e^{a_2} & (1 + b_г a_3) e^{a_3} \\ 1 & (1 - \frac{a_2^2 b_\nu}{d}) & (1 - \frac{a_3^2 b_\nu}{d}) \end{vmatrix}$$

$$b_0 = \frac{\lambda\overline{\rho}}{\alpha_0\delta}, \quad b_г = \frac{\lambda\overline{\rho}}{\alpha_г\delta}, \quad b_\upsilon = \frac{\lambda\overline{\rho}}{\alpha_\upsilon\delta^2}, \quad d = 1 - \frac{\alpha_0}{g_0 c_{P_0}}.$$

Таким образом, получено уравнение, описывающее тепловое состояние пористой стенки, которое учитывает подогрев пористой стенки за счет трения теплоносителя о поверхность пористого тела. Показано, что возможны режимы течения теплоносителя, при которых его температура может превышать температуру пористой стенки. Кроме того, что температура теплоносителя выше температуры пористой стенки, тепловой поток будет направлен в стороны пористой стенки, и тем самым температура пористой стенки будет возрастать.

С помощью программы, разработанной на языке MatLab, решена система уравнений (5). Рассматривались газы He , N_2. Исходные данные для решения этой системы уравнения включают следующие величины: λ=121,4 Вт/(м·К), П=0,02; 0,05; 0,2; $\lambda_c = \lambda(1-П)$; t"=600ºС, $C_{po}^{азот}$=1115,8 Дж/(кг·К); $C_{po}^{гелий}$=5203,6 Дж/(кг·К) , G_0=(1, 2, 3, 4, 5) кг/($м^2$·с), δ=0,01 м; $\alpha_0=10^4$ Вт/$м^2$К; $\alpha_г=10^4$ Вт/$м^2$К; $\alpha_\nu=10^6$ Вт/$м^3$К. Считаем, что эти величины постоянны и не зависят от температуры.

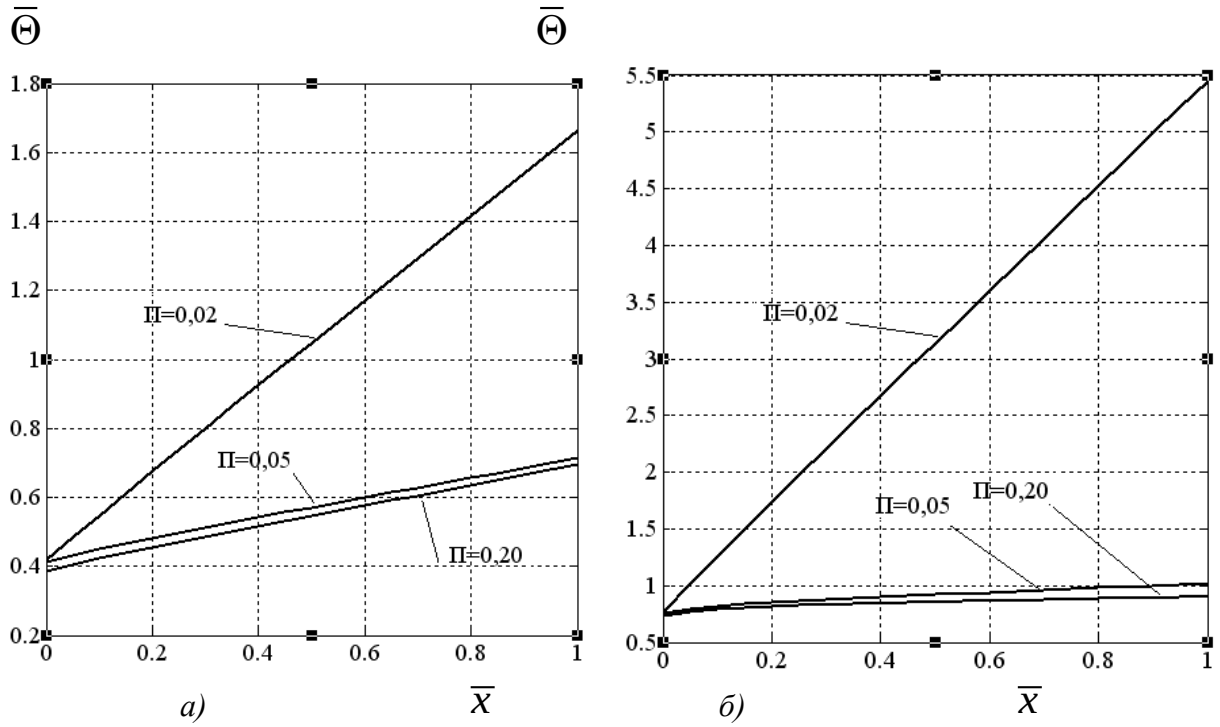


Рис. 2. Влияние пористости при G=1: *а)* гелий *б)* азот

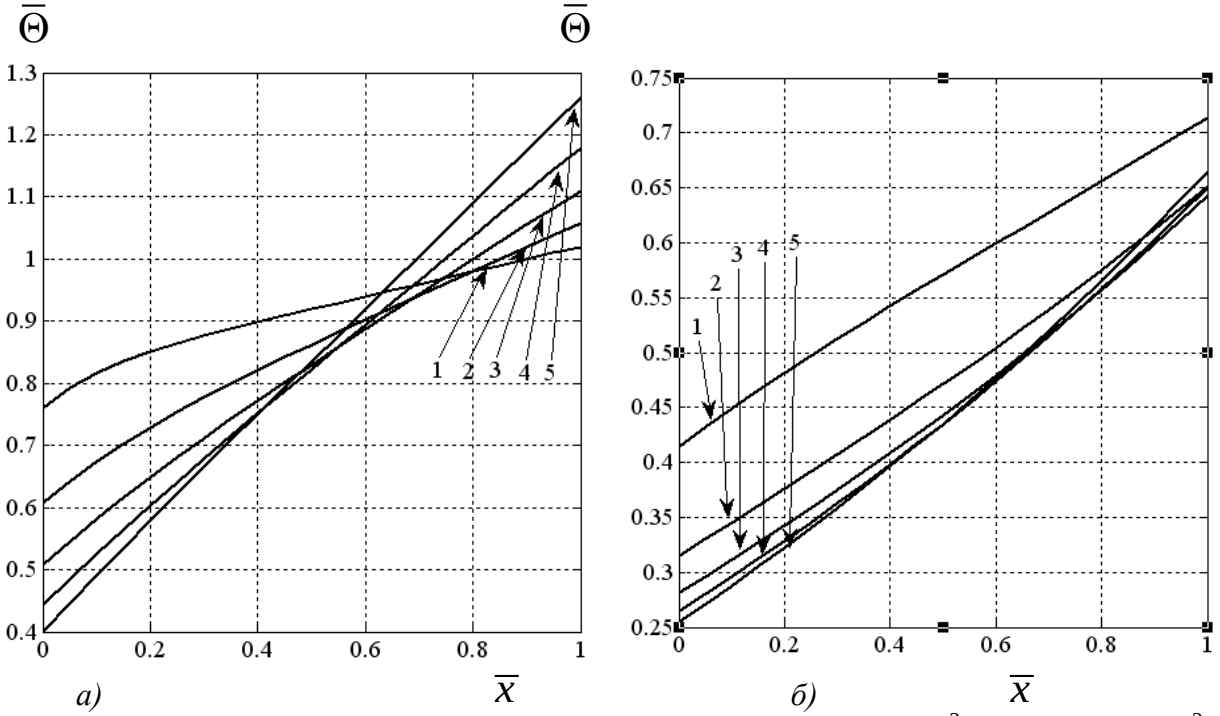


Рис. 3. Влияние расхода при П=0,05; а) азот ; б) гелий −1 - G_0=1 кг/(м^2.с); 2- G_0=2 кг/(м^2.с); 3- G_0=3 кг/(м^2.с); 4- G_0=4 кг/(м^2.с); 5- G_0=5 кг/(м^2.с)

Заключение

Из полученных результатов видно, что при уменьшении пористости матрицы увеличивается его температура. Средняя разница в температуре по всей длине пластины между П=0.2 и П= 0.05 для, для азота 7,366%, для гелия 4, 58%,

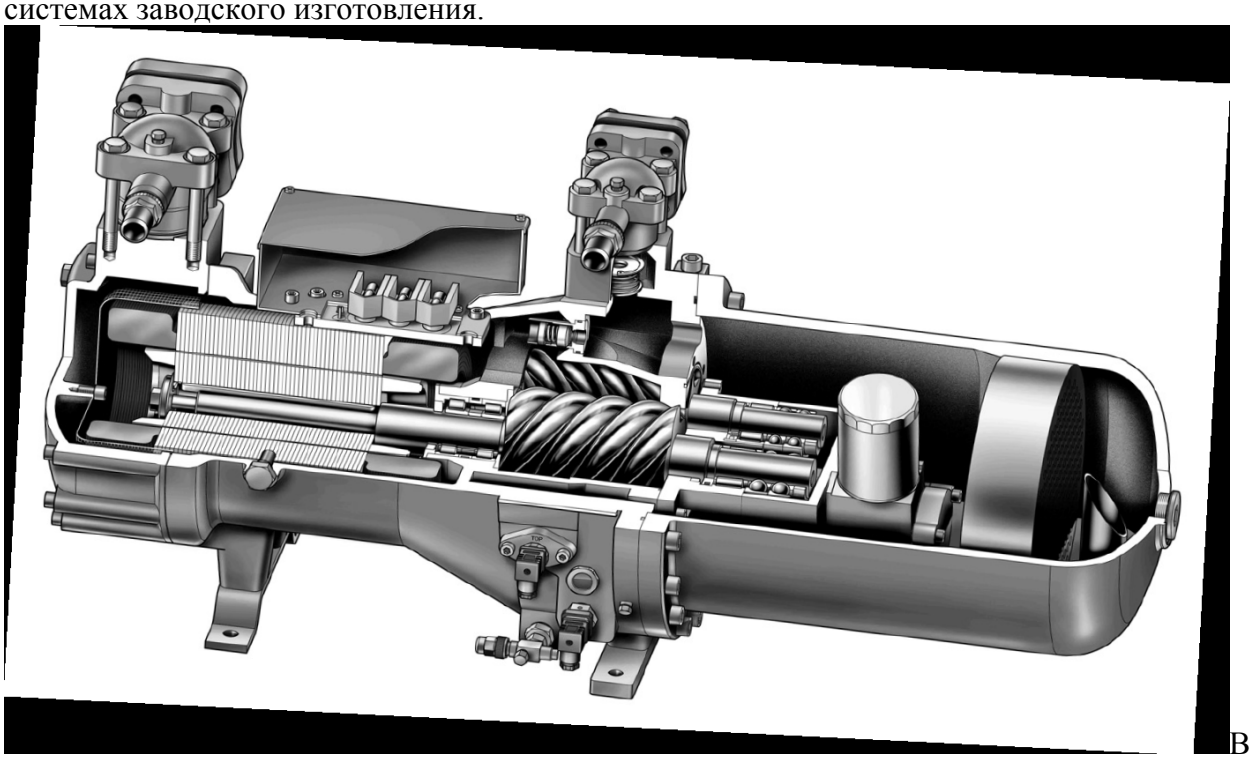
При П=0.02 заметно резкое увеличение температуры матрицы к его наружной поверхности, отличие от П=0.05 составляет для гелия в 2.5 раза , для азота в 5.5 раз

При увеличении расхода от 1 до 5 кг/(м^2·с) при П=0,05, на выходе из пластины, азот повышает температуру на 21,28 %, а гелий уменьшает температуру на 7, 38%.

Работа системы регулирования производительности компактных винтовых холодильных компрессоров.

Нос А.С.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт Инженерной Экологии и Химического Машиностроения, Факультет кибернетики и информационных технологий.
Научный руководитель: д.т.н. Калнинь И.М.

Эта серия представляет собой результат разработок по созданию простых по конструкции и недорогих по стоимости винтовых компрессоров, предназначенных для использования в системах заводского изготовления.



В отличие от обычных полугерметичных компрессоров и компрессоров открытого типа серий HS и OS, предназначенных для установок коммерческого и промышленного холода, конструкция компактных винтовых компрессоров предусматривает непосредственное фланцевое соединение корпусов компрессора и маслоотделителя. Тем самым, простота в монтаже такого компрессора сравнима с аналогичными полугерметичными поршневыми компрессорами. В дополнение к этому, упрощены электроуправление и контроль циркуляции масла. Таким образом, была отработана легко-обслуживаемая базовая конструкция.
Самая передовая технология в производстве и проектировании винтовых компрессоров позволяет применять их в установках со средними значениями производительностей: компактные водоохладители и системы кондиционирования воздуха.

Конструкция и функционирование.

Компактные винтовые компрессоры представляют собой объёмные роторные машины с двумя валами, имеющими высокоэффективную профильную геометрию (отношение зубьев на роторах 5:6).

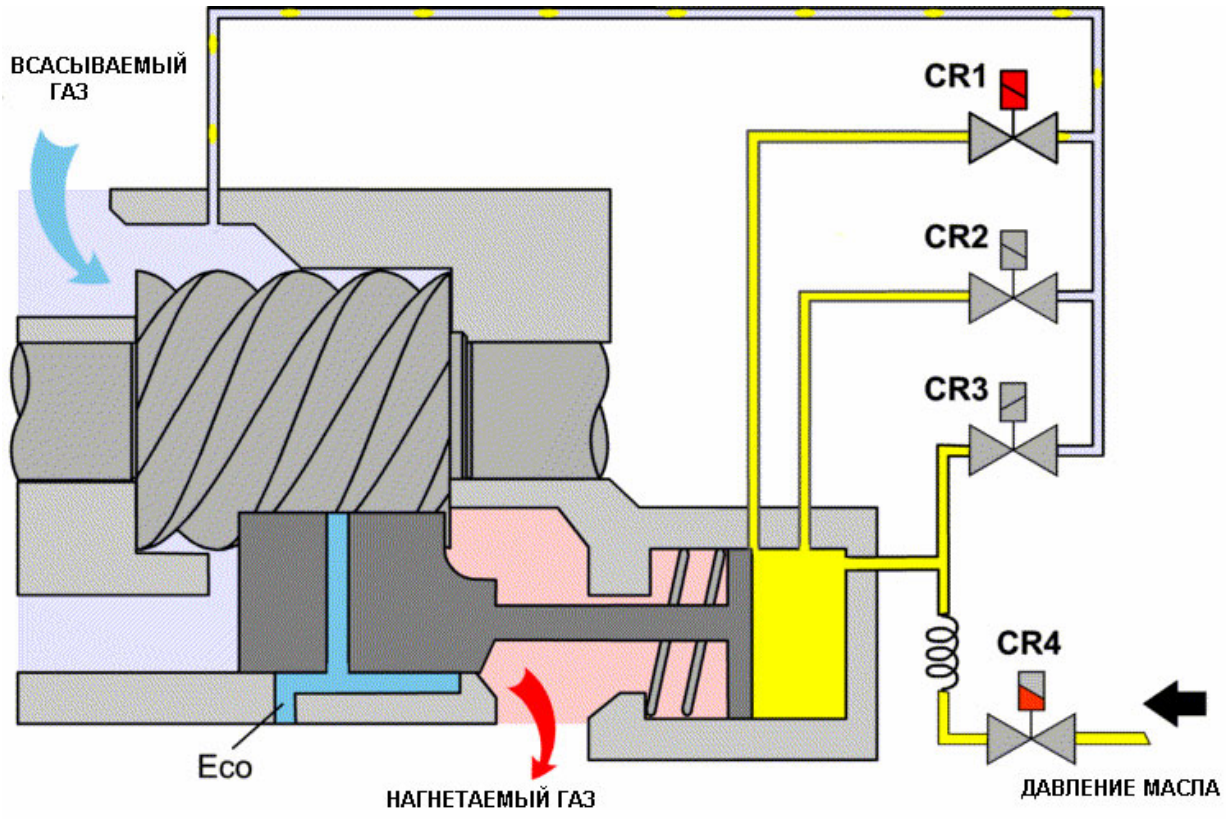
Основными частями этих компрессоров являются два ротора (ведущий и ведомый), которые с высокой точностью установлены в закрытом корпусе. Роторы с обоих концов опираются на подшипники качения (радиальные и радиально-упорные), которые, в сочетании с крупногабаритными масляными камерами, обеспечивают нормальную работу компрессора даже при экстремальных нагрузках. Благодаря особенностям своей конструкции, винтовым

компрессорам не требуется никаких рабочих клапанов. Для предотвращения вращения роторов в обратном направлении при выключенном компрессоре (расширение паров/ кипение хладагента на нагнетании), в камере сжатия предусмотрен обратный клапан. Этот клапан не заменяет другие обратные клапана, необходимые, исходя из конструкции всей системы. В конструкции предусмотрен также встроенный перепускной предохранительный клапан, предназначенный для защиты компрессора от возможного взрыва. Привод компрессора осуществляется от 3-х фазного асинхронного двигателя, встроенного в корпус компрессора. При этом ротор двигателя установлен на валу ведущего ротора. Охлаждение производится холодными парами хладагента, которые протекают по мотору, главным образом, сквозь выполненные в роторе отверстия.

В винтовых компрессорах всасывание, сжатие и нагнетание происходит в одном направлении потока. При этом всасываемые пары сжимаются во впадинах ведомого ротора выступами ведущего ротора. Единичный перемещаемый объём газа уменьшается и, таким образом, происходит его сжатие. Сжатый газ вымещается в полость нагнетания, размер и форма которой определяет так называемое «объемное внутреннее отношение - Vi». Этот параметр должен определять соотношение рабочих давлений хладагента на входе и на выходе из компрессора для предотвращения снижения к.п.д. компрессора от избыточного или недостаточного сжатия.

Выходные окна винтовых компрессоров серии CSH рассчитаны на чрезвычайно широкие области применения. В виду высокой эффективности и эксплуатационной безопасности компрессоров серии CSH часть канала нагнетания интегрирована в золотниковый регулятор, который делает возможным регулировать Vi на режимах частичной нагрузки. Благодаря этому, объемное внутреннее отношение (Vi) практически остаётся неизменным при понижении нагрузки до 70% от расчётной. Затем Vi начинает уменьшаться при дальнейшем понижении нагрузки по определённой расчётной зависимости.
Другой выдающейся особенностью винтовых компрессоров серии CSH является то, что канал экономайзера входит непосредственно в золотниковый регулятор . Это позволяет наиболее полно использовать функциональные возможности контура переохладителя независимо от условий нагрузки на компрессор. Это конструкторское решение является уникальным для винтовых компрессоров такого диапазона производительности. Такая схема обеспечивает наивысшие значения холодопроизводительности и холодильного коэффициента при полной и частичной нагрузке на компрессор.
В стандартном исполнении винтовые компрессоры серии CSH с золотниковой системой предусматривают два режима регулирования производительности без переделки компрессора - плавное или 4-х ступенчатое. Выбор альтернативного режима регулирования производительности осуществляется за счёт настройки соответствующей логики управления электромагнитных клапанов. Объёмное внутреннее отношение – Vi регулируется в соответствии с рабочими условиями при неполных нагрузках на компрессор за счёт особой геометрии золотникового регулятора. Это обеспечивает особенно высокий к.п.д.

Другой характерной особенностью этой системы является автоматическая стартовая разгрузка. Она снижает пусковой крутящий момент мотора компрессора и, соответственно, времена выхода на расчётный режим. Это не только позволяет снизить чрезвычайно высокие стартовые нагрузки на мотор и механические части компрессора, но и снизить нагрузку (пусковые токи) на сеть электропитания. Существенной особенностью конструкции является высокая точность изготовления, равно как и точное перемещение золотника и управляющего поршня. Регулирование производительности осуществляется за счёт определённого срабатывания электромагнитных клапанов, интегрированных в корпус компрессора. В качестве управляющего модуля может быть использован «электронный регулятор производительности» или какой-то аналогичный контроллер.



Если золотник полностью сдвинут к стороне всасывания (на рис.3 влево до конца), то межпрофильные пространства роторов полностью заполнены сжимаемым газом. Чем больше перемещается золотник в сторону нагнетания, тем меньше становится суммарный рабочий объём межпрофильного пространства роторов. Тем меньше хладагента захватывается ими, и, тем самым, уменьшается удельный массовый расход хладагента. В результате снижается холодопроизводительность компрессора. Золотник через шток жёстко связан с управляющим поршнем исполнительного гидроцилиндра. При открывании электромагнитного клапана CR4 начинает возрастать давление масла в рабочей полости исполнительного цилиндра 3. Золотник начинает перемещаться в сторону всасывания, и холодопроизводительность компрессора повышается. При открывании электромагнитных клапанов CR1, CR2 и CR3 начинает уменьшаться давление масла в рабочей полости исполнительного цилиндра. Под действием сжатого газа 6 золотник сдвигается в сторону нагнетания, и холодопроизводительность компрессора понижается.

Запуск компрессора

В положении компрессора «выключен» электромагнитный клапан CR3 открыт. При этом давление масла в рабочей полости исполнительного цилиндра рис. 3 отсутствует, возвратная пружина 5 сдвигает золотник в сторону нагнетания (вправо) до упора. Компрессор при следующем включении получается полностью разгруженным. Открывшись, электромагнитный клапан CR4 заставляет золотник сдвигаться в сторону всасывания. Холодопроизводительность компрессора повышается по задаваемому режиму включением и выключением электромагнитных клапанов CR1, CR2 и CR3.

Плавное регулирование производительности .

Плавное регулирование производительности рекомендуется системам, где требуется высокая точность. Принцип плавного регулирования производительности показан на рис.6.Если

текущее значение отслеживаемого параметра находится в пределах установленного диапазона H, то холодопроизводительность установки остаётся неизменной, и нет никакой необходимости сдвигать золотник, открывая электромагнитные клапаны. Отслеживаемым параметром может быть, например, температура воздуха или воды на испарителе, либо давление хладагента на всасывании.

Возрастание потребности в охлаждении
Если текущее значение отслеживаемого параметра превысит верхнюю допустимую границу (рабочая точка A на рис.6), возрастает потребность в охлаждении. Электромагнитный клапан CR4 начинает открываться на короткие промежутки времени до тех пор, пока текущее значение
отслеживаемого параметра не вернётся в пределы установленного диапазона H (рабочая точка B на рис.6). При этом компрессор продолжает работать при повышенной производительности.

Снижение потребности в охлаждении.
Если текущее значение отслеживаемого параметра опустится под нижнюю допустимую границу (рабочая точка C на рис.6), то электромагнитный клапан CR3 начинает открываться на короткие промежутки времени до тех пор, пока текущее значение отслеживаемого параметра опять не вернётся в пределы установленного диапазона H (рабочая точка D на рис.6). Компрессор теперь продолжает работать с пониженной производительностью.

Задействуя электромагнитные клапаны CR3 и CR4 возможно регулировать работу компрессора в пределах от 100% до 25% от номинальной холодопроизводительности. Альтернативная пара электромагнитных клапанов CR2 и CR4 задействуется в случае, если пределы регулирования ограничены от 100% до 50% от номинальной холодопроизводительности.

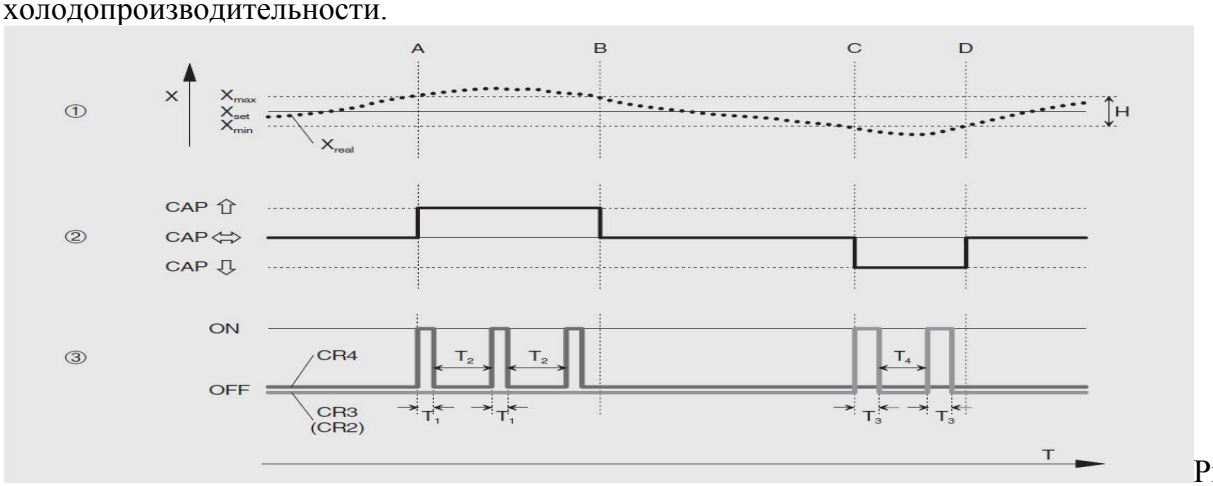


Рис .6

4-х ступенчатое регулирование производительности
Этот способ регулирования холодопроизводительности особенно пригоден для систем с высокой степенью инертно-
сти изменения текущего значения отслеживаемого параметра, например в связи с опосредованным косвенным охлаждением. Примером таких систем являются водоохладители и прочие жидкостные чиллеры. Схема включения электромагнитных клапанов на каждой ступени регулирования производительности показана на рис.5. Время цикличности включения электромагнитного клапана CR4 должно быть отрегулировано за 10 секунд перед запуском холодильной установки. Иногда возникает необходимость даже в ещё более коротких интервалах включения, особенно для систем, работающих на высоких перепадах рабочих давлений. Следовательно, в этом случае, необходимо применять регулируемые временные реле. Для такого режима рекомендованная нижняя граница

регулирования производительности ограничена до 50% от номинальной, аналогично системам, описанным в разделе 2.6. Регулирование производится периодическим включением клапана CR4, а также клапаном CR1 (до 75%) и CR2 (до 50%).

Система циркуляции масла

- **Фильтр тонкой очистки масла**
- **Подшипниковая камера низкого давления**
- **Масляные трубки**
- **Исполнительный гидроцилиндр с управляющим поршнем**
- **Сетчатый демистер**
- **Масляный резервуар (картер)**

Система циркуляции масла организована типично для винтовых компрессоров. Однако, данная схема предусматривает непосредственное фланцевое соединение корпуса маслоотделителя и компрессора со стороны нагнетания. Движение масла по системе производится за счёт разности давлений в точке впрыска масла, где его давление немного выше давления всасываемых паров. Масло протекает сквозь фильтрующий элемент большой площади фильтрации в горловину и затем в масляные камеры подшипников и в полости ротора мотора. Затем масло в смеси с парами хладагента перемещается непосредственно в компрессор. В дополнение к функции смазывания, масло также обеспечивает динамическое уплотнение зазоров между роторами и между корпусом и роторами. Далее масло вместе со сжатым газом перетекает в маслоотделитель, где происходит его отделение от паров хладагента. Этот высокоэффективный процесс осуществляется за счёт разворота направления потока, туманоуловителя, а также стока по заданному пути. Масло скапливается в нижней части маслоотделителя и перетекает обратно либо напрямую в компрессор, либо через выносной маслоохладитель. В зависимости от условий функционирования циркулирующее масло должно охлаждаться либо впрыском жидкого хладагента, либо во внешнем маслоохладителе.

Заключение.

Компактные винтовые компрессоры характеризуются высокой экономичностью, плавным регулированием производительности в соответствии с потребностями в холоде, низкими

уровнями шума и вибрации. Поэтому от них следует ожидать высокой эксплуатационной надежности и большого срока службы.

СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ХОЛОДОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ

Трунова А.А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт инженерной экологии и химического машиностроения, факультет «Кибернетики и информационных технологий»
Научный руководитель: д.т.н., проф. Калнинь И.М.

Введение

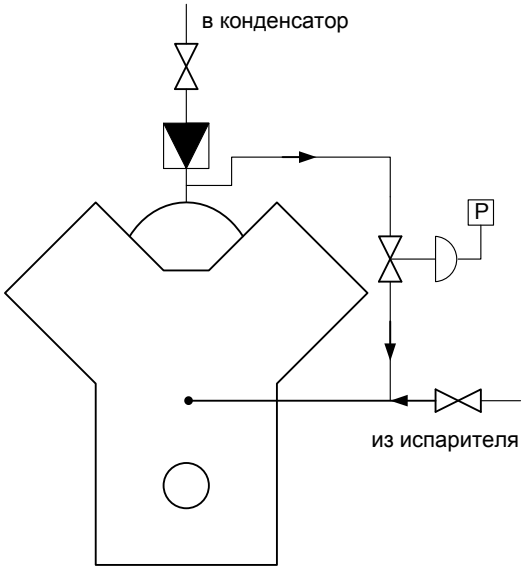
Холодильная машина должна обеспечить технологический режим охлаждения объекта. Обычно это поддержание заданной температуры охлажденного воздуха или охлажденной жидкости. При этом тепловая нагрузка в объекте может быть переменной, что зависит от количества охлаждаемой среды, изменения температуры окружающей среды и т.д. Холодопроизводительность холодильной машины должна достаточно строго соответствовать реальной тепловой нагрузке объекта. Если холодопроизводительность избыточна, то температура объекта охлаждения будет уменьшаться. Если холодопроизводительность холодильной машины меньше тепловой нагрузки, то его температура будет расти.

Для согласования потребности в холоде с холодопроизводительностью, используют системы регулирования холодопроизводительности. Для этих целей предусмотрены различные методы:

- отжим всасывающих клапанов;
- бай-пассирование;
- изменение мертвого объема цилиндра;
- сокращение хода сжатия;
- дросселирование на всасывании;
- блокировка всасывающих каналов отдельных цилиндров или групп цилиндров;
- изменение частоты вращения.

Для крупных промышленных компрессоров обычно применяются системы *отжима всасывающих клапанов* (кольцевые клапаны) с использованием гидравлического масляного привода. Газ, всасываемый соответствующими цилиндрами, при нагнетании поступает на сторону всасывания. При этом цилиндр работает практически на холостом ходу. Такой метод регулирования может также применяться для разгруженного пуска компрессора. Метод высокоэффективен, потери энергии возникают лишь вследствие механической работы трения колец и сопротивления во всасывающем клапане.

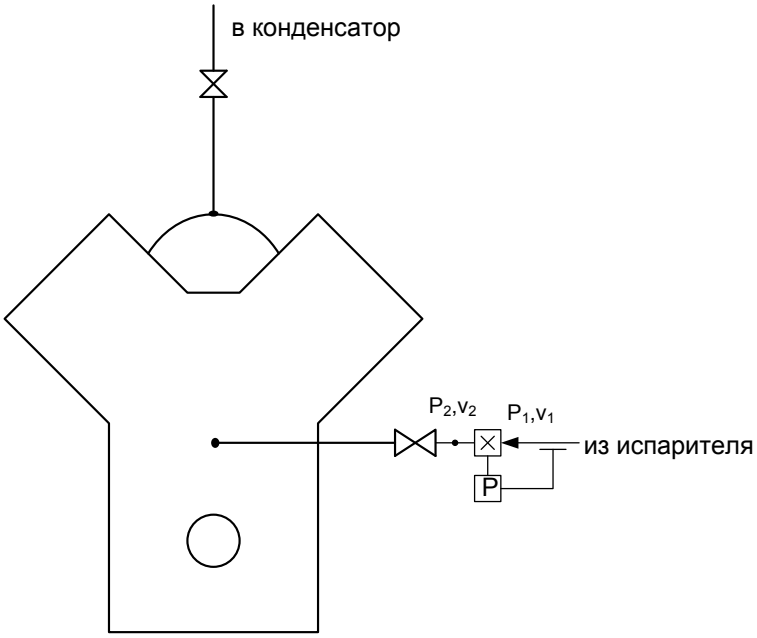
Перепуск сжатого пара с нагнетания на всасывание (бай-пасс).
Это предельно невыгодный способ.
Устанавливается трубопровод, соединяющий нагнетательный трубопровод со всасывающим. На нем устанавливается электромагнитный вентиль, который управляется датчиком температуры охлаждаемого объекта.
При избыточной холодопроизводительности электромагнитный вентиль открывается, сжатый компрессором пар возвращается на всасывание в компрессор и соответственно в систему холодильной машины подается меньший расход Ga-Gб.
Если на систему работают несколько компрессоров, то при уменьшении производительности данного компрессора он может отсечься от системы самодействующим обратным клапаном.



Другим вариантом регулирования является *изменение мертвого объема цилиндра*. Головка цилиндра оснащена дополнительной камерой высокого давления, которая посредством управляемого клапана может быть соединена с цилиндром, что увеличивает его мертвый объем. В процессе сжатия часть газа отводится в ту же камеру, откуда он возвращается в цилиндр под высоким давлением при обратном ходе поршня. Это позволяет значительно уменьшить объем цилиндра при нормальной работе компрессора. Данная система применяется на компрессорах с числом цилиндров менее четырех. Однако высокие потери при обратном расширении приводят к существенному падению эффективности при частичной нагрузке. Более того, диапазон регулирования существенно зависит от отношения давлений. Так, при небольших отношениях давлений возможно лишь незначительное уменьшение холодопроизводительности.

Для герметичных компрессоров также используется другое решение - *механически изменяемый ход поршня* (сокращение хода сжатия).

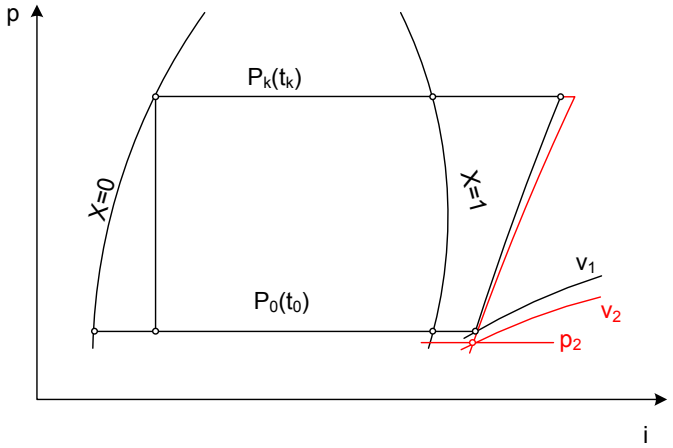
Дросселирование на всасывании.



На всасывающем трубопроводе компрессора устанавливается исполнительный механизм – дроссель.

Когда он открыт, компрессор работает в номинальном режиме и его давление всасывания близко к давлению кипения в испарителе.

Когда заслонка в дросселе прикрывается, создается гидросопротивление потоку всасываемого пара, в результате чего давление всасывания снижается (p_0'), удельный объем на всасывании увеличивается, отношение давлений нагнетания и всасывания растет ($\pi_к$') и в итоге массовый расход, подаваемый компрессором, уменьшается (за счет увеличения удельного объема на всасывании и коэффициента подачи).



Допустимая глубина регулирования не более 20%, ограничивается возрастающим отношением давлений $\pi_к$.

Блокировка всасывающих каналов отдельных цилиндров или групп цилиндров

Наиболее распространенным методом механического регулирования холодопроизводительности компрессоров для коммерческого холода является метод отключения цилиндров путем *блокировки всасывающих каналов* отдельных цилиндров или групп цилиндров. Эта концепция была разработана BITZER уже в 70-е годы и благодаря постоянному усовершенствованию достигла непревзойденного уровня.

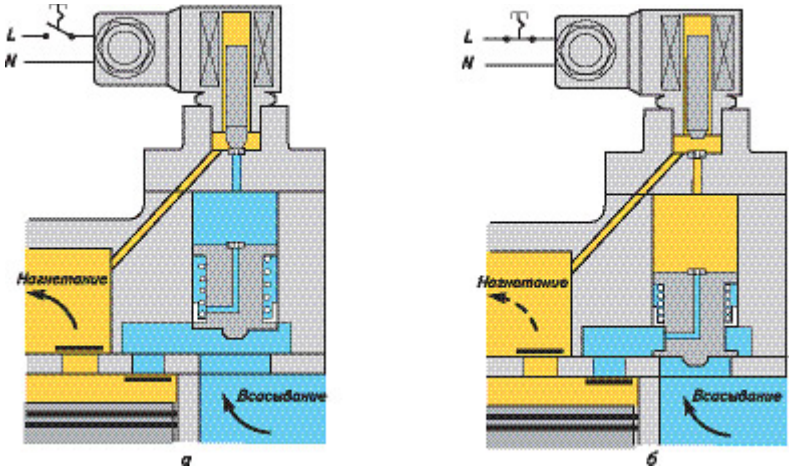


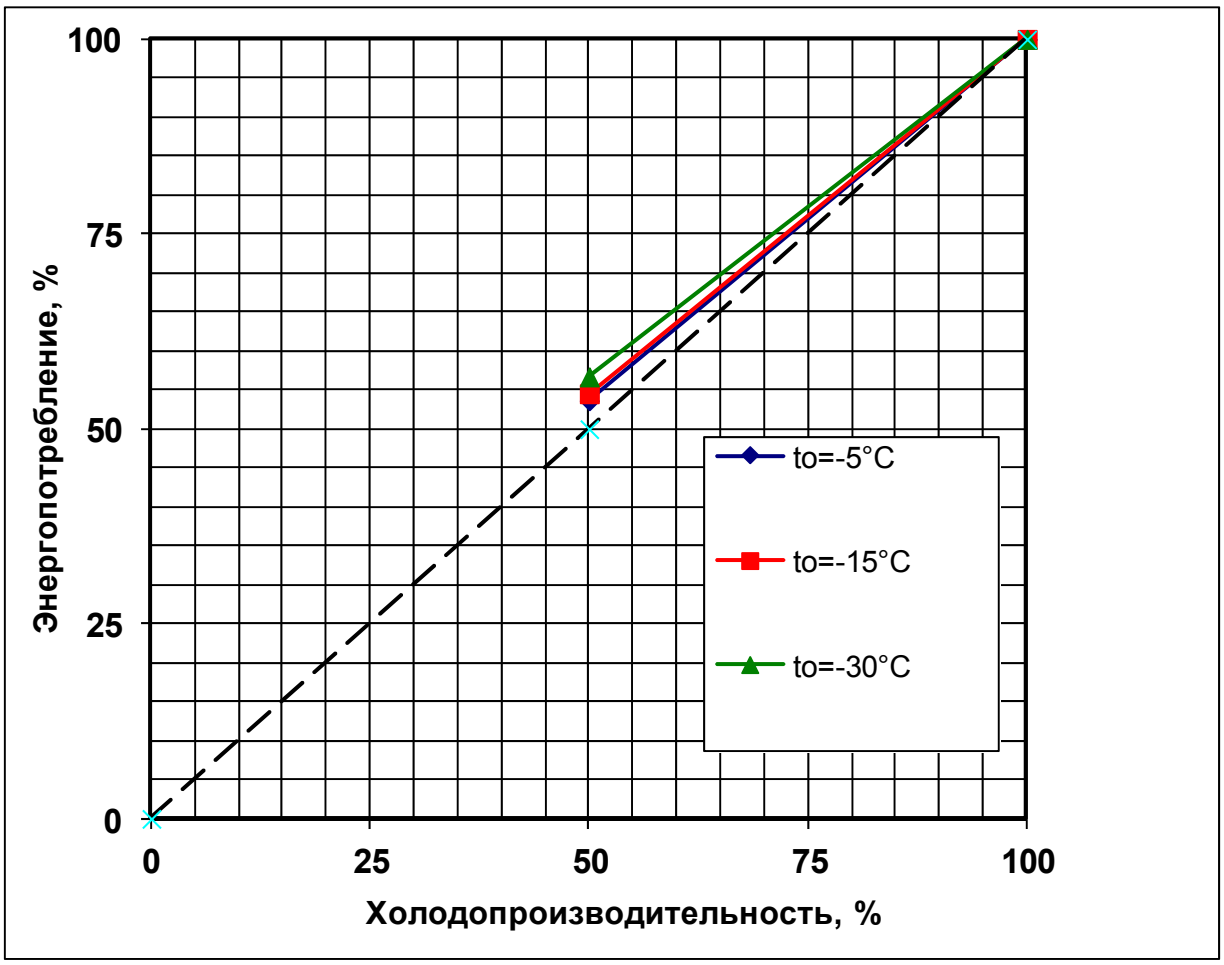
Схема а и принцип регулирования холодопроизводительности б путем отключения цилиндра блокировкой всасывающего канала

В режиме полной нагрузки работают все цилиндры компрессора; соленоидный клапан отключен. Как следствие, все газовые каналы в клапанной доске и головке цилиндра, а также регулирующий поршень находятся в открытом положении (рис. а).

При работе в режиме частичной нагрузки включается соленоидный клапан, его якорь поднимается. В результате регулирующий поршень оказывается под действием высокого давления, движется вниз и закрывает общий впускной канал в клапанной доске (рис. б). Таким образом, поступление газа прекращается, и соответствующие поршни работают в режиме "холостого хода". Данный метод регулирования чрезвычайно эффективен, поскольку потери ограничиваются лишь механическим трением поршней. В широком рабочем диапазоне энергопотребление электродвигателя при частичной нагрузке уменьшается почти пропорционально снижению холодопороизводительности.

Зависимость энергопотребления компрессора при частичной нагрузке в постоянном рабочем режиме от температуры кипения t_0 при регулировании отключением цилиндров

4DC-5.2Y **R404A**
tк=45°C



Изменение частоты вращения вала компрессора

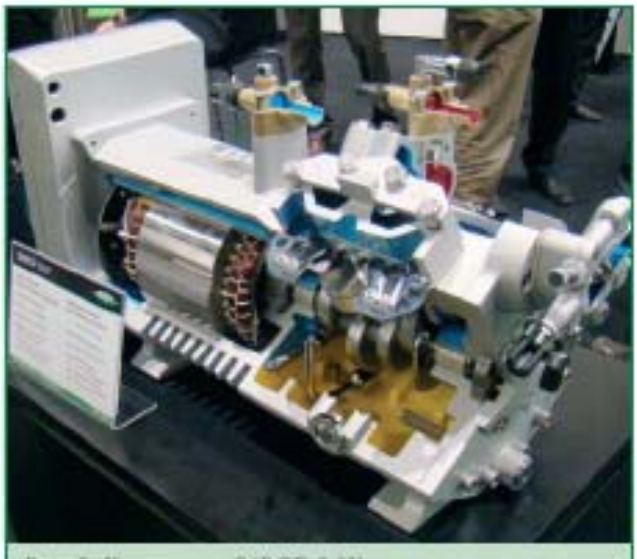


Рис. 5. Компрессор S4BCF-5.2Y

Этот метод регулирования холодопроизводительности уже в течение многих лет применяется в компрессорах объемного типа, причем в основном в открытых компрессорах, приводимых через передачу с изменяемым передаточным числом, или в компрессорах, оснащенных специальными двигателями со скоростной модуляцией. Однако такие концепции привода были по большей части исключением и использовались лишь в случаях, когда классическое регулирование холодопроизводительности было

невозможным или существовали специальные требования.

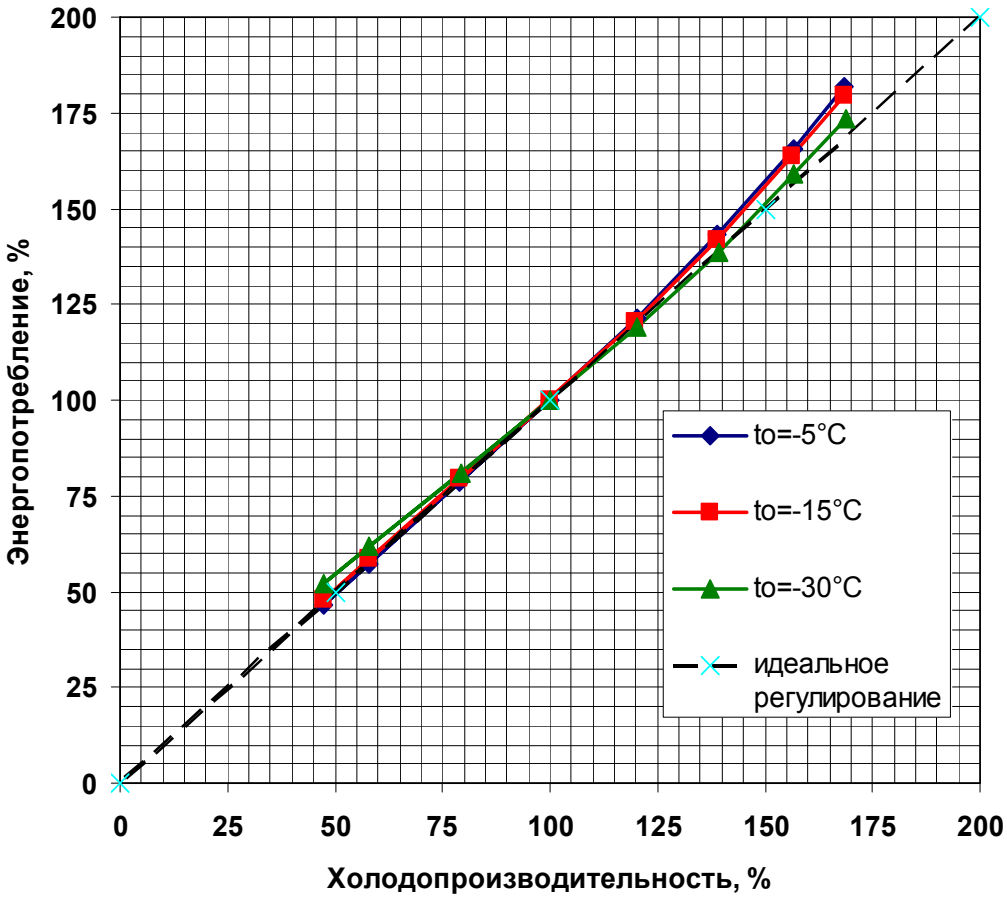
Лишь после появления преобразователей частоты (частотных инверторов) для изменения скорости обычных (недорогих) асинхронных двигателей это решение стало тиражироваться и в настоящее время широко используется в различных областях.

Основная задача частотного инвертора – плавное регулирование частоты вращения вала асинхронного электродвигателя холодильного компрессора путем подачи на него специального электропитания, характеризующегося неизменным по величине током и изменяемым напряжением заданной частоты.

В процессе пуска электродвигателя, запитанного от инвертора, рост частоты вращения ротора осуществляется от 0 до минимально допустимой за короткий промежуток времени (2…5 с). Затем после выхода электродвигателя компрессора на рабочий режим ЧИ осуществляет плавное регулирование частоты вращения его ротора, а следовательно, и объемной производительности компрессора в достаточно широком допустимом диапазоне.

Зависимость энергопотребления компрессора при частичной нагрузке в постоянном рабочем режиме от температуры кипения t_0 при регулировании частотным инвертором

4FC-5.F1Y R404A tк=45°C



Преимущества ЧИ:
- плавное регулирование частоты вращения его ротора
- кроме плавного регулирования производительности компрессора в широком диапазоне ЧИ обеспечивает его плавный пуск и плавный останов при выключении, минимизируя величину реактивной мощности и обеспечивая максимально высокий cos ϕ, который поддерживается во всем диапазоне регулирования производительности. Это является существенным преимуществом такого способа регулирования производительности по сравнению с другим распространенным способом, при котором компрессор периодически во время работы переводится в режим холостого хода. В этом случае, когда электродвигатель компрессора работает без нагрузки, его cos ϕ резко снижается. Вот почему, если на каком-то объекте работает значительное число компрессоров с таким регулированием производительности, общий cos ϕ может либо быть пониженным, либо значительно колебаться. Во избежание значительных штрафных санкций от поставщика электроэнергии на таком объекте необходимо устанавливать дополнительные корректирующие cosϕ системы.

Более того, при сравнении этих двух способов регулирования производительности следует отметить и значительно более низкую эффективность компрессора с Digital regulation при длительной работе на минимальной производительности.
- при использовании ЧИ величина пускового тока электродвигателя компрессора составляет всего 100–160 % от величины номинального рабочего тока. Таким образом, нет необходимости в каких-то дополнительных мерах по предпусковой разгрузке холодильного компрессора.
- электронная система частотного инвертора обеспечивает также дополнительную защиту электродвигателя компрессора от перегрева обмоток при аварийном или чрезмерно тяжелом режиме работы.

Недостатки ЧИ:
- так как частотный инвертор имеет внутренние потери мощности, КПД электродвигателя компрессора с ЧИ чуть ниже, чем без него. Более того, по мере удаления от оптимальной частоты 50 Гц, при которой КПД электродвигателя компрессора максимальный, к границам диапазона частотного регулирования (25 Гц и 87 Гц) эффективность несколько снижается. Тем не менее использование инверторного регулирования производительности компрессоров позволяет достигать более высоких среднегодовых КПД электродвигателя (COP холодильной установки), чем при обычных способах ступенчатого регулирования производительности.
- при увеличении частоты более 50 Гц начинает нарушаться закон U/f = const, т.е. при изменении частоты регулирования должна в равной пропорции изменяться величина питающего напряжения, что приводит к нежелательным эффектам в электродвигателе: начинает расти его рабочий ток, падает крутящий момент на валу, повышается магнитное насыщение стальных элементов. Все это приводит к опасному перегреву электродвигателя и к возможному перегоранию его обмоток.

Но диапазон частотного регулирования можно существенно расширить, например, переподключив обмотки стандартного электродвигателя со схемы «звезда» на «треугольник». Такой электродвигатель имеет номинальные параметры подключения 220 В/3ф/50 Гц и при питании из сети 380 В/3ф/50 Гц через частотный инвертор регулируется в более широком частотном диапазоне. Наибольшая частота регулирования (угловая частота) возрастает с 50 до 87 Гц (U/f = 380/87 = 306/70 =220/50 = 131/30 = 109/25). Соответственно будет меняться и объемная производительность холодильного компрессора с таким электродвигателем.

В чем же кроется секрет такого «умного» регулирования производительности холодильного компрессора путем изменения частоты вращения ротора его электродвигателя и как это достигается? Рассмотрим подробнее, что представляет собой частотный инвертор и из каких основных элементов он состоит.

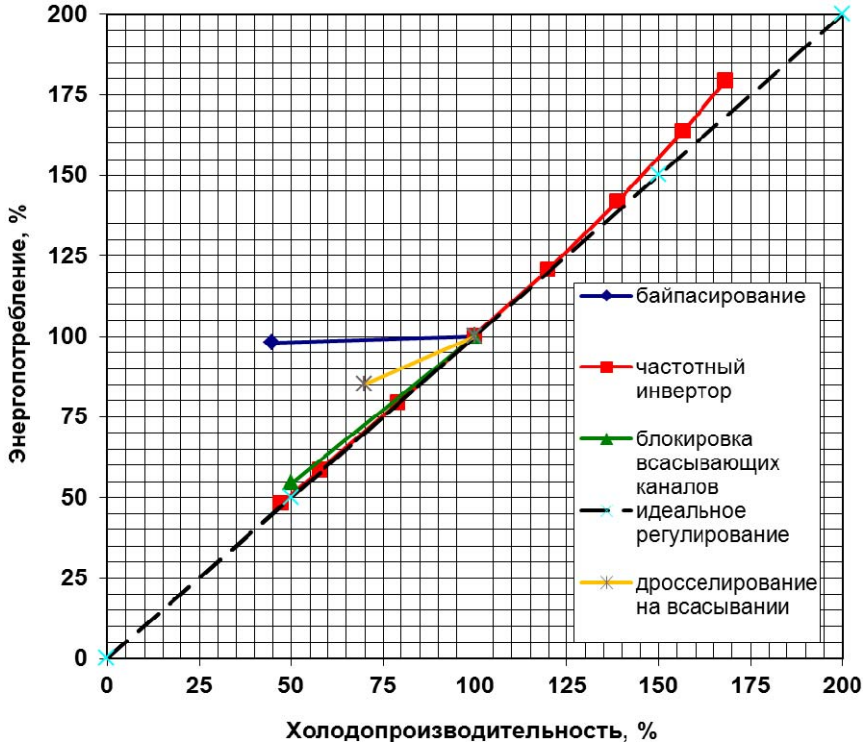
В систему типового частотного инвертора входят следующие основные элементы:
- выпрямитель (мост постоянного тока), преобразующий переменный ток промышленной частоты в постоянный;
- инвертор с ШИМ (широтноимпульсной модуляцией) или с АИМ (импульсно амплитудной модуляцией), преобразующий постоянный ток в переменный требуемой частоты и амплитуды;
- блок выходных запираемых тиристоров (GTO) или биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT), обеспечивающих необходимый ток для питания электродвигателя;
- дроссель для улучшения формы выходного напряжения между преобразователем и двигателем;
- EMCC-фильтр для уменьшения электромагнитных помех и улучшения формы выходного напряжения.

Основная задача частотного инвертора – плавное регулирование частоты вращения вала асинхронного электродвигателя холодильного компрессора путем подачи на него специального электропитания, характеризующегося неизменным по величине током и изменяемым напряжением заданной частоты.

Формулы, определяющие взаимосвязь крутящего момента на валу асинхронного электродвигателя с частотой вращения его ротора, а также с потребляемой им мощностью, наглядно демонстрируют необходимую линейную зависимость изменения напряжения и частоты питания.
$M = 9{,}55\ P/n$,
где M – крутящий момент на валу электродвигателя, Н·м;
P – потребляемая электродвигателем мощность, Вт;
n – частота вращения асинхронного электродвигателя, 1/мин;
$P = UI\sqrt{3}\cos\phi$,
где U – напряжение, В;
I – ток, А;
$\cos\phi$ – коэффициент мощности;
$n = (1–s)60f/N_{пол}$,
где s– скольжение;
f – частота питающей сети, Гц;
$N_{пол}$– число пар магнитных полюсов обмотки статора.
Таким образом,
$M = 9{,}55\sqrt{3}UIN_{пол}\cos\phi/[60f/(1 – s)]$.

Из последней формулы видно, что для обеспечения неизменной величины крутящего момента M и рабочего тока I электродвигателя холодильного компрессора при регулировании частоты вращения его ротора необходимо одновременно изменять и частоту, и напряжение питания. В холодильных компрессорах с простыми скалярными частотными инверторами регулирование частоты f и напряжения U, как правило, происходит в соответствии с заданной характеристикой U/f = const.

Сравнение ЧИ с другими способами регулирования производительности



Проанализируем причины высокой эффективности холодильных установок и отдельных агрегатов с компрессорами с частотными инверторами и рассмотрим их выигрышные преимущества по сравнению с другими способами регулирования производительности.

На рис. 3 показана диаграмма колебания температур кипения и конденсации типовой среднетемпературной установки (централи) с четырьмя компрессорами, у которых нет регулирования производительности. Холодопроизводительность всей централи регулируется ступенчато включением и отключением компрессоров. На диаграмме видно, насколько инерционна такая система. При заданной температуре t0= –10oC она может подниматься до+3oC и опускаться до –16oC в течение суток при частом включении и выключении компрессоров.

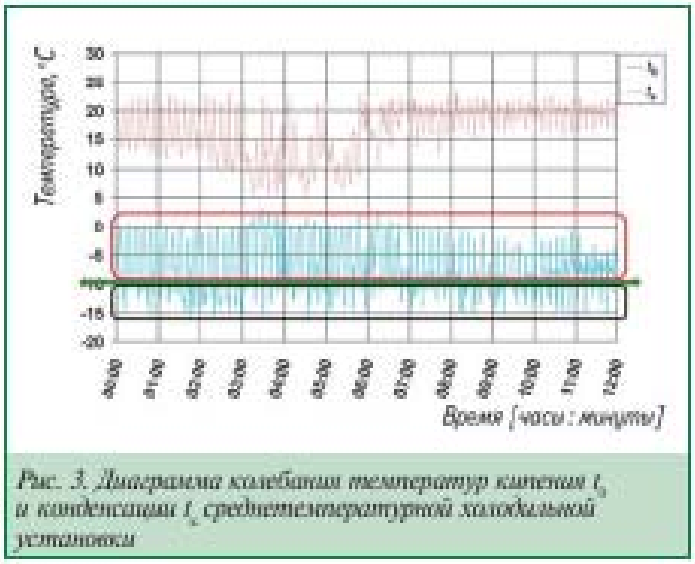


Рис. 3. Диаграмма колебаний температур кипения t_0 и конденсации t_c среднетемпературной холодильной установки

Такой режим регулирования производительности централи не очень эффективен. Применение компрессора с частотным регулированием позволяет добиться холодопроизводительности установки, более адекватной текущей нагрузке.
Принципиальное преимущество инверторного регулирования наглядно показано на рис. 4, где сравниваются равные по холодопроизводительности централь из трех герметичных компрессоров и агрегат с одним компрессором со встроенным частотным инвертором.

Режим работы электродвигателя на частотах свыше 50 Гц называется транссинхронным. Частота вращения его вала становится на этих частотах выше номинальной. У холодильного компрессора с частотным инвертором при работе его электродвигателя в транссинхронном режиме производительность также становится выше номинальной в $\sqrt{3}$ раз, т.е. на 70 %!

Например, полугерметичные компрессоры «Битцер» (четырехцилиндровый со встроенным частотным инвертором 4NCSS20.F4440S и шестицилиндровый 6JJ33.2YY40P без инвертора) имеют одинаковую объемную производительность соответственно при 87 Гц и 50 Гц и примерно одинаковую стоимость. Но широкий диапазон регулирования производительности 4NCSS20.F4440S дает ему огромное эксплуатационное преимущество перед стандартным 6JJ33.2YY40P, имеющим возможность лишь ступенчатого регулирования 100%%66%%33% (рис. 2).

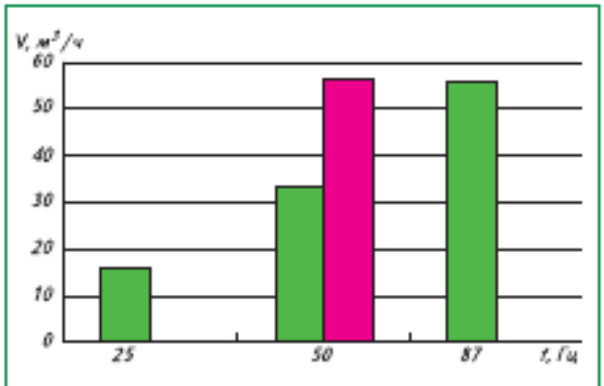


Рис. 2. Сравнение производительности компрессора со встроенным частотным инвертором 4NCS-20.F4-40S (зеленые столбики) и шестицилиндрового 6J-33.2Y-40P без инвертора (красный столбик)

В реальных установках эти преимущества могут быть весьма впечатляющим. Такие сравнительные эксплуатационные испытания проводились различными компаниями много

раз в разных странах и климатических зонах. Результат был всегда однозначно в пользу инверторного регулирования производительности.

ЗАЩИТА СПИРАЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ

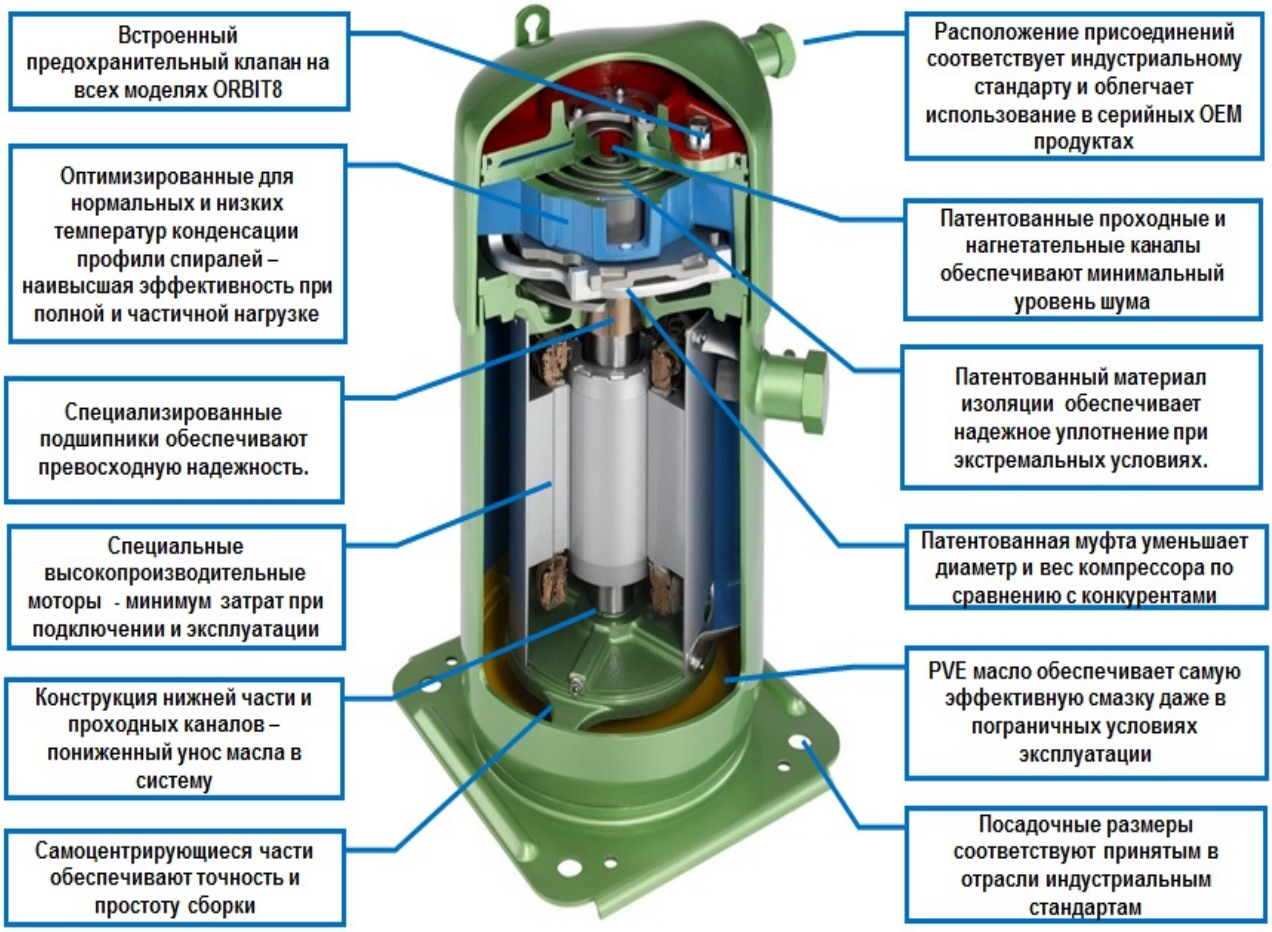
Каширин С.А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт инженерной экологии и химического машиностроения, факультет «Кибернетики и информационных технологий».
Научный руководитель: д.т.н., проф. Калнинь И.М.

Введение

Создание конструкции работающего прототипа спирального компрессора было возможно только во второй половине 20 го века, т.к. для эффективного функционирования, в спиральном компрессоре необходимо обеспечение малого конструктивного зазора в сопрягаемых деталях (спиралях). Такая точность стала возможной только при прецизионной машинной обработке, освоенной в тот промежуток времени, чем и объясняется относительно недавнее появление спирального компрессора на рынке высокотехнологического оборудования.

Особенности конструкции

Спиральный компрессор является разновидностью безмасляного ротационного объемного компрессора, т.е. он сжимает определенное количество газа в постепенно уменьшающемся объеме. Компрессорный элемент состоит из неподвижной спирали в корпусе элемента и подвижной эксцентрической спирали с приводом от двигателя.
БИТЦЕР ГмбХ производит в настоящее время спиральные компрессоры двух серий: ES-серия (для R22, R134a, R404A, R407C и т.п.) в Германии и ORBIT/ORBIT Boreal - серия (только для R410A) в США. Но, основные конструкторские решения во всех этих компрессорах схожие.



При разработке моделей спиральных компрессоров компанией Bitzer особое внимание уделялось повышению их надежности.
Улучшение базовых характеристик сводилось к следующему:
- Минимальная термическая нагрузка на обе спирали
- Улучшенное охлаждение двигателя
- Минимальная осевая нагрузка
- Уменьшение вероятности нестабильной работы
- Минимальный унос масла

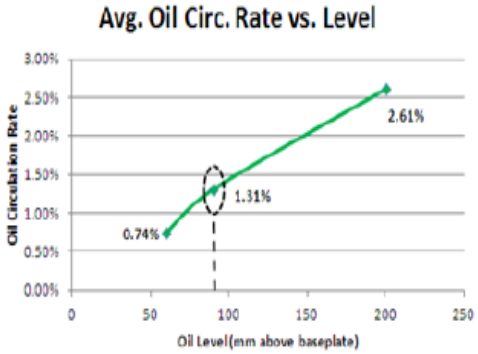
Конечно как и компрессоры других типов, спиральные имеют ряд недостатков :
- более высокий технологический уровень изготовления и организации производства;
- сложность изготовления спиралей, использование более точной технологии в машиностроении;
- на подвижную спираль действует сложная система сил: осевых, тангенциальных, центробежных, требующих грамотного расчета и уравновешивания, а следовательно, и балансировки ротора.

Подвижная спираль – сердце компрессора

- Отсутствие замковых зацеплений подвижной спирали с муфтой Олдхайма ⇨ стабильность и долговечность
- Компактная подвижная спираль ⇨ мин. диаметр и вес компрессора

Патенты BITZER и инновационные технологии
- Четырех замковая муфта - Проверенная конструкция и надежность
- Металлополимерный подшипник - Проверенная надежность
- Встроенный обратный клапан- защита от обратной миграции хладагента

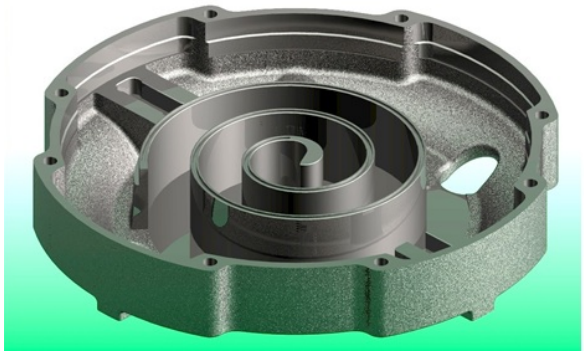
/Организация всасывающего потока и изолированная конструкция картера
- Надежная работа и устойчивость к «затопленным» пускам
- Низкий уровень уноса масла ~1.3%



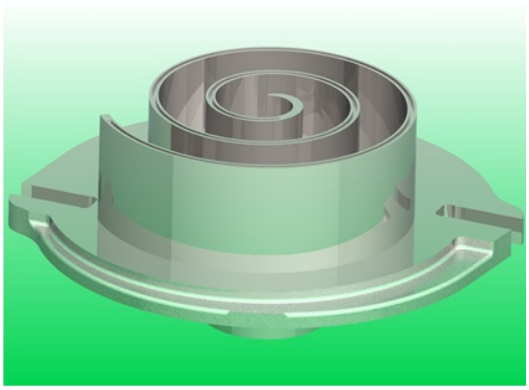
В компрессорах БИТЦЕР осевого согласования НЕТ. Спирали неподвижны в осевом направлении друг относительно друга. Уплотнение спиралей осуществляется за счёт PTFпрокладок, устанавливаемых в торцы подвижной и неподвижной спиралей

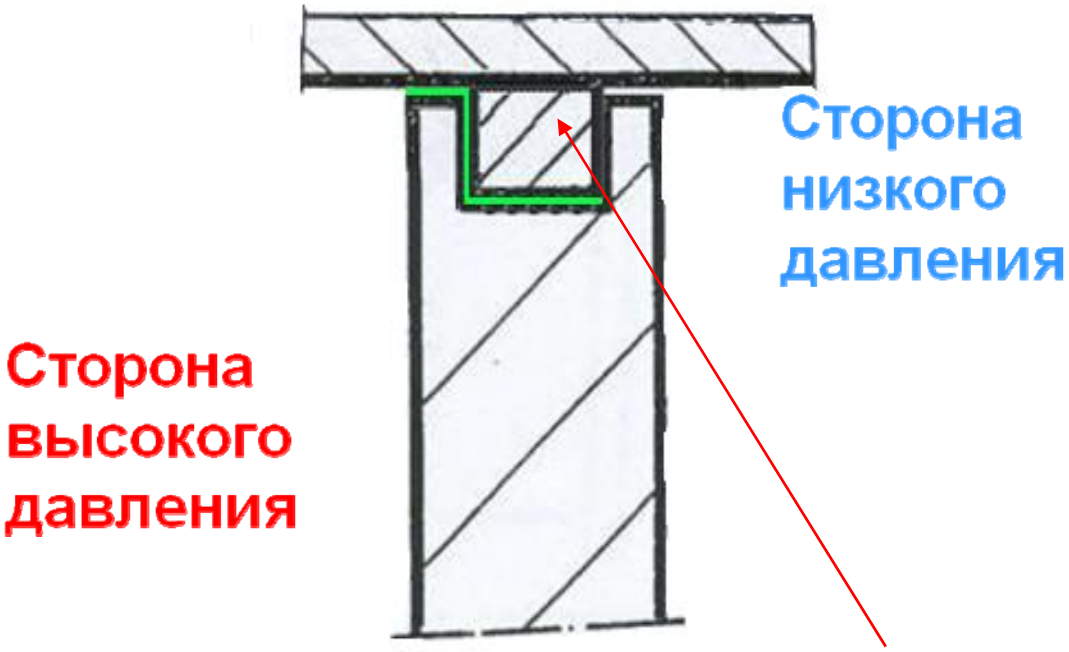
компрессоров.

Неподвижная спираль



Вращающаяся спираль





PTF-прокладка

Причины неисправностей спиральных компрессоров

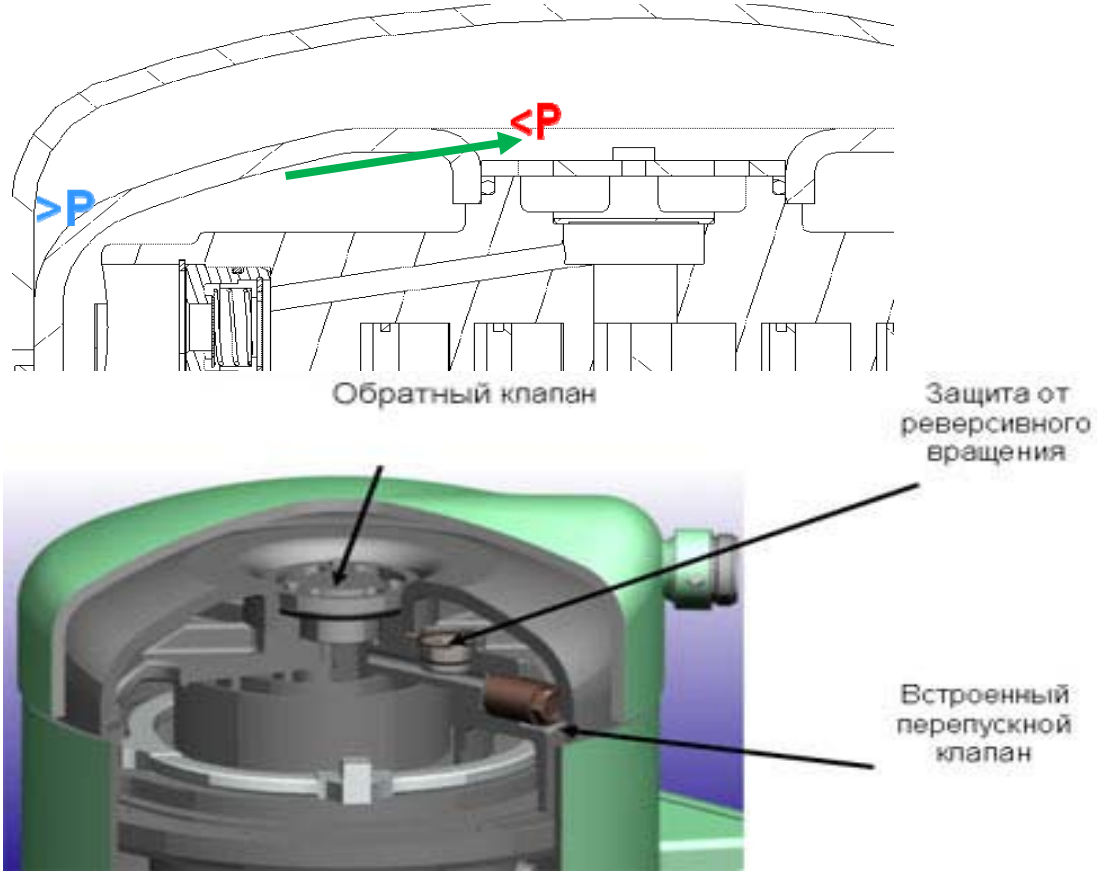
Как и у других видов компрессоров, спиральные имеют ряд причин, ведущих к неправильной работе или даже отказу компрессора. От чего стоит защитить компрессор, чтобы избежать этого:

- от реверсивного движения в случае вращения ротора мотора в неверном направлении;
- от попадания жидкости в область сжатия;
- от очень высокой степени сжатия;
- от перегрева;

Защита обеспечивается за счёт применения высокоинтеллектуальной электроники в системе управления и мониторинга, грамотной компоновки агрегатов установки, точной настройки всех рабочих параметров и их поддержание в допустимом диапазоне при любых изменениях внешней нагрузки на испарители.

Защита спиральных компрессоров

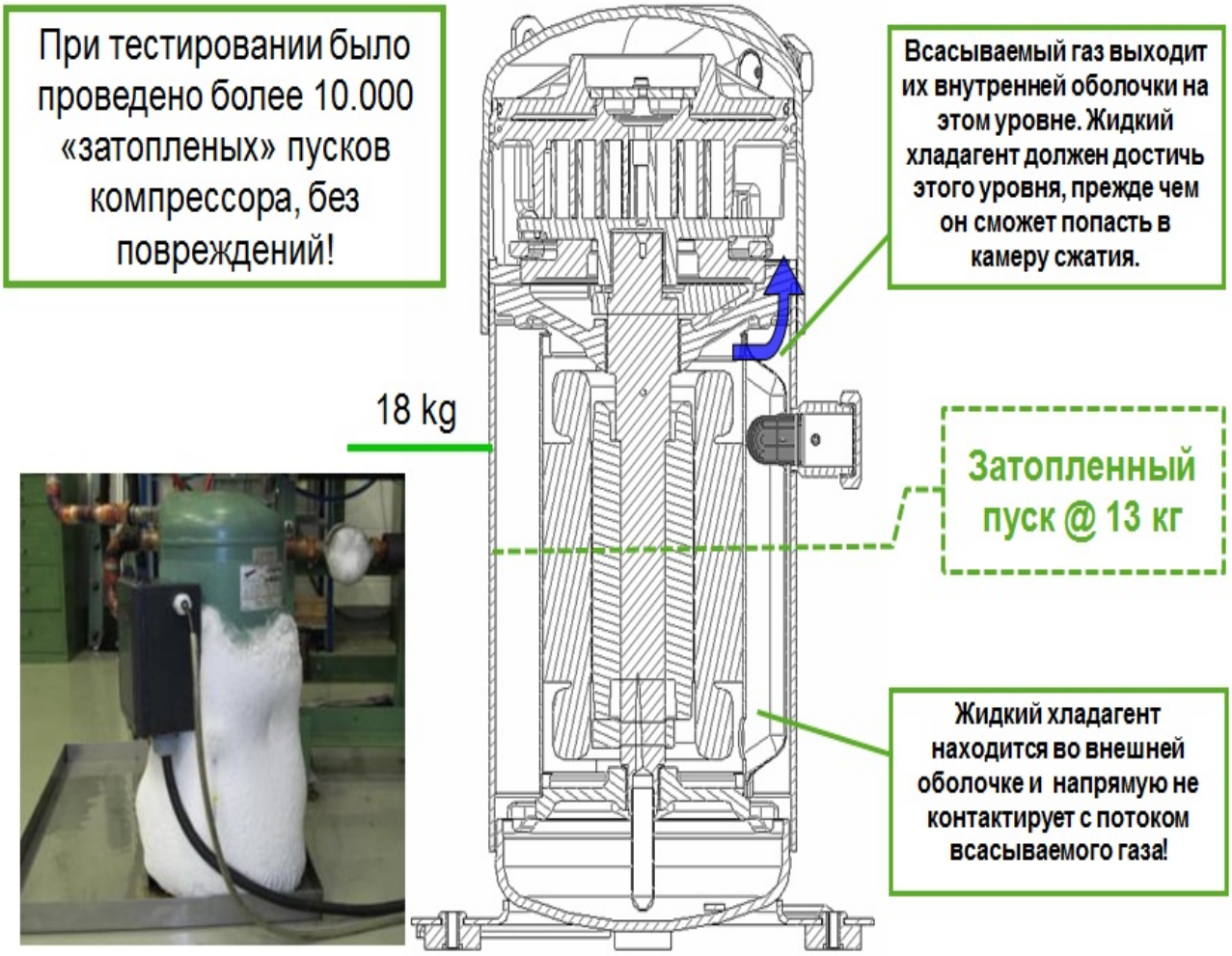
Защита от повреждений спиралей в случае вращения ротора мотора в неверном направлении осуществляется благодаря специальному клапану выравнивания давлений.



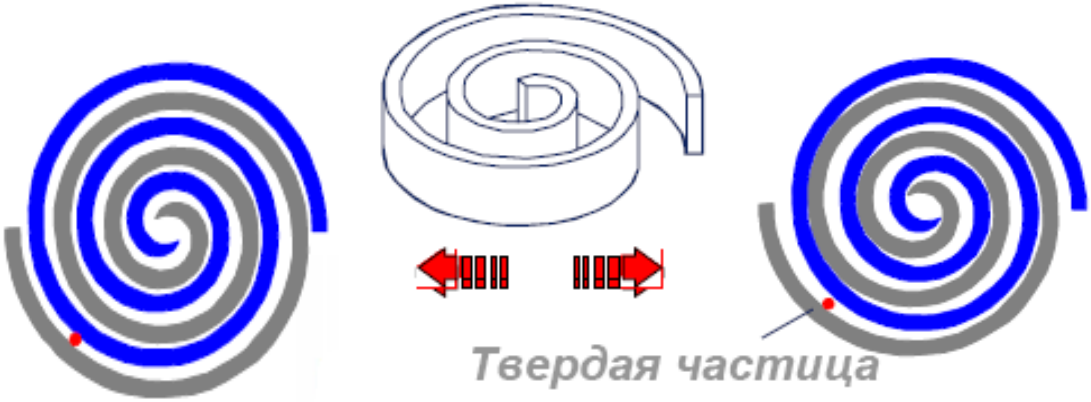
Если вращение ротора мотора и соответственно подвижной спирали производится в правильном направлении и давление в порту нагнетания (Р красное) выше, чем давление в полости всасывания (Р синее) и, соответственно, осевая реактивная сила, действующая на верхнюю спираль направлена вниз, т.е. прижимает её к подвижной спирали этот встроенный предохранительный клапан плотно закрыт.

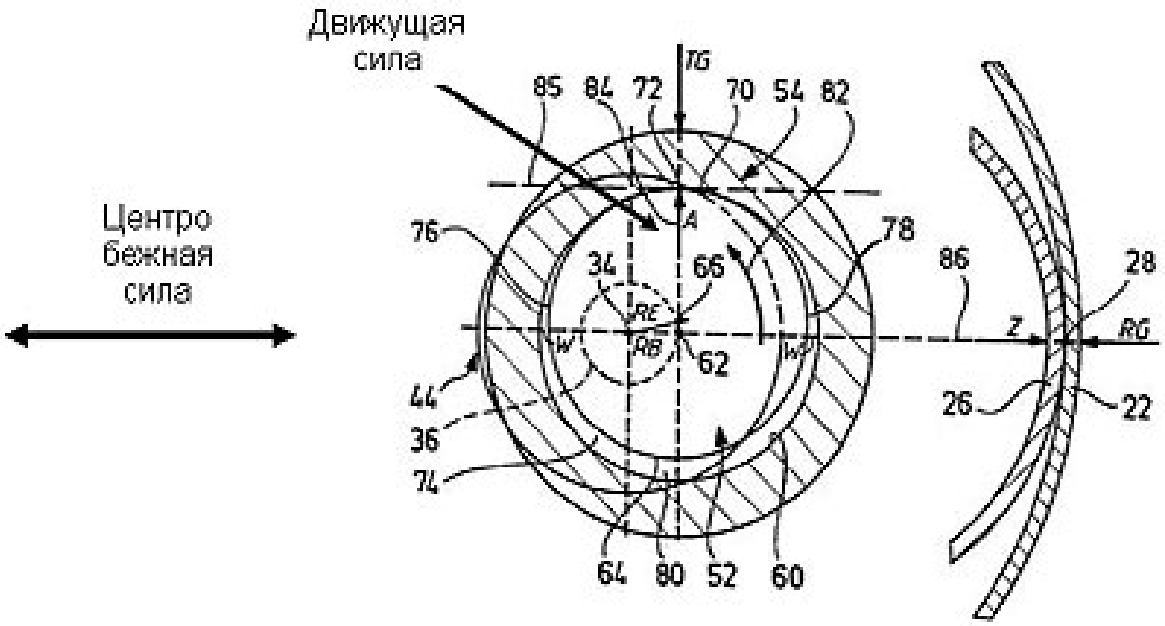
Если вдруг ротор мотора компрессора и подвижная спираль начнёт вращаться в противоположную сторону, и спирали начнут высасывать газ из полости нагнетания - Ркрасное станет меньше Рсинего, реактивная сила будет направлена в сторону порта нагнетания. Это может повредить компрессор. В этом случае предохранительный клапан сразу открывается и давления (синее и красное) выравниваются. Риск разрушения нагнетательного узла компрессора т.о. минимизируется.

Проблема попадания жидкости в камеру сжатие была решена конструкционным путем, а именно благодаря особой конструкции камеры всасывания, которая расположена в средней части компрессора, а не в нижней как у большинства спиральных компрессоров других фирм.

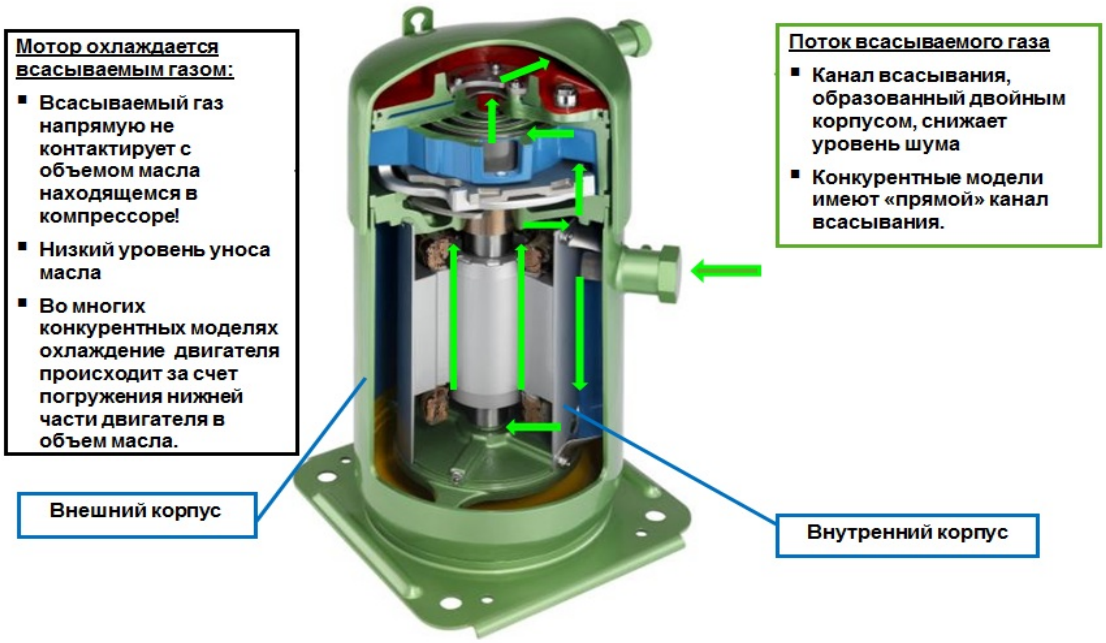


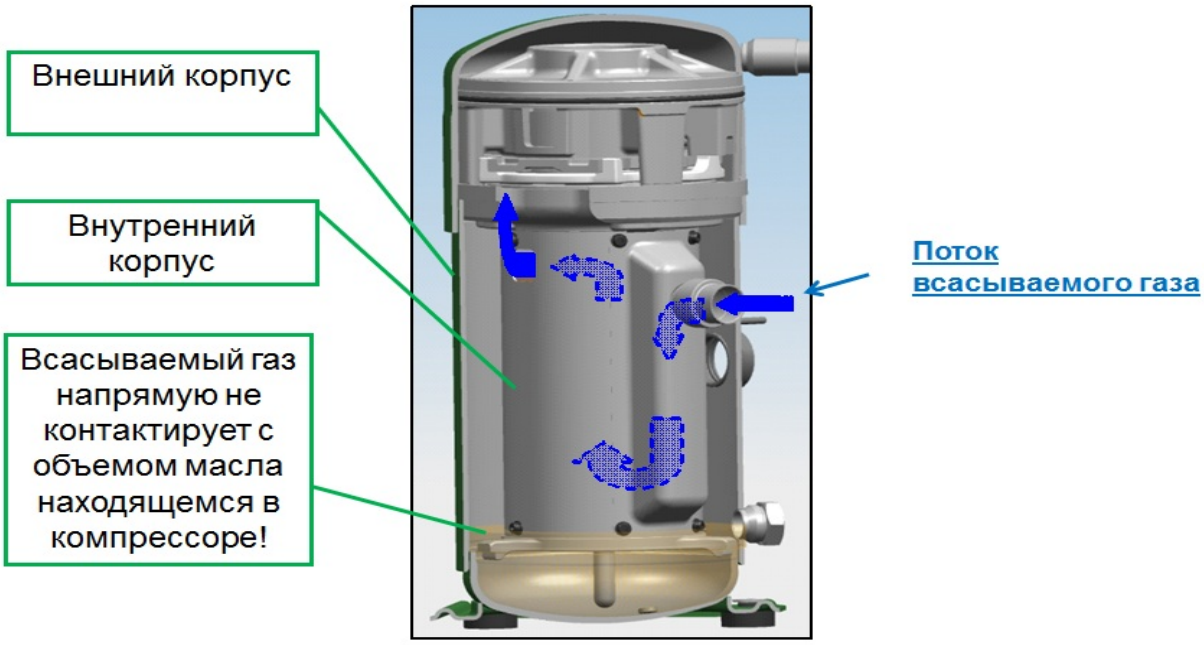
Радиальное согласование спиралей, разумеется, есть - система классическая.
В случае попадания твердой частицы спирали компрессора расходятся в горизонтальном направлении, что предотвращает их от разрушения.





Термозащита спиральных компрессоров осуществляется следующим образом: термисторы, находятся в каждой из обмоток электродвигателя. Кроме того, температура нагнетания также мониторится PTC-датчиком, установленным в зоне расположения патрубка нагнетания. Все PTC-термисторы последовательно подключены к SE-B1/E1/G1 (ESH/ORBIT). При нагреве любого из датчиков до Т выше 110°С электронное защитное устройство SE выключает компрессор. Дополнительной защитой от перегрева в скроллах БИТЦЕР является внутренний корпус мотора.





Заключение

Спиральные компрессоры – очень современный тип компрессоров. Они выпускаются не более 40 лет. Холодильные спиральные компрессоры успешно выдержали испытания временем и активно начали вытеснять другие типы компрессоров (особенно поршневые) с рынка холодильного оборудования, всего лишь за несколько лет заняв доминирующее положение на рынке кондиционирования и тепловых насосов. Спиральные компрессоры с каждым годом находят все большее применение в холодильной технике и системах кондиционирования воздуха. Это обусловлено тем, что они более надежны в эксплуатации, содержат на 40 % меньше деталей, чем поршневые, производят меньше шума и имеют больший ресурс эксплуатации.

ВЫБОР СХЕМЫ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО ЦИКЛА ТЕПЛОВОГО НАСОСА ДЛЯ НУЖД ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ОТОПЛЕНИЯ

Леонов В.С.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт Инженерной Экологии и Химического Машиностроения, факультет «Кибернетика и информационные технологии»
Научный руководитель: д.т.н., проф. Калнинь И. М.

Постановка задачи.

Необходимо спроектировать тепловой насос для нужд централизованного отопления, выбрать схему установки, рассчитать термодинамический цикл и спроектировать основные аппараты установки.

Тезисы.

Тепловой насос – это установка для эффективного использования электрической энергии с целью получения тепла.

Рабочее вещество – вещество, циркулирующее в контуре теплового насоса.

Теплоноситель – вещество, переносящее тепло от теплового насоса до потребителя.

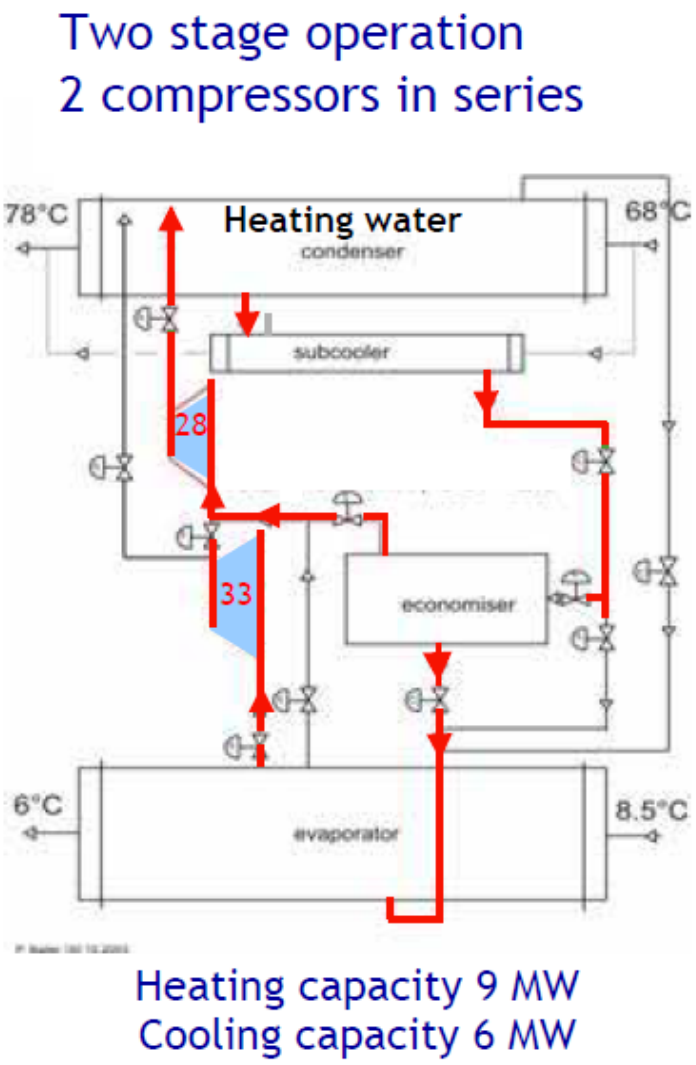
Многоступенчатое сжатие позволяет реализовать эффективные термодинамические циклы, за счет возможности дополнительного использования промежуточных сосудов.

Промежуточное всасывание – это всасывание хладагента с более низкой температурой при том же давлении, что обеспечивает энергетически выгодную и безопасную работу компрессора.

Центробежный компрессор (турбокомпрессор) – это компрессор динамического принципа действий, где энергия скорости вращения рабочих колес передается потоку пара и преобразуется в потенциальную энергию – повышение давления. Компрессоры центробежного типа являются самым производительным типом компрессоров, позволяющие получить большие тепловые/ холодильные мощности.

Описание работы.

Примером послужила уже действующая установка в Швеции (см. рис).

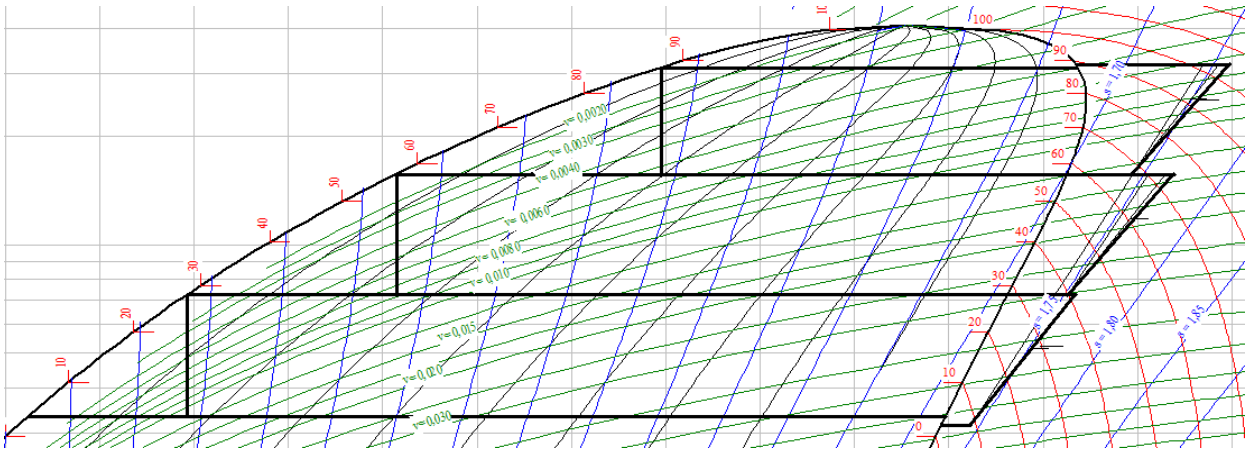


Хладагент был выбран R134a из-за его относительной дешевизны, приемлемых параметров GWP и полной озонобезопасности.

По его диаграмме были найдены основные параметры цикла: давление кипения и давление конденсации. На основе отношения этих давления было принято решение использовать трехступенчатое сжатие, для реализации более эффективной работы компрессора.

Так как для централизованного отопления требуются очень большие мощности, было решено использовать центробежный компрессор. Этот тип компрессоров так же эффективно решает задачи многоступенчатого сжатия с возможностью реализации энергетически эффективных термодинамических циклов.

Для повышения эффективности системы был выбран термодинамический цикл с промежуточным всасыванием охлажденных паров хладагента (см. рис)

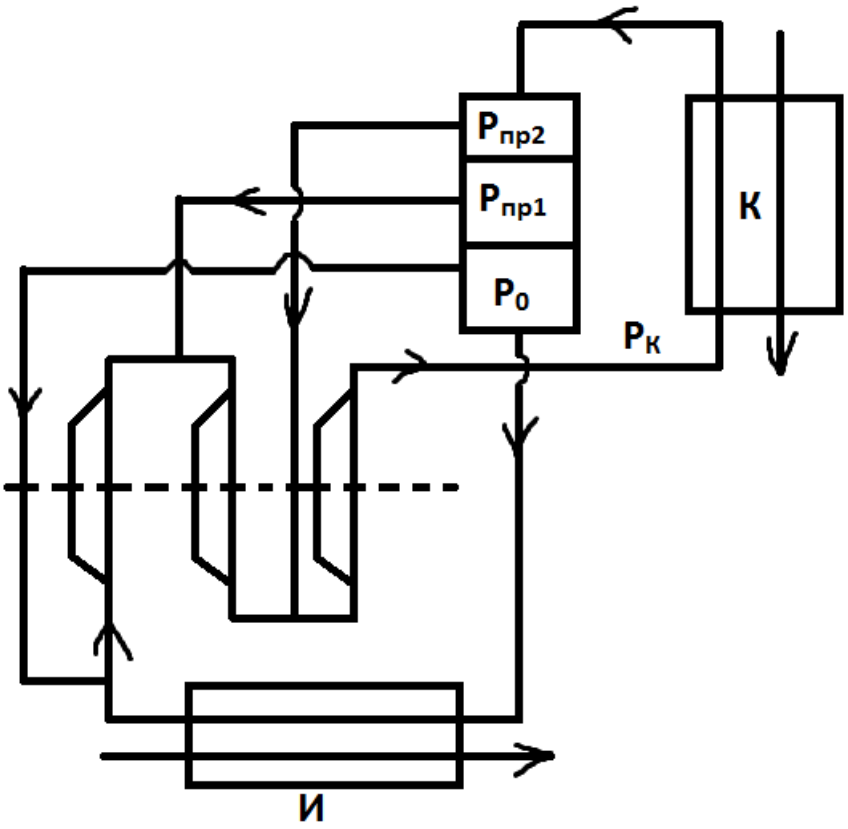


Данный цикл позволяет понизить конечную температуру нагнетания, что положительно сказывается на эффективности компрессора, его работоспособности и сроке службы.

Основные параметры термодинамического цикла представлены в таблице:

Точка на цикле	P, бар	t, °C	υ, $\frac{м^3}{кг}$	i, $\frac{кДж}{кг}$	s, $\frac{кДж}{кг * К}$
1.1	3.152	8,5	0,0667	404	1,7422
1.3	3.316	3.5	0.061	399	1.72
1.4	3.316	3.5	-	234	-
2.1	6.5	38.4	0.0338	425	1.759
2.2	6.5	43	0.0346	430	1.775
2.3	6.5	24.5	0.031	410	1.71
2.4	6.5	24.5	0.0109	276	1.26
2.6	6.5	24.5	0.0045	234	1.119
3.1	14.1	65.6	0.01536	440	1.753
3.2	14.1	74.6	0.01626	450	1.783
3.3	14.1	52.7	0.0138	423	1.703
3.4	14.1	52.7	0.0079	340	1.446
3.6	14.1	52.7	0.00331	276	1.25
4.2	31.728	106.7	0.0065	461	1.764
4.3	31.128	88	0.00497	427	1.63
4.6	31.128	88	0.00233	340	1.43

Для реализации данного термодинамического цикла была выбрана следующая схема установки:



При проведении термодинамического расчета получены следующие результаты:

- Тепловая мощность – 9 МВт
- Холодильная мощность – 6 МВт
- Электрическая мощность 3,95 МВт
- Тепловой коэффициент 2,29

С использованием трех ступеней сжатия и экономайзером получаем увеличение эффективности на 10%

Капитальные затраты на один трехступенчатый компрессор с электроприводом существенно меньше, чем на два самостоятельных турбокомпрессора

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ДИСПЕРСНОЙ ЧАСТИЦЫ ПРИ КРИОГРАНУЛИРОВАНИИ

Кименс П. Ю.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт инженерной экологии и химического машиностроения, факультет «Кибернетики и информационных технологий»
Научный руководитель: к.т.н., проф. Белуков С. В.

Замораживание при криогенных температурах представляет собой термодинамический процесс, протекающий при температурах в интервале 0 – (-120) К.
В качестве рабочего тела имеем азот, находящийся при криогенных температурах в газообразном и конденсированном состоянии.
При попадании в такую среду вещества, имеющего температуру, близкую температуре окружающей среды, криоагент вскипает, охлаждая при этом вещество до необходимой температуры. Чем выше скорость замораживания и ниже температура, тем меньше кристаллы и меньше повреждений тканей вещества, что соответствует высокому качеству продукта.
Основной задачей для оптимизации процесса в криогрануляторе служит определение продолжительности замораживания гранулы. Так как в процессе криогранулирования происходит фазовый переход, то требуется решение задачи Стефана.
Теплопроводность при нестационарном режиме зависит от координат и от времени распространения теплоты в теле. Нестационарные режимы рассматривают в ряде случаев, когда они работают в течение очень короткого времени и поэтому тепловые процессы не успевают выйти на стационарный режим. Для решения поставленной задачи, рассмотрим следующие варианты:

- Одномерная задача:

Расчетная область – сферические капли воды разного диаметра. Конвективный теплообмен при пленочном кипении на поверхности однородный: процесс осуществляется одновременным действием теплопроводности и конвекции. На границе задана исходная функция температуры.
Уравнение теплопроводности имеет следующий вид:

$$\left(C_p(T)\rho_m(T)\right)_i \frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}\left(\lambda_i(T) r^2 \frac{\partial T_i}{\partial r}\right),$$

где i = 1, 2 – соответственно для твердой и жидкой фазы;
λ - коэффициент теплопроводности;
r – радиус капли;
ρ_m – массовая плотность;
C_p – теплоемкость;
T – температура;
τ - время протекания процесса.
Начальные условия принимаем: при $\tau = 0$, $T = T_0$.
Граничные условия: при $r = 0$, $\partial T/\partial r = 0$;
при $r = r_p$, $-\lambda\, \partial T/\partial r = \alpha(T_g - T)$.
Для решения применен численный метод конечных разностей.
Имея симметричную модель рассматриваемой сферической области, расчет проводим только для сектора гранул различного диаметра (Рисунок 1).
Обработав массив данных для центра сферы и ее граничной поверхности, построим графическую зависимость изменения температуры с течением времени для процесса криогранулирования (Рисунок 2).

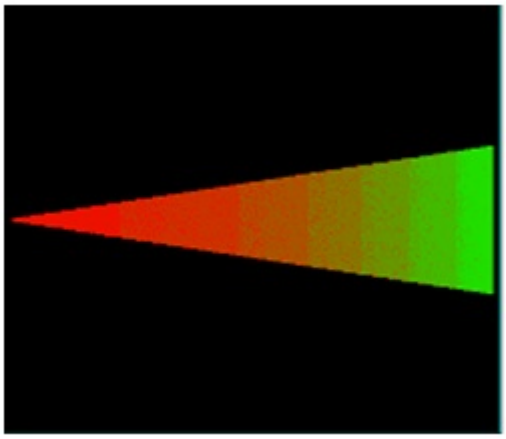


Рисунок 1. Изменение температуры со временем в секторе расчетной области сферической капли

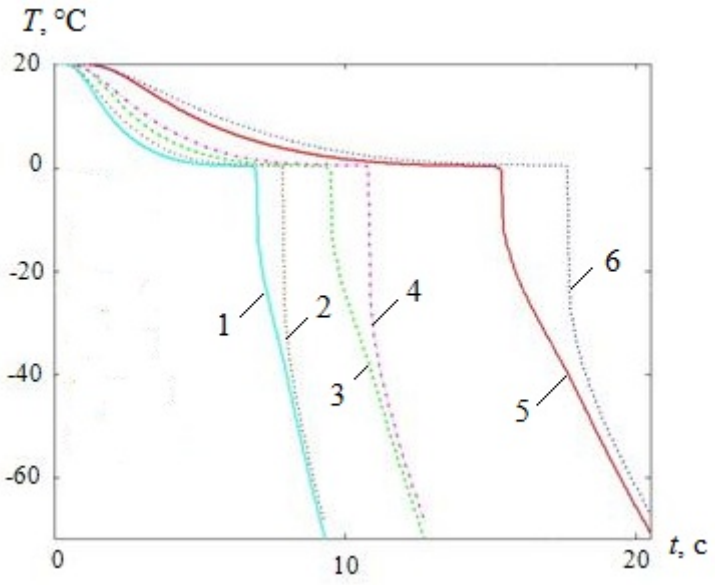


Рисунок 2. Изменение температуры с течением времени для гранул жидкости разного диаметра:
граничный слой:1 – диаметр 2,5 мм и α=165 Вт/(м^{2}К);
3 – диаметр 3 мм и α=145 Вт/(м^{2}К);
5– диаметр 4 мм и α=120 Вт/(м^{2}К);
центр капли: 2 – диаметр 2,5 мм и α=165 Вт/(м^{2}К);
4– диаметр 3мм и α=145 Вт/(м^{2}К);
6– диаметр 4 мм и α=120 Вт/(м^{2}К)

Для капель большого диаметра длительность прохождения процесса замораживания увеличивается.

Недостатком одномерной модели является то, что она не полностью описывает тепломассообмен процесса. При попадании теплой капли жидкости в хладагент, имеющий криогенную температуру, между поверхностью гранулы и вскипающей жидкостью азота будет образовываться паровая прослойка, которая удерживает каплю на плаву за счет избыточного давления. По мере промерзания эта паровая пленка будет истощаться, и капля, в конце концов, утонет. Следовательно, необходимо рассмотреть двумерную задачу.

- Двумерная задача:

Расчетная область – сферическая капля воды разного диаметра, не полностью погруженные в азот по действием избыточного давления паров криоагента. Между гранулой и жидким азотом есть паровая пленка, толщина которой, в предположении, не меняется с течением времени. Теплообмен неоднородный: на поверхности капли, которая погружена в криогенную жидкость, происходит конвективный теплообмен при пленочном кипении; на поверхности капли, которая выступает над жидкостью хладагента, кроме конвективного теплообмена с парами криогенной жидкости происходит теплообмен излучением с окружающим пространством.

Уравнение теплопроводности для двумерной задачи имеет следующий вид:

$$C_p \frac{\partial T}{\partial \tau} = \lambda \left[\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \vartheta} \frac{\partial}{\partial \vartheta} \left(\sin \vartheta \frac{\partial T}{\partial \vartheta} \right) \right],$$

Начальные условия принимаем: при $\tau = 0$, $T = T_0$.

Граничные условия: при $r = 0$, $\partial T/\partial r = 0$;

при $0 < r < r_p$, $\vartheta = 0$; $\vartheta = \pi$, $\partial T/\partial r = 0$;

при $r = r_p$, $0 < \vartheta < \vartheta_1$, $-\lambda\, \partial T/\partial r = \alpha_1 (T - T_f) + \varepsilon\sigma (T^4 - T_0^4)$,

$\vartheta_1 < \vartheta < \pi$, $-\lambda\, \partial T/\partial r = \alpha_2 (T - T_f)$,

где r – текущий радиус в капле;

r_p – радиус капли, м.

ϑ – текущий угол;

T_f, T_0 – соответственно, температуры криогенной жидкости и начальная температура капли, К;

α_1, α_2 – коэффициенты теплоотдачи, соответственно, на сухой и смоченной поверхностях капли;

ε – степень черноты для сферической капли;

σ – постоянная Стефана-Больцмана.

Для симметричной гранулы, расчет проводим только для полусфер различного диаметра (Рисунок 3).

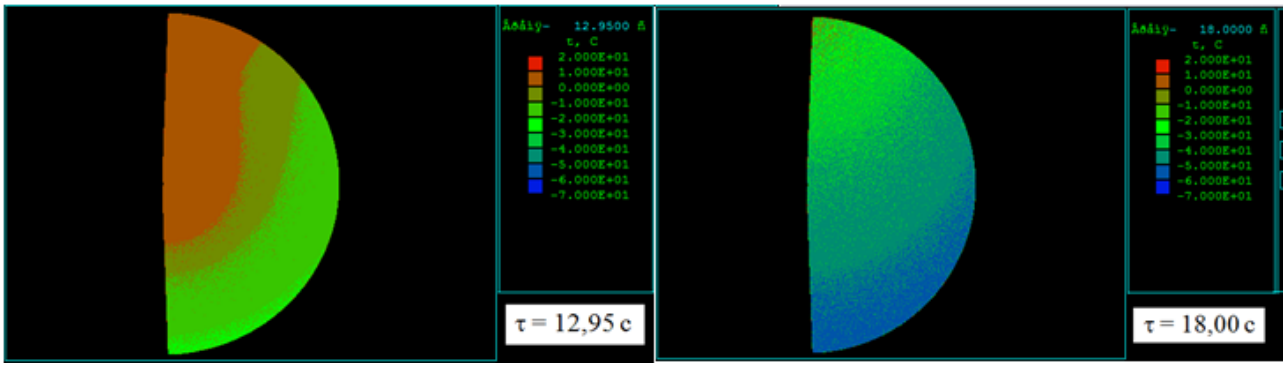


Рисунок 3. Изменение температуры внутри расчетной модели для двумерной задачи

Обработав массив данных для центра сферы и ее граничной поверхности, модно построить графическую зависимость изменения температуры с течением времени для процесса криогранулирования (Рисунок 4).

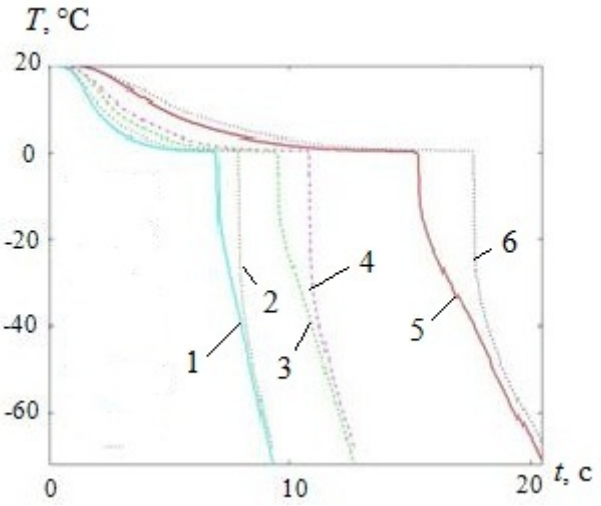


Рисунок 4. Изменение температуры с течением времени
для гранул жидкости разного диаметра:
граничный слой:1 – диаметр 2,5 мм и α=165 Вт/(м^{2}К); 3 – диаметр 3 мм и α=145 Вт/(м^{2}К);
5– диаметр 4 мм и α=120 Вт/(м^{2}К);
центр капли: 2 – диаметр 2,5 мм и α=165 Вт/(м^{2}К); 4– диаметр 3мм и α=145 Вт/(м^{2}К);
6– диаметр 4 мм и α=120 Вт/(м^{2}К)

В результате выполнения численных расчетов получены обобщенные данные о поведении замораживаемых капель на поверхности жидкого азота и определена продолжительность процесса замораживания для одиночной капли. Сравнение результатов численного анализа с экспериментальными данными показывают точность теплофизических расчетов двумерной задачи по сравнению с одномерной (Рисунок 5).

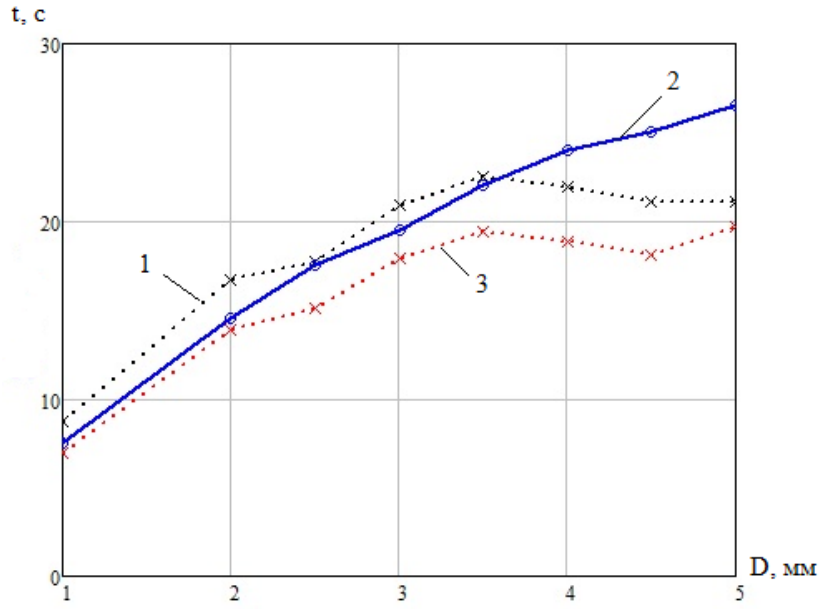


Рисунок 5. Время замораживания капель разного диаметра:
1 – двумерная задача; 2 – эксперимент; 3 – одномерная задача

Как видно из диаграммы (Рисунок 5), двумерная задача является более подробной, решение – более точным и дает меньшую погрешность с экспериментом, чем одномерная задача. Анализируя данные для гранул диаметром от 1 до 5 мм, были составлены графики изменения времени (Рисунок 6) и теплоты, отведенной при охлаждении (Рисунок 7) в зависимости от

радиуса капель для условия существования данной стадии при достижении определенного перепада температур между поверхностью сферы и поверхностью криогенной жидкости.

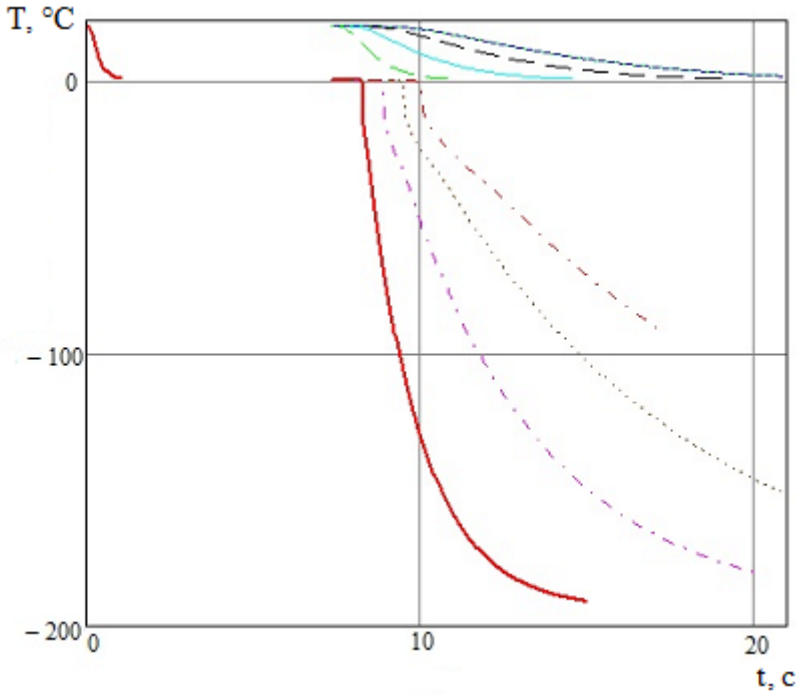


Рисунок 6. График зависимости времени от радиуса для капель диаметром 1 – 5 мм до момента достижения предельного перепада температур

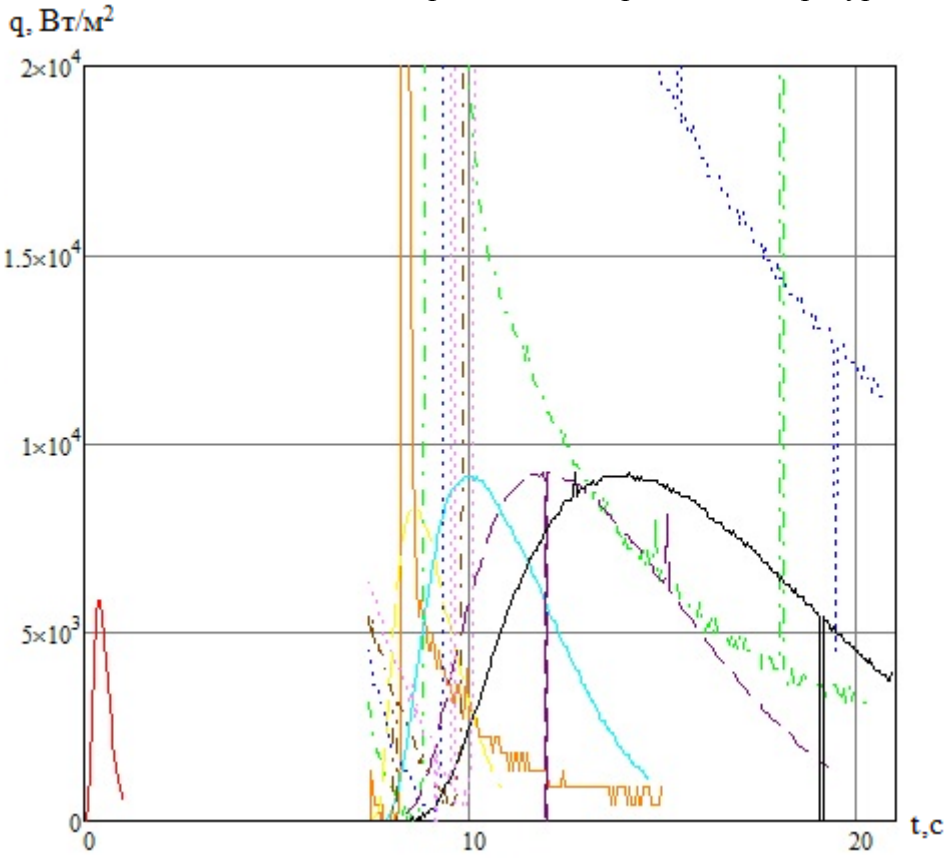


Рисунок 7. Изменение количества теплоты, отведенного при охлаждении в зависимости от радиуса для капель диаметром 1 – 5 мм до момента достижения предельного перепада температур

Литература:

1. Белуков С. В., Соколов А. В. Программное замораживание при условиях плавания гранул жидкофазных суспензий в процессе криогранулирования. Вестник международной академии холода. 2012. Выпуск 1. С. 15 – 18.
2. Белуков С. В., Соколов А. В. Криогранулирование в жидком азоте как способ получения заданных параметров материалов: инженерный подход. Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2012. №8. С. 30 – 33.
3. Генералов М. Б. Криохимическая нанотехнология. Учебное пособие для вузов. М.: ИКЦ Академкнига. 2006. 325с.
4. Самарский А. А., Вабищевич П.Н. Численные методы решения задач конвекции-диффузии. М.: Едиториал УРСС, 2004. 248 с.
5. Юдаев Б. Н. Теплопередача. Учебник для втузов. М.: Высшая школа. 1973. 360 с.

ДИНАМИКА НАМОРАЖИВАНИЯ ЛЬДА НА ЭЛЕМЕНТАХ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Угольникова М. А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт инженерной экологии и химического машиностроения, факультет «Кибернетики и информационных технологий»
Научный руководитель: д.т.н., проф. Маринюк Б. Т.

Во время эксплуатации холодильного оборудования на его элементах работающих без теплоизоляции и погруженных в водную среду, образуется криоосадок из водного льда. В частности, слои водного льда формируются на панелях ледогенераторов и холодоаккумуляторов а также в системах подъема оболочковых объектов со дна водных бассейнов. Интерес представляет применение криогенных температур для предотвращения выбросов нефти и газа а также других жидких углеводородов при их добычи и транспортировки Расчет теплопередачи в этом случае представляет собой нестационарную, нелинейную теплофизическую задачу. При решении данной задачи необходимо учитывать не только изменения положения фронта фазового превращения с течением времени, но и при значительных перепадах температур, следует принимать во внимание зависимость коэффициентов теплопроводности криоосадка от температуры.

Теоретическое исследование.

В данной работе рассмотрены случаи образования водного льда на поверхности полой трубы и на плоской стенке. Расчёт проведён для следующих условий, одинаковых для обоих случаев: температура воды t_w=+12℃, температура поверхности трубы (стенки) t_c=-196℃, коэффициент теплопроводности водного льда при температуре фазового перехода воды в лед λ=2,3 Вт/(м·гр), теплота фазового перехода воды в лед L=334000 Дж/кг, плотность льда ρ=920 кг/м^3, коэффициентом теплоотдачи от воды α_w= 270 Вт/(м^2·гр).

Методика расчёта для полой трубы с учетом зависимости теплофизических свойств льда от температуры:

Где

$\xi = \beta \cdot \sqrt{\tau}$

Результаты расчёта для трубы:

τ мин		5	15	30	45	60
ξ (мм)	с учётом переменности теплофизических свойств	22	36	49	57	64

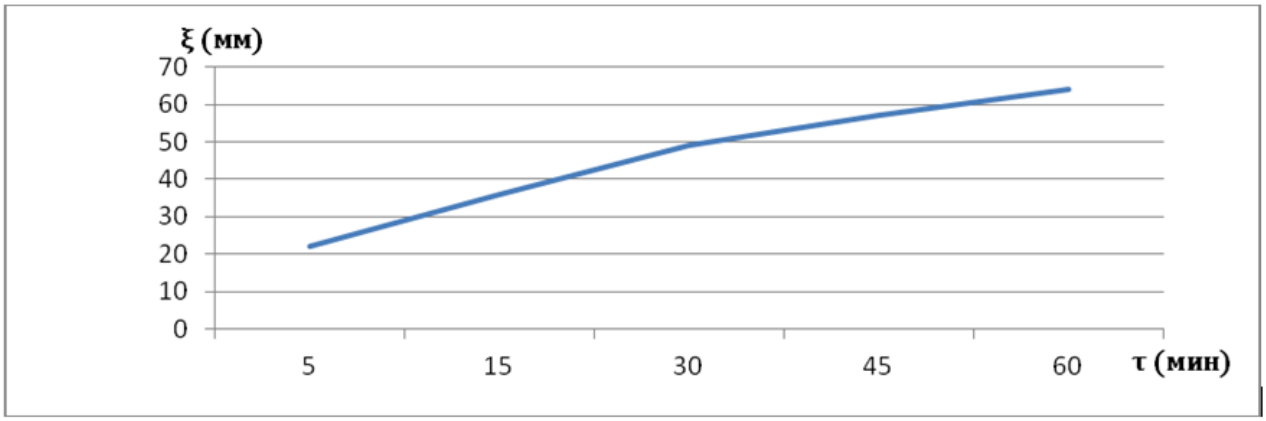


График 1 динамика изменения толщины слоя льда для полой трубы.

Методика расчёта для плоской стенке с учетом зависимости теплофизических свойств льда от температуры:

$$\xi = \beta \cdot \sqrt{\tau}$$

Методика расчёта для плоской стенке без учета зависимости теплофизических свойств льда от температуры:

$$\xi = -\frac{\alpha(T_в - T_ф)}{\rho L}\tau + \frac{\lambda}{\rho L}\sqrt{\left[\frac{\alpha(T_в - T_ф)\tau}{\lambda}\right]^2 - \frac{2\rho L(T_с - 273)\tau}{\lambda}}$$

Результат расчёта для плоской стенке:

τ (ч)		1	2	3	4	5	6	7
ξ мм	с учётом переменности теплофизических свойств	74	97	113	125	136	146	155
	без учёта переменности теплофизических свойств	72	88	97	104	108	112	114

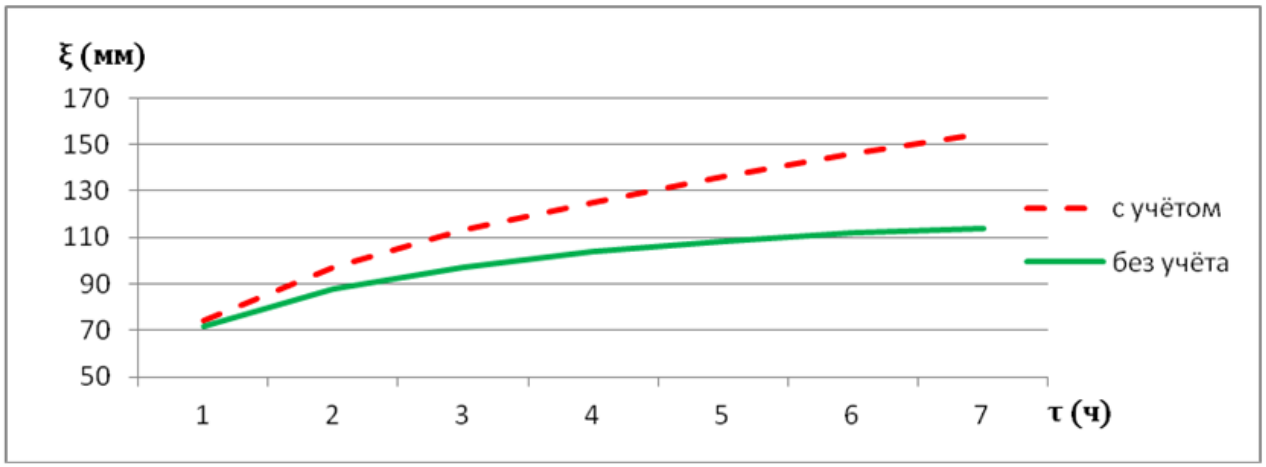


График 2 сравнения толщины льда для стенке с учётом переменности теплофизических свойств и без учёта переменности теплофизических свойств.

Как следует из результатов расчёта, учёт переменности теплофизических свойств, при криогенных температурах необходим.

Экспериментальное исследование.

Для случая намораживания льда на плоской стенке было проведено экспериментальное исследование. Для проведения эксперимента был использован тонкостенный цилиндрический элемент рисунок 1. К цилиндрическому элементу с помощью медной проволоки была прикреплена линейка для определения толщины льда и датчик термометра для определения температуры стенки элемента. Дно цилиндрического элемента было покрыто теплоизоляцией для уменьшения теплопритоков и экономии жидкого азота. Цилиндрический элемент был погружен в емкость из органического стекла рисунок 2, наполненную водой. Температура воды в начале эксперимента составляла +12,4℃, а в конце +11,1℃. Во время эксперимента в цилиндрический элемент постоянно наливался жидкий азот из сосуда Дьюара, измерялась толщина льда и время проведения эксперимента.

Рисунок 1

Рисунок 2

Рисунок 3

Результаты экспериментального исследования представлены в таблице:

Температура стенки (℃)	**Толщина слоя льда (мм)**	**Время (мин)**
-70	**0**	**0**
-112	**10**	**5,5**
-117	**12**	**7**
-122	**15**	**8**
-124	**16**	**9**
-125	**18**	**10**
-126	**20**	**12**
-129	**22**	**13,5**
-131	**23**	**15**
-131	**25**	**15,5**

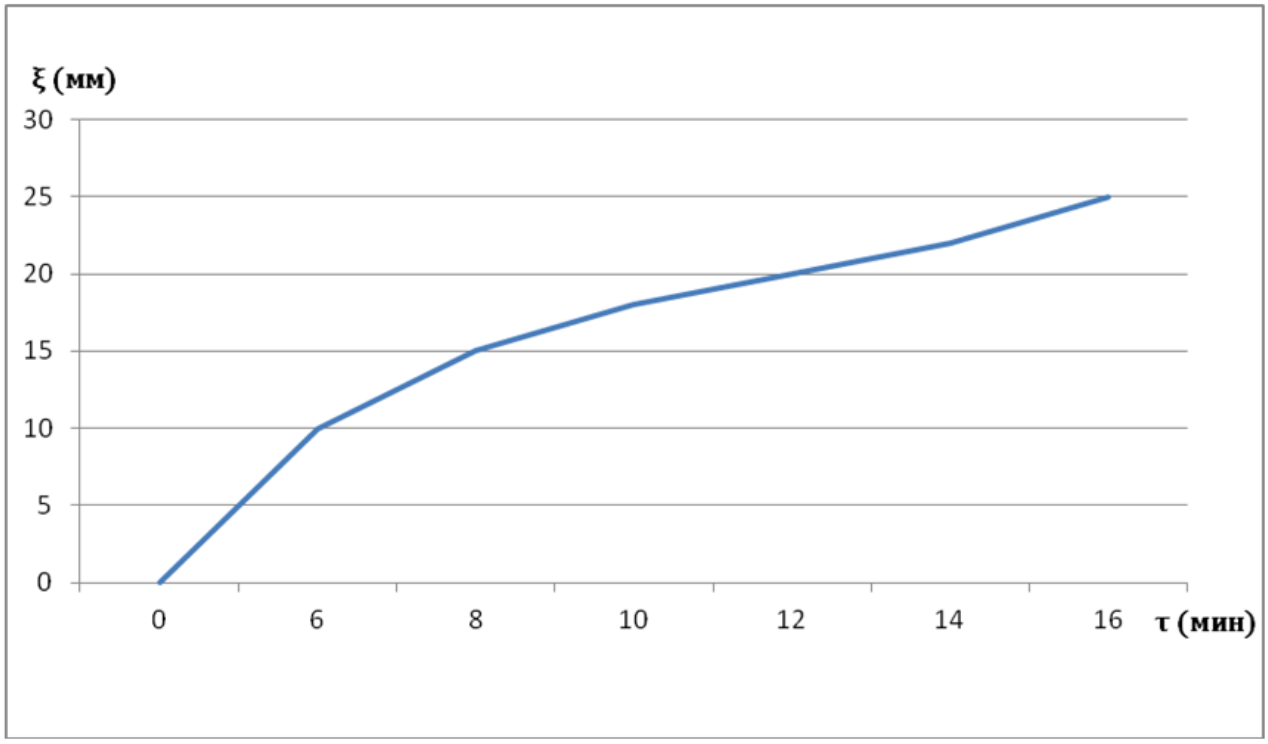


График 3 динамика намораживания слоя льда для экспериментального исследования.

СЕКЦИЯ «ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ»

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТЕПЛООБМЕННОЙ АППАРАТУРЫ

Степаков И.М.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)
Научный руководитель: д.т.н. проф. Луганцев Л.Д.

Теплообменные аппараты широко используются в нефтехимических и нефтеперерабатывающих производствах. Одним из основных элементов такого аппарата (кожухотрубчатого аппарата) являются трубные решетки, трубчатые элементы которых привариваются. Такие конструкции подвергаются пластическим деформациям, не изменяя координально геометрию. Ставится задача о математическом (численном) анализе напряженно-деформированного состояния таких конструкций на основе деформационной теории пластичности с учетом возможности больших перемещений.
Основным видом неразъемного соединения отдельных деталей в стальных сварных аппаратах является сварка. Сварной шов трубчатой решетки закрепляет трубку жестко, т.о. можно представить в эквивалентной схеме как трубка с полным ограничением (заделка), как показано на Рис.1.

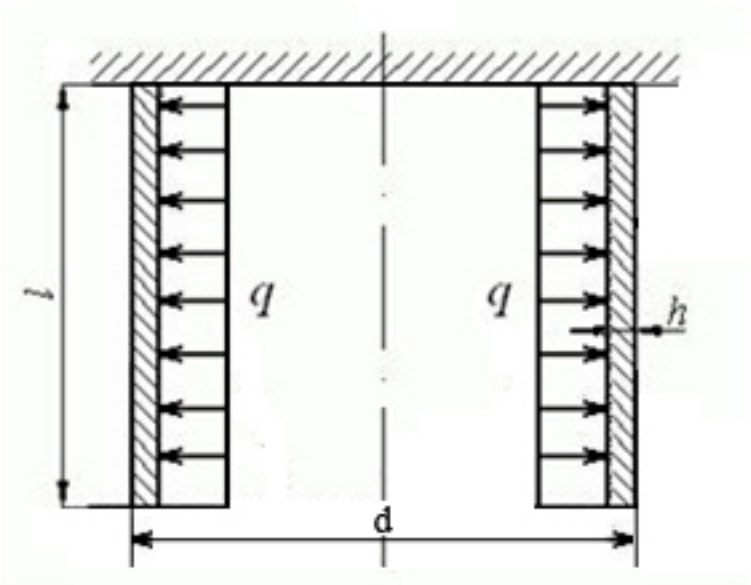


Рис.1. Эквивалентная расчетная схема оболочной конструкции

где q- внутреннее давление в трубке, l- рассматриваемая длина трубки, h- толщина, d- внешний диаметр.
В данной работе используются следующие геометрические значение, по ГОСТу ГОСТ9929-82Н (стальные кожухотрубчатые теплообменные аппараты с неподвижными трубными решетками):
d=57мм, h=3мм, l=50мм(принято из соображений о длине зоны краевого эффекта). Давление q=20МПа(для данной конструкции несущая способность $\overline{q} = 22{,}2\text{МПа}$). Физические свойства материала Сталь3:

Модуль упругости $E = 2 \cdot 10^5$ МПа;

Касательный модуль пластичности $E_k = 5000$ МПа;

Предел текучести $\sigma_т = 200$ МПа;

Коэффициент Пуассона $\mu = 0{,}3$

Плотность материала 7850 $кг/м^3$

Диаграмма нагружения

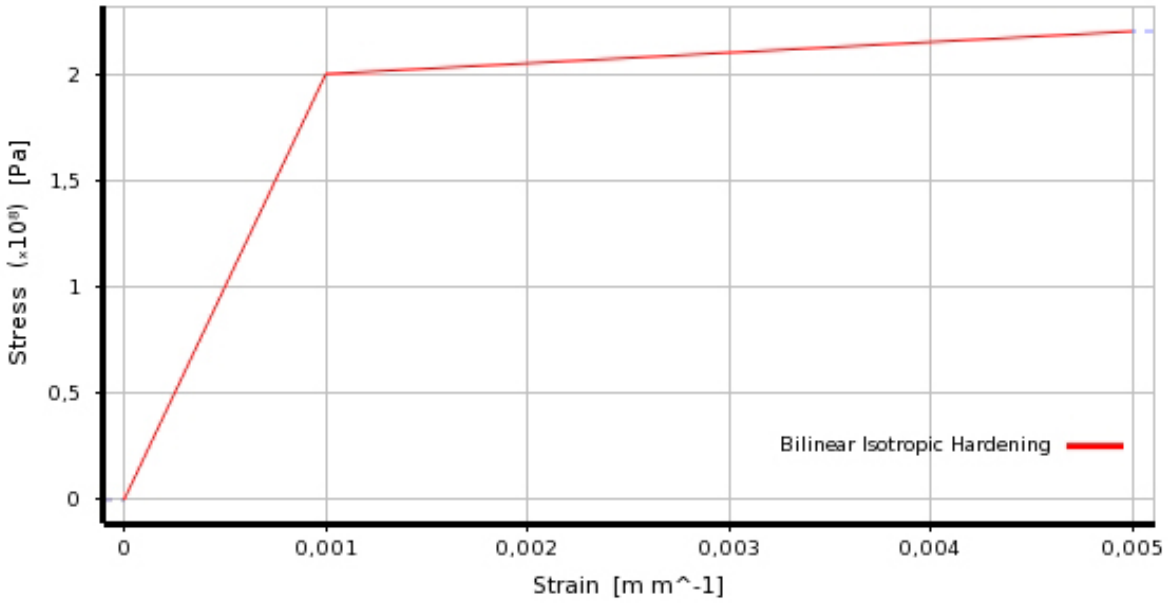


Рис.2. Диаграмма нагружения материала

Поставленная задача решается, двумя методами, с последующим сравнением результатов. Первый метод представляет собой программный продукт, основанный на решении системы дифференциальных уравнений. Для решения задачи применяем комбинированный итерационный процесс, в котором на каждом шаге применяется процесса последовательных приближений по методу Ньютона-Канторовича.

Рассмотрим полученный результат распределения интенсивности напряжений по длине оболочки, представленный на Рис.3.. Начало координат находится в свободном конце конструкции.

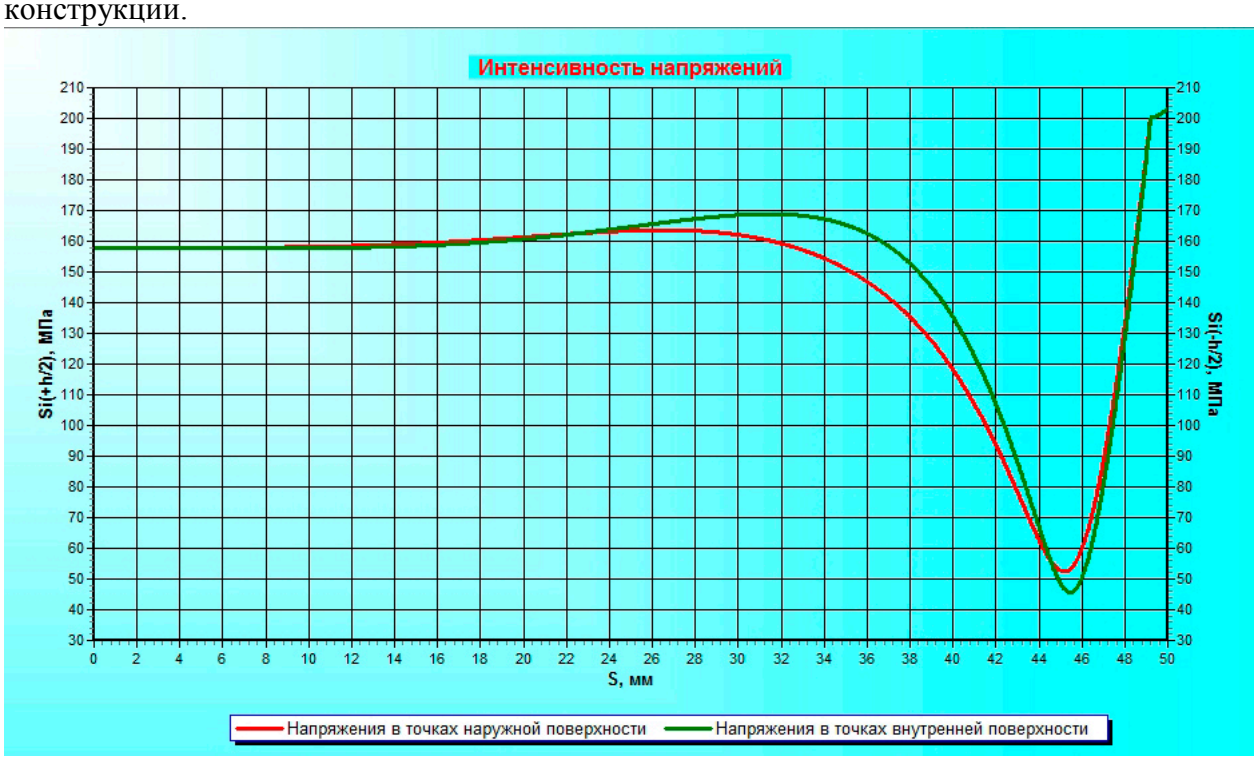


Рис.3. Распределение интенсивности напряжений по длине оболочки

Максимальные напряжения находятся на участке примыкающий к заделке. По условию Хубера- Мизеса ($\sigma_i = \sigma_T$), видим что эти напряжения превышают предел текучести материала. Рассмотрим как распространяется возникшие пластические деформации. По

полученным данным построено следующее изображение:

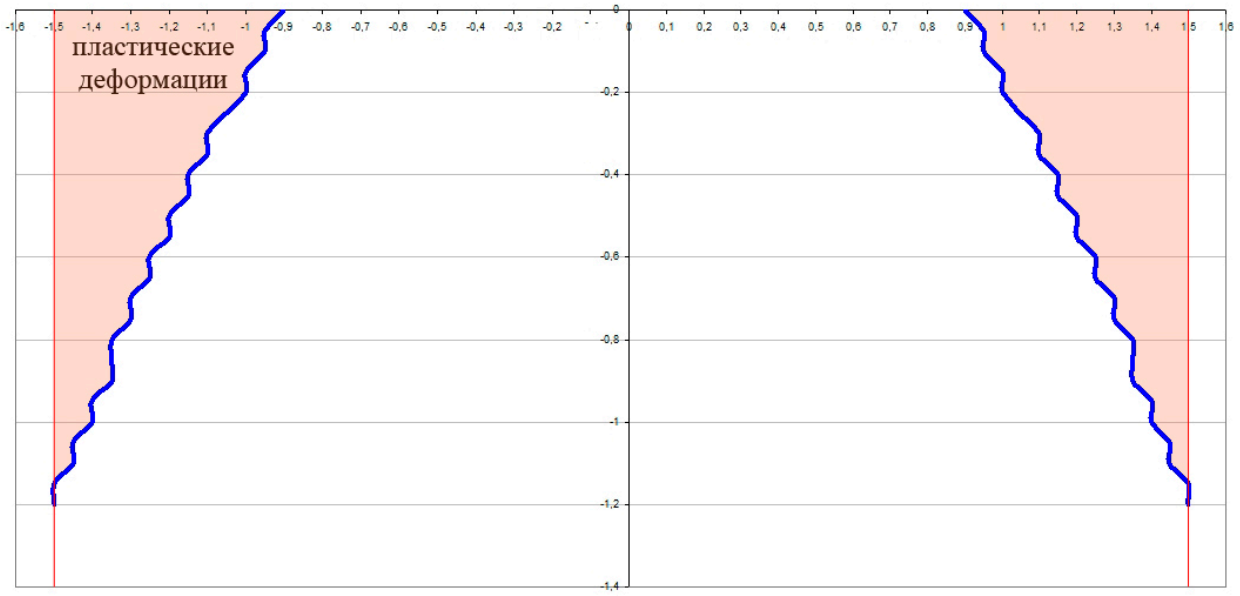


Рис.4. Распределение пластических деформация по толщине оболочки

Пластические деформации, в районе примыкающем к заделке, распространяются на длину 1,2мм по длине и максимально в по толщине на расстояние 0,9мм от срединной поверхности.

Второй метод: метод конечных элементов в CAE-системе Ansys Workbench 14.

Смоделированы следующие визуальные результаты:

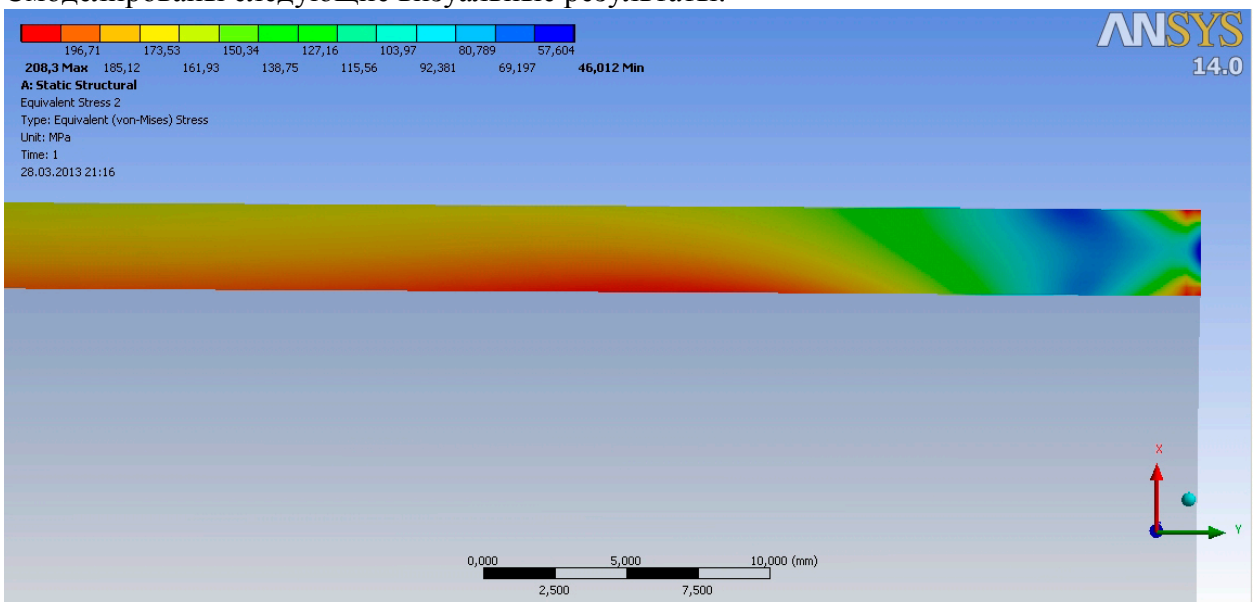


Рис.5. Визуализация распределение напряжения по длине оболочки.

Максимальные напряжения преобладают у заделки (правый контур). Рассмотрим подробней эту зону.

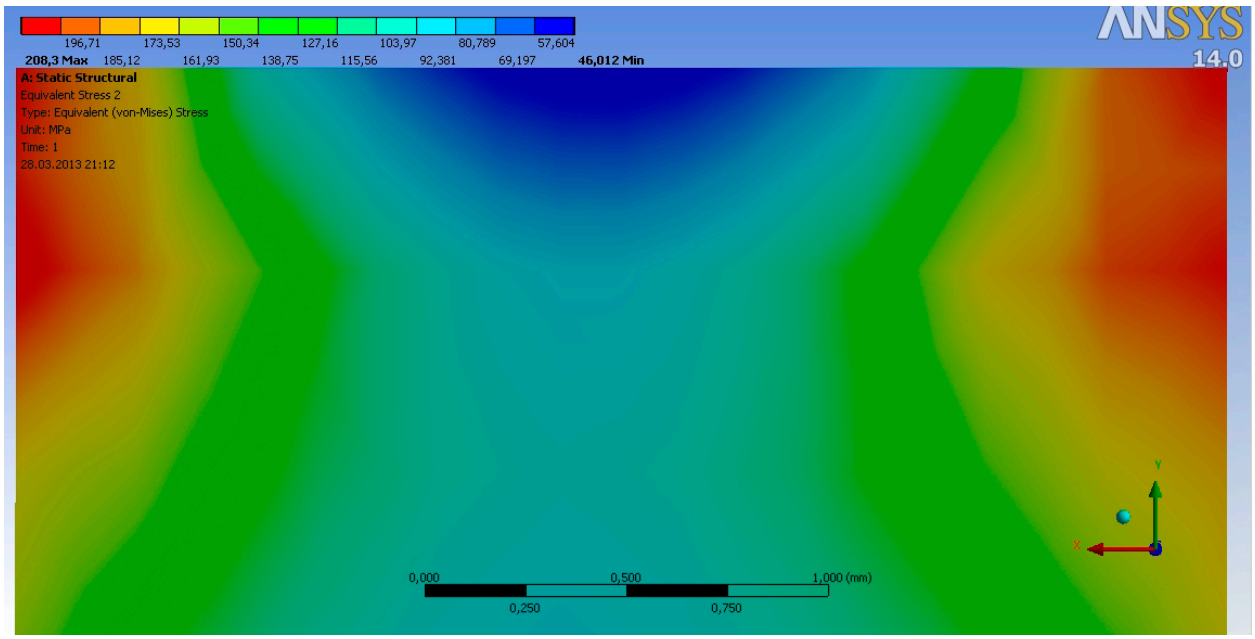


Рис.6. Распределение интенсивности напряжений по толщине

Напряжения в срединной поверхности наименьшие, еще упругие, нелинейно возрастают в обе стороны от нее. На поверхности, в узко локализованной зоне, наблюдаются пластическое состояние.

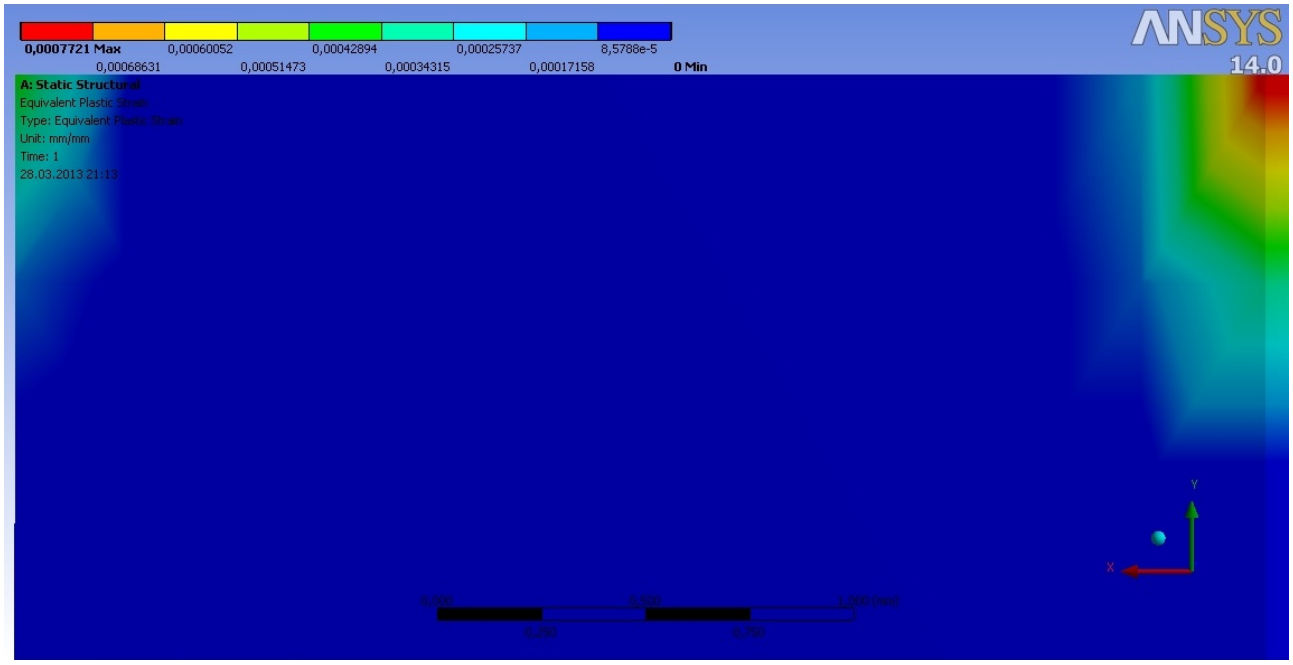


Рис.7. Пластические деформации

Максимальное радиальное перемещение равно 0,025905мм, что составляет 0,86% от толщины оболочки.

Таким образом можно заключить, что трубка трубной решетки, в зоне, близкой к сварке, поддается большим напряжением, при незаметном для глаз перемещении. В ГОСТах учтено: данная конструкция предельно нагружается давлением 6,3МПа, нами же была испытана под давлением в 20МПа=200атм. Но в данной работе не рассматривались растягивающие усилия, которые возникают в трубных конструкциях такого типа, и не было температурных деформаций, которые значительно изменяют свойства материала.

Сравнение двух методов:

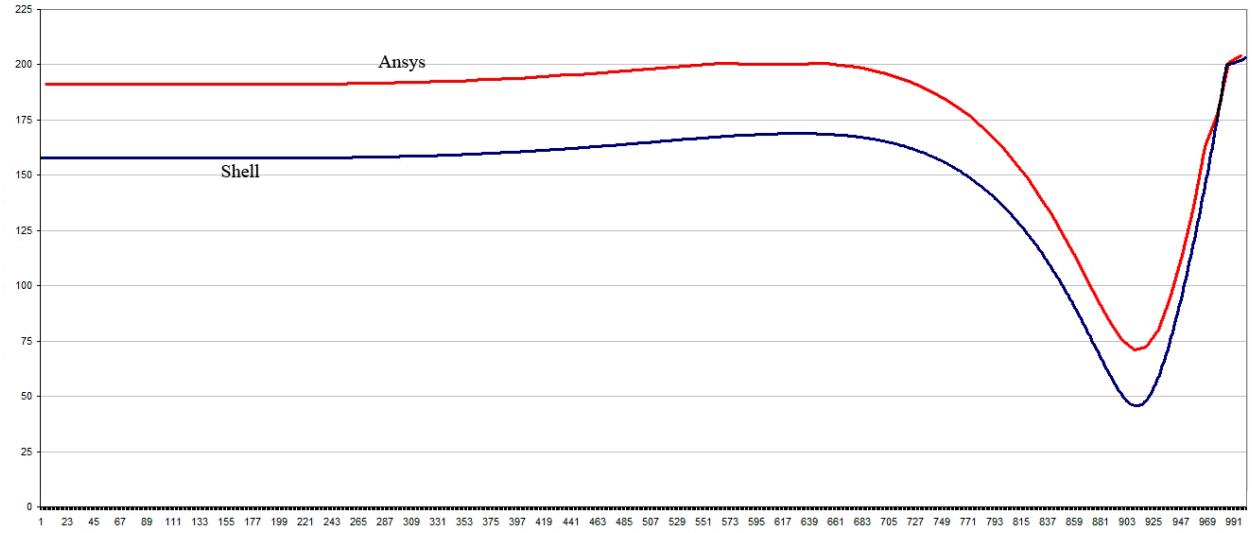


Рис.8. Сопоставление результатов. Диаграмма распределения интенсивности напряжений по длине оболочки

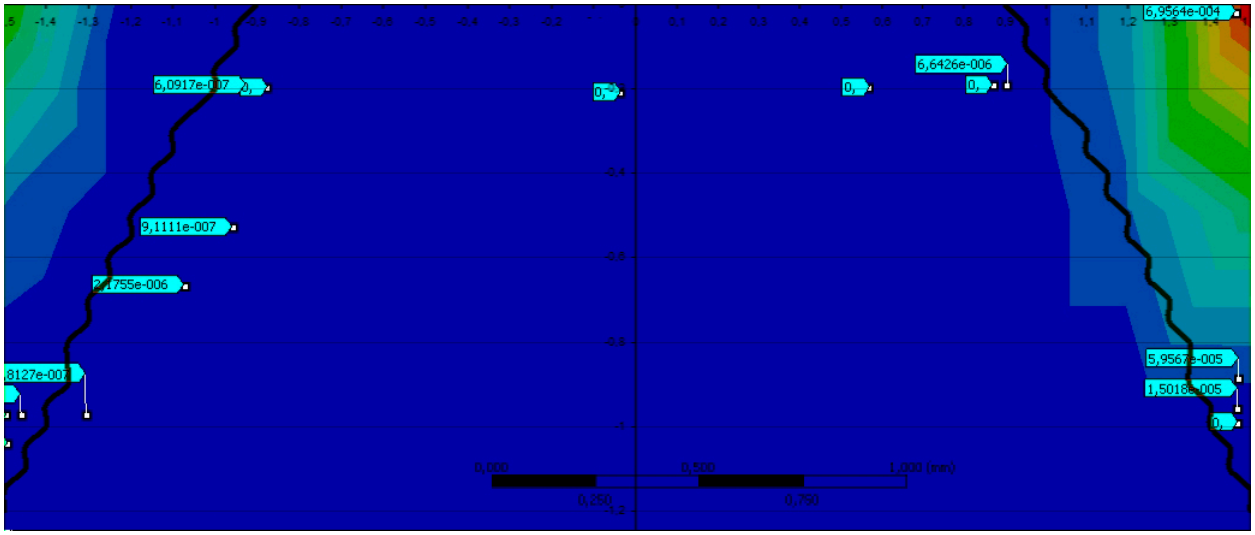


Рис.9. Сопоставление результатов. Распределение пластических деформаций по толщине, в зоне примыкающей к сварке

Пришли к следующему выводу:

Процент расхождения результатов составляет 17%.

Производить инженерный анализ обоими методами можно считать достоверными.

- Первый метод:
  - Плюсы: время, размер ПО (~3Мб)
  - Минусы: ограниченный функционал (т.е. только оболочные конструкции)
- Второй метод:
  - Плюсы: большой функционал (статика, динамика, различных моделей и процессов), наглядная визуализация
  - Минус: размер ПО (~6Гб), время

Литература.

1. Бидерман В.Л. Механика тонкостенных конструкций. – М.: Машиностроение, 1977. 488 с.
2. Тимонин А.С. - Основы конструирования и расчета хим-технол и природоохр обор. Справочник. Том 1
3. Бруяка В.А. Инженерный анализ в Ansys Workbench, Учеб. пособ.. Самар. гос. тех. ун-т, 2010- 271с

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ВИХРЕВОГО ЭЖЕКТОРА НА ВЕЛИЧИНУ КОЭФФИЦИЕНТА ЭЖЕКЦИИ.

Михальченкова А.Н., Исаев С.В.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт инженерной экологии и химического машиностроения**,** факультет химико-технологического оборудования
Научный руководитель: д.т.н., проф. Лагуткин М.Г.

Вихревой эжектор при малых габаритах и простоте конструкции получил распространение в энергетике, машиностроении, химической, пищевой и других отраслях промышленности. Простота конструкции является одним из важнейших характеристик аппарата, позволяющих снизить капитальные затраты на его изготовление и дальнейшее обслуживание. Применительно к эжекторным аппаратам, которым характерно отсутствие движущихся частей, простота конструкции является определяющим фактором, повышающим их привлекательность в конкурентной борьбе на рынке. Однако отсутствие единой надежной методики расчета вихревых эжекторов сдерживает их использование в промышленности. Но явно выявленные достоинства вихревых эжекторов заставляют исследователей и в наше время вновь и вновь осуществлять попытки изучения работы эжекторов с целью создания расчетных зависимостей для определения основных характеристик работы аппарата и его конструктивных и режимных параметров.

В настоящее время кроме использования лабораторных стендов с целью практического исследования работы тех или иных аппаратов имеется возможность компьютерного моделирования конструкции аппарата и дальнейшего исследования гидродинамической картины внутри созданной модели. Качественная реализация поставленной задачи может быть осуществима с помощью пакета программ SolidWorks, с помощью которого на начальном этапе создается трехмерная модель аппарата, в нашем случае вихревого эжектора, а в дальнейшем с помощью встроенного пакета программ COSMOSFloWorks исследуется влияние конструктивных и режимных параметров на величину коэффициента эжекции. Такой подход позволяет провести исследование вихревого эжектора в различных его конструктивных исполнениях и на основании многочисленных экспериментальных данных определить связь между основными параметрами аппарата с целью определения математической зависимости для их расчета.

Исследование вихревого эжектора с помощью компьютерного моделирования способно значительно сократить затраты времени на проведение испытаний, связанных с изучением влияния тех или иных параметров на величину коэффициента эжекции. Моделирование турбулентного течения жидкости в COSMOSFloWorks осуществляется с помощью осредненных по Рейнольдсу системы уравнений Навье-Стокса. Кроме того используются уравнения состояния компонентов текучей среды, а также эмпирические зависимости вязкости и теплопроводности этих компонентов среды от температуры. Для замыкания системы уравнений используются уравнения переноса кинетической энергии турбулентности и ее диссипации в рамках $k - \varepsilon$ модели турбулентности.

Расчетная схема вихревого эжектора, созданная в программе SolidWorks для расчета в COSMOSFloWorks, представлена на рис. 1. Модель соответствует схематическому изображению вихревого эжектора, который работает следующим образом: рабочий (эжектирующий) поток газа подается в цилиндрический корпус *1* аппарата через тангенциально расположенные патрубки *2* и закручивается, на оси аппарата создается разряжение при увеличении давления во вращающемся потоке газа по направлению к стенкам корпуса, в результате чего становится возможным подсос газа через патрубок входа

эжектируемого потока *3*, расположенный коаксиально цилиндрическому корпусу *1* аппарата со стороны входа рабочего потока, внутри аппарата рабочий и эжектируемый потоки газа смешиваются и выходят через тангенциальный патрубок выхода смешанного потока *4,* расположенный с противоположной стороны аппарата.

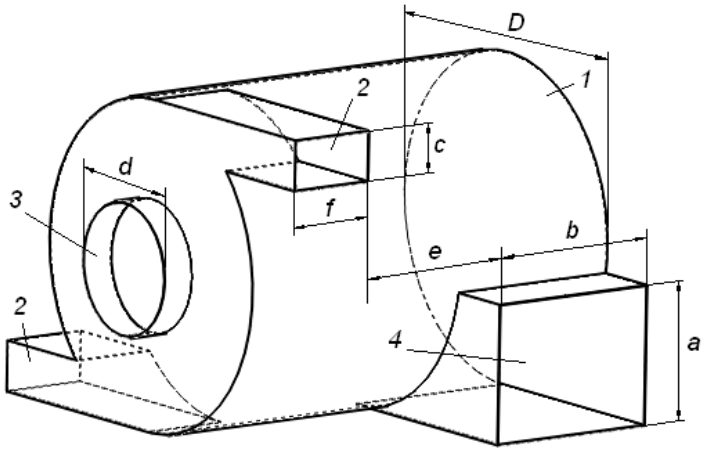


Рис. 1. Расчетная схема вихревого эжектора.
1 – цилиндрический корпус, 2 – патрубки входа рабочего потока, 3 – патрубок входа эжектируемого потока, 4 – патрубок выхода смешанного потока.

Основной характеристикой работы вихревого эжектора является коэффициент эжекции *u*, который представляет собой отношение расходов эжектируемого и рабочего потоков газа.

Основной задачей при исследовании модели аппарата является определение влияния конструктивных и режимных параметров работы вихревого эжектора на величину коэффициента эжекции. К основным конструктивным параметрам могут быть отнесены размеры патрубков входа рабочего потока *2* (рис. 1), патрубка входа эжектируемого потока *3*, патрубка выхода смешанного потока *4* и длина цилиндрического корпуса *1* аппарата. Кроме того на величину коэффициента эжекции могут оказывать влияние конструктивные особенности патрубков входа рабочего потока и патрубка выхода смешанного потока, а именно отношение длины и ширины их поперечного сечения. К основным режимным параметрам относятся скорость газа в патрубках входа рабочего потока и величина наружного давления перед патрубками входа эжектируемого потока и выхода смешанного потока. Также на величину коэффициента эжекции могут оказывать влияние свойства (плотность, вязкость) эжектируемого и рабочего потоков газа.

Зависимость коэффициента эжекции от приведенных выше параметров можно записать в следующем виде:

$$u = f\left(\frac{d}{D};\frac{c}{f};\frac{a}{D};\frac{e}{D};\frac{F_{âõ}+F_{âñ}}{F_{âûõ}};\frac{F_{âõ}}{F};M;\frac{\rho_{âñ}}{\rho_{âõ}};\frac{\mu_{âñ}}{\mu_{âõ}};\frac{P_{âñ}}{P_{àòì}};\frac{P_{âûõ}}{P_{àòì}}\right). \qquad (1)$$

С целью получения максимально точных результатов и снижения возможной погрешности эксперимента исследовались модели вихревого эжектора с различными значениями диаметра цилиндрического корпуса. При этом остальные конструктивные параметры с изменением диаметра корпуса увеличивались либо уменьшались в соответствующем масштабе. В ходе изучения результатов исследования было установлено, что масштабирование размеров аппарата не влияет на величину коэффициента эжекции.

В ходе проведения работы было принято решение некоторые из исследуемых параметров представить в том значении, которое обеспечивает максимальную величину коэффициента эжекции. К таким параметрам были отнесены конструктивные особенности патрубков входа рабочего потока и выхода смешанного потока, а именно отношение ширины поперечного сечения патрубка входа рабочего потока к его длине *c*/*f* и отношение ширины поперечного сечения патрубка выхода смешанного потока к диаметру аппарата *a*/*D*. Кроме этого была найдена рациональная величина длины цилиндрического корпуса аппарата, которая складывается из длин поперечных сечений патрубков входа рабочего потока и патрубка выхода смешанного потока и расстояния от нижней кромки патрубков входа рабочего потока до верхней кромки тангенциального патрубка выхода смешанного потока. Обозначенный подход к определению длины аппарата был принят при последующем моделировании вихревого эжектора. Представленные конструктивные параметры принимают следующие рациональные значения, которые принимаются в качестве постоянных величин: *c*/*f*=0,4, *a*/*D*=0,5 и *e*/*D*=0,5.

Математическое моделировании процесса эжекции газа в вихревом эжекторе при условии атмосферного наружного давления перед патрубками входа эжектируемого потока и патрубком выхода смешанного потока.

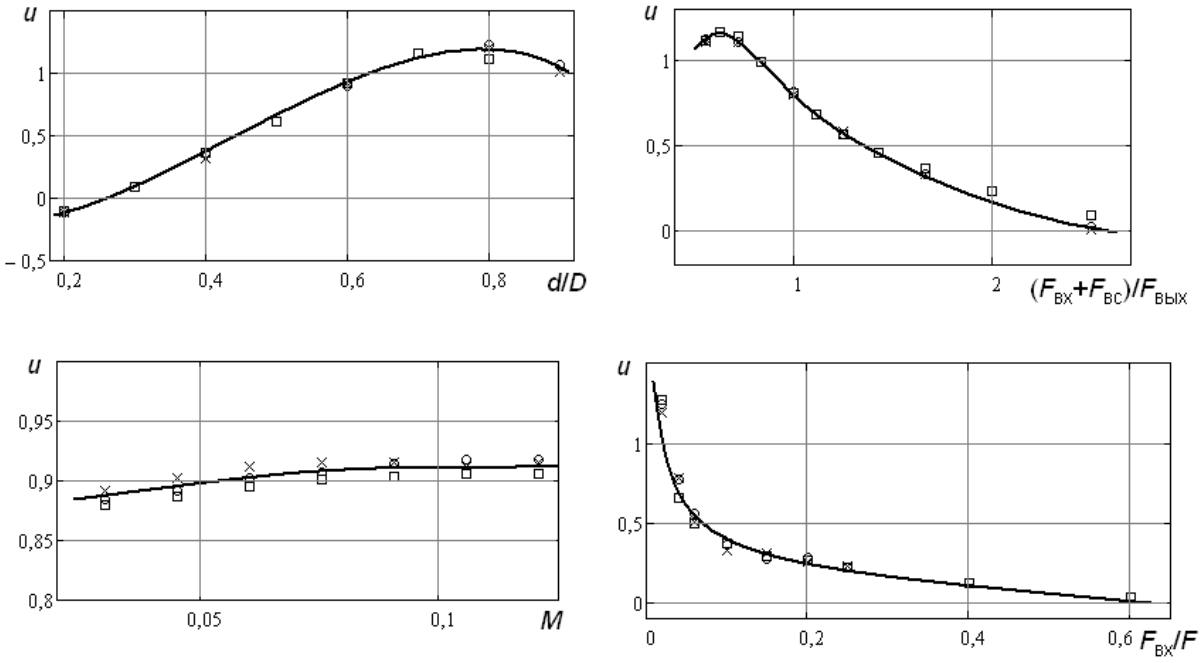


Рис. 3. График зависимости коэффициента эжекции от:
а – отношения диаметра патрубка входа эжектируемого потока к диаметру цилиндрического корпуса аппарата,
б – отношения суммарной площади поперечного сечения патрубков входа рабочего потока и патрубка входа эжектируемого потока к площади поперечного сечения патрубка выхода смешанного потока,
в – числа Маха в патрубках входа рабочего потока,
г – отношения площади поперечного сечения патрубков входа рабочего потока к площади поперечного сечения цилиндрического корпуса аппарата.

На рис. 3(*а-г*) представлены графики зависимости величины коэффициента эжекции от основных конструктивных параметров работы вихревого эжектора и от числа Маха (рис. 3*г*) в патрубках входа рабочего потока газа. Рациональные интервалы значений исследуемых величин определяются с учетом того, что коэффициент эжекции должен принимать

положительные значения вплоть до максимально возможной величины. На графике, изображенном на рис. 3*а*, коэффициент эжекции обращается в ноль при величине d=0,25D и принимает максимальное значение при d=0,8D. На рис. 3*б* при $F_{вх}+F_{вс}=2,5F_{вых}$ коэффициент эжекции обращается в ноль, при этом значение $F_{вх}+F_{вс}=0,67F_{вых}$ обеспечивает максимальную величину коэффициента эжекции. На рис. 3*в* наблюдаем, что при значении скорости газа в патрубках входа рабочего потока выше 30 м/с (M=0,09) коэффициент эжекции перестает расти, но при этом будет расти гидравлическое сопротивление. На рис. 3*г* коэффициент эжекции обращается в ноль при значении $F_{вх}=0,6F$ и при $F_{вх}<0,1F$ начинает заметно увеличиваться, но при этом в случае создания избыточного давления внешней среды на выходе из аппарата величина коэффициента эжекции при малых площадях поперечного сечения патрубков входа рабочего потока будет резко падать. Кроме того, с уменьшением площади поперечного сечения патрубков входа рабочего потока газа при неизменном значении скорости газа будет снижаться его расход, что приведет к снижению расхода эжектируемого газа. На основании опытных данных при значении $F_{вх}>0,3F$ расход эжектируемого потока перестает расти, а при $F_{вх}<0,05F$ наблюдается резкое снижение расхода эжектируемого потока.

В результате исследования графиков, изображенных на рис.3(*а-г*) можно сделать вывод, что работа вихревого эжектора будет наиболее рациональна при следующих значениях конструктивных и режимных параметров: d=(0,25-0,8)D, $F_{вх}+F_{вс}=(0,67\div2,5)F_{вых}$, M<0,09 и $F_{вх}$=(0,05-0,3)F.

Для того чтобы представить графическую зависимость коэффициента эжекции от исследуемых отношений конструктивных и режимных параметров работы вихревого эжектора в виде математической зависимости, необходимо описать полученные кривые с помощью уравнений регрессии. С достаточной точностью кривые, изображенные на рис. 3(*а-г*), можно описать с помощью степенной функции. В этом случае зависимость (1) с учетом того, что отношения c/f, a/D и e/D принимаются в качестве постоянных величин, можно представить в виде уравнения:

$$u_{àòì} = k\left(\frac{d}{D}\right)^{n_1}\left(\frac{F_{âõ}+F_{âñ}}{F_{âûõ}}\right)^{n_2}\left(\frac{F_{âõ}}{F}\right)^{n_3} M^{n_4}\left(\frac{\rho_{âñ}}{\rho_{âõ}}\right)^{n_5} \qquad (2)$$

На рис. 4(*а*) представлен график зависимости коэффициента эжекции от отношения плотности эжектируемого потока газа к плотности рабочего потока. На рис. 4(*б*) изображен график зависимости величины коэффициента эжекции, исключающий влияния плотности газовых потоков, от отношения вязкости эжектируемого и рабочего потоков газа. На графике видно, что при использовании в аппарате газов с одинаковой плотностью, но различной вязкостью, величина коэффициента эжекции практически не изменяется, поэтому влиянием вязкости газа можно пренебречь.

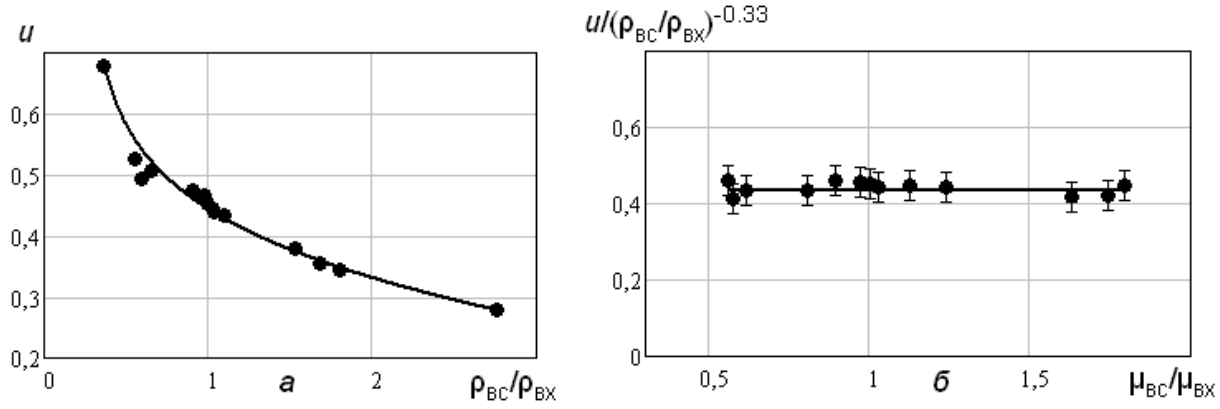


Рис. 4. График зависимости величины коэффициента эжекции от:
а – отношения плотности эжектируемого потока газа к плотности рабочего потока;
б – отношения вязкости эжектируемого потока газа к вязкости рабочего потока (величина коэффициента эжекции исключает влияние плотности потоков газа, доверительный интервал составляет ±5%).

В результате уравнение (2) для расчета величины коэффициента эжекции запишется в следующем виде:

$$u_{\text{àòì}} = 0{,}535\left(\frac{d}{D}\right)^{2{,}2}\left(\frac{F_{\text{âõ}}+F_{\text{âñ}}}{F_{\text{âûõ}}}\right)^{n}\left(\frac{F_{\text{âõ}}}{F}\right)^{m} M^{0{,}05}\left(\frac{\rho_{\text{âñ}}}{\rho_{\text{âõ}}}\right)^{-0{,}33}, \qquad (3)$$

где n=-1,56 при $F_{\text{вых}}$=(0,6-0,9)($F_{\text{вх}}$+$F_{\text{вс}}$), n=-1,21 при $F_{вых}$=(0,9-1,2)($F_{\text{вх}}$+$F_{\text{вс}}$), n=-1,02 при $F_{\text{вых}}$=(1,2-1,5)($F_{\text{вх}}$+$F_{\text{вс}}$), m=-0,7 при $F_{\text{вх}}$=(0,07-0,25)F, m=-0,3 при $F_{\text{вх}}$=(0,25-0,5)F. Уравнение получено с учетом, что расстояние от нижней кромки патрубков входа рабочего потока до верхней кромки патрубка выхода смешанного потока e=0,5D, ширина поперечного сечения патрубка выхода смешанного потока a=0,4D, ширина поперечного сечения патрубков входа рабочего потока c=0,4f.

ИНЖЕНЕРНЫЙ АНАЛИЗ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ КОРРОЗИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ.

Львова И.В.
Московский Государственный машиностроительный университет (МАМИ), Московский институт инженерной экологии и химического машиностроения, факультет «Химико-технологического оборудования»
Научный руководитель: д.т.н., профессор Луганцев Л. Д.

Рассматривается трубчатый элемент химико-технологической аппаратуры, в форме тонкостенной цилиндрической оболочки, заполненный коррозионной жидкостью под давлением. Под влиянием агрессивной среды возникает коррозионный износ внутренней поверхности трубчатого элемента – толщина стенки уменьшается с течением времени. Скорость коррозионного износа определяется экспериментальными методами. В качестве примера для коррозиестойкой стали 0Х18Н10Т на рис.1 представлены графики зависимости скорости коррозии от концентрации ***c*** и температуры ***T*** серной кислоты.

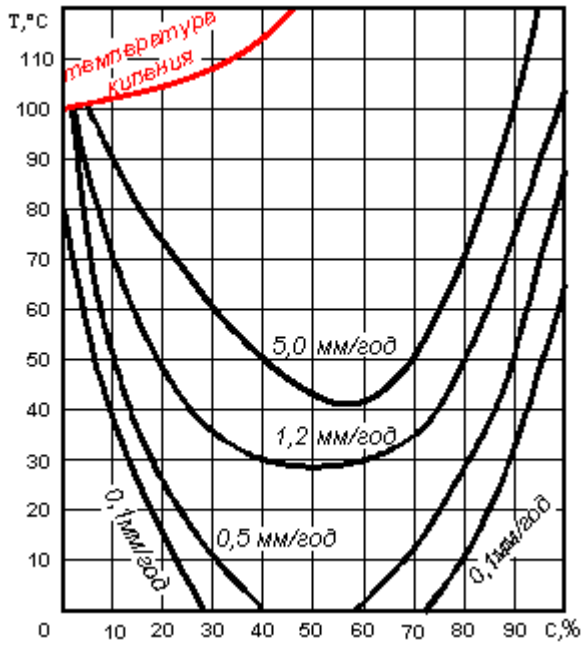


Рис. 1. Коррозионный износ стали 08Х18Н10Т в серной кислоте

На основе экспериментальных данных построены математические модели скорости коррозионного износа для широкого ряда коррозиестойких материалов при работе в различных коррозионных средах:

$$V_k = f\left(c,T\right).$$

В ряде случаев влияние агрессивной среды вызывает коррозионное растрескивание конструкционного материала, сопровождающееся образованием первичных микротрещин и дальнейшим их развитием. Таким образом, одновременно протекают два процесса: с одной стороны вследствие коррозионного износа непрерывно уменьшается толщина стенки конструкции, с другой – в стенке элемента возникают и развиваются микротрещины. В связи с этим возникает опасность хрупкого разрушения рассматриваемой конструкции.

Соответственно характеру изменения нагрузок во времени изменяется и напряженно-деформированное состояние машин и аппаратов.

В случае постоянных нагрузок говорят о статической прочности конструкции. В этом случае может иметь место хрупкое разрушение, в зависимости от свойств материала конструкции и условий ее работы. Может иметь место исчерпание несущей способности конструкции при ее работе в упруго-пластической стадии. В этом случае разрушение конструкции может сопровождаться значительными пластическими деформациями.

Сопротивление элементов конструкции хрупкому разрушению рассматривается на основе представлений об условиях возникновения и распространения трещин и о местных деформациях в зоне трещин. Процессы хрупкого разрушения в элементах из конструкционных металлов протекают в упруго-пластической области, при этом относительная роль упругих и пластических деформаций существенно зависит от механических свойств металла, температурных условий, условий нагружения и вида деформированного состояния.

В металлах распространение трещины связано с обязательным возникновением около конца трещины пластической зоны и, освобождаясь, упругая энергия тратится вовсе не на увеличение поверхностной энергии, а на работу пластического деформирования материала, который переходит в пластическое состояние по мере продвижения трещины (рис.2).

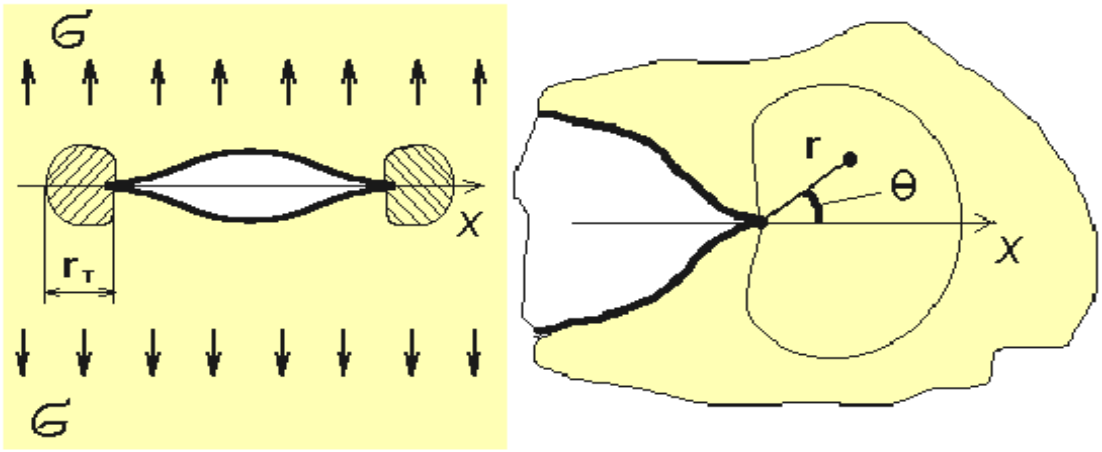


Рис. 2. Возникновение пластической зоны на концах трещины

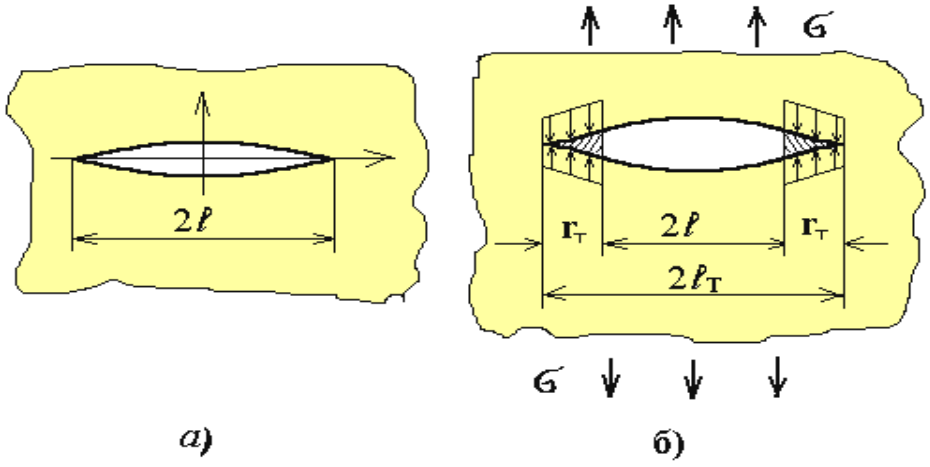


Рис. 3. Схема нагружения у концов трещины при растяжении пластины из идеального упруго-пластического материала: а) ненагруженное состояние; б) нагруженное состояние

Труба под внутренним давлением q при продольной сквозной трещине.

$$f_k = \sqrt{1 + 1 * 61 \frac{\ell^2}{Rh}}$$

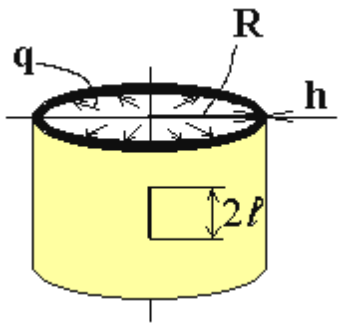


Рис. 4. Труба

На первый взгляд кажется, что, если уж трещина начала развиваться, то тело непременно разрушится. Однако это справедливо только при лавинообразном, неустойчивом развитии трещины. В случае взаимодействия трещины с препятствиями и границами ее развитие, как показывают эксперименты и расчеты, может происходить устойчиво, без окончательного разрушения тела в значительном диапазоне изменения нагрузки. Такое можно осуществить, поставив заклепки и пластины.

Для расчета оболочной конструкции на прочность применяем шаговый метод. Введем параметр ω, определяющий развитие процесса нагружения исследуемой конструкции (обобщенное время). При решении задачи в реальном масштабе времени $\omega \equiv \tau$ (τ - время). Программу работы конструкции разбиваем на ряд малых этапов $\Delta\tau$, расчет которых выполняем последовательно. Полагаем, что параметры конструкции и условия ее работы сохраняются на протяжении каждого исследуемого этапа. Рост размеров трещины определяется скоростью коррозионного износа.

Алгоритм численного анализа на ***n***-м этапе предусматривает выполнение следующих операций.

- Вычисляем текущее значение толщины стенки оболочной конструкции:

$$h_n = h_{n-1} - V_k \cdot \Delta\tau$$

а также текущие значения размеров трещины.

- Выполняем численный анализ напряженно-деформированного состояния оболочного элемента. Решение задачи выполняем методами линейной теории оболочек. В результате находим номинальные значения напряжений на данном этапе, в том числе, величину окружных напряжений σ_t.

Рассмотрим в качестве примера напряженно-деформированное состояние элементов оболочной конструкции типа «цилиндр-конус». Расчёт проводится с помощью методов теории оболочек в моментной и безмоментной зонах конструкции. Конструкция находится в условиях термосилового нагружения и подвергается коррозионному воздействию.

Рассматриваются четыре зоны сопрягающихся оболочек: безмоментная цилиндрическая, моментная цилиндрическая, моментная коническая и безмоментная коническая.

Для решения задачи применяется метод сил. Оболочки “разрезаются” по линии стыка и их действия друг на друга заменяются силами и моментами.

Осевое усилие N_z, приложенное к краю конической оболочки, раскладывается на две составляющие: меридиональное усилие N_s^* и радиальное усилие P_1.

Усилие N_s^* и давление q среды на коническую оболочку образуют самоуравновешенную систему, от воздействия которой в оболочке возникает безмоментное напряженное состояние.

Изгиб оболочки вызывают краевая моментная нагрузка m и радиальное усилие $P+P_1$.

Безмоментное напряженное состояние в цилиндрической оболочке возникает от воздействия осевого усилия N_z и давления q. Изгиб оболочки вызывают краевой момент m и усилие P.

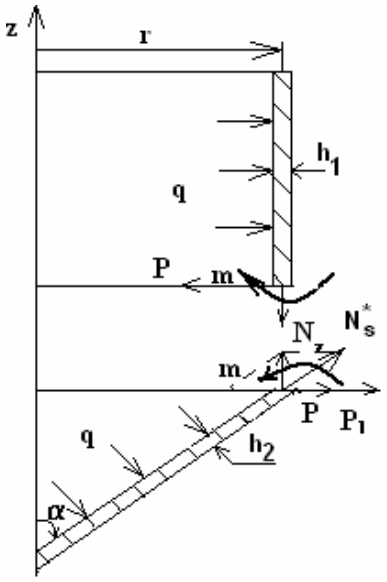


Рис.5.Расчетная схема

1. Составляется уравнение равновесия конической оболочки в проекциях на ось Z:

$\sum Fz = 2\pi r N_z - q\cdot\pi r^2 = 0$, откуда находится осевое усилие $N_z = \frac{qr}{2}$.

2. По правилу параллелограмма сила N_z раскладывается на N_s^*, P_1

$$N_s^* = \frac{N_z}{\cos\alpha} = \frac{qr}{2\cos\alpha},\ P_1 = N_z tg\alpha = \frac{qrtg\alpha}{2}.$$

3. Радиальное усилие P и момент m определяются из условия совместной работы цилиндрической и конической оболочек, согласно которому относительные радиальное и угловое перемещения их крайних сечений равны нулю.

$$\begin{cases} \frac{m}{2D_1\beta_1^2} + \frac{P}{2D_1\beta_1^3} + \Delta_1^{0*} = \frac{m}{2D_2\beta_2^2} - \frac{(P+P_1)}{2D_2\beta_2^3}\sqrt{\cos\alpha} + \Delta_2^{0*} \\ -\frac{m}{D_1\beta_1} - \frac{P}{2D_1\beta_1^2} + \vartheta_1^{0*} = \frac{m}{D_2\beta_2\sqrt{\cos\alpha}} - \frac{(P+P_1)}{2D_2\beta_2^2} + \vartheta_2^{0*} \end{cases}, \qquad (1)$$

По безмоментной теории $\Delta_1^{0*} = \frac{qr^2(1-\mu/2)}{Eh_1}$ и $\Delta_2^{0*} = \frac{qr^2 tg\alpha(1-\mu/2)}{Eh_2\cos\alpha}$. При этом $\sigma_{s1}^* = \frac{qr}{2\cdot h_1}$,

$\sigma_{s2}^* = \frac{qr}{2\cdot h_2\cos\alpha}$, $\sigma_{t1}^* = \frac{qr}{h_1}$, $\sigma_{t2}^* = \frac{qr}{h_2\cos\alpha}$.

Т.к. q=const (увеличивается только r) то $\vartheta_ц^{0*}$=0, а $\vartheta_к^{0*}$ можно пренебречь из-за его малости.

4. Решая систему (1), находим значения m и P.

5. Далее для моментных зон необходимо определить внутренние силовые факторы M_s, M_t, N_s, N_t в элементах рассматриваемого узла:

- для цилиндрической оболочки (2)

$$M_{s1} = m\Phi_1(\xi) + \frac{P}{\beta_1}\Phi_4(\xi)$$

$$M_{t1} = \mu M_{s1}$$

$$N_{s1} = N_z = \frac{qr}{2}$$

$$N_{t1} = N_t(m,P) + N_t^* = 2r\left(m\cdot\beta_1^2\Phi_2(\xi) + P\cdot\beta_1\Phi_3(\xi)\right) + N_{t1}^*$$

- для конической оболочки (3):

$$M_{s2} = m\Phi_1(\xi) - \frac{P+P_1}{\beta_2}\sqrt{\cos\alpha}\,\Phi_4(\xi)$$

$$M_{t2} = \mu M_{s2}$$

$$N_{s2} = N_s^* = \frac{qr}{2\cos\alpha}$$

$$N_{t2} = N_t(m,P) + N_t^* = 2r\left(m\cdot\beta_2^2\Phi_2(\xi) - (P+P_1)\cdot\beta_2\sqrt{\cos\alpha}\,\Phi_3(\xi)\right) + N_{t2}^*$$

Вычисления по этим формулам выполняются для ряда значений аргумента (ξ) в интервале $0 \le \xi \le 3.2$ с шагом $h_\zeta = 0.4$.

При этом $N_{t1}^* = \sigma_{t1}^* h1 = qr$ и $N_{t2}^* = \sigma_{t2}^* h2 = \frac{qr}{\cos\alpha}$.

6. В каждой моментной зоне рассчитываются меридиональные и кольцевые напряжения для внутренней и наружной поверхностей оболочек по следующим формулам: $\sigma_s = \frac{Ns}{h} \mp \frac{6Ms}{h^2}$, $\sigma_t = \frac{Nt}{h} \mp \frac{6Mt}{h^2}$ (4). Верхние знаки в формулах относятся к наружной поверхности оболочки, а нижние – к внутренней.

➢ Применяя метод последовательных приближений, определяем критическое значение напряжения σ_t^k, при котором происходит быстрое распространение трещины, используя зависимость:

$$\sigma_t^k = E_{\acute{n}} / \sqrt{\pi \acute{r}_{\mathrm{T}}}\, f_{\acute{e}},$$

где $E_{\acute{n}}$ – коэффициент интенсивности напряжений; $f_{\acute{e}} = \sqrt{1+1,61\cdot l^2/Rh}$ – поправочная функция; l – длина трещины; R – радиус трубчатого элемента; h – толщина стенки элемента; $\acute{r}_{\mathrm{T}} = a\left[1+0,5\left(\sigma_t^k/\sigma_{\mathrm{T}}\right)^2\right]$ – условная глубина трещины, учитывающая влияние пластической деформации в вершине трещины; a – текущая глубина трещины.

Глубина трещины $a_T = a\left[1+\frac{1}{2}*\left(\frac{\sigma_{1K}}{\sigma_T}\right)^2\right]$ и ее длина $l_T = l\frac{a_T}{a}$.

- Проверяем условие прочности исследуемой конструкции

$$\sigma_t < \sigma_t^k .$$

Если условие прочности выполняется, продолжаем расчет. В противном случае вычислительный процесс прекращаем. В результате находим ресурс исследуемой конструкции: $\tau = n \cdot \Delta\tau$.

Программный комплекс по расчету несущей способности элементов конструкций, находящихся в условиях коррозионного воздействия.

Разработанное программное обеспечение может быть использовано как инженерами-конструкторами в качестве инструмента для расчета несущей способности конструкций, так и инженерами-технологами с целью исследования влияния на срок службы аппаратов изменения таких параметров как температура, концентрация и давление агрессивной среды, в условиях которой работает исследуемый аппарат.

Используя программный комплекс «CorrLife», задаем исходные данные:

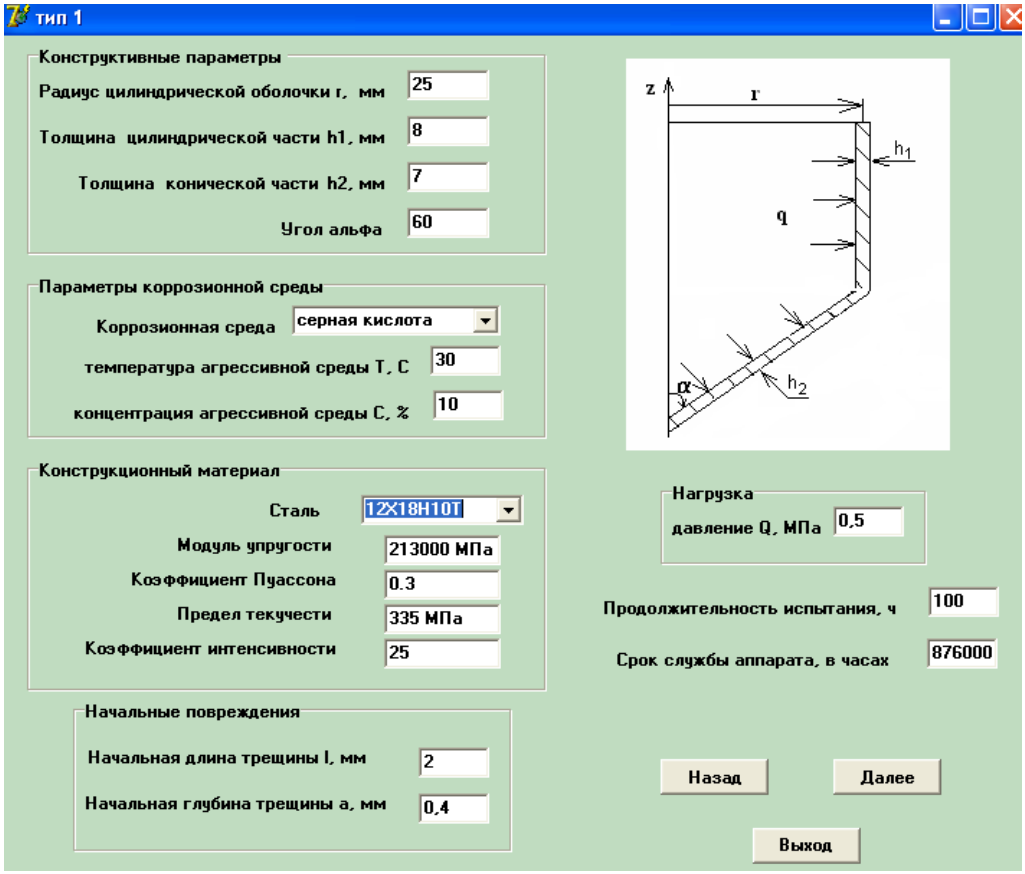
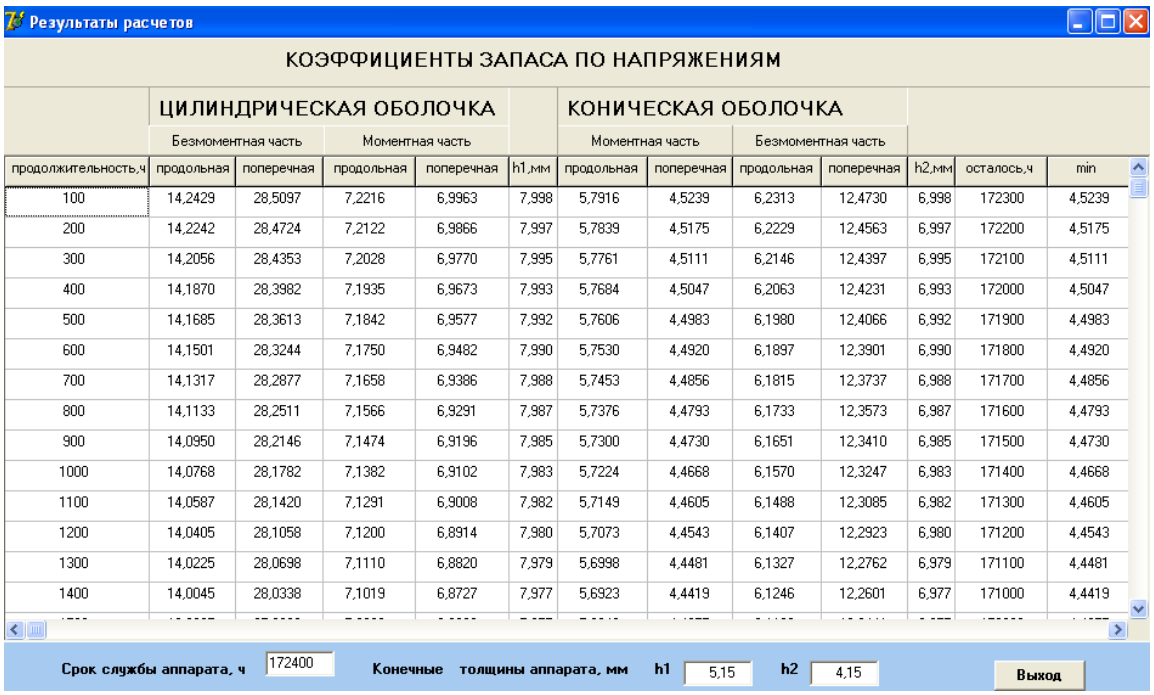


Рис.6. Ввод исходных данных

Проведя расчет, получаем результаты: коэффициенты запаса по напряжениям и геометрические параметры трещины:



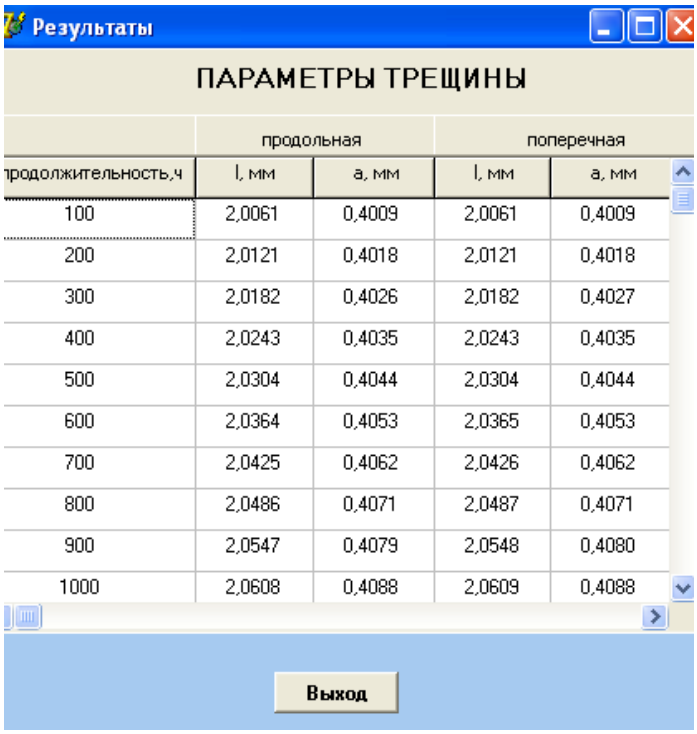


Рис.7. Результаты расчета

Если инженера по каким-либо причинам не устраивает результат, он может менять соответствующие параметры.

Например, при постоянных значениях температуры и концентрации ($T=30^0C$ и $C=10\%$) и изменении давления зависимость будет следующая:

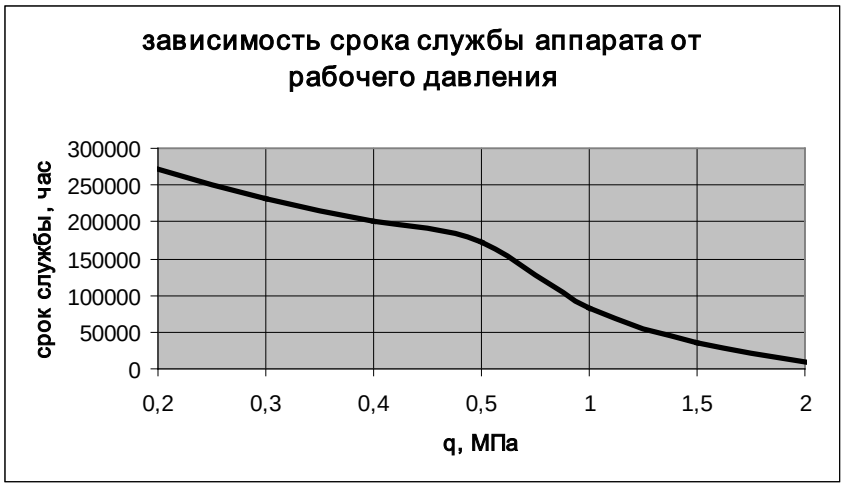


Рис.8. Влияние изменения давления на срок службы аппарата

Как видно по графику, при уменьшении давления долговечность аппарата возрастает.

Проведя аналогичное исследование с изменением значений температуры и концентрации агрессивной среды, можно сделать вывод, что при увеличении данных параметров срок службы аппарата сначала резко уменьшается, а потом сокращается, но не значительно.

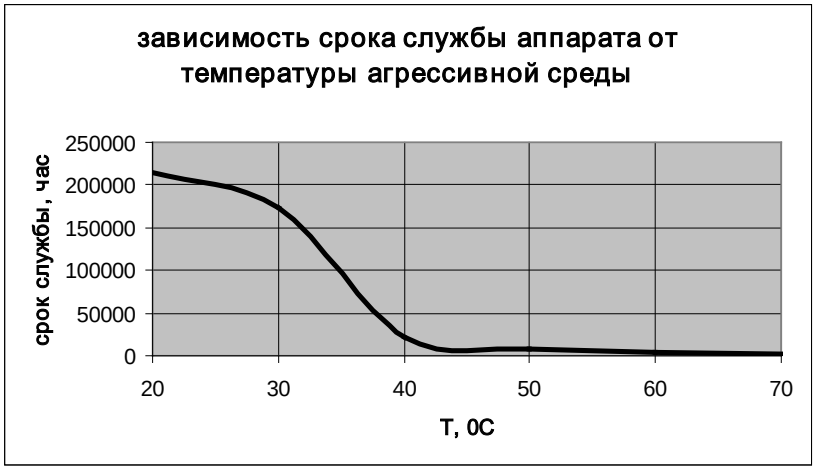


Рис.9. Влияние изменения температуры агрессивной среды на долговечность аппарата

Рис.10. Влияние изменения концентрации агрессивной среды на долговечность аппарата

Таким образом, зная, как соответствующие параметры влияют на долговечность аппарата, инженер может подобрать оптимальный вариант работы конструкции.

Список используемой литературы:

1. Мясников С.О., Луганцев Л.Д. Моделирование процессов деформирования и разрушения элементов конструкций с учетом коррозионного воздействия // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-24. Сб. трудов XXIV Международной научной конференции Т.8. –Пензенская гос.технол. академия, 2011, с.9-10.

2. Серенсен С.В. Сопротивление материалов усталостному и хрупкому разрушению. – М.: Атомиздат, 1975. 192 с.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ВИДОВ МИНИКОЛЬЦЕВЫХ НАСАДОК

Митрофанова Е.Г.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Университет машиностроения, факультет «Химико-технологического оборудования»
Научный руководитель: к.т.н., доцент Баранова Е.Ю.

Получившие определенное распространение в скрубберных аппаратах, предназначенных для очистки и охлаждения отходящих газов, миникольцевые насадки выпускаются в промышленных масштабах [1-3]. При этом особый интерес вызывает открытый вид их внутренней полости, что позволяет с помощью этих насадок получить новое, более высокое качество процессов тепло и массообмена в насадочном аппарате.

Форма миникольцевой насадки, а также величина отношения диаметра насадки к ее высоте, обеспечивают, в совокупности, преимущественно продольно-горизонтальную ориентацию элементов насадки в аппарате при их загрузке «внавал». Отмеченная особенность рассматриваемой насадки также сказывается на ее гидравлическом сопротивлении, обеспечивая его существенное снижение по сравнению с другими кольцевыми насадками (см. рис.1)[1].

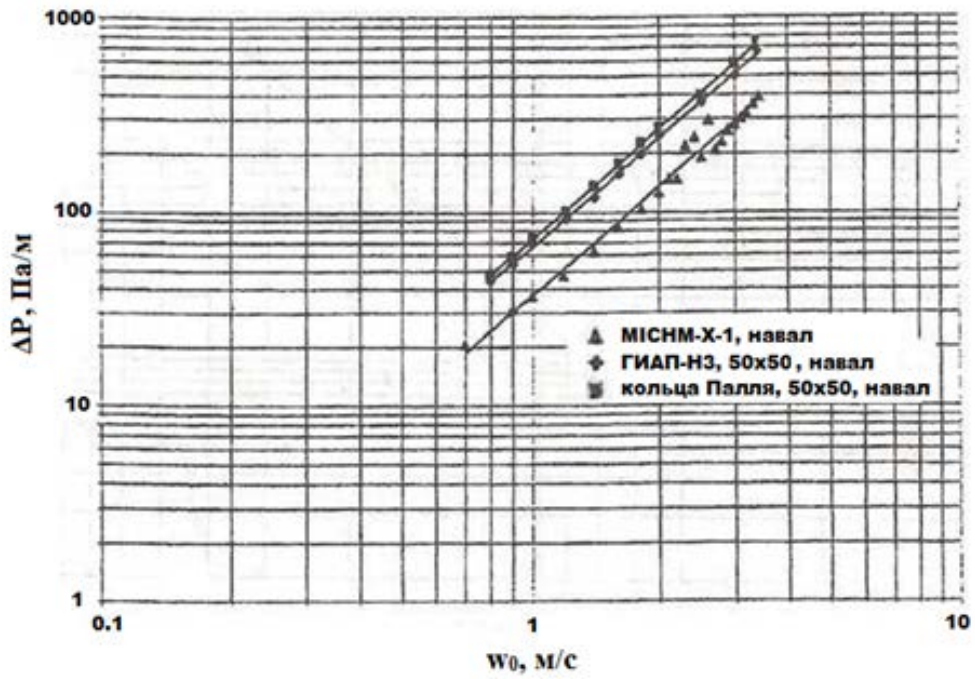


Рис. 1. Зависимость $\Delta P = f(w_0)$ для сухих кольцевых и миникольцевых насадок

Указанное качество миникольцевых насадок представляется особенно важным для осуществления процесса охлаждения отходящих газов, что в настоящее время представляет особый интерес в связи с актуальностью вопросов утилизации тепла.
Важной особенностью предлагаемой насадки в аспекте ее использования при осуществлении тепло- и массообменных процессов является возможность использования многочисленных «концевых» эффектов [4], число которых в 1 $м^3$ составляет:
$m=2*n$, где n - число штук в 1 $м^3$.

Предложена конструкция и проведены испытания новой миникольцевой насадки для тепло и массообменных процессов с размерами элемента насадки: 40х3,5х1.
Основные характеристики представленной миникольцевой насадки приведены в табл. 1.

Табл.1- Основные характеристики исследуемой мини-кольцевой насадки.

Тип	Материал	Размер, мм	Удельная поверхность, $м^2/м^3$	Порозность, $м^3/м^3$	Насыпной вес, $кг/м^3$	Кол-во штук, $шт/м^3$
Мини-кольцевая насадка	полиэтилен	40x3,5x1	180	0,923	72	$1,5*10^5$

Элемент насадки имеет форму кольца с прерывистым ребром по внутреннему контуру и с небольшими выступами на торцевой поверхности. Общий вид насадки представлен на рис.2.

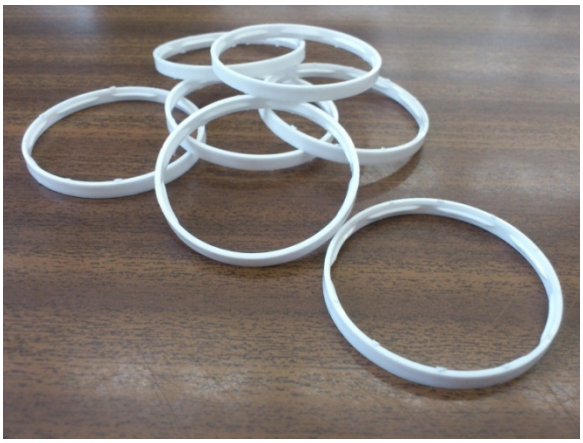


Рис.2. Общий вид исследуемой миникольцевой насадки

Опыты проводились на испытательном стенде (см. рис.3.) при нагрузках по воздуху от 0,2 до 0,9 м/с. В опытах с орошаемой насадкой расходы по жидкости составляли от 300 до 610 кг/ч. Схема опытного стенда изображена на рис. 3.

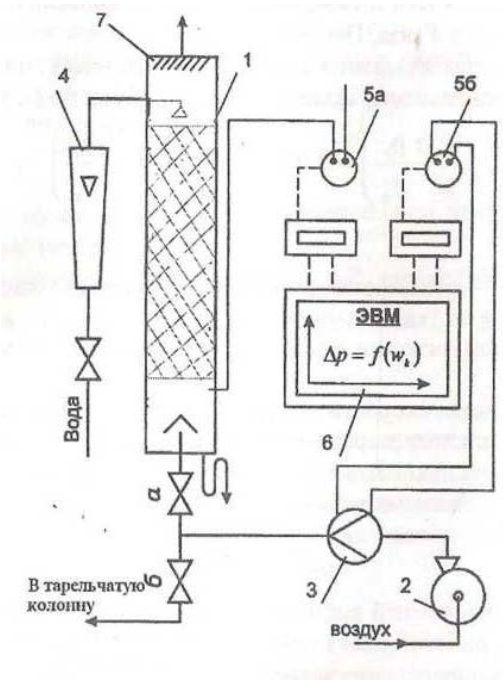


Рис. 3. Схема опытного стенда:
1 - колонна; 2 - воздуходувка; 3 - измеритель расхода воздуха; 4 - ротаметр; 5 - манометры; 6 - ЭВМ; 7 - брызгоуловитель; а, б - регулировочные вентили

В ходе проведения опытов контролировались расходы контактирующих потоков (воздуха и воды) и перепад давления в колонне.

Результаты проведенных опытов по исследованию гидравлического сопротивления сухой и орошаемой миникольцевой насадки новой конструкции представлены на рис.4. и рис.5, соответственно.

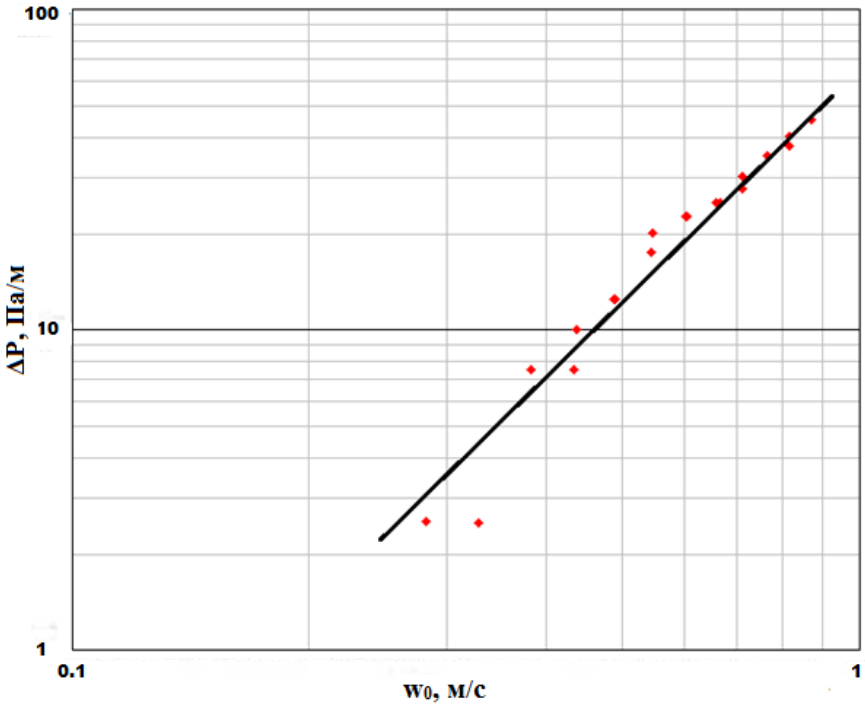


Рис.4. Зависимость $\Delta P = f(w_0)$ для сухой миникольцевой насадки новой конструкции

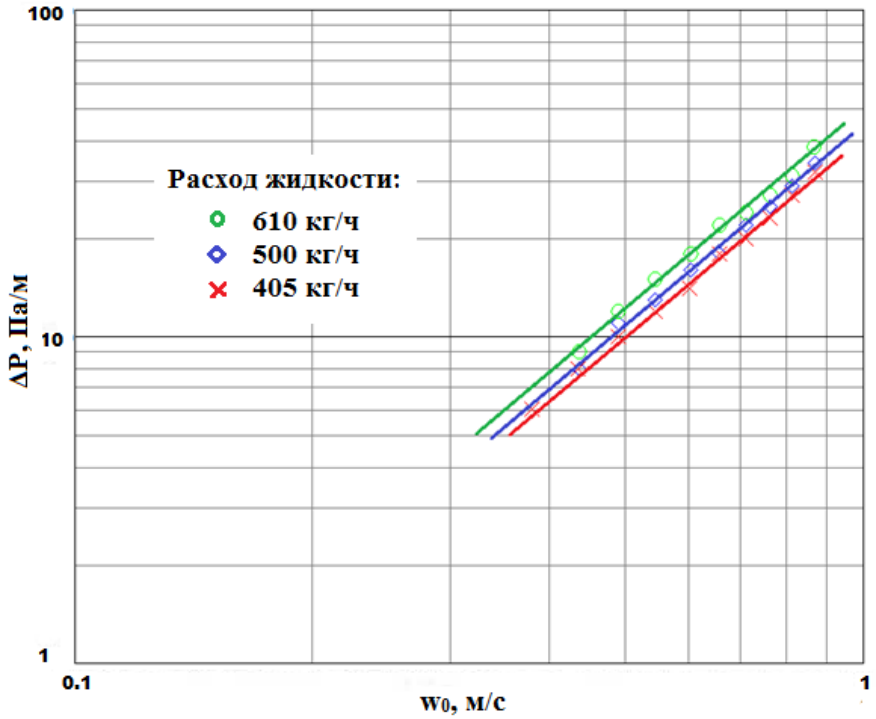


Рис.5. Зависимость $\Delta P = f(w_0)$ для орошаемой миникольцевой насадки новой конструкции

Выводы:

1. Предложена новая конструкция миникольцевой насадки для тепло и массообменных процессов с соотношением высоты к диаметру элемента насадки h/d = 0.0875;
2. Проведены испытания и составлены графики зависимости $\Delta P/H = f(w_0)$ для сухой и орошаемой мини-кольцевой насадки новой конструкции.
3. Представленная насадка имеет большую удельную поверхность, что способствует интенсификации процесса массообмена между контактирующими фазами.
4. Открытый вид внутренней полости и наличие выступов на торце элемента насадки способствует уменьшению застойных зон и свободному проходу газовой фазы при малом удельном перепаде давления на единицу высоты слоя насадки.
5. Предлагаемая насадка способна обеспечить высокую скорость движения паровой фазы в условиях пленочного режима течения жидкой фазы, и, как следствие, высокую производительность и эффективность массообменных аппаратов.

Литература:

1. Каган А.М., Чиж К.В., Пушнов А.С., Тимонин А.С., Юдина Л.А., Пальмов А.А. Аэродинамика миникольцевых насадок// Энергосбережение и водоподготовка, 2010, №6,(68), с.42-45
2. Сокол Б.А., Чернышев А.К., Баранов Д.А., Беренгартен М.Г., Левин Б.Л., Насадки массообменных колон. Под общей редакцией проф. Баранова Д.А., М: ЗАО «Инфохим», 2009, 358 с.
3. Проспект фирмы: KOCH-GLITSCH, публикация KGMRP-1 2MO303B, Copiright 2003 Koch-Glitsch, LP
4. Пушнов А.С., Каган А.М. Структура и гидродинамика колонных аппаратов с насадкой. Введение в химический инжиниринг. СПб.: Изд. Политехнического университета, 2011, 135с.

ЭВОЛЮЦИОННАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИИ ПОДЪЕМНО-ЛОПАСТНОЙ НАСАДКИ МАШИН БАРАБАННОГО ТИПА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ СЫПУЧЕГО ТЕЛА

Ратынская Н.А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт инженерной экологии и химического машиностроения, факультет «Химико-технологического оборудования»
Научный руководитель: к.т.н., проф. Гусев Ю.И.

Настоящая статья продолжает цикл публикаций работ [1], начатых в шестидесятых годах по исследованию движения материала в медленно и быстро вращающихся барабанах. В настоящее время в химической и смежных отраслях промышленности наблюдается широкое использование гранулированных мелкодисперсных сыпучих материалов как в качестве сырья для дальнейшего производственного цикла, так и товарного продукта. При выборе оборудования для проведения тепло и массообменных процессов ориентиром служат функциональные, экономические, экологические, эргономические и другие критерии, после анализа которых предпочтение чаще всего отдается машинам барабанного типа с внутренними устройствами (барабанные сушилки, грануляторы-сушилки) или с гладкими барабанами (грануляторы-аммонизаторы и др.).

Рост потребления гранулированных мелкодисперсных сыпучих материалов ведет к необходимости усовершенствования существующих и разработки новых конструкций барабанных сушилок и грануляторов-сушилок. Этот процесс является трудоемким, включающим в себя в числе прочих стадий прототипирование, необходимое для верификации конструкции.

На сегодняшний день построение физической модели процесса, протекающего в барабанном грануляторе-сушилке и барабанной сушилке, предоставляет возможность сэкономить материальные ресурсы и значительно сократить количество итераций процесса разработки. Выбор рациональных технических характеристик конструкции связан с решением задачи о движении частиц внутри барабана, т.е. построением адекватной физической модели поведения твердого мелкодисперсного сыпучего материала внутри машины.

Ранее было разработано множество моделей поведения материала. Цели данных моделей различны [2]. Так одни предсказывают уровень смешивания частиц (диффузионная модель), другие описывают поведение частиц сложной формы и различных размеров. Для каждого материала строятся различные вариации исходных моделей, которых также множество. Большинство упомянутых моделей строилось на основе формул статистической физики, т.к. количество частиц в технологической машине относительно велико, и не представлялось возможности просчитывать поведение многочастичной системы на суперкомпьютерах в частности из-за дороговизны аренды вычислительных мощностей и в принципе их малой доступности.

В настоящее время вычислительные мощности значительно возросли. Особенно ощутимый скачок произошел в связи с популяризацией технологии параллельных вычислений на видеоадаптерах. Как известно, современные видеокарты хоть и уступают по частоте процессора современным CPU, но при этом их вычислительная мощность оказывается значительно выше, чем у простой связки CPU и оперативная память, что объясняется архитектурой видеоадаптеров, позволяющей производить тысячи простых вычислений параллельно.

Ранее эта технология использовалась исключительно для отрисовки двумерной и трехмерной графики. Однако в настоящее время компания NVIDIA предоставила интерфейс CUDA, позволяющий разработчикам программного обеспечения и исследователям производить параллельные вычисления на своем ПК [3]. Так можно промоделировать поведение многочастичной системы в реальном времени, не используя сложный аппарат статистической физики.

Основным преимуществом этого метода является возможность оценки на стадии проектирования практически всех параметров системы как интегральных (количество частиц, находящихся в падении), так и дифференциальных (скорость отдельной частицы), что придает ему гибкость и расширяемость.

Предлагаемая модель поведения твердого мелкодисперсного сыпучего материала внутри машины использует допущения о сферической форме и одинаковом размере частиц, основывается на законах классической механики и учитывает попарное взаимодействие частиц только на уровне близкодействия [4].

Для построения указанной модели введем понятие расстояния между частицами, показывающее наличие или отсутствие контакта между двумя частицами при положительном и отрицательном значениях соответственно:

$$\xi_{ij} = R_i + R_j - \left|\vec{r_i} - \vec{r_j}\right|, \quad (1)$$

где R_i, R_j – радиусы частиц; $\vec{r_i}$, $\vec{r_j}$ – радиус-векторы частиц.

Силу взаимодействия частиц наиболее удобно разложить на нормальную и тангенциальную составляющие с соответствующими единичными векторами:

$$\overrightarrow{F_{ij}} = \begin{cases} \overrightarrow{F_{ij}^n} + \overrightarrow{F_{ij}^t}, \text{если } \xi_{ij} > 0; \\ 0, \qquad \text{иначе.} \end{cases} \quad (2)$$

Наиболее популярными приближениями нормальной составляющей силы в области моделирования многочастичных систем являются линейная модель, вязкоупругая модель Герца и модель Уолтона-Брауна. Для описания тангенциальной составляющей силы взаимодействия частиц рассматривались модели Вернера-Хаффа, Кандолла-Стрека и Уолтона-Брауна.

Для достижения наибольшей производительности и экономии памяти ПК при проведении симуляции из перечисленных моделей нормальных и тангенциальных составляющих силы взаимодействия частиц были выбраны линейное приближение и модель Вернера-Хаффа соответственно.

Линейная модель описывается выражением

$$F_n = Y\xi + \gamma_n \frac{d\xi}{dt}, \quad (3)$$

где Y – модуль Юнга материала частиц,γ – постоянная диссипации.

В модели Вернера-Хаффа используется понятие тангенциальной составляющей относительной скорости:

$$v_{rel}^t = \left(\overrightarrow{v_j} - \overrightarrow{v_i}\right)\overrightarrow{e_{ij}^t} + R_i\omega_i + R_j\omega_j, \quad (4)$$

где ω_i, ω_j – угловые скорости вращения частиц.

Закон Вернера-Хаффа имеет вид:

$$F_t = -sign(v_{rel}^t) \cdot \min(\gamma_t|v_{rel}^t|,\ \mu|F_n|), \quad (5)$$

где μ – коэффициент трения.

Как можно понять из формулы, при малой относительной скорости или большой силе нормальной реакции опоры бóльшую роль играет первый член в выражении минимума. При этом сила трения будет в любом случае ограничена сверху силой, выражаемой законом Кулона. Данная модель проста, хорошо выражает поведение динамических систем и плохо подходит для моделирования статических систем.

При оценке адекватности полученной модели были заданы начальные параметры системы и выполнена проверка чувствительности модели к следующим факторам: коэффициенту диссипации энергии системы, коэффициенту трения материала частиц. Так, при увеличении коэффициента диссипации энергии после снятия внешнего воздействия система быстрее приходила в состояние покоя, а при увеличении коэффициента трения между частицами и стенками барабана частицы, в начальный момент равномерно распределенные по всему сечению, в поле силы тяжести располагались на дне цилиндра и угол сегмента распределения материала увеличивался $\alpha < \beta < \gamma$ (рисунок 1).

Также наблюдалось сходство профилей распределения материала в поперечном сечении барабана машины с внутренними устройствами (подъемно-лопастной насадкой), полученных на лабораторной установке и в результате симуляции с параметрами аналогичными лабораторным (рисунок 2).

По итогам качественной проверки результатов моделирования на отсутствие абсурдного поведения частиц был сделан вывод о завершении стадии верификации модели.

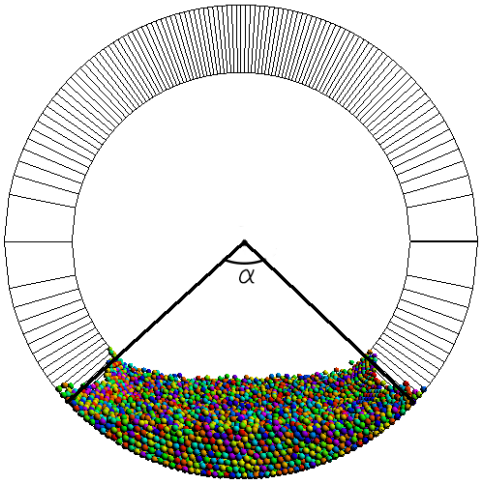
Полученная имитационная модель поведения сыпучего тела была использована для проведения эволюционной оптимизации геометрии подъемно-лопастной насадки машин барабанного типа с помощью генетического алгоритма. Указанный способ решения задачи выбора геометрии был применен как наиболее прогрессивный из класса подходов стохастического программирования, подразумевающих наличие неопределенности (неявный вид целевой функции) при решении задач многомерной глобальной условной оптимизации. При оптимизации был реализован классический генетический алгоритм, включавший в себя создание начальной популяции, где особями считались лопатки различной конфигурации, применение операторов селекции, скрещивания и мутации и оценку пригодности полученных особей. В качестве целевой функции, определяющей пригодность особей, было принято количество частиц, находящихся в падении. Особи были закодированы наборами вещественных чисел, состоящими из количества сегментов лопатки, значений относительных углов наклона сегментов и их длин. Выбранный тип кодирования обусловил вид применяемых операторов жизненного цикла (скрещивания и мутации). Вероятности скрещивания и мутации были установлены равными 0,8 и 0,01 соответственно. Оператор селекции использовал рулеточный отбор для создания нового поколения популяции. Критерием останова было выбрано схождение популяции, то есть такое состояние популяции, когда все особи почти одинаковы и находятся в области некоторого экстремума. По результатам работы алгоритма в качестве решения была получена конфигурация лопаток барабана радиуса r (рисунок 3) с параметрами α_i и a_i схожими с аналогичными β_i и b_i для лопасти МИХМ-2 (см. таблицу 1), разработанной сотрудниками кафедры АКМиА МИХМа.

Таким образом, для выбранных конкретных конструкций машин барабанного типа – сушилок и грануляторов-сушилок – был получен гибкий и расширяемый способ нахождения профиля подъемно-лопастной насадки, обеспечивающей наибольшее количество частиц в веере падающего материала. В дальнейшем, благодаря универсальности описанной модели поведения сыпучего материала, вводя некоторые модификации и задаваясь другими

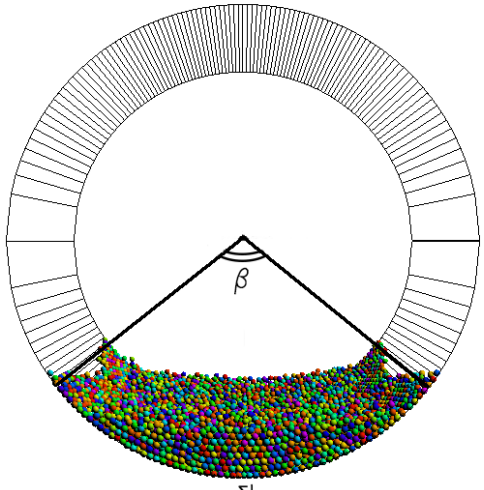
критериями, можно проводить эволюционную оптимизацию характеристик других машин, работающих с сыпучими средами, таких как холодильники, смесители, грохоты, реакторы.

Таблица 1

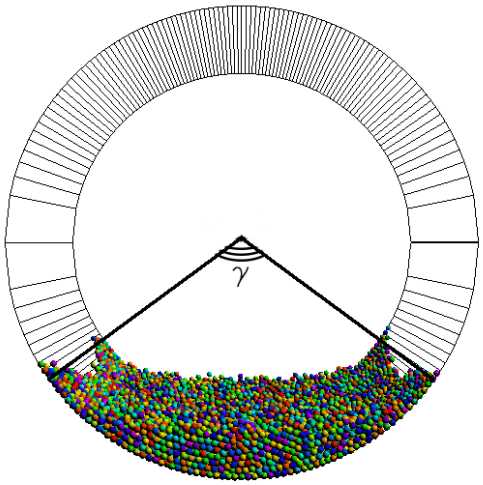
№ сегмента, i	α_i, град	β_i, град	a_i/r	b_i/r
1	118,051	113,000	0,1310	0,1225
2	127,253	120,000	0,1062	0,1125
3	101,073	110,000	0,1091	0,1125



а)



б)



в)

Рисунок 1. Снимки компьютерной симуляции поведения системы при разных значениях коэффициента трения: *а* – μ=0,3; *б* - μ=0,6; *в* - μ=0,9

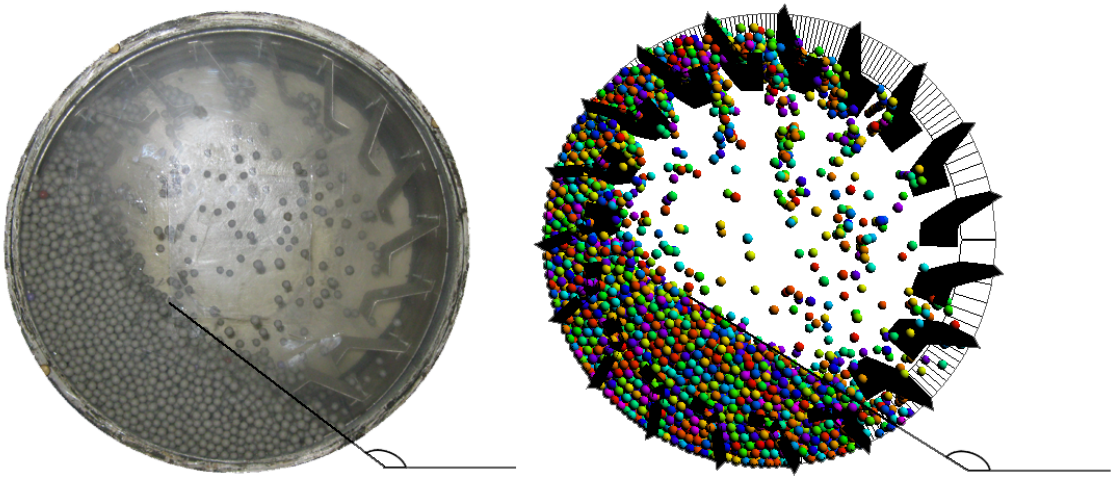


Рисунок 2. Профили распределения материала в поперечном сечении, полученные на лабораторной установке и в ходе симуляции

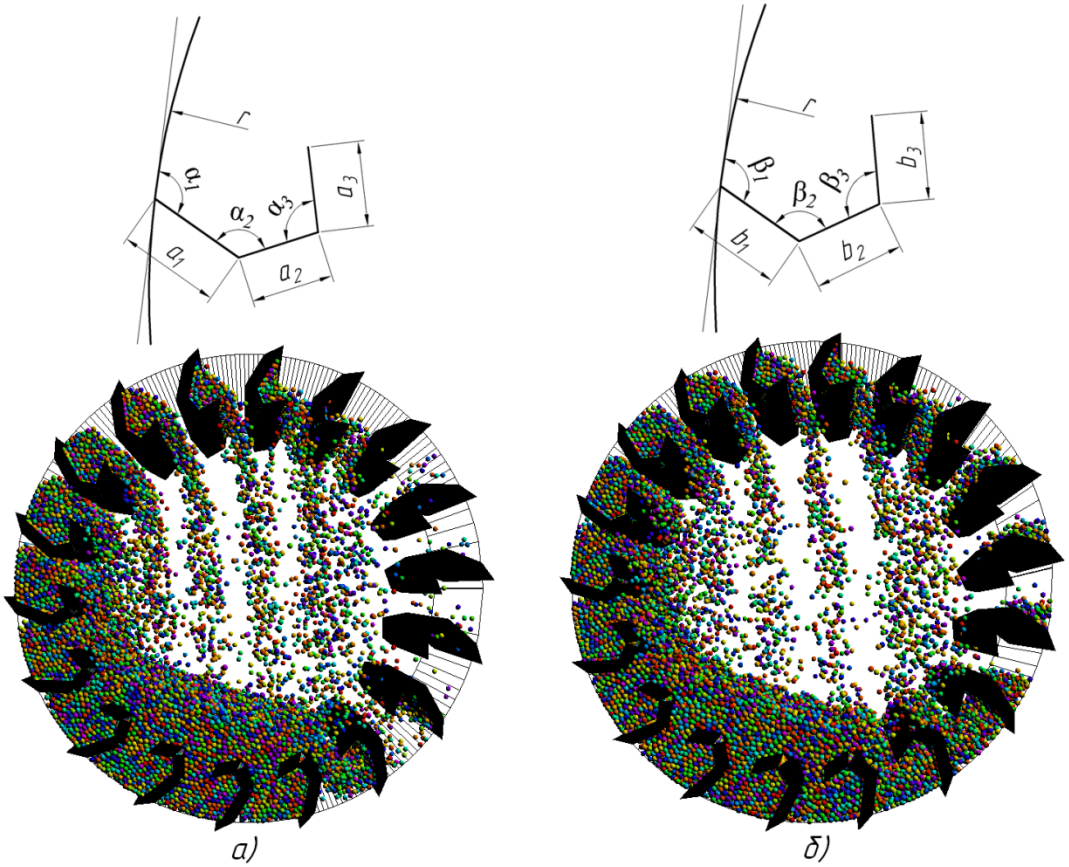


Рисунок 3. Конфигурации лопастей: *а* – результат эволюционной оптимизации; *б* - МИХМ-2

Список литературы

1. Гусев Ю.И. Движение материала в грануляторах барабанного типа // Химическое и нефтяное машиностроение. 1966. № 11.

2. Першин В.Ф., Однолько В.Г., Першина С.В. Переработка сыпучих материалов в машинах барабанного типа, М.: Машиностроение. 2009 г. 220с.

3. Что такое CUDA?: [Электронный ресурс] // NVIDIA. URL: http://www.nvidia.ru/object/what_is_cuda_new_ru.html.

4. T. Poschel, T. Schwager Computational Granular Dynamics. Models and Algorithms. Springer, Berlin Heidelberg, 2005. 322 p.

ИНЖЕНЕРНЫЙ АНАЛИЗ ТОНКОСТЕННЫХ ОБОЛОЧЕЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ СТАДИИ РАБОТЫ

Кощеев Е. С.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт инженерной экологии и химического машиностроения, факультет Химико-технологического оборудования.
Научный руководитель: д.т.н., проф. Луганцев Л. Д.

Постановка задачи

Рассматриваются составные однослойные тонкостенные оболочечные конструкции из изотропного материала, радиусом **r**, длиной **l**, толщиной **h**, при осесимметричном термомеханическом воздействии в упругопластической стадии работы. Задача решается на основе деформационной теории пластичности с учетом возможности больших перемещений.

Для решения поставленной задачи применяем комбинированный итерационный процесс, в котором на каждом шаге процесса последовательных приближений по методу Ньютона-Канторовича при решении геометрически нелинейной задачи производится уточнение жесткостных параметров оболочки по методу переменных параметров упругости.

Математическая модель

Разрешающая система дифференциальных уравнений на $(k+1)$-м приближении по методу Ньютона-Канторовича имеет следующий вид.

$$\frac{dy_1^{(k+1)}}{ds} = \ | \ + r^2\left(\psi q_n - k_2 q_s\right),$$

$$\frac{dy_2^{(k+1)}}{ds} = \bar{N}_2 \ | \ - \ r^2\left(k_2 q_n + \psi q_s\right) \ + \ N_{2\mathrm{T}},$$

$$\frac{dy_3^{(k+1)}}{ds} = \left(\psi \bar{M}_2 + Q^{(k+1)} + \vartheta^{(k)} N_1^{(k+1)} + N_1^{(k)} y_6^{(k+1)}\right) r \ \ | \ + \left(-\vartheta^{(k)} N_1^{(k)} + \psi M_{2\mathrm{T}}\right) r, \qquad (1)$$

$$\frac{dy_4^{(k+1)}}{ds} = \left(k_2 \bar{\varepsilon}_1^0 + \psi y_6^{(k+1)} - k_2 \vartheta^{(k)} y_6^{(k+1)}\right) r \ \ | \ + \left(k_2 \varepsilon_{1\mathrm{T}}^0 + \frac{1}{2} k_2 \left(\vartheta^{(k)}\right)^2\right) r,$$

$$\frac{dy_5^{(k+1)}}{ds} = \left(\psi \bar{\varepsilon}_1^0 - k_2 y_6^{(k+1)} - \psi \vartheta^{(k)} y_6^{(k+1)}\right) r \ \ | \ + \left(\psi \varepsilon_{1\mathrm{T}}^0 + \frac{1}{2} \psi \left(\vartheta^{(k)}\right)^2\right) r,$$

$$\frac{dy_6^{(k+1)}}{ds} = \bar{\chi}_1^0 \ + \ \chi_{1\mathrm{T}}^0. \qquad Y = \left\{Fr \ \ Rr \ \ M_1 r \ \ \zeta \ \ \xi \ \ \vartheta\right\}^{\mathrm{T}}$$

Красным цветом выделены слагаемые, определяющие геометрическую нелинейность задачи. Физическая нелинейность определяется учетом пластических добавок к жесткостным параметрам оболочки.

В этих уравнениях

$$y_1 = Fr, \quad y_2 = Rr, \quad y_3 = M_1 r, \quad y_4 = \zeta, \quad y_5 = \xi, \quad y_6 = \vartheta; \qquad (2)$$

q_τ – распределенная по поверхности нагрузка, направленная по касательной к меридиану; q_n – распределенная по поверхности нагрузка, нормальная к этой поверхности.

F – осевое усилие,

R – радиальное усилие,

M_1 – меридиональный изгибающий момент,

ζ – осевое перемещение,

ξ – радиальное перемещение,

ϑ – угол поворота нормали,

$k_2 = \dfrac{\sin\varphi}{r}$,

$\psi = \dfrac{\cos\varphi}{r}$,

$N_1 = k_2 y_1 + \psi y_2$ – меридиональное усилие,

$Q = k_2 y_2 - \psi y_1$ – поперечное усилие,

$\overline{N}_2 = \overline{c}_{12}^{(0)}\overline{\varepsilon}_1^0 + \overline{c}_{22}^{(0)}\varepsilon_2^0 + \overline{c}_{12}^{(1)}\overline{\chi}_1^0 + \overline{c}_{22}^{(1)}\chi_2^0$,

$N_{2\text{T}} = \overline{c}_{12}^{(0)}\varepsilon_{1\text{T}}^0 + \overline{c}_{12}^{(1)}\chi_{1\text{T}}^0 - d_{22}^{(0)}$,

$\overline{M}_2 = \overline{c}_{12}^{(1)}\overline{\varepsilon}_1^0 + \overline{c}_{22}^{(1)}\varepsilon_2^0 + \overline{c}_{12}^{(2)}\overline{\chi}_1^0 + \overline{c}_{22}^{(2)}\chi_2^0$,

$M_{2\text{T}} = \overline{c}_{12}^{(1)}\varepsilon_{1\text{T}}^0 + \overline{c}_{12}^{(2)}\chi_{1\text{T}}^0 - d_{22}^{(1)}$,

$N_2 = \overline{N}_2 + N_{2\text{T}}$ – кольцевое усилие,

$M_2 = \overline{M}_2 + M_{2\text{T}}$ – кольцевой изгибающий момент,

$\varepsilon_1^0 = \overline{\varepsilon}_1^0 + \varepsilon_{1\text{T}}^0$ – меридиональная линейная деформация координатной поверхности,

$\overline{\varepsilon}_1^0 = \dfrac{1}{\overline{c}_{11}^{(0)}}\left[N_1 - \overline{c}_{12}^{(0)}\varepsilon_2^0 - \overline{c}_{11}^{(1)}\overline{\chi}_1^0 - \overline{c}_{12}^{(1)}\chi_2^0 \right]$,

$\varepsilon_{1\text{T}}^0 = \dfrac{1}{\overline{c}_{11}^{(0)}}\left[d_{11}^{(0)} - \overline{c}_{11}^{(1)}\chi_{1\text{T}}^0 \right]$,

$\varepsilon_2^0 = \dfrac{y_5}{r}$,

$\overline{\chi}_1^0 = \dfrac{1}{\Delta}\left[\overline{c}_{11}^{(0)}\left(\dfrac{y_3}{r} - \overline{c}_{12}^{(1)}\varepsilon_2^0 - \overline{c}_{12}^{(2)}\chi_2^0 \right) - \overline{c}_{11}^{(1)}\left(N_1 - \overline{c}_{12}^{(0)}\varepsilon_2^0 - \overline{c}_{12}^{(1)}\chi_2^0 \right) \right]$,

$\chi_{1\text{T}}^0 = \dfrac{1}{\Delta}\left[d_{11}^{(1)}\overline{c}_{11}^{(0)} - d_{11}^{(0)}\overline{c}_{11}^{(1)} \right]$,

$\Delta = \overline{c}_{11}^{(0)}\overline{c}_{11}^{(2)} - \left(\overline{c}_{11}^{(1)} \right)^2$,

$\chi_2^0 = \psi y_6$,

$c_{11}^{*(0)} = c_{22}^{*(0)} = \int\limits_{h_0} a dz$, $\quad c_{12}^{*(0)} = \int\limits_{h_0} b dz$, $\quad$ (пластические добавки)

$c_{11}^{*(1)} = c_{22}^{*(1)} = \int\limits_{h_0} az dz$, $\quad c_{12}^{*(1)} = \int\limits_{h_0} bz dz$,

$c_{11}^{*(2)} = c_{22}^{*(2)} = \int_{h_0} az^2 dz$, $c_{12}^{*(2)} = \int_{h_0} bz^2 dz$, ($h_0$ – толщина упругопластического слоя),

$$a = -\frac{E}{1-\mu^2} + \frac{2E_C}{3}(1+\beta),$$

$$b = -\frac{\mu E}{1-\mu^2} + \frac{2E_C}{3}\beta,$$

$$\beta = \frac{1-2E_C/9K}{1+4E_C/9K}, \quad (\text{при } \mu = 0{,}5 \quad \beta = 1),$$

$$K = \frac{E}{3(1-2\mu)}$$

$$d_{11}^{(m)} = \int_H \frac{E_1^j z^m}{1-\mu_1^j \mu_2^j}\left(\alpha_1^j + \mu_2^j \alpha_2^j\right) T(z) z^m dz, \quad (1 \quad 2), \quad (m = 0,\ 1),$$

E_C – секущий модуль пластичности,

В системе (1) однородные слагаемые отделены от неоднородных слагаемых; красным цветом выделены слагаемые, определяющие геометрическую нелинейность задачи.

Для однослойной оболочки из изотропного материала упругие составляющие жесткостных коэффициентов вычисляются по формулам:

$$c_{11}^{(0)} = c_{22}^{(0)} = \frac{Eh}{1-\mu^2}, \qquad c_{12}^{(0)} = \frac{\mu Eh}{1-\mu^2},$$

$$c_{11}^{(1)} = c_{12}^{(1)} = c_{22}^{(1)} = 0, \tag{3}$$

$$c_{11}^{(2)} = c_{22}^{(2)} = \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)}, \qquad c_{12}^{(2)} = \frac{\mu Eh^3}{12(1-\mu^2)},$$

Для однослойной оболочки из ортотропного материала упругие составляющие жесткостных коэффициентов вычисляются по формулам:

$$c_{11}^{(0)} = c_{22}^{(0)} = \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \frac{E(z)}{1-\mu(z)^2} \cdot dz, \qquad c_{12}^{(0)} = \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \frac{\mu(z)E(z)}{1-\mu(z)^2} \cdot dz,$$

$$c_{11}^{(1)} = c_{22}^{(1)} = \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \frac{E(z)\cdot z}{1-\mu(z)^2} \cdot dz, \qquad c_{12}^{(1)} = \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \frac{\mu(z)E(z)\cdot z}{1-\mu(z)^2} \cdot dz, \tag{4}$$

$$c_{11}^{(2)} = c_{22}^{(2)} = \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \frac{E(z)\cdot z^2}{1-\mu(z)^2} \cdot dz, \qquad c_{12}^{(2)} = \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \frac{\mu(z)E(z)\cdot z^2}{1-\mu(z)^2} \cdot dz,$$

Для определения значений жесткостных параметров в промежуточных точках участков ортогонализации применяем интерполяцию по Лагранжу.

Интерполяционный многочлен Лагранжа имеет вид

$$L_n(x)=\sum_{k=0}^{n} y_k \Phi_k(x). \qquad (5)$$

где $\Phi_k(x)=\dfrac{(x-x_0)(x-x_1)...(x-x_{k-1})(x-x_{k+1})...(x-x_n)}{(x_k-x_0)(x_k-x_1)...(x_k-x_{k-1})(x_k-x_{k+1})...(x_k-x_n)}$, $(k=0,\ 1,\ 2,\ ...,\ n)$ – (6)
коэффициенты Лагранжа.

Введем обозначение $t=\dfrac{x-x_0}{H}$, узлы интерполяции x_0, x_1, x_2, …, x_n являются равноотстоящими.

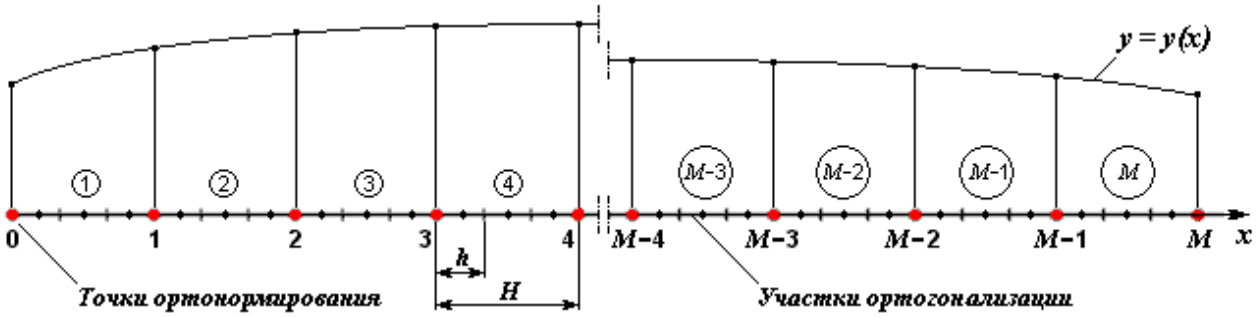


Рисунок 1. Интерполяция по Лагранжу на оболочечном элементе

Число участков ортогонализации по меридиану оболочечного элемента равно ***M***, число равноотстоящих точек ортонормирования равно ***M***+1: x_0, x_1, x_2, …, x_M. Значения функции $y(x)$ известны в точках ортонормирования: y_0, y_1, y_2, …, y_M. Длина участка ортогонализации равна ***H.*** Отметим, что минимально допустимое число участков ортогонализации ***M*** = 6.

Каждый участок ортогонализации делим на ***N*** шагов интегрирования, как показано на рисунок 1. Шаг интегрирования $h=\dfrac{H}{N}$.

Рассмотрим **<u>первый участок</u>** ортогонализации $[x_0,\ x_1]$. Интерполяцию функции $y(x)$ на этом участке будем выполнять по точкам ортонормирования (опорным точкам) x_0, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5. ***k***-й шаг интегрирования $(1\le k\le N)$ принадлежит интервалу $[(k-1)h,\ kh]$. Координаты точек этого интервала $x=(k-1)h+\alpha h$, $(0\le\alpha\le 1)$. Параметр ***t*** для точек ***k***-го шага интегрирования

$$t=\frac{(k-1)h+\alpha h}{H}=\frac{k-1+\alpha}{N}. \qquad (7)$$

Значения функции $y(x)$ в этих точках вычисляем по формуле

$$L(x)=y_0\Phi_0(x)+y_1\Phi_1(x)+y_2\Phi_2(x)+y_3\Phi_3(x)+y_4\Phi_4(x)+y_5\Phi_5(x), \quad (8)$$

где коэффициенты $\Phi_0(x)$, $\Phi_1(x)$, $\Phi_2(x)$, …, $\Phi_5(x)$ определяются формуле (6).

На **<u>втором участке</u>** ортогонализации интерполяцию функции $y(x)$ также будем выполнять по опорным точкам x_0, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5. Координаты точек на ***k***-м шаге интегрирования $x = H + (k-1)h + \alpha h$. Параметр ***t*** для точек ***k***-го шага интегрирования на втором участке ортогонализации

$$t = 1 + \frac{k-1+\alpha}{N}. \qquad (9)$$

Значения функции $y(x)$ так же, как и в первом случае, вычисляем по формуле (8).

На ***<u>j</u>*-м участке** ортогонализации $(3 \le j \le M-2)$ интерполяцию функции $y(x)$ выполняем по опорным точкам x_{j-3}, x_{j-2}, x_{j-1}, x_j, x_{j+1}, x_{j+2}. В качестве начала координат принимаем точку x_{j-3}. Тогда локальные координаты точек рассматриваемого участка ортогонализации на ***k***-м шаге интегрирования $x = 2H + (k-1)h + \alpha h$. Параметр ***t*** для точек ***k***-го шага интегрирования на этом участке ортогонализации

$$t = 2 + \frac{k-1+\alpha}{N}. \qquad (10)$$

Значения функции $y(x)$ на ***k***-м шаге интегрирования вычисляем по формуле

$$L(x) = y_{j-2}\Phi_0(x) + y_{j-1}\Phi_1(x) + y_j\Phi_2(x) + y_{j+1}\Phi_3(x) + y_{j+2}\Phi_4(x) + y_{j+3}\Phi_5(x), \quad (11)$$

где коэффициенты $\Phi_0(x)$, $\Phi_1(x)$, $\Phi_2(x)$, …, $\Phi_5(x)$ определяются формуле (6).

На **<u>(*M* – 1)-м участке</u>** ортогонализации интерполяцию функции $y(x)$ выполняем по опорным точкам x_{M-5}, x_{M-4}, x_{M-3}, x_{M-2}, x_{M-1}, x_M. Координаты точек на ***k***-м шаге интегрирования $x = 3H + (k-1)h + \alpha h$. Параметр ***t*** для точек ***k***-го шага интегрирования на этих участках ортогонализации

$$t = 3 + \frac{k-1+\alpha}{N}. \qquad (12)$$

Значения функции $y(x)$ на ***k***-м шаге интегрирования вычисляем по формуле

$$L(x) = y_{M-5}\Phi_0(x) + y_{M-4}\Phi_1(x) + y_{M-3}\Phi_2(x) + y_{M-2}\Phi_3(x) + y_{M-1}\Phi_4(x) + y_M\Phi_5(x), \qquad (13)$$

где коэффициенты $\Phi_0(x)$, $\Phi_1(x)$, $\Phi_2(x)$, …, $\Phi_5(x)$ определяются формулами (6).

На ***M*-м участке** ортогонализации интерполяцию функции $y(x)$ также выполняем по опорным точкам x_{M-5}, x_{M-4}, x_{M-3}, x_{M-2}, x_{M-1}, x_M. Координаты точек на ***k***-м шаге интегрирования $x = 4H + (k-1)h + \alpha h$. Параметр ***t*** для точек ***k***-го шага интегрирования на этих участках ортогонализации

$$t = 4 + \frac{k-1+\alpha}{N}. \qquad (13)$$

Значения функции $y(x)$ вычисляем по формуле (13).

Алгоритм расчета

На нулевом приближении (***k*** = 0) метода Ньютона-Канторовича выполняем решение системы дифференциальных уравнений (1) в предположении упругой работы конструкции, полагая при этом пластические добавки равными нулю ($c_{ij}^{*(m)} = 0$, ***i, j*** = 1, 2; ***m*** = 0, 1 ,2).

На последующих приближениях (***k*** > 0) пластические добавки вычисляем по решению полученном на предыдущем шаге. Вычисление пластических добавок производим путем численного интегрирования задачи Коши на интервале $-\frac{h_0}{2} \le z \le \frac{h_0}{2}$ для системы семи дифференциальных уравнений

$$\frac{du_1}{dz} = a(z),$$
$$\frac{du_2}{dz} = b(z),$$
$$\frac{du_3}{dz} = a(z)\cdot z,$$
$$\frac{du_4}{dz} = b(z)\cdot z, \qquad (14)$$
$$\frac{du_5}{dz} = a(z)\cdot z^2,$$
$$\frac{du_6}{dz} = b(z)\cdot z^2,$$
$$\frac{du_7}{dz} = \frac{E_C(z)}{3}$$

с начальными условиями $u_i = 0$ при $z = -\frac{h_0}{2}$.

В уравнениях (14):

$$a(z) = -\frac{E}{1-\mu^2} + \frac{2E_C(z)}{3}\left(1+\beta(z)\right),$$
$$b(z) = -\frac{\mu E}{1-\mu^2} + \frac{2E_C(z)}{3}\beta(z), \qquad (15)$$
$$\beta(z) = \frac{1-2E_C(z)/9K}{1+4E_C(z)/9K},$$
$$K = \frac{E}{3(1-2\mu)}.$$

В результате решения системы (14) находим значения функций $u_i\left(\frac{h_0}{2}\right)$, которые и будут являться искомыми пластическими добавками.

Правые части системы (14) вычисляем следующим образом. Предположим, что в некотором сечении ***s*** оболочки мы вычислили на предыдущем приближении (***k*** – 1) компоненты ε_1^0, ε_2^0 деформации и изменения кривизны χ_1^0, χ_2^0 координатной поверхности. Тогда в каждой точке ***z*** по толщине оболочки в данном сечении вычисляем компоненты деформаций

$$\varepsilon_1(z) = \varepsilon_1^0 + z\chi_1^0,$$
$$\varepsilon_2(z) = \varepsilon_2^0 + z\chi_2^0. \qquad (16)$$

Для вычисленных значений деформаций методом последовательных приближений с использованием диаграммы деформирования конструкционного материала находим секущий модуль пластичности:

$$K = \frac{E}{3(1-2\mu)},$$

$$\beta^{(p)}(z) = \frac{1-2E_C^{(p)}(z)/9K}{1+4E_C^{(p)}(z)/9K},$$

$$\varepsilon_3^{(p)}(z) = -\beta^{(p)}(z)\left(\varepsilon_1(z)+\varepsilon_2(z)\right), \qquad (17)$$

$$\varepsilon_i^{(p)}(z) = \frac{\sqrt{2}}{3}\sqrt{\left(\varepsilon_1(z)-\varepsilon_2(z)\right)^2+\left(\varepsilon_2(z)-\varepsilon_3^{(p)}(z)\right)^2+\left(\varepsilon_3^{(p)}(z)-\varepsilon_1(z)\right)^2},$$

$\sigma_i^{(p)}(z) = \sigma_i\left(\varepsilon_i^{p}(z)\right)$ – по диаграмме деформирования материала,

$$E_C^{(p)}(z) = \frac{\sigma_i^{(p)}(z)}{\varepsilon_i^{(p)}(z)}.$$

В качестве нулевого приближения (***p*** = 0) при реализации итерационного процесса (8) выбираем $E_C^{(0)}(z) = \frac{3E}{2(1+\mu)}$.

В результате итерационного процесса (17) находим с заданной точностью параметры $E_C(z)$ и $\beta(z)$, после чего вычисляем правые части системы (14).

Итерационный процесс решения системы дифференциальных уравнений (1) заканчивается, когда максимальное относительное расхождение двух последующих приближений оказывается меньше наперед заданного значения ε.

Численная реализация изложенного метода и алгоритма упругопластического расчета оболочечных элементов конструкций осуществлена в виде программного обеспечения. Программный комплекс «ShellPlasticNonLinear» имеет модульную структуру, функционирует в операционных системах Windows XP / 7, предоставляет пользователю удобный, интуитивно понятный графический интерфейс. Позволяет выполнять численный анализ напряженно-деформированного состояния оболочечных элементов, прогнозировать работоспособность конструкций, осуществлять поиск оптимальных проектных решений.

Задача

В качестве примера выполним расчет трубчатого элемента теплообменного аппарата (рисунок 3).

Трубчатые элементы широко применяются в химическом и нефтегазовом оборудовании: кожухотрубчатые теплообменные аппараты (рисунок 2), реакционные трубы печей и т.д. Повышенные термомеханические воздействия, связанные с форсированными режимами эксплуатации, вызывают в ряде случаев упругопластическое деформирование элементов конструкций. В таких условиях традиционные методы расчетов на прочность оказываются недостаточными. Для обоснованной оценки несущей способности конструкций необходимы ме-

тоды, предусматривающие детальное исследование работы изделий за пределами упругих деформаций. Эффективные решения задач в такой постановке могут быть построены на основе деформационной теории пластичности и эффективного применения современных компьютерных технологий.

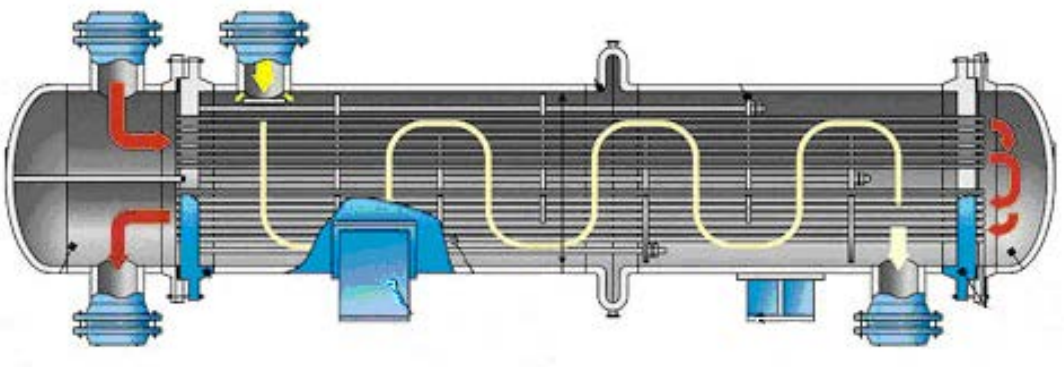


Рисунок 2. Кожухотрубчатый теплообменный аппарат

Трубчатый элемент рассматриваем как цилиндрическую оболочку постоянной толщины, известным образом закрепленную по торцам. Материал оболочечного элемента изотропный, упругий. Задана диаграмма деформирования конструкционного материала $\sigma_i = \sigma_i(\varepsilon_i)$.

На оболочку действуют распределенная по срединной поверхности нагрузка q_n, нормальная к срединной поверхности, а также распределенная по срединной поверхности оболочки нагрузка q_τ, направленная по касательной к образующей. Кроме того, элемент может быть нагрет до температуры $T = T_0 + ky$ (здесь y – расстояние от срединной поверхности элемента). Температура срединной поверхности элемента изменяется вдоль меридиана по заданному закону $T_0 = T_0(z)$. По толщине стенки температура изменяется по линейному закону с заданным градиентом $k = k(z) = \Delta T(z)/h$, где $\Delta T(z)$ – перепад температуры по толщине стенки.

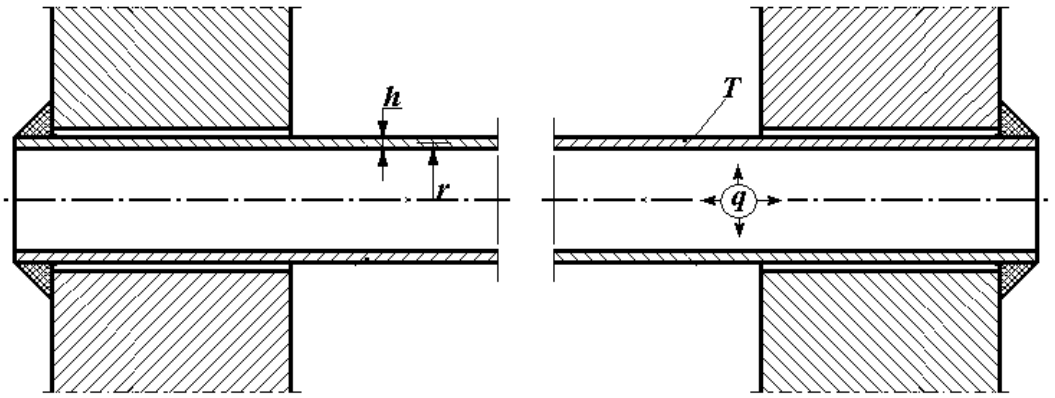


Рисунок 3. Трубчатый элемент теплообменного аппарата

Конструктивные параметры трубчатого элемента: r = 30 мм, h = 2 мм, материал – аустенитная сталь 1Х18Н10Т. Характеристики конструкционного материала: предел текучести σ_T = 265 МПа, модуль упругости E = 200000 МПа, касательный модуль пластичности $E_к$ = 5000 МПа. Величина рабочего давления q = 4 МПа.

В период пуска аппарата температурное воздействие на трубчатый элемент отсутствует. Результаты расчета показывают, что трубчатый элемент в пусковом режиме работает в упругой стадии. На рисунке 4 представлены графики интенсивности напряжений в точках внутренней

и наружной поверхностей элемента. Максимальная величина интенсивности напряжений достигает значения $\sigma_i^{max} = 92{,}1$ МПа в точках внутренней поверхности трубчатого элемента.

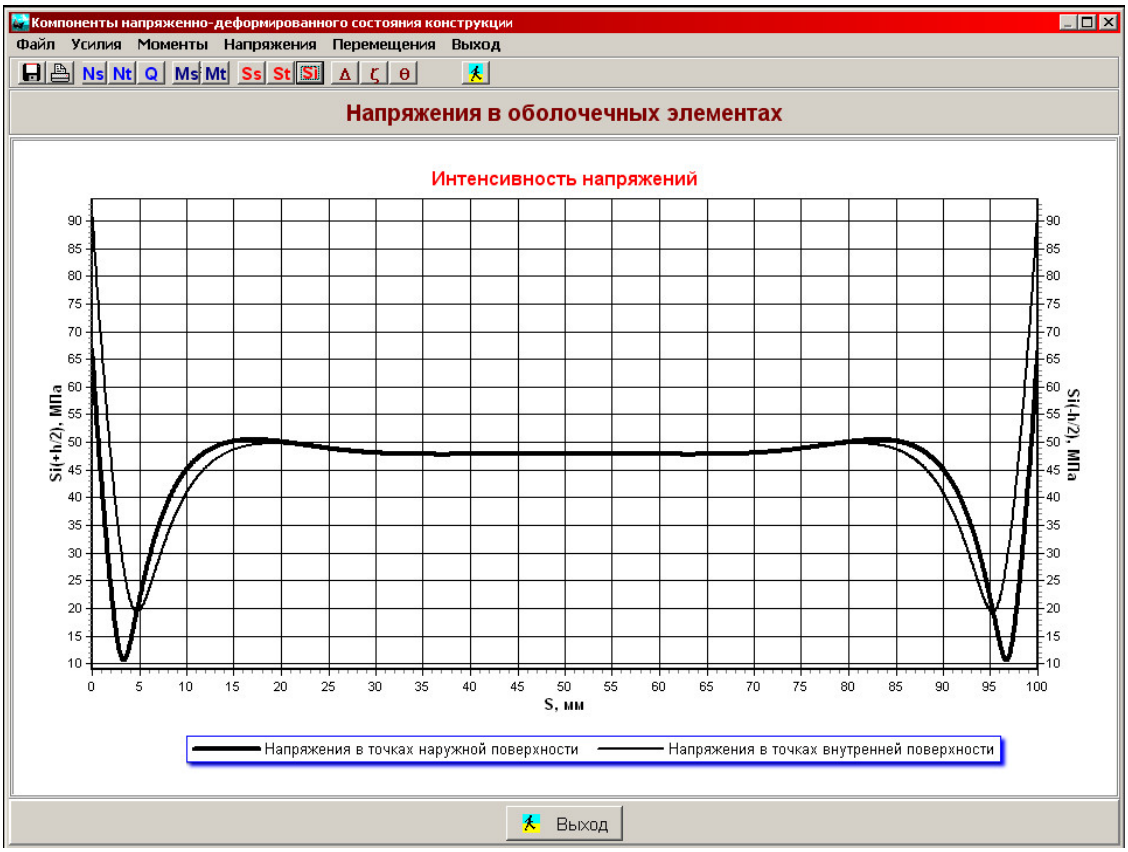


Рисунок 4. Интенсивность напряжений в трубчатом элементе в пусковом режиме (q = 4 МПа, T = 0)

В штатном режиме температура наружной поверхности трубчатого элемента $T_{нар} = 150\ ^0C$, температура внутренней поверхности равна $T_{вн} = 100\ ^0C$. На рисунке 5 представлены графики интенсивности напряжений точках внутренней и наружной поверхностей элемента при работе аппарата в штатном режиме.

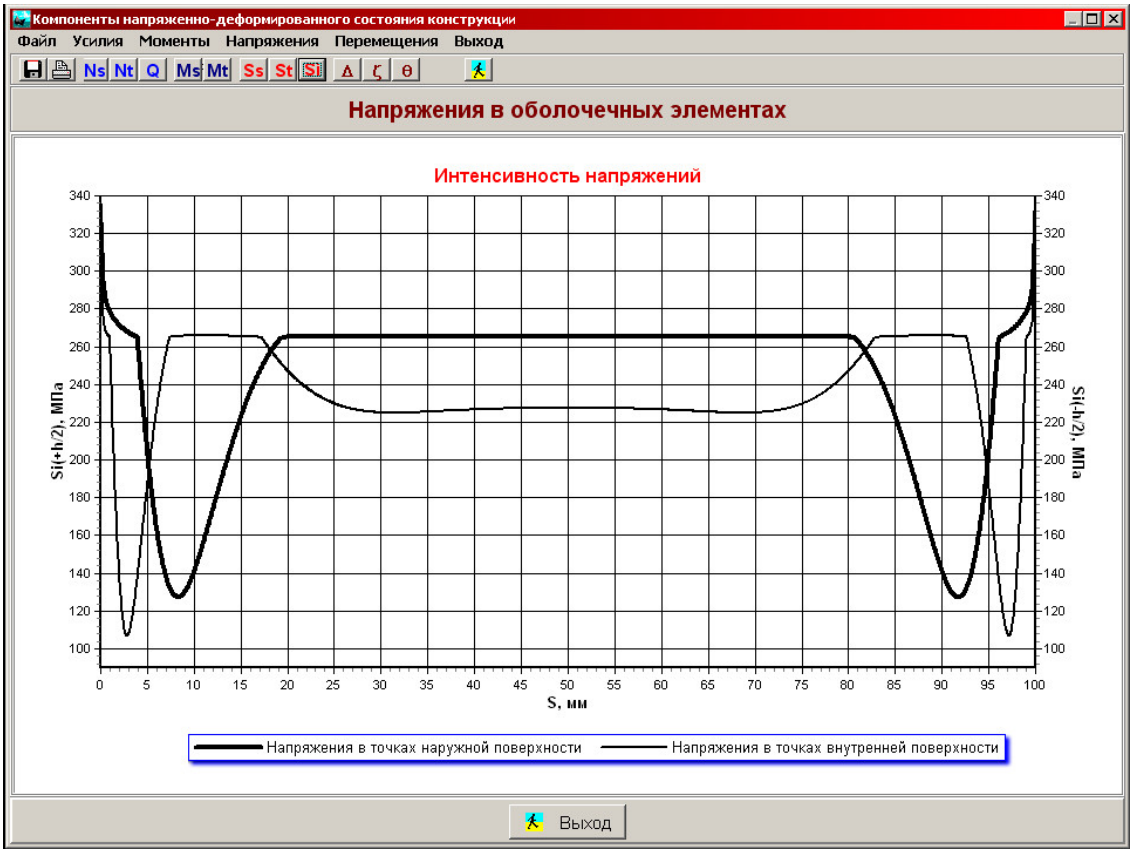


Рисунок 5. Интенсивность напряжений в трубчатом элементе в штатном режиме (q = 4 МПа, $T_{нар}$ =150 ^{0}C, $T_{вн}$ = 100 ^{0}C)

Результаты расчета показывают, что пластические деформации развиваются в узких зонах трубчатого элемента примыкающих к сварным соединениям с элементами конструкции корпуса аппарата. Длина пластических зон на наружной поверхности трубчатого элемента составляет 4 мм, на внутренней поверхности – 1,5 мм. Максимальная величина интенсивности деформаций достигает величины $\varepsilon_i^{\max}$ = 0,0154 в точках наружной поверхности элемента.

Литература

1. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. – М.: Машиностроение, 1975. – 400 с.
2. Термопрочность деталей машин. Под ред. И.А. Биргера и Б.Ф. Шорра. – М.: Машиностроение, 1975. – 456 с.

КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ СОСТАВНЫХ ОБОЛОЧЕЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ

Лобанов Г.А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)
Научный руководитель: д.т.н. проф. Луганцев Л.Д.

В промышленности, достаточно, широкое распространение получили тонкостенные конструкции, элементами которых являются оболочки вращения с различными формами меридиана. В энергетике начиная от простейших трубопроводов и заканчивая ядерными реакторами. В оружестроении начиная от простейших патронов и заканчивая сложными устройством новейшего огнестрельного оружия. Не забудем про авиастроение, ракетостроение, автомобилестроение и во многих других отраслях. В химическом машиностроении встречаются наиболее разнообразные формы оболочек вращения. Это корпуса аппаратов, реакторов, теплообменников, насосов, линзовые и сильфонные компенсаторы, трубопроводы, роторы центрифуг, сепараторов и другие конструкции.

В связи с этим, появляется необходимость расчетов данных конструкций. Один из наиболее эффективных современных методов численного решения инженерных, физических и математических задач с применением вычислительных машин это метод суперэлементов.

Типовой оболочечный элемент (рисунок 1) ограничен двумя узлами с номерами ***i*** и ***j***. Каждый узел имеет три степени свободы: осевое перемещение ***u***, радиальное перемещение ***v***, угол поворота нормали ϑ.

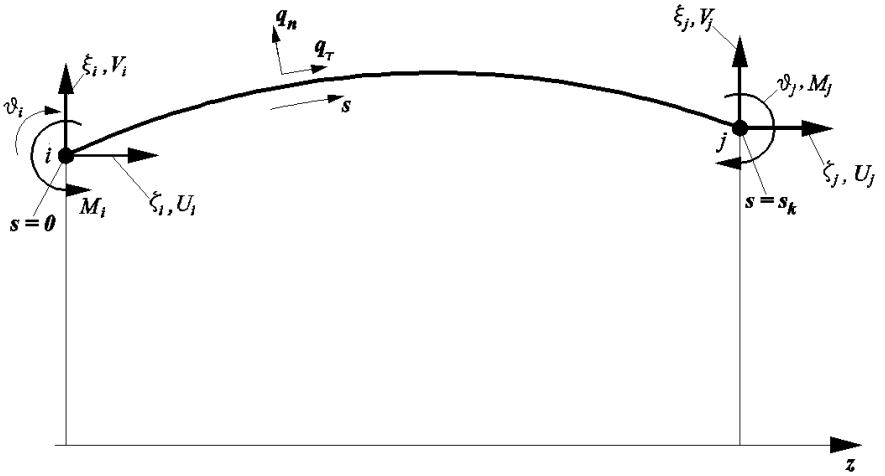


Рисунок 1. Оболочечный элемент

Оболочечный элемент ограничен двумя узлами ***i*** и ***j*** (***i*** < ***j***), каждый из которых имеет три степени свободы: осевое перемещение ***u***, радиальное перемещение ***v***, угол поворота нормали ϑ. Начало координат ($s = 0$) помещается в узел ***i.*** Материал оболочечного элемента изотропный, упругий, подчиняется закону Гука. На рассматриваемый элемент действуют распределенная по срединной поверхности элемента нагрузка q_n, нормальная к этой поверхности, а также распределенная по срединной поверхности элемента нагрузка q_τ, направленная по касательной к меридиану. Кроме того, элемент может быть нагрет до температуры $T = T_0 + ky$ (здесь ***y*** – расстояние от срединной поверхности элемента). Температура срединной поверхности изменяется вдоль меридиана по заданному закону $T_0 = T_0(s)$. По толщине стенки температура изменяется по линейному закону с заданным градиентом $k = k(s) = \dfrac{\Delta T(s)}{h(s)}$, где $\Delta T(s)$ – перепад температуры по толщине стенки.

Введем понятие вектора состояния, $X(s)=\{Ur \quad Vr \quad Mr \quad \zeta \quad \xi \quad \vartheta\}^T$, где $\boldsymbol{U}$ – осевое усилие в оболочке, $\boldsymbol{V}$ – радиальное усилие, $\boldsymbol{M}$ – меридиональный изгибающий момент, $\boldsymbol{\zeta}$ – осевое перемещение точек координатной поверхности оболочки, $\boldsymbol{\xi}$ – радиальное перемещение точек координатной поверхности оболочки, ϑ – угол поворота нормали к срединной поверхности оболочки, r – радиус параллельного круга, $|^{\mathrm{T}}$ – символ транспонирования.

Напряженно-деформированное состояние оболочечного элемента описывается системой линейных дифференциальных уравнений шестого порядка:

$$\frac{dX}{ds}=\|A(s)\|X(s)+f(s), \tag{1}$$

где

$$\|A(s)\|=\begin{Vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{\mu\sin\varphi}{r} & \frac{\mu\cos\varphi}{r} & 0 & 0 & \frac{Eh}{r} & 0 \\ -\cos\varphi & \sin\varphi & \frac{\mu\cos\varphi}{r} & 0 & 0 & \frac{D(1-\mu^2)\cos^2\varphi}{r} \\ \frac{1-\mu^2}{Ehr}\sin^2\varphi & \frac{1-\mu^2}{Ehr}\sin\varphi\cos\varphi & 0 & 0 & -\frac{\mu\sin\varphi}{r} & \cos\varphi \\ \frac{1-\mu^2}{Ehr}\sin\varphi\cos\varphi & \frac{1-\mu^2}{Ehr}\cos^2\varphi & 0 & 0 & -\frac{\mu\cos\varphi}{r} & -\sin\varphi \\ 0 & 0 & \frac{1}{Dr} & 0 & 0 & -\frac{\mu\cos\varphi}{r} \end{Vmatrix}-$$

– матрица коэффициентов системы,

$$f(s)=\begin{Bmatrix} r(q_n\cos\varphi-q_\tau\sin\varphi) \\ -r(q_n\sin\varphi+q_\tau\cos\varphi)-Eh\alpha T_0 \\ -D(1-\mu^2)k\alpha\cos\varphi \\ \alpha T_0(1+\mu)\sin\varphi \\ \alpha T_0(1+\mu)\cos\varphi \\ k\alpha(1+\mu) \end{Bmatrix}-$$

– вектор, учитывающий поверхностную нагрузку и температурные деформации.

Основная задача при конечно-элементном анализе составной оболочечной конструкции заключается в формировании разрешающей системы уравнений равновесия узлов системы $[KG]\{\delta\}=\{R\}+\{F_{qT}\}$,

где $[KG]$– глобальная матрица жесткости всей системы, $\{\delta\}$ – вектор узловых перемещений, $\{R\}$ – вектор внешних узловых усилий, $\{F_{qT}\}$ – глобальный вектор узловых усилий всей системы, обусловленных силовым и температурным воздействием.

Для построения глобальной матрицы жесткости системы $[KG]$ необходимо сформировать матрицы жесткости оболочечных элементов и шпангоутов. Для построения вектора $\{F_{qT}\}$ необходимо сформировать для каждого оболочечного элемента векторы краевых обобщенных усилий $\{V_{qT}\}$, обусловленные поверхностной нагрузкой и температурным воздействием.

В силу линейности системы дифференциальных уравнений (1) можно установить однозначную зависимость между краевыми усилиями на торцах оболочечного элемента и краевыми перемещениями:

$$\begin{Bmatrix} U_i \\ V_i \\ M_i \\ U_j \\ V_j \\ M_j \end{Bmatrix} = [K] \begin{Bmatrix} \zeta_i \\ \xi_i \\ \vartheta_i \\ \zeta_i \\ \xi_j \\ \vartheta_j \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} \tilde{U}_i \\ \tilde{V}_i \\ \tilde{M}_i \\ \tilde{U}_j \\ \tilde{V}_j \\ \tilde{M}_j \end{Bmatrix}.$$

Здесь $[K]$– матрица жесткости оболочечного элемента размерностью 6*6, зависящая от геометрических и механических характеристик.

Столбцы матрицы жесткости $[K]$ представляют собой обобщенные усилия на торцах элемента ***i*** и ***j***, вызываемые единичными перемещениями этих торцов при отсутствии поверхностной нагрузки. Вектор $\{\tilde{U}_i\ \tilde{V}_i\ \tilde{M}_i\ \tilde{U}_j\ \tilde{V}_j\ \tilde{M}_j\}^T$ является вектором краевых обобщенных усилий, обусловленных поверхностной нагрузкой и температурным воздействием на оболочечный элемент при нулевых смещениях торцов.

1. На первом этапе необходимо сформировать матрицу жесткости каждого элемента конструкции. Для этого жестко закрепляем торцы элемента. Поочередно задаем единичное перемещение в радиальном, осевом направлениях и углах поворота нормали.
Для первого столбца матрицы жесткости формируем матрицу начальных условий:

$$\|Y_0\| = \begin{Vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{Vmatrix}$$

Выполняя ортогональную прогонку, решаем систему дифференциальных уравнений $\frac{dX}{ds} = \|A(s)\|X(s)$ (2) и получаем матрицу решений.

$$\|Y(s_k)\| = \begin{bmatrix} y_{11}^{(k)} & y_{12}^{(k)} & y_{13}^{(k)} & y_{14}^{(k)} \\ y_{21}^{(k)} & y_{22}^{(k)} & y_{23}^{(k)} & y_{24}^{(k)} \\ y_{31}^{(k)} & y_{32}^{(k)} & y_{33}^{(k)} & y_{34}^{(k)} \\ y_{41}^{(k)} & y_{42}^{(k)} & y_{43}^{(k)} & y_{44}^{(k)} \\ y_{51}^{(k)} & y_{52}^{(k)} & y_{53}^{(k)} & y_{54}^{(k)} \\ y_{61}^{(k)} & y_{62}^{(k)} & y_{63}^{(k)} & y_{64}^{(k)} \end{bmatrix}$$

Для определения постоянных интегрирования для последнего, ***N***-го, участка ортогонализации составляем систему уравнений.

$$y_{41}^{(k)} c_1^{(N)} + y_{42}^{(k)} c_2^{(N)} + y_{43}^{(k)} c_3^{(N)} + y_{44}^{(k)} = 0,$$
$$y_{51}^{(k)} c_1^{(N)} + y_{52}^{(k)} c_2^{(N)} + y_{53}^{(k)} c_3^{(N)} + y_{54}^{(k)} = 0,$$

$y_{61}^{(k)} c_1^{(N)} + y_{62}^{(k)} c_2^{(N)} + y_{63}^{(k)} c_3^{(N)} + y_{64}^{(k)} = 0$.

Решая систему уравнений, находим постоянные интегрирования $c_1^{(N)}$, $c_2^{(N)}$, $c_3^{(N)}$. Затем определяем обобщенные усилия на торце j оболочечного элемента ($s = s_k$):

$$U_j = \left(c_1^{(N)} y_{11}^{(k)} + c_2^{(N)} y_{12}^{(k)} + c_3^{(N)} y_{13}^{(k)} + y_{14}^{(k)}\right) / r^{(k)},$$

$$V_j = \left(c_1^{(N)} y_{21}^{(k)} + c_2^{(N)} y_{22}^{(k)} + c_3^{(N)} y_{23}^{(k)} + y_{24}^{(k)}\right) / r^{(k)},$$

$$M_j = \left(c_1^{(N)} y_{31}^{(k)} + c_2^{(N)} y_{32}^{(k)} + c_3^{(N)} y_{33}^{(k)} + y_{34}^{(k)}\right) / r^{(k)},$$

где $r^{(k)}$ – радиус параллельного круга на торце j оболочечного элемента ($s = s_k$).

Далее последовательно определяем по рекуррентным формулам постоянные интегрирования $c_1^{(m)}$, $c_2^{(m)}$, $c_3^{(m)}$ (m = N – 1, N – 2,…2, 1, 0) для всех участков ортогонализации.

Обобщенные усилия на торце i оболочечного элемента (s = 0) определяем по формулам

$$U_i = \left(c_1^{(0)} y_{11}^{(0)} + c_2^{(0)} y_{12}^{(0)} + c_3^{(0)} y_{13}^{(0)} + y_{14}^{(0)}\right) / r^{(0)} = c_1^{(0)} / r^{(0)},$$

$$V_i = \left(c_1^{(0)} y_{21}^{(0)} + c_2^{(0)} y_{22}^{(0)} + c_3^{(0)} y_{23}^{(0)} + y_{24}^{(0)}\right) / r^{(0)} = c_2^{(0)} / r^{(0)},$$

$$M_i = \left(c_1^{(0)} y_{31}^{(0)} + c_2^{(0)} y_{32}^{(0)} + c_3^{(0)} y_{33}^{(0)} + y_{34}^{(0)}\right) / r^{(0)} = c_3^{(0)} / r^{(0)},$$

где $r^{(0)}$ – радиус параллельного круга на торце ***i*** оболочечного элемента (***s*** = 0).

Полученные значения обобщенных усилий на торцах оболочечного элемента составляют вектор $\left\{U_i\ V_i\ M_i\ U_j\ V_j\ M_j\right\}^T$, который является первым столбцом матрицы жесткости $[K]$ оболочечного элемента. Далее таким же образом формируем остальные столбцы матрицы жесткости.

2. Определяем векторы $\{V_{qT}\}$ краевых обобщенных усилий для оболочечных элементов, выполняя для каждого элемента решение неоднородной краевой задачи (1) с нулевыми граничными условиями.

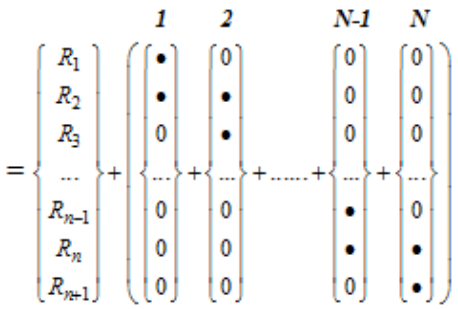
Для решения систем дифференциальных уравнений (1), (2) применяем метод ортогональной прогонки.

3. Формируем глобальную матрицу жесткости $[KG]$ для составной оболочечной конструкции. Для формирования матрицы $[KG]$ используем матрицы жесткости оболочечных элементов системы. Размерность матрицы жесткости $[KG]$ равна 3 ***NU****3 ***NU,*** где ***NU*** – общее число узлов в системе.

4. Формируем глобальный вектор узловых усилий $\{F_{qT}\}$ из векторов $\{V_{qT}\}$ краевых обобщенных усилий, построенных для оболочечных элементов системы. Размерность вектора $\{F_{qT}\}$ равна 3****NU***.

5. По заданным внешним усилиям формируем вектор внешних узловых усилий $\{R\}$ для всей системы. Размерность вектора $\{R\}$ равна 3****NU.*** Отметим, что вектор $\{R\}$ содержит не только заданные значения внешних силовых факторов, но и реакции наложенных связей (реакции опор).

6. Выполняя операцию составления ансамбля [3], формируем разрешающую систему уравнений метода конечных элементов.



$$[KG]\{\delta\} = \{F\}$$

где $\{F\} = \{R\} + \{F_{qT}\}$ – глобальный вектор нагрузки; $[KG]$ – матрица жесткости всей системы; $\{\delta\}$ – вектор узловых перемещений; $\{R\}$– вектор внешних узловых усилий; $\{F_{qT}\}$ – глобальный вектор узловых усилий, обусловленных силовым и температурным воздействием на рассматриваемую конструкцию.

7. Модифицируем матрицу жесткости системы $[KG]$ и глобальный вектор нагрузки $\{F\}$ с учетом граничных условий. Если на узел ***n*** наложена связь с номером ***i***, (***i*** =1,2,3), то все элементы строки $\boldsymbol{j} = 3(n-1)+i$ матрицы $[KG]$ заменяем нулями, кроме диагонального элемента, который заменяем единицей. Элемент $\boldsymbol{j} = 3(n-1)+i$ вектора узловой нагрузки $\{F\}$ заменяем нулем. В результате получаем модифицированную матрицу жесткости $[KG_{\text{мод}}]$и модифицированный вектор нагрузки $\{F_{\text{мод}}\}$.

8. Выполняем решение системы уравнений

$$[KG_{\text{мод}}]\{\delta\} = \{F_{\text{мод}}\}.$$

В результате решения системы уравнений находим все компоненты вектора узловых перемещений $\{\delta\}$.

9. Определяем реакции связей, наложенных на систему. С этой целью возвращаемся к немодифицированной матрице жесткости системы $[KG]$. Если на узел ***n*** наложена связь с номером ***i***, (***i*** =1,2,3), то формируем вектор $\{V\}_j$ из элементов строки ***j*** = *3(n-1)+i* этой матрицы. Размерность вектора $\{V\}_j$ равна 3****NU***. Вычисляем произведение векторов ***P*** = $\{V\}_j$ $\{\delta\}$. Реакцию связи вычисляем по формуле

$$\{R\}_j^i = P - \{F_{qT}\}_j,$$

где $\{F_{qT}\}_j$ – ***j***-я компонента глобального вектора $\{F_{qT}\}$ внешних воздействий на оболочечную конструкцию.

10. Выполняем расчет напряженно-деформированного состояния оболочечных элементов конструкции. С этой целью для каждого оболочечного элемента методом ортогональной прогонки выполняем решение краевой задачи для системы дифференциальных уравнений (1) с граничными условиями:

при ***s*** = 0: $\zeta = \zeta_i$, $\xi = \xi_i$, $\vartheta = \vartheta_i$,

при $s = s_k$: $\zeta = \zeta_j$, $\xi = \xi_j$, $\vartheta = \vartheta_j$,

где ζ_i, ξ_i, ϑ_i – перемещения ***i***-го узла оболочечного элемента; ζ_i, ξ_i, ϑ_i – перемещения ***j***-го узла оболочечного элемента. Все узловые перемещения определены на предыдущем этапе.

Численная реализация изложенного метода и алгоритма автоматизированного расчета аппаратов с рубашками осуществлена в виде программного обеспечения. Программный комплекс имеет модульную структуру, функционирует в операционных системах Windows XP/.7, предоставляет пользователю удобный, интуитивно понятный графический интерфейс. Позволяет выполнять численный анализ напряженно-деформированного состояния, прогнозировать работоспособность конструкций, осуществлять поиск оптимальных проектных решений.

В качестве примера выполним расчет и корпуса аппарата с рубашкой (рисунок 2). Для обогрева и охлаждения реакционных и других аппаратов разнообразных конструкций применяют различные устройства, у которых поверхность теплообмена образуется стенками самого аппарата. К числу устройств, использующих в качестве теплообменного элемента стенки аппарата, относятся рубашки.

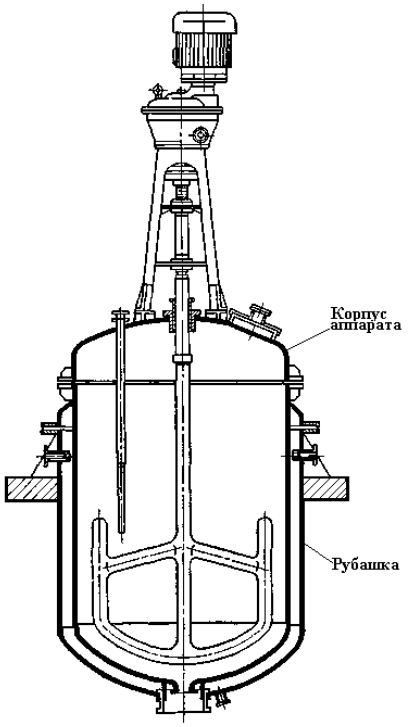


Рисунок 2 – Аппарат с рубашкой

Аппараты с рубашками относятся к классу составных многосвязных оболочечных конструкций с разветвляющимся меридианом. Для расчета таких аппаратов применяем метод конечных элементов. Корпус аппарата и рубашку представляем в виде совокупности оболочечных элементов, соединенных между собой в узлах.

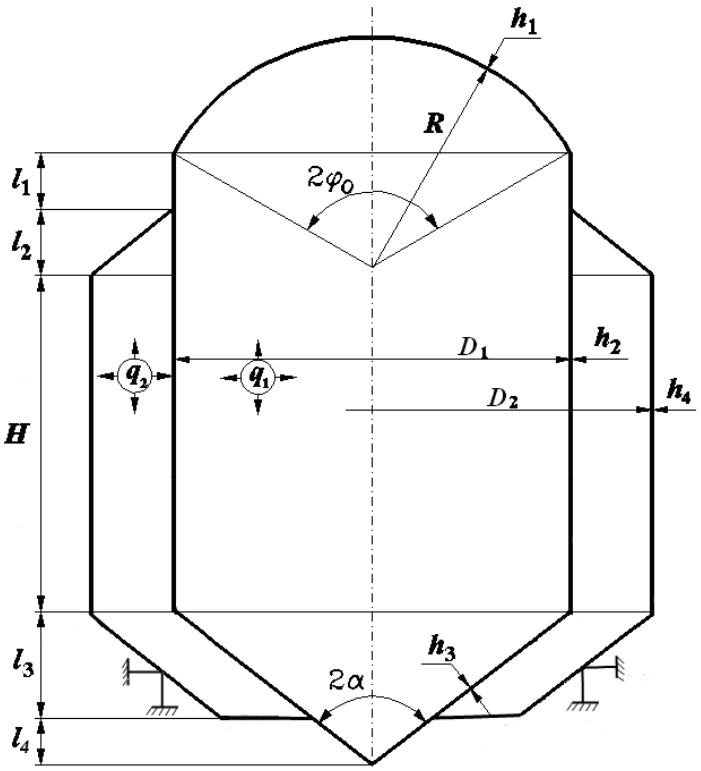


Рисунок 3 – Конструктивная схема корпуса аппарата с рубашкой

Корпус аппарата состоит из цилиндрического части, сферической крышки, конического днища и рубашки. Конструктивные размеры аппарата:
D_1 = 1000 мм, D_2 = 1400 мм, H = 900 мм, h_1= 10мм, h_2 = h_3 =12 мм, h_4 = 8мм,
l_1 = l_2 = 200 мм, l_3 = 375 мм, l_4 = 125 мм, $\varphi_0 = 45^0$, $\alpha = 45^0$.
Механические характеристики конструкционного материала:
$E = 2 \cdot 10^5$ МПа, μ = 0,3, σ_T =250 МПа.
Аппарат работает под внутренним давлением q_1 = 1 МПа. Давление в рубашке q_2 = 0,55 МПа.

При формировании конечно-элементной модели конструкции допускается произвольная нумерация оболочечных элементов и узлов. На рисунке 4 показана конечно-элементная модель типовой конструкции аппарата с эллиптической крышкой и коническим днищем, которая содержит 10 оболочечных элементов и 10 узлов.

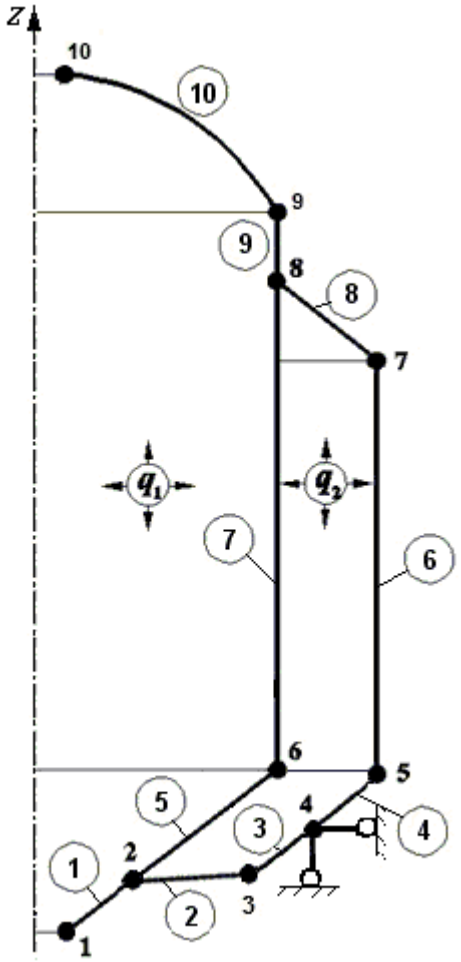


Рисунок 4 – Конечно-элементная модель аппарата с рубашкой

На рисунке 5 показаны внутренние силовые факторы в оболочечных элементах, примыкающих к узлам 2 и 8: N – меридиональное усилие, Q – поперечное усилие, M – меридиональный изгибающий момент . В таблице 1 приведены их численные значения.

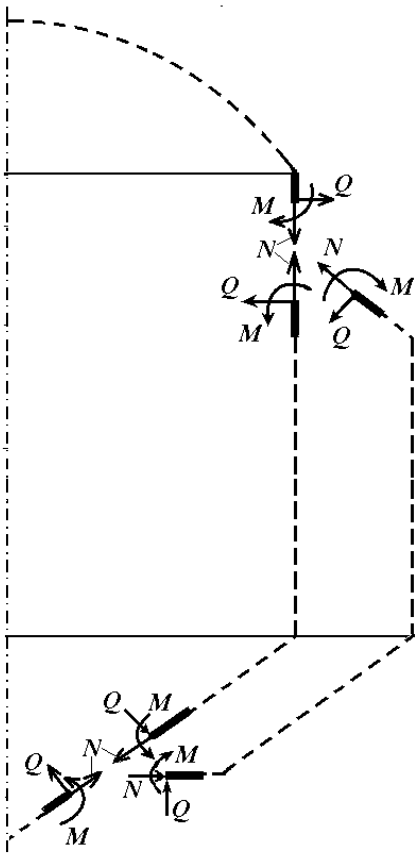


Рисунок 5 – Внутренние усилия в оболочечных элементах

Таблица 1

Внутренние усилия в оболочечных элементах

№ узла	№ элемента	*N*, Н/мм	*Q*, Н/мм	*M*, Н*мм/мм
2	1	93,7	16,9	990,4
	2	0,40	83,6	3155,4
	5	145,6	79,2	2165,0
8	7	151,7	58,5	1519,3
	8	135,2	3,9	83,1
	9	250,0	34,4	1436,2

Непосредственной проверкой можно убедиться в том, что условия равновесия узлов 2 и 8 выполняются.

На рисунках 6 и 7 представлены графики интенсивности напряжений на внешних поверхностях оболочечных элементов, примыкающих к узлам 2 и 8.

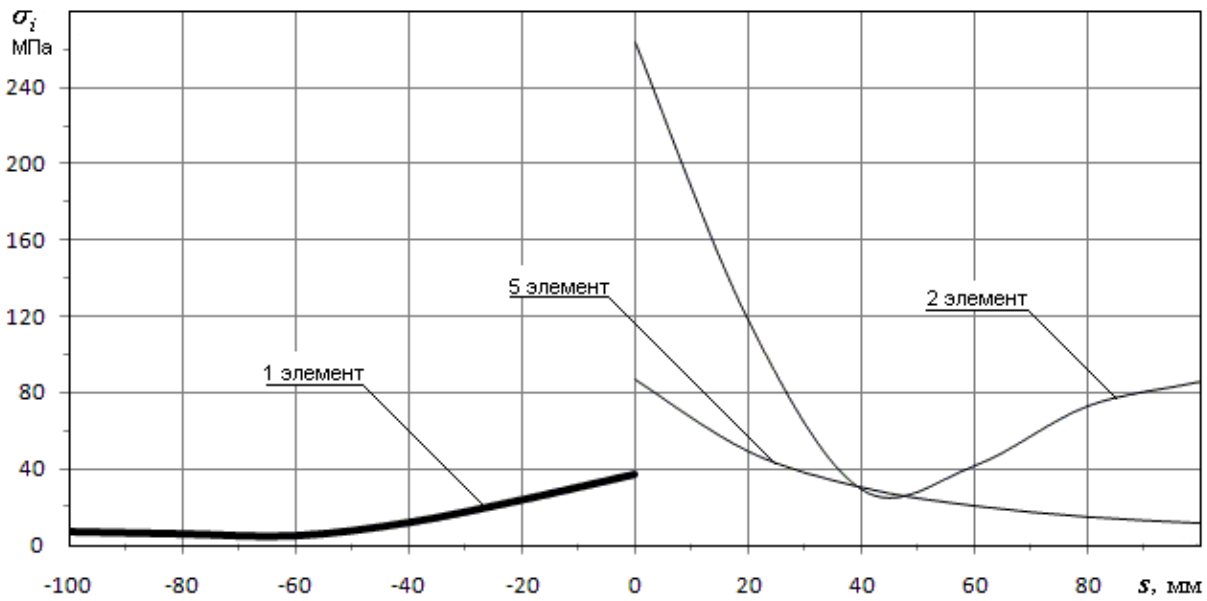


Рисунок 6 – Интенсивность напряжений в оболочечных элементах 1, 2, 5

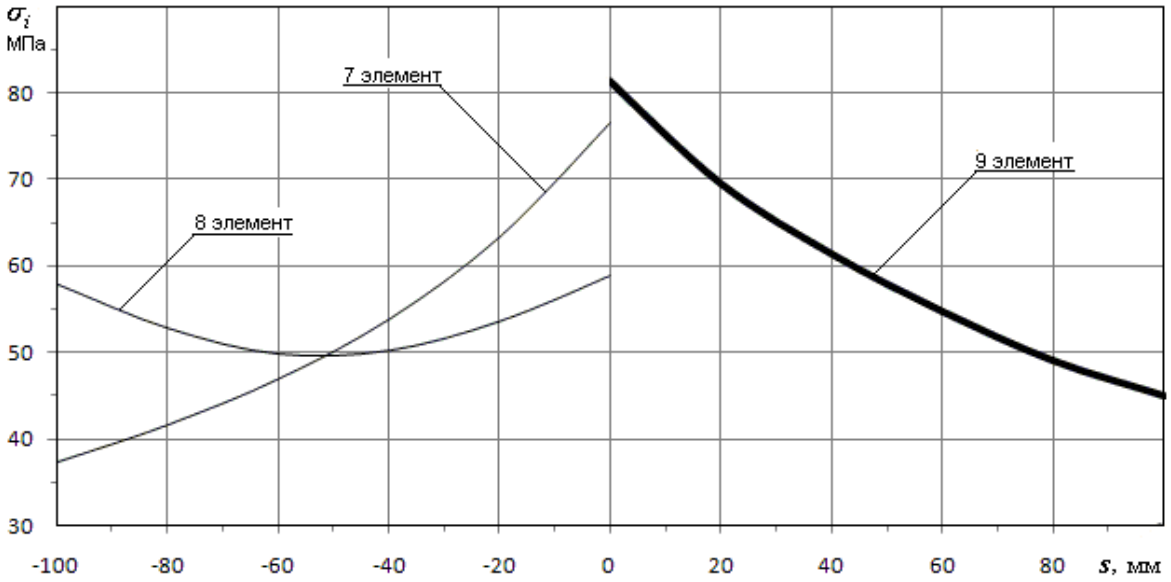


Рисунок 7 – Интенсивность напряжений в оболочечных элементах 7, 8, 9

Результаты численного анализа напряженно-деформированного состояния рассматриваемой оболочечной конструкции показывают, что интенсивность напряжений в узле 2 существенно (более чем в 3 раза) превышает интенсивность напряжений в узле 8. Причина такого состояния заключается в повышенной кольцевой жесткости второго элемента узла 2 (кольцевой пластинки), что приводит к существенному повышению напряжений изгиба в оболочечных элементах этого узла. Это обстоятельство позволяет поставить вопрос о необходимости структурной оптимизации узла 2, заключающейся в замене кольцевой пластинки элементом конической оболочки.

Литература

1. Бидерман В.Л. Механика тонкостенных конструкций. – М.: Машиностроение, 1977. 488 с.
2. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975. 544 с.

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕДИЦИНСКОЙ КОЛЛАГЕНОВОЙ ПЛЕНКИ, СОДЕРЖАЩЕЙ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА

Жарко М.Ю.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)
Научный руководитель: к.т.н. Скопинцев Игорь Викторович

Коллаген фибриллярный белок (природный полимер), составляющий основу соединительной ткани животных и человека. Он играет важнейшую роль в пластической (структурной) функции, входя в состав соединительных тканей, обеспечивая их прочность и эластичность. В настоящее время при лечении ран используют препараты на основе коллагена (коллагеновые пленки).
Коллагеновая пленка защищает поверхность от высыхания, обладает антисептическим действием, стимулирует регенерацию поврежденной ткани и изолирует рану от окружающей среды.
Коллагеновые пленки медицинского назначения используют при различных кожных ранах, трофических язвах, для подготовки поверхности к пересадке кожи и т.д.
Цель работы заключается в том, чтобы определить необходимые элементы установки для производства пленок, содержащих лекарственные вещества.

Коллагеновые пленки медицинского назначения получают из растворов (дисперсий) коллагена в разбавленной уксусной кислоте. Перед формованием слоя дисперсии, из которого получают пленку, в нее могут добавляться лекарственные вещества. Для удаления воздуха смесь вакуумируют или центрифугируют, после чего разливают на подложке (в кювете или на барабане). Пленки получают высушиванием слоя дисперсии потоком воздуха при температуре порядка 30°С и влажностью 10-12%.

На установке должны выполняться следующие операции:

* Смешивание кислой дисперсии коллагена с лекарственным препаратом
* Удаление воздуха из коллагеновой массы
* Гомогенизация массы
* Фильтрация массы
* Формование слоя массы
* Высушивание слоя

Схема лабораторной установки для формования и сушки коллагеновой массы для получения коллагеновой пленки (Рис. 1).

Мешалка смесителя 3 приводится в движение от электродвигателя 2 через механизм привода 1. Выходной патрубок 3 сообщается с патрубком аккумулятора 17 трубопроводом, перекрываемым вентилем 28. Гомогенизатор 27 приводится во вращение электродвигателем 18 через редуктор 19. Фильтр 25 с помощью гибкого трубопровода 21 соединен с формующей головкой 23. Сушилка 15 содержит ленту-подложку 16. В верхней части камеры сушилки расположен электрический нагреватель 20. К смесителю 3 и аккумулятору 17 подходит магистраль сжатого воздуха от компрессора 10, регулируемая манометром 11. Давление воздуха подводимого к смесителю, устанавливается регулятором давления 11 и регулируется манометром 8. К смесителю 3 подводится вакуумная линия от вакуум-насоса 6. Пространство А между диафрагмой и крышкой смесителя с помощью трехмерного крана 7 может сообщаться либо с вакуумной линией, либо с линией сжатого воздуха. Пространство Б между диафрагмой корпусом смесителя с помощью трехмерного крана 4 может сообщаться либо с вакуумной линией, либо с линией атмосферой. Пространство В между диафрагмой и крышкой аккумулятора 17 с помощью трехмерного крана 13 может сообщаться либо с линией сжатого воздуха, либо с линией атмосферой.

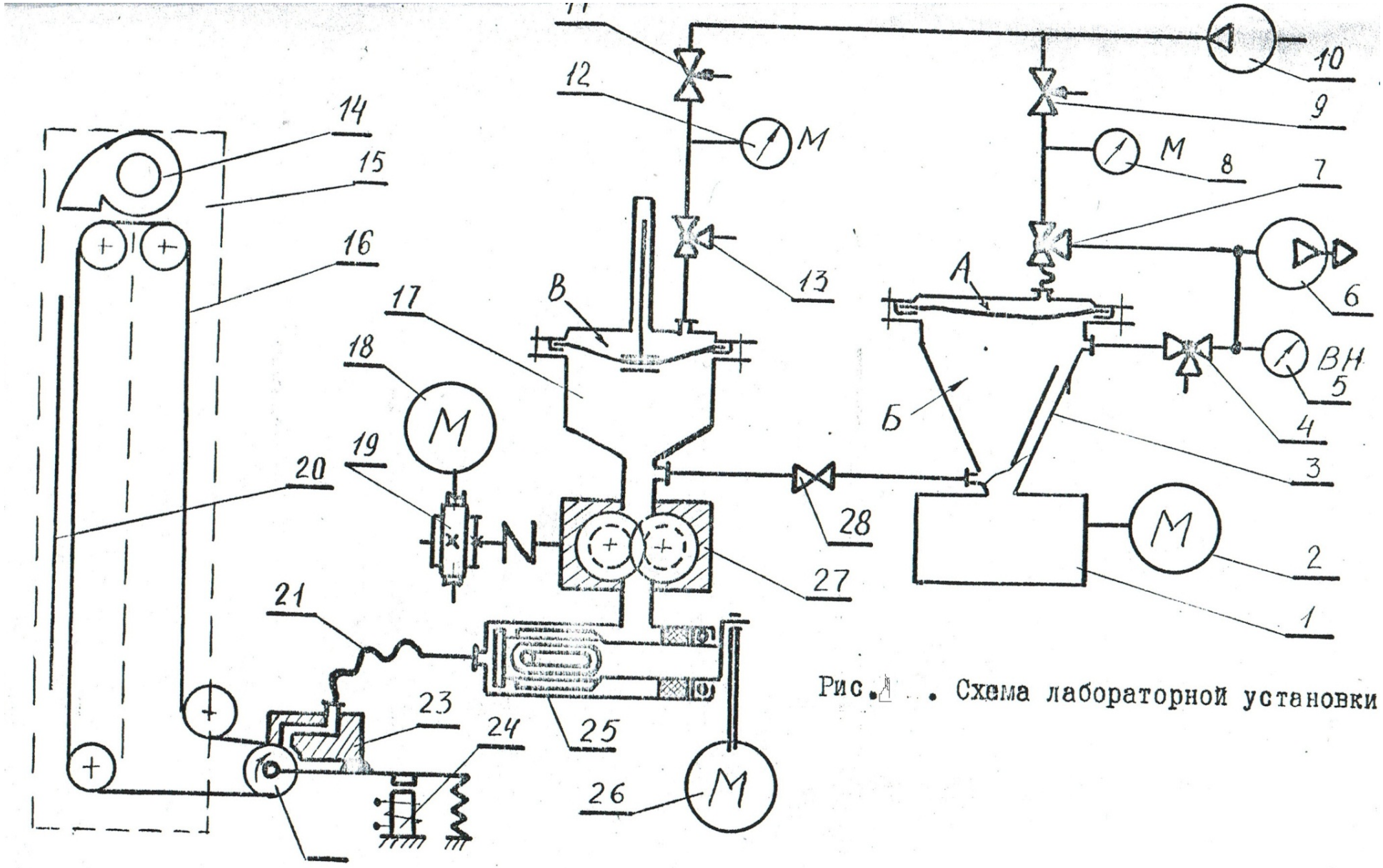


Рис. . Схема лабораторной установки

Вывод

По результатам работы разработана схема аппаратурного оформления процесса получения коллагеновой пленки медицинского назначения из кислых дисперсий коллагена, а также конструкция основных элементов соответствующей установки.

СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКИЕ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗВИТИЯ НЕСТАЦИОНАРНОЙ КОНВЕКЦИИ В ПРИСТЕННОМ СЛОЕ ЖИДКОСТИ ПРИ ИМПУЛЬСНОМ РАЗОГРЕВЕ СТЕНКИ В ПРИСУТСТВИИ ЗЕРНИСТОГО СЛОЯ.

А. С. Апанович
Московский государственный машиностроительный университет

На основе разработанного и реализованного оптического метода поляризации полей температур приведены результаты экспериментов по визуализации полей температур и развития конвективных течений в процессе нестационарного кондуктивного нагрева стенки ячейки, включающей слой шариков засыпки, помещенных в жидкость. В условиях варьирования теплофизических свойств жидкости, частиц (шариков) зернистого слоя, а также величины подводимого теплового потока изучен механизм влияния шаровой засыпки на время и характер формирования свободной конвекции вблизи обогреваемой снизу стенки. Предложена расчетная модель процесса.

ВВЕДЕНИЕ

Микропористые зернистые среды широко применяются в аппаратах химической технологии (например, каталитеческие реакторы), энергетике, нефте- и газодобычи и т.д. [1]. Развитая межфазная поверхность контакта твердой фазы с газом или жидкостью, особенности гидродинамики приводят к существенной интенсификации тепло- и массообмена в таких средах. Одной из интересных с научной точки зрения и важных прикладных задач является изучение закономерностей нестационарного прогрева пристенного слоя жидкости в присутствии зернистого слоя. Такая проблема возникает, например, при вскипании теплоносителя в пористых и зернистых средах. Важным фактором здесь является необходимость учета механизма свободной конвекции в процессе прогрева пристенного слоя жидкости, включая стадию образования первых паровых пузырьков. В таких условиях, при определенных соотношениях скорости разогрева поверхности, размерах частиц и материале засыпки, конвекция начинает существенно влиять как на общую динамику протекания процессов, так и на механизмы парообразования в частности [2, 3]. В этих работах было показано, что, начиная со скоростей разогрева поверхности ~ 800 К/с и ниже, расчетные значения времени индукции, профили температур на момент вскипания и количество паровых зародышей на единицу поверхности существенно отличаются от экспериментальных величин. Это объяснялось тем, что в указанном диапазоне скоростей разогрева в расчетных методиках необходимо учитывать механизм свободной конвекции в системе нагреватель-жидкость-элемент засыпки, далее – ячейка. Исследования также показали, что конвекцию необходимо рассматривать при определенных соотношениях скорости разогрева и размеров характерной ячейки.

В [5] приведены теоретические методики учета конвекции, как при развитом кипении, так и в условиях нестационарного теплоподвода. Однако отсутствуют работы как теоретические, так и экспериментальные, посвященные проблеме нестационарного вскипания в присутствии зернистого слоя. В предлагаемой статье будет развит экспериментальный метод фиксации начала развития свободной конвекции и на основе проведенных исследований предложен алгоритм учета конвекции в ранее разработанном [3] программном комплексе для моделирования формирования пульсаций давления, возникающих в среде вследствие вскипания теплоносителя.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА И МЕТОДОЛОГИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

Для исследования тепло- и массообменных процессов, в том числе сопряженных с фазовыми переходами (кипение, испарение и т.п.), успешно используются оптические методы. Эти

методы обладают, наряду с высокой информативностью, отсутствием контакта с измеряемым объектом, широким набором экспериментальных методик, а также возможностями исследовать процессы на различных масштабах от молекулярных до аппаратных. Классическая работа [5] посвящена применению оптических методов, основанных на зависимости показателя преломления сплошных сред от температуры и концентрации, в экспериментальных исследованиях тепло- и массообмена. В ней представлены результаты применения оптических интерференционных методов для изучения тепловых полей в стационарных условиях и при возникновении конвекции в области пограничного слоя и во всем исследуемом объёме. При этом по результатам расшифровки интерференционной картины рассчитывались температурные поля и линии тока. В большинстве случаев исследовались плоские двумерные слои цилиндрической симметрии.

Для зернистых слоев характерна трехмерная пространственная структура, что требует использования томографических методов. Для максимальной реализации возможностей оптических методов в таких условиях в работе [6] было предложено использовать иммерсионную томографию. Результаты использования этих методов для определения параметров движения пузырьков в зернистом слое и структуры потоков при тепло- и массообмене в затопленных зернистых слоях представлены в [7]. В условиях модельной среды заполненного иммерсионной жидкостью зернистого слоя здесь наблюдалось также развитие во времени нестационарного температурного поля. Причем это температурное поле фиксировалось, как в объёме жидкой фазы, так и внутри прозрачной твёрдой фазы. Дополнительные возможности обеспечило применение метода голографической интерферометрии, который позволяет исключить влияние первоначальных оптических неоднородностей структуры объекта исследования, повысить точность и надежность определения изменений свойств неоднородностей за счет температуры. Непрерывные интерференционные полосы, которые в данных условиях визуализировали линии равных температур, наблюдавшиеся и в жидкости, и в твердой фазе, претерпевают излом на границе раздела. Величина этого излома определяется не только различием коэффициентов температуропроводности жидкой и твёрдой фаз, шаровой формой отдельного зерна, но и конвекцией, которая деформирует структуры теплового поля в пограничном слое и в объёме жидкости.

Отметим, что наблюдение возникновения и развития конвективных потоков здесь возможно одновременно двумя способами. В первом способе момент возникновения конвективного движения линии тока могут визуализироваться по наблюдениям частиц–трассеров, которые обладают нейтральной плавучестью и двигаются со скоростью потока жидкости. Современным эффективным способом измерения поля скоростей в подобных условиях является метод PIV. При развитии конвекции за счёт движения жидкости изменяется температурное поле в объёме и в пограничных слоях, по этим изменениям во втором способе стандартными методами [5] определяется структура линий тока. Очевидный локальный характер первого способа дополняется интегральными возможностями второго. Второй способ и лёг в основу измерений, выполненных в предлагаемой статье.
Дальнейшим развитием оптических методов исследования микроструктуры потоков в зернистых слоях может явиться предложенный в [8] метод оптической когерентной томографии (ОКТ). Сохраняя преимущество описанных оптических методов ОКТ расширяет возможности в области больших градиентов температур, вплоть до достижения точек фазового перехода.

Экспериментальная установка представляет собой стенд для проведения исследования температурных полей в зернистых слоях, погруженных в жидкость. Она включает

устройство, которое обеспечивает нагрев исследуемого объёма жидкости при различных уровнях тепловых потоков.

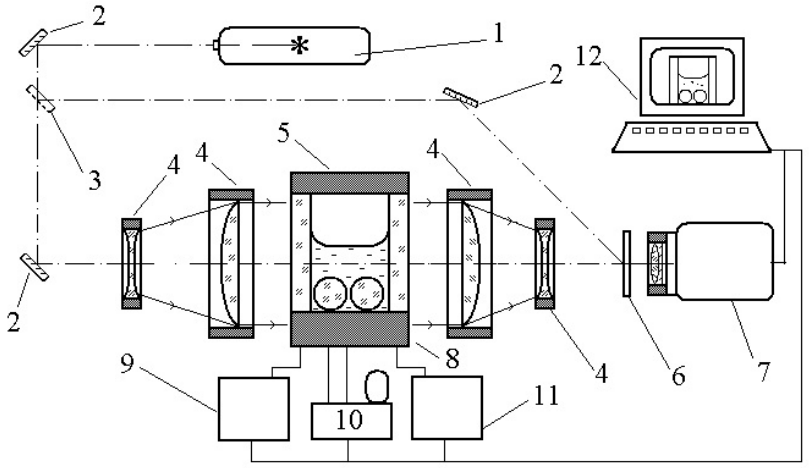


Рис. 1.Схема экспериментальной установки:
1 – лазер; *2* – отражающие зеркала; *3* – полупрозрачное зеркало – делитель лазерного пучка; *4* – линзы; *5* – исследуемый объект – оптическая кювета; *6* – голограмма; *7* – видеорегистратор; *8* – сменный термоэлемент; *9* – система электропитания; *10* – термостат; *11* – система контроля; *12* – компьютер.

Набор сменных нагревательных элементов включает электронагреватель, теплообменник и термоэлектрический элемент. Два последних дают возможность, как импульсного нагрева, так и охлаждения снизу оптической кюветы с исследуемой системой – зернистым слоем, заполненным жидкостью. Использовалась оптическая кювета размером 5×10 мм и высотой 15 мм с толщиной слоя жидкости по ходу лучей 5×10-3 м. В тепловых экспериментах в качестве зернистого слоя использовались прозрачные стеклянные шарики диаметром 5×10-3 м, а жидкой фазы – вода, изопропиловый спирт, хлористый метилен и иммерсионная жидкость с показателем преломления, равным показателю преломления материала частиц (стекло) зернистого слоя.

В состав экспериментальной установки входят датчики температуры, с помощью которых измерялась температура в отдельных точках исследуемого объема жидкости и на медной греющей поверхности.

Иммерсионная жидкость представляет собой водный раствор смеси неорганических солей – роданистого аммония и йодистого аммония. В зависимости от состава изменялся показатель преломления раствора и его значение подбиралось равным nD=1,5178. Ранее [7] эксперименты по исследованию гидродинамики течений внутри зернистого слоя, заполненного иммерсионной жидкостью, проводились при постоянной температуре. Для нестационарных условий при наличии температурных градиентов возникает необходимость учета зависимости основных физических характеристик иммерсионной жидкости: плотности, вязкости, поверхностного натяжения и показателя преломления от температуры. Характерные значения для иммерсионной жидкости при 25°С : плотность - 1390,54 кг/м3, динамическая вязкость - 2,0640 мПа·с, поверхностное натяжение - 42,4 мН/м. Сравнение табличных значений и проведенных измерений для иммерсионной жидкости и воды в диапазоне температур от 20 до 30°С показало, что относительные изменения этих величин в пересчете на один градус в указанном диапазоне температур, составляют (таблица 1) значительные изменения для вязкости и поверхностного натяжения и малые для плотности.

Свойства воды и иммерсионной жидкости при t = 20°C

	n_D	ρ, кг/м^3	μ, мПа·с	σ,Н/м
Вода	1×10^{-4}	$2{,}56\times10^{-4}$	$2{,}04\times10^{-2}$	$0{,}27\times10^{-2}$
Иммерсионная жидкость	$1{,}58\times10^{-4}$	$5{,}83\times10^{-4}$	$1{,}14\times10^{-2}$	$0{,}71\times10^{-2}$

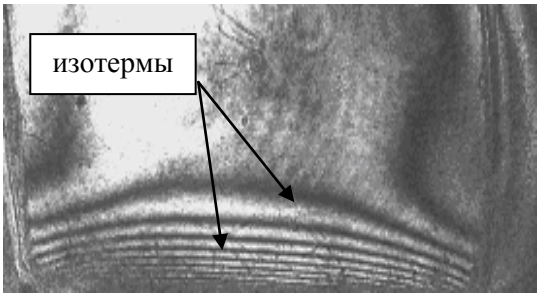
Если сравнивать температурные зависимости физических параметров иммерсионной жидкости и воды, которая часто является и рабочей фазой и модельной средой в тепловых процессах, установлено, что вязкость иммерсионной жидкости изменяется в меньшей степени, а поверхностное натяжение в большей, в сравнении с соответствующими изменениями у воды. Это следует учитывать при исследовании тепловых процессов в зернистых слоях, где велико влияние капиллярных сил. Для определения полей температур в объеме чистой исследуемой жидкости и содержащей прозрачные стеклянные частицы применялась голографическая интерферометрия, использующая метод реального времени и схему интерферометра Маха–Цендера. Особенности этой схемы и метода для целей изучения прозрачного зернистого слоя, заполненного жидкостью, ранее были подробно описаны в работе [6].

Программа экспериментов включала:

- измерения полей температур вблизи обогреваемой стенки при импульсном теплоподводе, как в “чистой” жидкости – воде, иммерсионной жидкости, хлористом метилене (ρ = 1330 кг/м^3, t_s = 40 °C), и изопропиловом спирте (ρ = 0,7851 кг/м^3, t_s=82.4° °C) так и в присутствии двух шариков;
- в опытах варьируются параметры теплоподвода по амплитуде и времени, и фиксируется момент начала развития конвекции.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

На рис.2. представлены характерные фотографии полей температур в воде в условиях нестационарного нагрева снизу, спустя соответственно 5–(а) и 30-(б) секунд от начала разогрева. Как видно фиксируется как режим классической нестационарной теплопроводности, так и режим развитой конвекции. В приведенных далее опытах для воды, иммерсионной жидкости, и хлористого метилена мощность тепловыделения на нагревателе составляла 30 Вт., а для изопропилового спирта 10 Вт.

(а) 

(б)

Рис. 2. Развитие свободной конвекции в кювете с водой при нестационарном теплоподводе снизу.
(а) - прогрев пристенного слоя; (б) – возникновение конвекции.

В ячейке со стеклянными шариками (рис. 3), погруженными в воду, при тех же условиях нагрева, конвекция в пристенной области между шариками не возникает на всех фиксируемых временах, при этом в объеме кюветы макроконвекция наблюдается. Отсюда следует, что в рассматриваемой системе имеет смысл решать только задачу теплопроводности до момента вскипания.

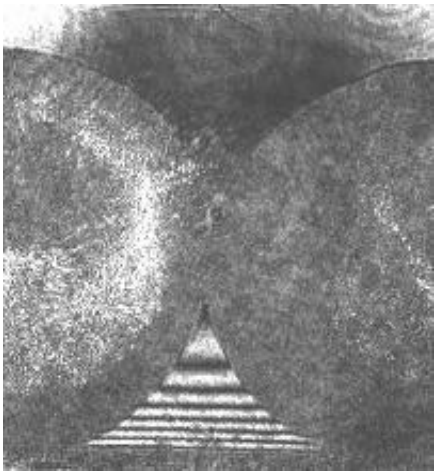
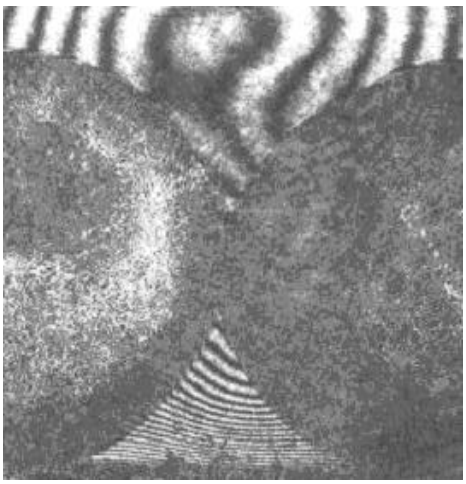
(а)  (б) 

Рис. 3. Нестационарный прогрев воды в кювете со стеклянными шариками диаметром 5 мм. а) – 5 с. б) – 30 с.

Опыты с иммерсионной жидкостью (рис. 4), позволяют визуализировать поля температур в элементах засыпки. Поскольку коэффициент температуропроводности стекла и воды практически одинаковы искажение изотерм в режиме нестационарной теплопроводности (рис. 4а), отсутствует, при этом макроконвекция в кювете также наблюдается (рис. 4б).

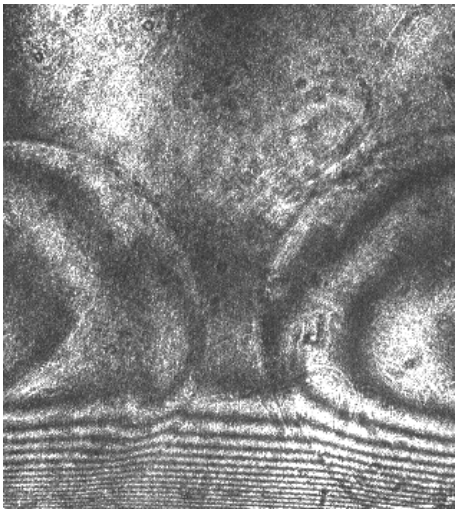
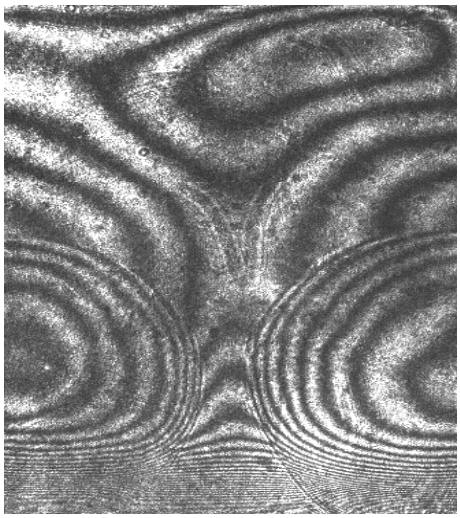
(а)  (б) 

Рис. 4. Нестационарный прогрев иммерсионной жидкости в кювете со стеклянными шариками диаметром 5 мм. а) – 5 с. б) – 30 с.

В опытах с хлористым метиленом в присутствии стальных шариков (рис. 5), имеющих существенно больший коэффициент температуропроводности по сравнению со стеклом, видно заметное искажение изотерм в пристенной области между шариками (рис. 5а), что приводит к ускоренному возникновению “микроконвекции” между шариками (рис. 5б), и дальнейшему развитию макроковекции (рис. 5в).

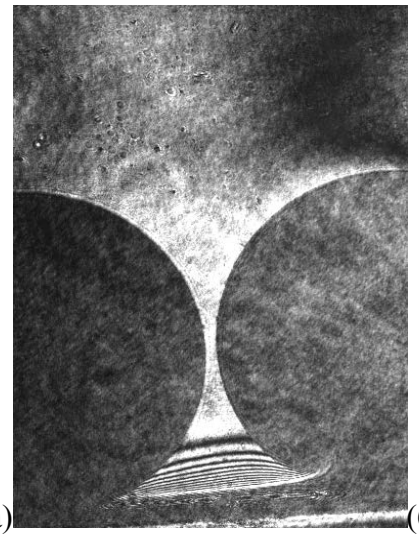
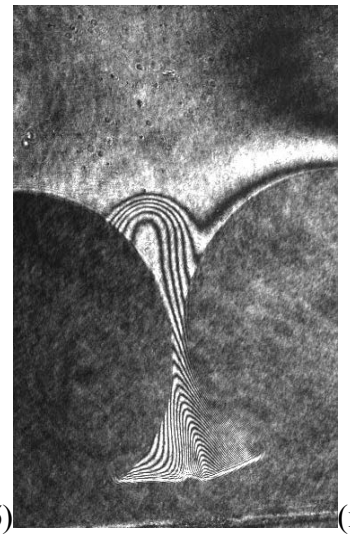
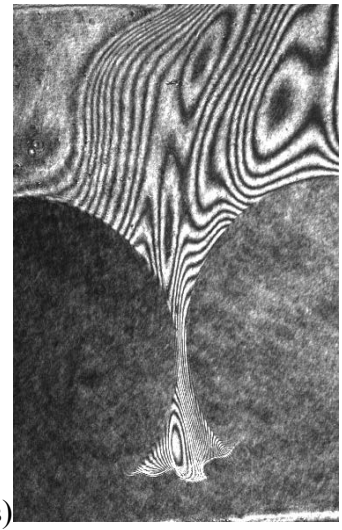
(а)  (б)  (в) 

Рис. 5. Нестационарный прогрев хлористого метилена
в кювете со стальными шариками диаметром 5 мм.
а) – 5 с., б) – 15 с., в) – 30 с.

В случае спирта (рис.6) начало развития конвекции фиксируется на временах <10 сек. и при заметно меньшей тепловой нагрузке (10Вт).

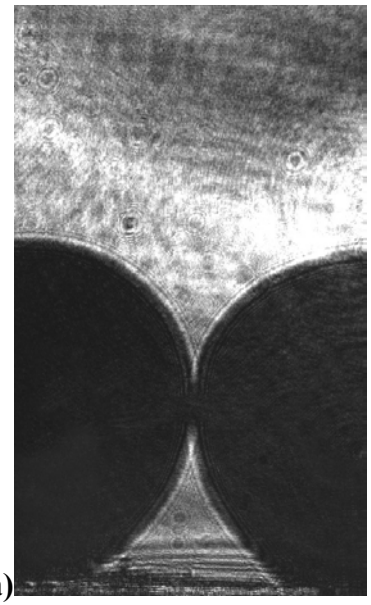
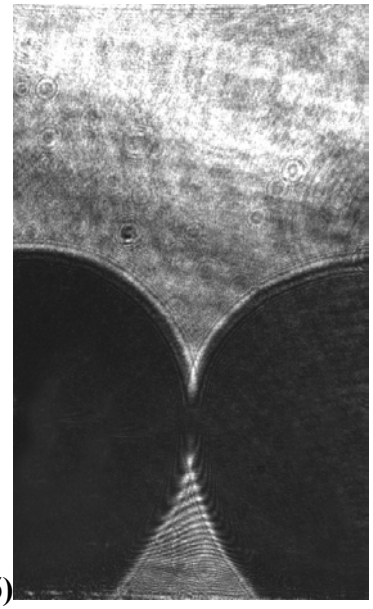
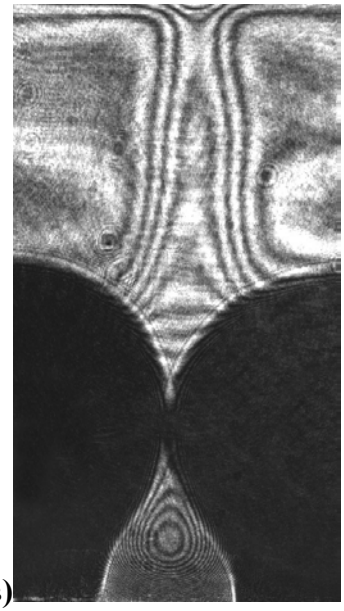
(а)  **(б)**  **(в)** 

Рис. 6. Нестационарный прогрев изопропилового спирта в кювете
со стеклянными шариками диаметром 5 мм.
а) – 1 с., б) – 5 с., в) – 10 с.

Отметим, что оптические искажения, наблюдаемые в пристенной области, непосредственно примыкающей к шарикам, связаны с тем, что большие градиенты температуры в этой области приводят к эффекту «рассеивающей линзы», который, вообще говоря, может быть учтен.

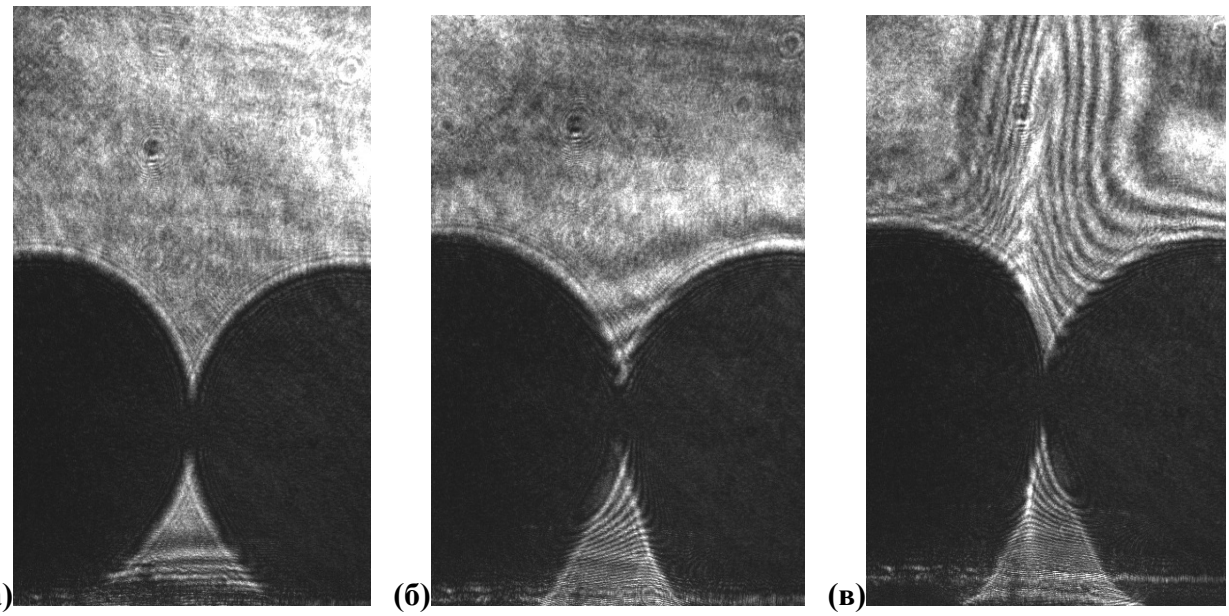


Рис. 7. Нестационарный прогрев изопропилового спирта в ячейке
со стальными шариками диаметром 5 мм.
а) – 1 с., б) – 5 с., в) – 10 с.

В опытах со стальными шариками, погруженными в спирт, за счет разности коэффициентов температуропроводности, возникновение конвекции происходит гораздо раньше, чем со стеклянными шариками (рис.7).

На рис.8. представлены количественные результаты проведенных экспериментов. На графиках показаны зависимости значений времени до начала возникновения развитой конвекции в зависимости от мощности тепловыделения в нагревателе. Видно, что свойства жидкости как и материал засыпки существенно влияют на динамику возникновения свободной конвекции в ячейке с шариками. Например, в случае стальных шариков и иммерсионной жидкости характерные времена возникновения конвекции максимальны.

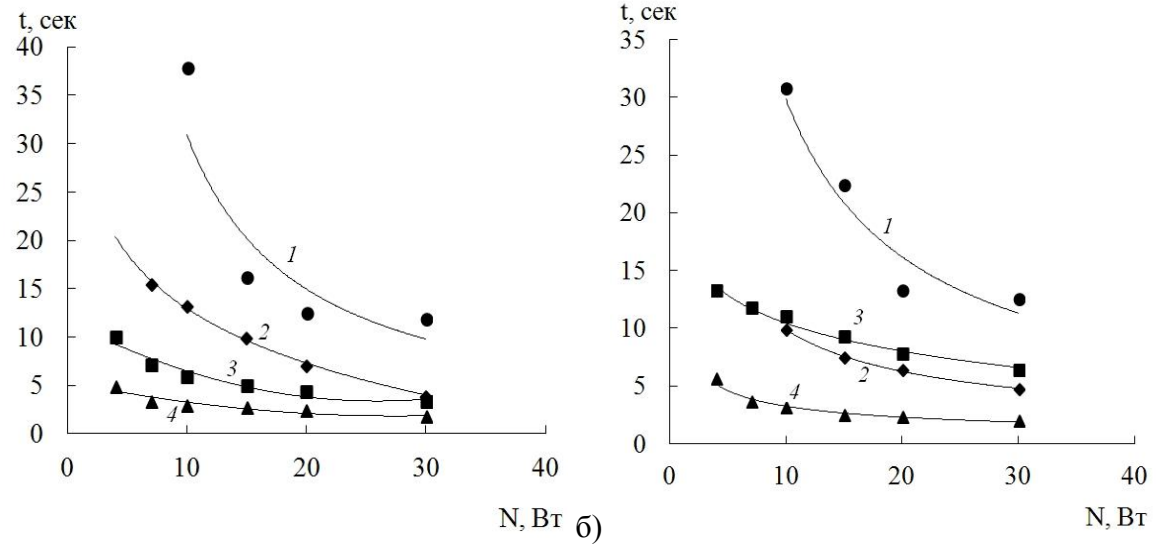


Рис. 8. Экспериментальные значения времени до начала возникновения развитой конвекции а) со стальными шариками, б) со стеклянными шариками.
1 – иммерсия, *2* – вода, *3* – изопропиловый спирт, *4* –хлористый метилен.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ И ТЕПЛООБМЕНА В ЭЛЕМЕНТЕ ШАРОВОЙ ЗАСЫПКИ

Физическая постановка задачи. Рассматривается нестационарный теплообмен и развитие свободной термогравитационной конвекции в многофазной гетерогенной среде, образованной шаровой засыпкой и вязкой несжимаемой жидкостью. Теплофизические свойства шариков, материала стенок кюветы и жидкости, кроме ее плотности при определении подъемных сил в неоднородных температурных полях, считаем постоянными. В начальный момент времени жидкость неподвижна, а стенки кюветы, шаровая засыпка и жидкость имеют однородную температуру T_0. При математическом описании процессов переноса, будем пренебрегать выделением тепла за счет вязкой диссипации и работы сил сжатия, термо- и бародиффузионными эффектами.

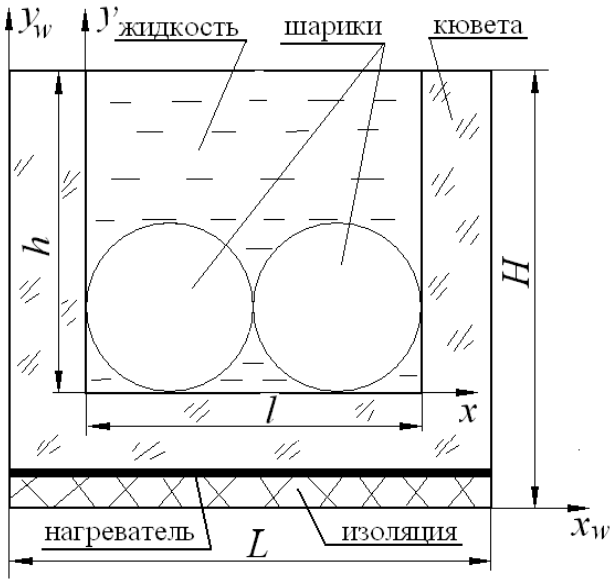


Рис. 9. Расчетная область.

С целью более точного учета реальных условий подвода теплоты и нестационарного развития теплогидравлических процессов в рассматриваемой экспериментальной кюветы математическое моделирование теплообмена и гидродинамики в системе «стенки кюветы-жидкость-шарики засыпки», выполнено в сопряженной постановке. Математическое описание полей вектора скорости и температуры вязкой несжимаемой жидкости при свободной термогравитационной конвекции в ограниченной полости, выполнено в соответствии с моделью неоднородной жидкости в приближении Буссинеска.
С учетом сделанных выше предположений математическая постановка задачи сопряженного конвективно-кондуктивного теплообмена имеет следующий вид:
- уравнение движения для несжимаемой жидкости

$$\frac{\partial}{\partial t}\mathbf{V} + (\mathbf{V}\nabla)\mathbf{V} = -\frac{1}{\rho}\nabla p' + \nu\Delta\mathbf{V} + \mathbf{g}\beta\vartheta, \qquad (1)$$

- уравнение неразрывности

$$\mathrm{div}\mathbf{V} = 0, \qquad (2)$$

- уравнение энергии

$$\frac{\partial\vartheta}{\partial t} + (\mathbf{V}\nabla)\vartheta = a\Delta\vartheta, \qquad (3)$$

- уравнения теплопроводности в стенках кюветы и шариках засыпки

$$\frac{\partial \vartheta_w}{\partial t} = a_w \Delta \vartheta_w + \frac{q_v}{(c_p \rho)_w}, \qquad k=1,2,3 \qquad (4)$$

В начальный момент времени $t = 0$ задаются начальные значения искомых величин **V**, p' и ϑ. На поверхностях шариков засыпки и стенок кюветы (на границе раздела твердое тело-жидкость) выполняются условия прилипания, т.е. **V**=0.

Граничные условия для поля температуры:

- на внешних поверхностях кюветы и жидкости задан теплообмен по закону Ньютона-Рихмана в виде

$q_w = \alpha_f (T - T_f)$, (5)

где α_f и T_f – известные, соответственно, коэффициент теплоотдачи и температура внешней среды. На внутренней поверхности кюветы и на поверхности шариков принимаются условия идеального контакта.

Методика численного решения, а также подробные краевые условия задачи подробно описаны в работе [9]. На рис.10. показаны результаты математического моделирования процесса развития конвекции, соответствующие условиям эксперимента рис. 5. Как видно модель позволяет расчетным путем получать адекватные эксперименту распределения температур и скоростей в рассматриваемой ячейке.

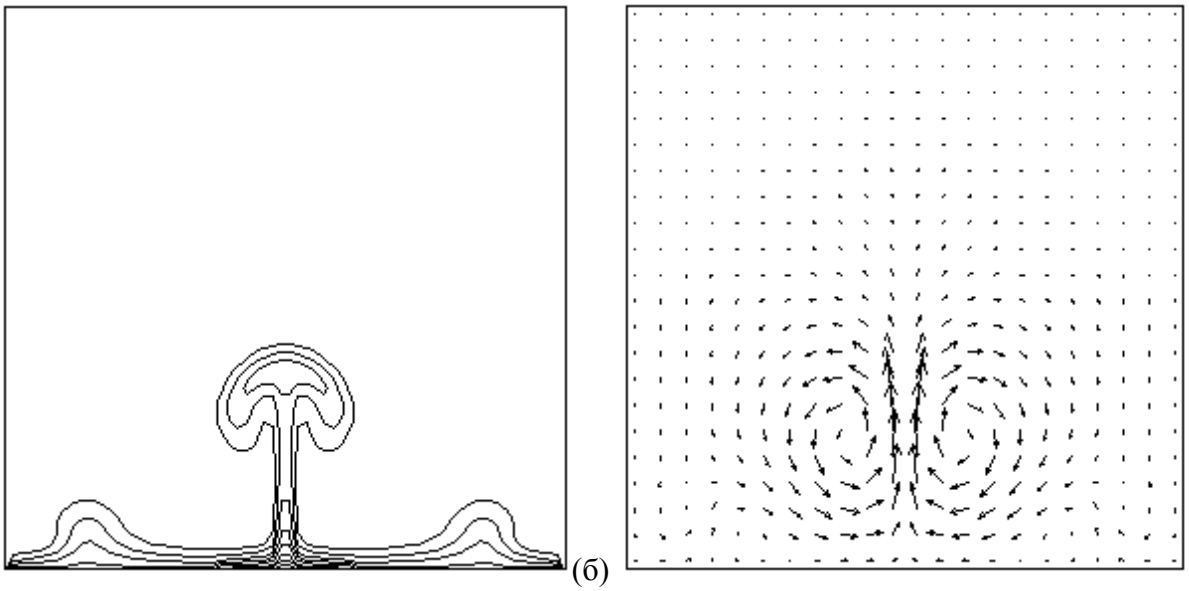


Рис. 10 Расчетные поля температур – (а) и скоростей – (б).
Жидкость – хлористый метилен, Q= 30 Вт.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан оптический метод визуализации полей температур в жидкости с твердыми частицами зернистого слоя. На основе этого метода изучены закономерности возникновения естественной конвекции при нестационарном нагреве горизонтальной стенки ячейки, включающей сферические частицы размером 5 мм. В опытах, в которых варьировались теплофизические свойства жидкости и частиц, показано, что при одних и тех же тепловых потоках времена начала возникновения конвективных течений в случае со стальными частицами ($a = 0{,}1361\times10^{-4}$ м^2/с) заметно меньше (~10%), чем в случае стеклянных ($a = 0{,}04418\times10^{-6}$ м^2/с). Переход от спирта к воде и иммерсионной жидкости также приводит к заметному увеличению времени начала возникновения конвекции. Опыты показали, что, например, в случае стеклянных шариков погруженных в воду, по-видимому, имеет смысл решать только задачу теплопроводности до момента вскипания.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты 11-08-00368-а, 12-08-00734-а, 12-08-31243 мол_а)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Iliuta I., Hamidipour M., Schweich D., Larachi F. Two-phase flow in packed-bed microreactors: Experiments, model and simulations // Chem. Eng. Sci. 2012. V. 73. P. 299.
2. Покусаев Б. Г., Некрасов Д.А. Математическое моделирование переходных процессов в кольцевом канале с зернистым слоем при вскипании недогретой воды. Формирование волны давления // Теплофизика высоких температур. 2008. Т. 46. № 3. С. 406.
3. Покусаев Б. Г., Некрасов Д.А., Таиров Э.А. Моделирование вскипания недогретых воды и этанола в условиях импульсного тепловыделения в стенке // Теплофизика высоких температур. 2012. Т. 50. № 1. С. 89.
4. Pavlenko A.N., Surtaev A.S., Koverda V.P., Skokov V.N., Reshetnikov A.V., Vinogradov A.V. Dynamics of transition processes and structure formation in critical heat-mass transfer regimes during liquid boiling and cavitation // Journal of Engineering Thermophysics. 2009. Т. 18. № 1. С. 20.
5. Хауф В, Григуль У. Оптические методы в теплопередаче. М.: Мир. 1973.
6. Покусаев Б.Г., Карлов С.П., Шрейбер И. Иммерсионная томография газожидкостной среды в зернистом слое // Теор. основы хим. технологии. 2004. Т. 38. № 1. С. 3
7. Казенин Д.А., Карлов С.П., Покусев Б.Г., Скочилова Ю.Н. Некоторые современные оптические методы диагностики процессов в многофазных зернистых средах // Теор. основы хим. технологии. 2007. Т. 41. № 6. С. 602.
8. Meissner S., Herold J., Kirsten L., Schneider C., Koch E. 3D optical coherence tomography as new tool for microscopic investigations of nucleate boiling on heated surfaces // International Journal of Heat and Mass Transfer 2012. V.55. P. 5565.
9. Покусаев Б.Г., Карлов С.П., Некрасов Д.А., Захаров Н.С. Методы визуализации гидродинамики и нестационарного теплообмена в зернистых средах // Известия МГТУ «МАМИ». 2012. Т. 4. № 2(14). С.11.

СИНЕРГИЗМ ДЕЙСТВИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ПРОЦЕССЫ ОЧИСТКИ

Румянцева М.В
Вологодский государственный технический университет (ВоГТУ), факультет «Экологии и инженерной геологии».
Научные руководители: к.х.н., доцент Воропай Л.Н, к.г.н., доцент, Карандашева Т.К.

Основным направлением природоохранной деятельности предприятий является разработка безотходных и малоотходных способов производства, в которых отходы производства используются в качестве сырья для других технологических процессов. К таким способам обработки техногенных сред относится сорбция, включающая адсорбцию и десорбцию, которые используются при обработке жидких и газообразных отходов производства.

Известно, что эффективность десорбции, определяющая экономическую целесообразность очистки техногенных сред, зависит от природы адсорбатов и адсорбентов, растворяющей способности растворителей, используемых для десорбции; технологических параметров производственного цикла (температуры, давления, плотности насыпного слоя адсорбента, способа подачи растворителя через адсорбер, перемешивания, ультразвукового воздействия, дополнительной обработки паром) [1]. Однако даже при соблюдении одинаковых условий процесса очистки эффективность сорбции может быть разной за счёт взаимного влияния загрязняющих компонентов.

Цель работы: оценка синергетического эффекта взаимодействия загрязняющих веществ, и параметров технологических процессов, влияющих на эффективность сорбции.
Исходя из цели были поставлены следующие задачи:

1. Исследование зависимости эффективности адсорбции от природы загрязняющего компонента на примере одного адсорбата.
2. Изучение особенностей адсорбционных процессов на модельных системах, содержащих несколько компонентов загрязняющих веществ.
3. Определение технологических параметров процессов, влияющих на определяющих эффективность процессов сорбции.
4. Разработка практических рекомендаций.

На однокомпонентных модельных растворах ($CuSO_4$; $CoCl_2$; $FeCl_3$; $NiSO_4$; $CaCl_2$; $MgCl_2$; $SnCl_2$; $Pb(NO_3)_2$; $MnCl_2$; $ZnCl_2$; $Al_2(SO_4)_3$) одинаковой концентрации (0,025 экв/л) исследовались процессы адсорбции и десорбции на адсорбентах (катионит-анионитовые смолы) при t = 20 ºС.

В настоящей работе эффективность адсорбции и десорбции определялась фотоэлектроколориметрическим, титриметрическим и гравиметрическим методами анализа по изменению концентрации загрязняющих компонентов.

Известно, что адсорбция из смесей связана с конкуренцией молекул различных компонентов, т.е. при адсорбции из смесей увеличение концентраций у поверхности одного компонента приводит к уменьшению концентрации другого. Эффективность адсорбции в случае разбавленных растворов, в которых уменьшаются силы межмолекулярных взаимодействий между разными компонентами, зависит только от дисперсионных сил взаимодействия между адсорбентами и адсорбатами, а также от способности взаимодействующих сред к образованию химической связи [2].

Исходя из теоретических данных, можно предположить, что эффективность адсорбции в зависимости от природы загрязняющего компонента изменяется в следующем порядке: Mg^{+2} >Ca^{+2}>Al^{+3}>Zn^{+2}>Mn^{+2}>Fe^{+3}>Co^{+2}> Ni^{+2}>Cu^{+2}>Sn^{+2}>Pb^{+2}.

В случае реальных концентрированных растворов многокомпонентных систем происходят межмолекулярные взаимодействия между растворёнными веществами, а также между растворителем и компонентами, в результате которых образуются побочные продукты, влияющие на эффективность адсорбции [3].

В настоящей работе было установлено, что эффективность адсорбции в рабочих средах, с учётом данных взаимодействий изменяется в следующем порядке: Zn^{+2}>Sn^{+2}>Ca^{+2}>Fe^{+3}> Mn^{+2}>Cu^{+2}> Fe^{+2}>Ni^{+2}> Mg^{+2}> Co^{+2}>Al^{+3} (рисунок 1).

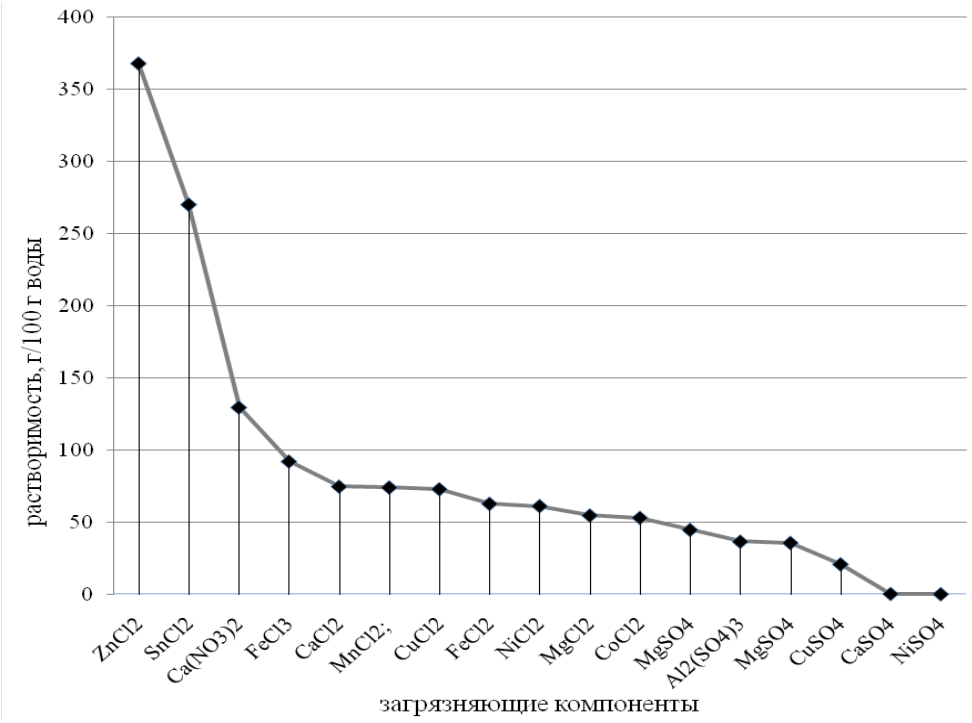


Рисунок 1. Растворимость адсорбатов без учёта взаимного влияния

Десорбция – процесс, обратный адсорбции и используется в технологиях для регенерации адсорбентов. Эффективность десорбции определяет возможность многократного применения в технологических циклах адсорбентов [1]. В настоящей работе на модельных системах и реальных отработанных адсорбентах проведено исследование процесса десорбции загрязняющих компонентов с поверхности силикагелей, катионит-анионитных смол, активированных углей, и определены технологические параметры данного процесса.

Эффективность десорбции зависит от сил взаимодействия адсорбента и адсорбата; от величины пор; от температуры; от растворимости адсорбатов [1]. С учётом растворимости как основных компонентов, так и промежуточных продуктов, и исходя из реальных экспериментальных данных, выведен ряд эффективности десорбции при t = 20 °C: Mg^{+2}>Ca^{+2}>Co^{+2}> Sn^{+2}>Ni^{+2}>Mn^{+2}> Zn^{+2}> Al^{+3}>Cu^{+2} >Pb^{+2}>Fe^{+3} (рисунок 2 и 3).

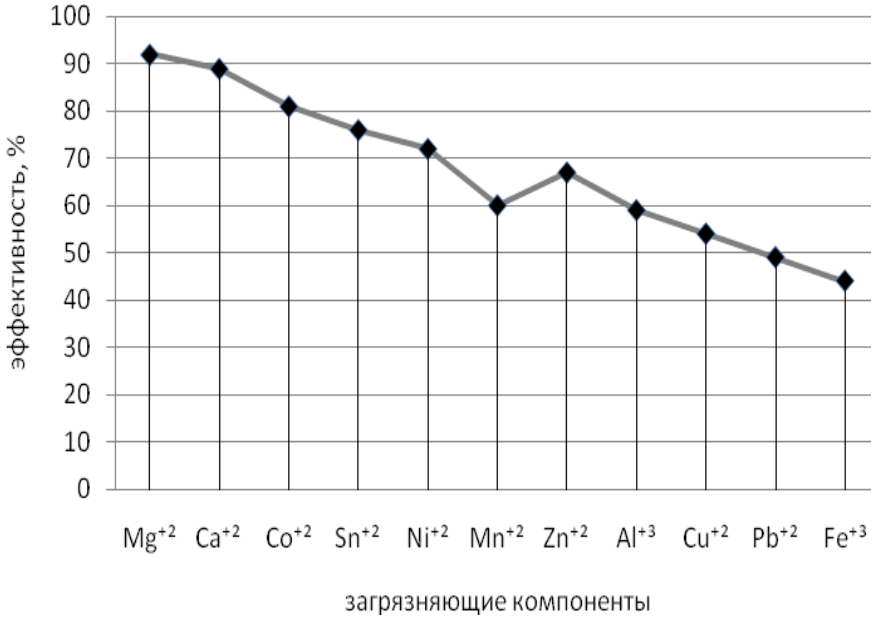


Рисунок 2. Эффективность десорбции с учётом синергизма действия побочных процессов

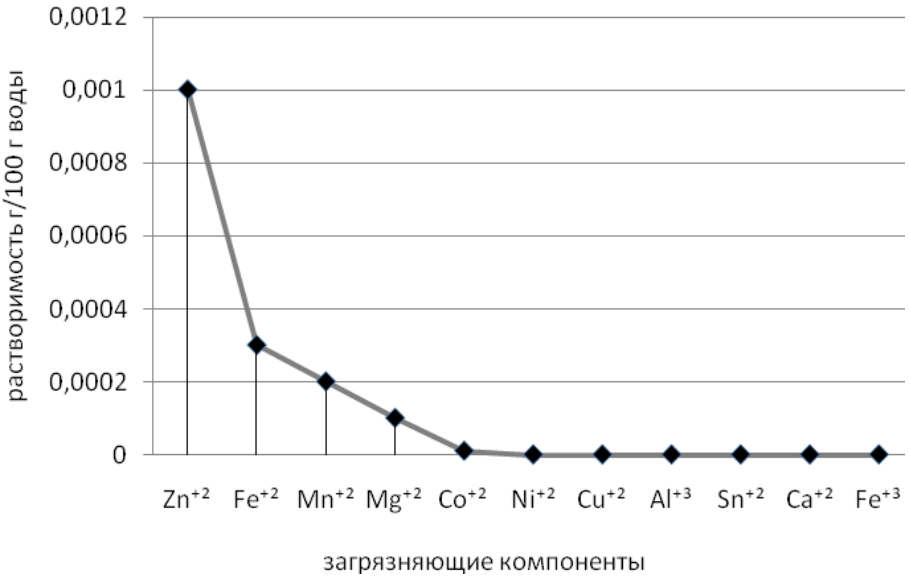


Рисунок 3. Растворимость побочных продуктов десорбции

Известно, что эффективность десорбции зависит от температуры: при резком повышении температуры десорбция наступает практически сразу, а при постепенном изменении температуры в порах адсорбентов усиливаются обменные (гидролиз, реакции обмена, солеобразование, карбонизация) и окислительно-восстановительные реакции, приводящие к образованию промежуточных продуктов и изменению эффективности десорбции [1].

В настоящей работе было проведено исследование зависимости эффективности десорбции от температуры с учётом изменения растворимости загрязняющих компонентов при повышении температуры на модельных системах и на реальных отработанных адсорбентах. На основании полученных экспериментальных данных установлена следующая

последовательность изменения эффективности десорбции:
Zn^{+2}> Fe^{+2}>Mn^{+2} > Mg^{+2}> Co^{+2}> Ni^{+2}> Cu^{+2} > Al^{+3}> Sn^{+2}>Ca^{+2}> Fe^{+3}.

Можно предполагать, что наблюдаемое в процессе эксперимента резкое снижение эффективности десорбции объясняется побочными процессами в порах адсорбентов (гидролиз, карбонизация, сульфатизация), в результате которых образуются нерастворимые вещества, закрывающие поры адсорбентов. Для исключения побочных процессов, процессы десорбции необходимо проводить или в кислой среде (препятствует процессам гидролиза) или с помощью ПАВ в проточной системе при постоянном механическом перемешивании слоя адсорбентов. Данные требования совмещаются в одном цикле десорбции, если использовать ультразвуковую обработку.

Таким образом, при разработке технологических параметров сорбционных процессов в реальных производственных условиях необходимо моделировать основные и побочные процессы, влияющие на величину эффективности сорбции. При моделировании необходимо учитывать следующие факторы:

1. растворимость и концентрацию загрязняющих компонентов;
2. побочные химические реакций, происходящих между адсорбатами и растворителями, влияющими на эффективность десорбции;
3. 3. температуру обработки;
4. 4. наличие посторонних примесей, имеющих органическое происхождение.

Настоящая работа выполнялась совместно с ООО «Александра-Плюс», имеет большое практическое значение при очистке промышленных жидких техногенных отходов. Данные рекомендации необходимо учитывать при разработке ультразвуковой регенерации адсорбентов. Результаты работы входят в состав отчёта по научно-исследовательской работе «Ультразвуковая обработка техногенных сред».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1.Десорбция: Физическая энциклопедия / под ред. А. М. Прохорова. – М.: Советская энциклопедия, 1988. – 990 с.
2. Химическая энциклопедия: в 6-ти т. Т. 1: Материалы архивных фондов / гл. ред. И. Л. Кнуняц. – М.: Советская энциклопедия, 1988. – 775 с.
3. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии: Справ.изд. – 6-е изд., перераб. И допол. / Ю.Ю. Лурье – М.: Химия, 1985. – 488 с.

ПОЛУЧЕНИЕ КЛЕТОЧНЫХ ЛИНИЙ РАСТЕНИЙ, УСТОЙЧИВЫХ К ГЕРБИЦИДУ ПАРАКВАТ

Ильина В.С.
Московский государственный машиностроительный университет, Институт инженерной экологии и химического машиностроения, Экологический факультет
Научный руководитель: к. б. н., старший научный сотрудник Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН Степанова А.Ю.

В связи с циклическими изменениями климата и загрязнением окружающей среды растения очень часто подвергаются воздействию различных стресс-факторов. Под их влиянием происходит генерация активных форм кислорода (АФК) и, как следствие, развитие окислительного стресса, что приводит к повреждению биомолекул и может вызвать гибель растений. Поэтому получение растительных культур, устойчивых к окислительному стрессу, актуально.

В качестве объекта исследования был выбран декоративный многолетний лен Linum perenne L. Данный сорт используется для озеленения городских ландшафтов и в условиях мегаполиса подвергается стрессовым факторам. Для лабораторного индуцирования окислительного стресса использовали гербицид паракват, который, по данным литературы (Захарычев, Коваленко, 2001; Ермохина, 2010), вызывает образование АФК.

Для проведения экспериментальных работ в условиях in vitro важным является получение асептического материала. Семена многолетнего льна Linum perenne L. стерилизовали в коммерческом отбеливателе «Белизна» — 20 мин. Потом чего их отмывали 3 раза стерильной дистиллированной водой. Стерилизацию питательных сред проводили согласно общепринятым методикам (Бутенко, 1964). После автоклавирования в каждую среду стерильно добавляли антибиотик Цефотаксим (Клафоран, Франция) в концентрации 500 мг/л. Для проращивания семян использовали питательную среду Мурасиге-Скуга, содержащую половину макросолей и микросолей (1/2MS). Недельные семядоли высаживали на испытуемые среды для каллусогенеза и культивировали при температуре 26°С, 70% влажности воздуха и 16-часовом фотопериоде. Были использованы следующие варианты сред: MS+2 мг/л НУК, 4 мг/л кинетина, MS+0,1 мг/л 2,4-Д; MS+2 мг/л НУК, 4 мг/л кинетина и 4 мг/л 2,4-Д. Наилучший вариант, который способствовал получению наибольшего количества каллуса (70%), оказался первый.

Для проведения селекции необходимо было определить чувствительность к параквату каллусных культур. Для этого каллусы были высажены на среду MS содержащую 500 мг/л гидролизата казеина, 15 г/л сахарозы и 7 г/л агара, а также гормоны 1мг/л БАП и 0,1м г/л НУК и с добавлением параквата от 1 до 2 мкмоль. В качестве контроля использовалась та же среда, но без параквата. Жизнеспособность каллусов оценивали по индексу роста, в %, относительно контроля (рис.1). Было показано, что на среде, содержащей 1 мкмоль параквата, способность к росту оставалась у 30% клеток; на 1,5 - 16%, на 2 - 5%. Селекцию проводили в течение 5 месяцев с постепенным повышением содержания параквата в среде с 0 до 2 мкмоль. Отобранная клеточная линия будет использована для получения растений-регенерантов. Кроме этого были получены клеточные линии, стабильно растущие на 1; 1,5; 2 мкмоль параквата, которые в дальнейшем были испытаны на среде с медью в концентрации 20-60 мг/л. (рис.2). Было показано, что жизнеспособность каллусов, отселектированных на среде с паракватом в концентрации 1; 1,5 мкмоль, после перенесения на среду с медью (30 мг/л) была выше на 24% и 28%, соответственно, по сравнению с контролем. При использовании 20 мг/л меди в среде более высокая жизнеспособность по сравнению с контролем (на 30%) наблюдалась только в случае клеточной линии, отселектированной на

1,5 мкмоль параквата. Линия, толерантная к 2 мкмоль параквата, оказалась менее жизнеспособной по сравнению с контролем. Неоднозначность полученных результатов, возможно, связано с разным вкладом окислительного стресса в общую устойчивость клеток при их выращивании на 20, 30, 40 мг/л меди. Что же касается концентрации параквата 2 мкмоль, то возможно, отбор происходил на устойчивость именно к гербициду, а не к окислительному стрессу.

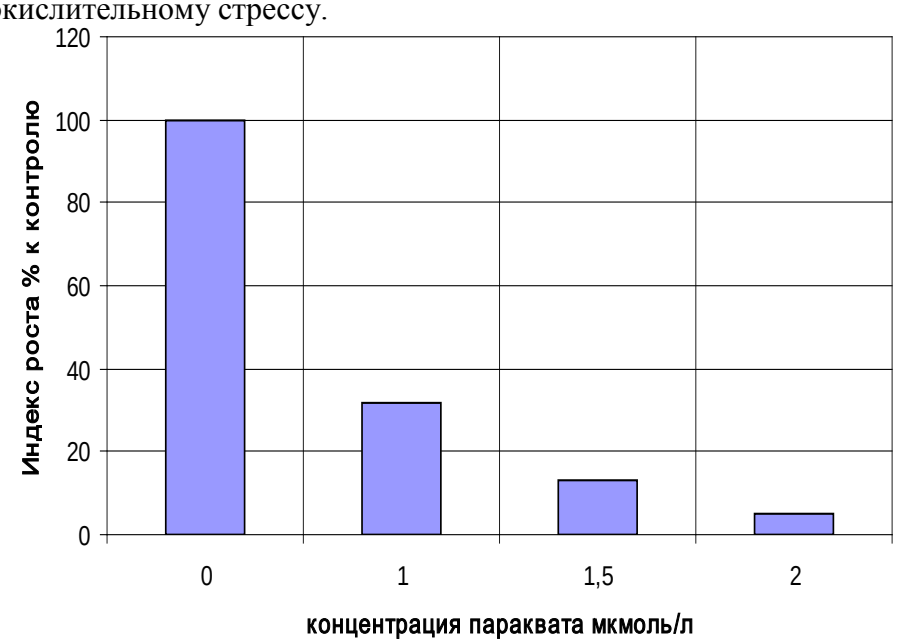


Рис.1 Индекс роста каллуса многолетнего льна Linum perenne L. на среде с паракватом

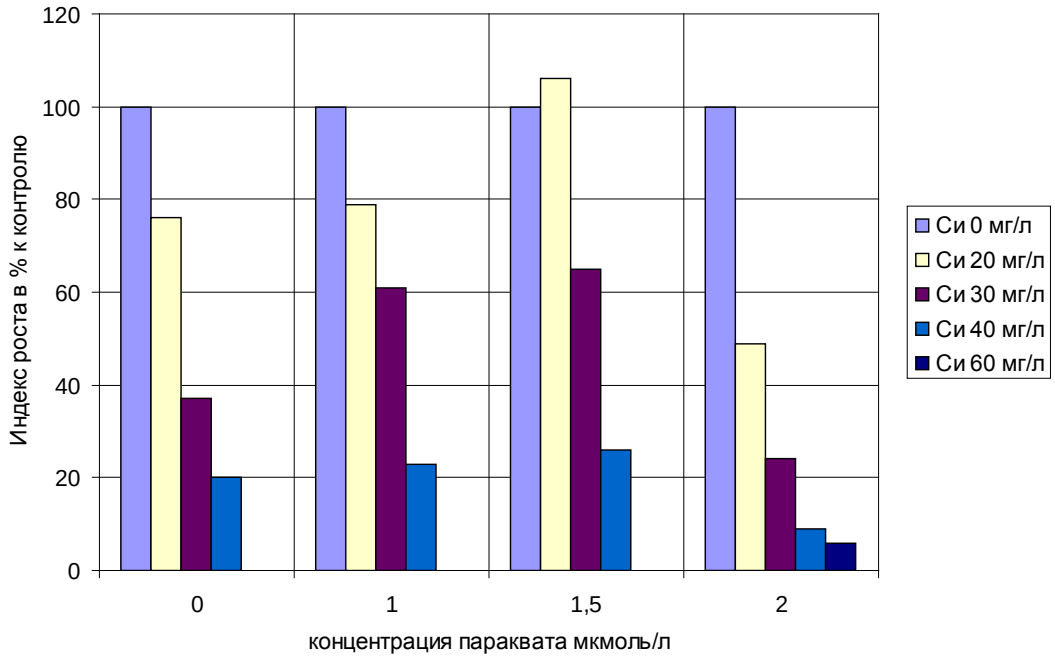


Рис.2 Индекс роста селективного каллуса многолетнего льна Linum perenne L. на среде с медью

Исследовательская работа выполнена в месте прохождения практики в Институте физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН.

Список литературы

1. Бутенко Р.Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений.М.,1964.
2. Ермохина О.В. Белки теплового шока HSP70B хлоропластов Chlamydomonas reinhardtii: связь с устойчивостью клеток к окислительному стрессу и репликации ДНК/ Автореферат, 2010—4с.

РЕАГЕНТНОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ ОТХОДОВ МНОГОСЛОЙНЫХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Маюсан О. Ю., Сальников Н. А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт инженерной экологии и химического машиностроения, факультет «Экологический»
Научный руководитель: к.т.н., проф. Николайкина Н. Е.

Каждый год в России образуется 160 млн $м^3$ ТБО, из них 40% — пластиковая упаковка, в т.ч. многослойная – типа Тетра Пак. Так как централизованных предприятий по переработке упаковки из пластика в России нет, 97%, т.е. около 62 млн $м^3$ пластиковой упаковки идет на полигоны ТБО, где эта упаковка полностью не разлагается.

Многослойные алюминированные материалы нашли широкое применение при изготовлении оберточных материалов для табачных, кондитерских и других изделий, используются как теплоизоляционные при строительстве котельных, теплотрасс, горячих трубопроводов в жилищно-коммунальном хозяйстве, в химической и нефтегазовой промышленности. В этих материалах алюминий в виде фольги запрессовывается на полиэтиленовую или бумажную основу. Из-за пластичности и пористости подложек (полиэтилен, асбест, бумага и т.п.) при прессовании между слоями возникает адгезионная механическая связь по элементам микрорельефа контактирующих поверхностей. Полное отделение таких поверхностей от алюминия и других слоев с целью дальнейшей переработки механическим путем, как правило, невозможно.

Рассмотрим в качестве примера утилизации многослойного материала широко известную упаковку Тетра Пак. Процесс утилизацииТетра Пак сложен, энергоемок и дорог, так как асептическая картонная упаковка только на 75 % состоит из целлюлозы, а остальные 25 % приходятся на полиэтилен и алюминий. Благодаря многослойности данная упаковка обладает хорошими защитными и сохраняющими свойствами – отсюда ее широкое применение в секторе продуктов питания. При разделении такой упаковки на слои – бумага, полиэтилен и алюминий – мы получаем материалы, которые могут найти своего потребителя на рынке вторичного сырья. Причем именно разделение слоев полиэтилена и алюминия представляет собой наибольшую сложность.

За последние годы разработан ряд методов утилизации многослойной упаковки типа Тетра Пак. Все эти методы подразумевают извлечение из использованных упаковок как минимум двух компонентов, а то и всех трех по отдельности. Так разработаны сухие и мокрые методы рециклинга многослойной упаковки типа Тетра Пак.

Как правило, первым этапом переработки многослойной упаковки типа Тетра Пак является разделение ее в гидроразбивателе на два компонента – целлюлозу и полиалюминиевую смесь (ПАС). Для разделения полиалюминиевой смеси разработан ряд технологий.

На сегодняшний день применяются следующие технологии:

1) *Горячее прессование*, которое используется при производстве строительных материалов, панелей, кровельных материалов и т.д. Данный технологический процесс – наименее сложный среди других, широко распространен в Южной Америке;
2) *Пиролиз под действием СВЧ излучения*. Технологический процесс, разработан компанией Enval. В отличие от сжигания, процесс пиролиза происходит без окисления и горения материала (в данном случае отходов упаковки), что дает возможность избежать выделения парниковых газов или токсичных веществ. Поскольку для осуществления процесса пиролиза Enval использует микроволновую энергию в качестве источника

нагрева, для чего необходима возобновляемая электроэнергия, весь процесс может быть нейтральным по отношению к высвобождению углерода [1];

3) *Грануляция*, которая позволяет при высокой температуре и давлении получить однородный материал в форме гранул. Они используются в качестве сырья для изготовления целого ряда пластмассовых изделий. Полиалюминиевая смесь (ПАС) как сырье обладает высокими качествами, что приводит к более широкому распространению этого вида технологии и вытеснению популярного пиролиза. Немаловажной причиной этого является более полное в сравнении с пиролизом соответствие концепции полного рециклинга;
4) *Низкотемпературная плазма*, когда при высокой температуре, обеспечиваемой плазменным факелом, и в условиях отсутствия кислорода ПАС разделяется. Алюминий в жидком состоянии попадает в рабочую камеру и остывает, принимая заранее заданную форму, а полиэтилен испаряется и конденсируется в форме парафина. Данный процесс осуществляется в установке «Плазма» и привлекает особое внимание тем, что каждый компонент возвращается в производственную цепочку в качестве элемента сырья. Эта технология разработана компанией TSL Ambiental (Бразилия) [2];
5) Также имеются данные о существовании сухого метода разделения многослойной упаковки типа Тетра Пак путем воздействия на ее фрагменты ударными силами трения. После такого механического воздействия происходит отделение целлюлозы от полиалюминиевой смеси, а затем разделение при помощи воздушной струи этой смеси на алюминий и полиэтилен [3].

В Московском государственном университете инженерной экологии предложен способ утилизации слоистых алюминированных материалов [4], заключающийся в том, что после дробления материала осуществляют его реагентную обработку уксусной кислотой (концентрация 80 - 85%) при температуре выше 60 ^{0}C и времени обработки не менее 15 мин. Реагент (уксусная кислота) циркулирует в системе и при насыщении продуктами реакции направляется на регенерацию в отделение ректификации.

Нами проводятся исследования по замене реагента и использованию для обработки отходов многослойной упаковки слабой азотной кислоты или серной кислоты, обладающих меньшей летучестью, токсичностью и стоимостью, чем концентрированная уксусная кислота. Кроме того, производства «основной химии» - производства азотной и серной кислот, в России и в странах бывшего СССР по настоящее время остаются крупнейшими в мире. И предлагаемые технологии переработки могут использоваться в крупных химических центрах России (г. Невинномысск, Нижний Новгород, Великий Новгород и т.д.). При использовании в качестве реагента азотной или серной кислоты не требуется разработка отделения регенерации реагента, т.к. мы получаем жидкий товарный продукт. Так, при использовании в качестве реагента азотной кислоты в результате реакции получается нитрат алюминия, который применяется в текстильной промышленности, в качестве катализатора при очистке стоков от нефтепродуктов и т.д.

Образование нитрата алюминия проходит по реакции:

$$8Al + 30HNO_3 \rightarrow 8Al(NO_3)_3 + 3N_2O\uparrow + 15H_2O$$

В лабораторных условиях в растворах азотной кислоты различной концентрации при разных температурах мы, предварительно удалив слои бумаги, обрабатывали образцы отходов упаковки Тетра Пак, представленные в виде кусочков пленки с алюминиевой фольгой размером 10х10 мм с влажностью 60%-90%.

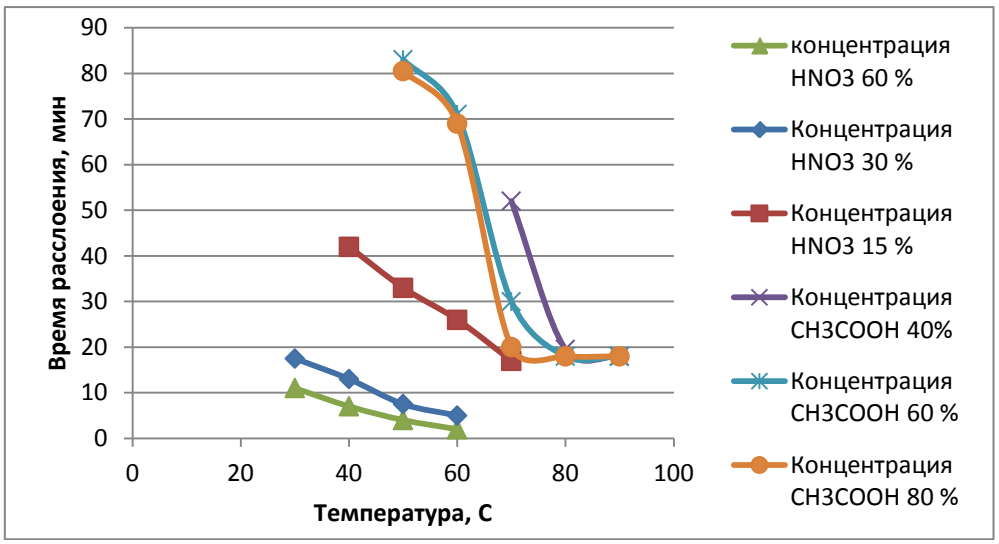


Рисунок 1. Результаты лабораторных опытов по определению времени разделения слоёв полиэтиленовой пленки и алюминиевой фольги материала «Тетра Пак», средний размер частиц 10х10 мм

Образование нитрата алюминия является экзотермическим процессом и сопровождается выделением оксида азота (I), что потребовало в наших экспериментах интенсивной вентиляции.

Проведены исследования процесса разделения слоев алюминия и полиэтилена в азотной кислоте концентрацией 15%, 30%, 60% при различных температурах. Результаты экспериментов по разделению слоев, а также сравнение эффективности разделения слоев с использованием азотной кислоты и уксусной кислоты [2] , представлены на рисунке 1.

Выводы:

Экспериментально установлено, что уменьшение концентрации азотной кислоты в растворе уменьшает и степень разделения слоёв, а увеличение температуры раствора способствует интенсификации процесса разделения.

Из проведенных экспериментов следует, что для проведения процесса разделения слоев в качестве реагента можно рекомендовать использовать 30% азотную кислоту при температуре 30…40^{0}С.

При использовании в качестве реагента для обработки многослойных отходов азотной кислоты в результате реакции мы получаем жидкий товарный продукт - нитрат алюминия.

Замена реагента при обработке многослойной упаковки – уксусной кислоты на слабую азотную кислоту позволит исключить из технологической схемы отделение регенерации реагента, а, следовательно, в целом, удешевить производство.

Литература:
1. http://www.upakovano.ru/articles/365616;
2. http://www.ladmm.ru;
3. Садао Нисибори (JP) Патент РФ № 2158182 «Способ и устройство для утилизации слоистой пленки»;

4.Николайкина Н.Е., Гонопольский А.А. Патент РФ №2412805 «Способ утилизации слоистых алюминированных материалов и реактор для разделения слоистых алюминированных материалов» от 27.02.11;
5. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Гонопольского А.А. «Комплексная утилизация отходовмногослойных упаковочных материалов».

ПОЛУЧЕНИЕ ДЕКАБОРАНА НЕПИРОЛИТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Белов П.П.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Институт инженерной экологии и химического машиностроения, факультет «Экологический»
Научный руководитель: к.т.н., доцент Беляевский М.Ю.

Развитие химии и технологии полиэдрических соединений бора, к которым относятся карбораны, является одним из передовых направлений изучения в мировой науке и технике. Такой интерес к этим соединениям объясняется необычной природой связи и структурой. Этот класс производных гидридов бора обладает ароматическими свойствами и высокой стабильностью, что позволяет использовать их для получения новых соединений с уникальными свойствами.

Для обеспечения важнейших отраслей промышленности соединениями бора и, учитывая прекращение в настоящее время их выпуска, требуются новые технологические решения по созданию высокоэффективного экологически безопасного производства декаборана, являющегося исходным сырьем для получения карборанов.

Задача создания производства карборанов является важнейшим первоочередным шагом для организации на отечественных предприятиях разработки.

Особенностью проблемы является невозможность ее решения на коммерческих началах с приобретением основных компонентов за рубежом по причине того, что, во-первых, карбораны и их производные за рубежом не выпускаются, а во-вторых, данные продукты подпадают под действие законодательных актов о лицензировании, как в России, так и за рубежом.

Основным методом получения декаборана является высокотемпературный пиролиз диборана, являющийся пожаро-, взрывоопасным процессом.

Поэтому целью данной работы является разработка новой технологии получения декаборана, исключающего чрезвычайные ситуации в технологическом процессе.

В ходе исследований была разработана методика окисления промежуточной соли – тетрадекагидро-нидо-ундекабората натрия (далее ундекаборат натрия).

Полученная на первой стадии промежуточная соль подвергается окислению двуокисью марганца в кислой среде по следующей методике.

Окисление ундекабората натрия проводят в водном растворе в 4-х литровой круглодонной трехгорлой колбе. В реакционную колбу загружают 1200 мл воды и постепенно при работающей мешалке добавляют 120 мл серной кислоты. При этом температура реакционной массы не должна превышать 29-32ºС. Затем в реактор засыпают 176 г двуокиси марганца и заливают 400 мл толуола.

В качестве окислительной смеси может использоваться кислый водный слой, полученный на стадии регенерации двуокиси марганца.

После загрузки всех реагентов увеличивается скорость вращения мешалки для получения гомогенной массы и начинается энергичное прикапывание, нагретого до температуры Т=25-30ºС, водного раствора ундекабората натрия со скоростью 25-30 мл/мин (1223 г.). Выделяющийся газ проходит через ловушку, заполненную 50%-ным водным раствором этилового спирта для улавливания диборана.

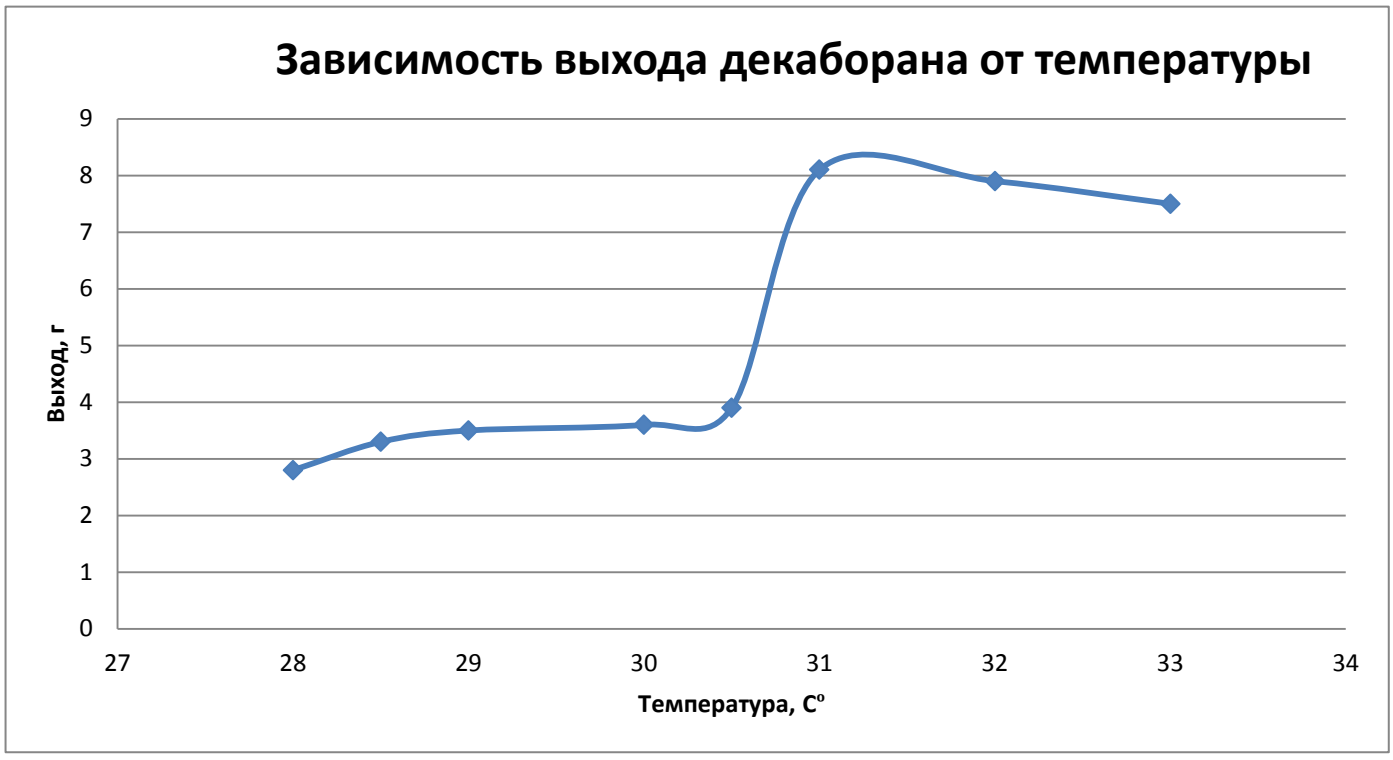
После подачи всего раствора ундекабората натрия реакционную массу перемешивается при температуре Т=29-32ºС не более 15 минут. Общее время реакции не должно превышать 40-45 минут.

Основное внимание при разработке методики было уделено изучению влияния температуры реакции на выход декаборана на стадии окисления. Результаты зависимости выхода декаборана от температурного режима стадии окисления представлены в таблице.

Установлено, что при снижении температуры до 28 ºС выход целевого продукта падает до 2,8 г., увеличивается до 3,6 г. при 30 ºС и достигает максимума при 31 ºС.
Таким образом, при разработке методики процесса окисления промежуточной соли определена оптимальная температура ведения синтеза.

Таблица 3. Зависимость выхода $B_{10}H_{14}$ от температуры.

Температура, ºС	28	28,5	29	30	30,5	31	32	33
Выход декаборана, г	2,8	3,3	3,5	3,6	3,9	8,1	7,9	7,5



Ранее было установлено, что при температуре ниже 27 ºС промежуточная соль в реакцию окисления не вступает, а при температурах ваше 33 ºС снижается выход продукта окисления.
При изучении реакции окисления в качестве окислителя была выбрана двуокись марганца. Это объясняется тем, что это мягкий окислитель, который не затрагивает толуол, используемый в качестве растворителя образующегося декаборана. Реакция окисления проходит в мягких условиях почти при комнатной температуре (29-32°С).

$$2NaB_{11}H_{14} + 27\ H_2SO_4 + 26\ MnO_2 \rightarrow B_{10}H_{14} + 12\ B(OH)_3 + 26\ MnSO_4 + Na_2SO_4 + 16\ H_2O$$

При этом израсходованная двуокись марганца может быть регенерирована из образующегося в результате реакции сульфата магния путем обработки кислого раствора реакционной смеси

перманганатом калия. Более того, выявлено, что при использовании регенерируемой из водного кислого слоя двуокиси марганца окисление ундекабората натрия проходит полнее. В процессе работы мною было изучено влияние температуры в процессе окисления соли ундекабората натрия двуокисью марганца в кислой среде. В результате серии опытов выявлена температурная зависимость выхода декаборана. Найдено, что оптимальными условиями для получения декаборана является температура 31ºС.

Таким образом, в результате проведенной работы можно сделать следующие выводы: в качестве окислителя ундекабората натрия выбрана двуокись марганца, которая является мягким окислителем, не затрагивающим толуол, используемый в качестве растворителя образующегося в результате реакции декаборана; определена оптимальная температура ведения процесса окисления.

ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТЯЖЕЛЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ФРАКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СУСПЕНЗИРОВАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ.

Каплина Т.Ю.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт химического машиностроения и инженерной экологии.
Научный руководитель: Беляевский М.Ю.

Постоянно растущий спрос на легкие нефтепродукты, не загрязняющие окружающую среду, и качественные химические продукты приводит к дальнейшему развитию процессов переработки тяжелых нефтяных дистиллятов (т.кип. 360-520°С и выше 520°С). Ужесточение требований к качеству получаемых продуктов приводит к значительным изменениям технологических схем и разработке новых процессов переработки указанных видов сырья.
На сегодняшний день не разработано простой и эффективной технологии, позволяющей квалифицированно использовать остаточные фракции (т.кип. 360-520°С и выше 520°С) нефтепереработки, являющиеся труднопереробатываемым сырьем. В результате сотни млн.т высококипящих нефтепродуктов продолжают использоваться не для увеличения производства моторного топлива, а в качестве мазута или сырья для производства битума и кокса.
Процессы переработки остаточного нефтяного сырья делятся на термические и каталитические. К термическим процессам относятся термокрекинг, висбрекинг и коксование нефтяных остатков. Эти процессы разработаны и эксплуатируются в течение нескольких десятилетий. Общим недостатком термических процессов является довольно низкое качество получаемых продуктов; достаточно высокое содержание в них серы и азота; нестабильность получаемых моторных топлив из-за присутствия в дистиллятных фракциях непредельных углеводородов и низкие октановые числа получаемого бензина.

Гидрогенизационные каталитические процессы переработки высокомолекулярного углеводородного сырья позволяют получать продукты значительно лучшего качества, чем при термических процессах по содержанию сернистых и азотистых соединений, непредельных углеводородов, с более высокими октановыми и цетановыми числами. Однако наличие в тяжелом остаточном нефтяном сырье смол, асфальтенов, сернистых и азотистых соединений, а также металлов (V, Ni) усложняет технологические процессы переработки такого сырья с применением катализаторов.

Во многих случаях требуются процессы предварительной подготовки сырья (деметаллизация, деасфальтизация, предварительное гидрооблагораживание) перед основным технологическим процессом.
Для совершенствования технологии переработки остаточных дистиллятнных фракций нефти предложено применять суспензированные катализаторы в процессе каталитического крекинга.

Экспериментальную работу по крекингу вакуум-газойлевых фракций нефти проводили в интервале температур 400-450°С, объемной скорости подачи сырья 2,0 ч-1, в присутствии 3,0% и 5,0% водных суспензий алюмосиликата Ва. (катализатор Ba-Al-Si:H_2O=1:10)
На основании экспериментальных данных, полученных в условиях стендовой проточной установки, рассчитан материальный баланс и разработано аппаратурное оформление нового процесса (КСК) каталитического крекинга вакуум-газойлевых фракций нефти с т.кип. 360-520°С в моторные топлива (рис.1 и 2). Технология основана на сочетании стадий каталитического крекинга высококипящих нефтепродуктов в присутствии высокодисперсных суспензированных каталитических систем и последующей одноступенчатой гидроочистки полученных первичных дистиллятов в присутствии стационарного вольфрамникельсульфидного катализатора для гидрирования сернистых соединений, непредельных и ароматических углеводородов.

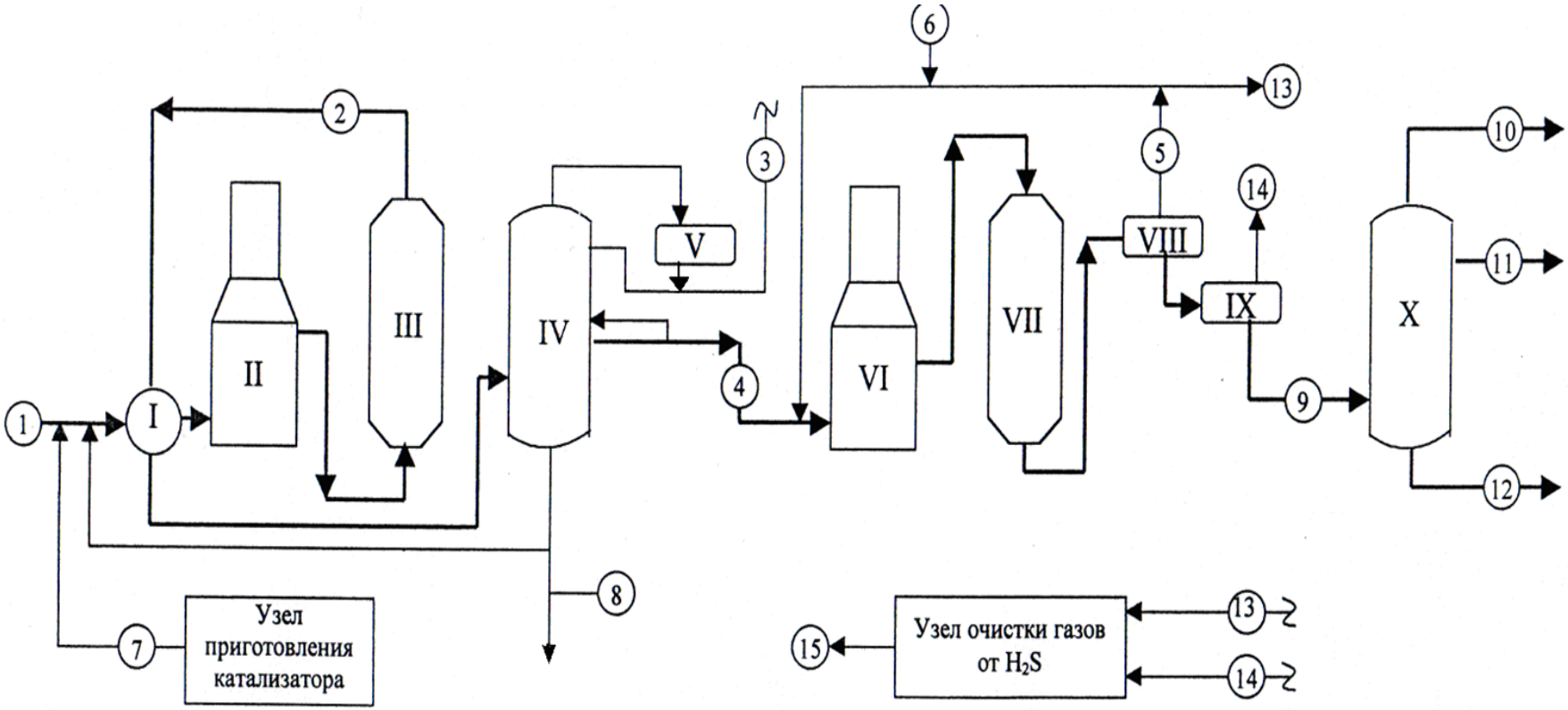


Рис.1.Аппаратурное оформление каталитического крекинга вакуум-газойлевых фракций нефти

I-теплообменник;II-печь крекинга; III-реактор крекинга; IV-колонна разделения продуктов крекинга;V-газосепаратор; VI –печь гидроочистки;VII-реактор гидроочистки; VIII-газосепаратор высокого давления; IX-газосепаратор низкого давления; X-колонна разделения продуктов гидроочистки; 1-вакуумный дистиллят; 2-продукты крекинга на разделение; 3-сухой газ; 4-фракция с т.кип. до 360°С на гидроочистку; 5-циркулирующий водородсодержащий газ;6-свежий водород;7-добавка катализатора; 8-часть потока рециркулята на выделение отработанного катализатора; 9-гидроочищенная фракция с т.кип. до 360°С;10-головка; 11-компонент бензина; 12-низкосернистое дизельное топливо (S<0,05%); 13-отдувочный водородсодержащий газ; 14-сухой газ; 15-сероводород

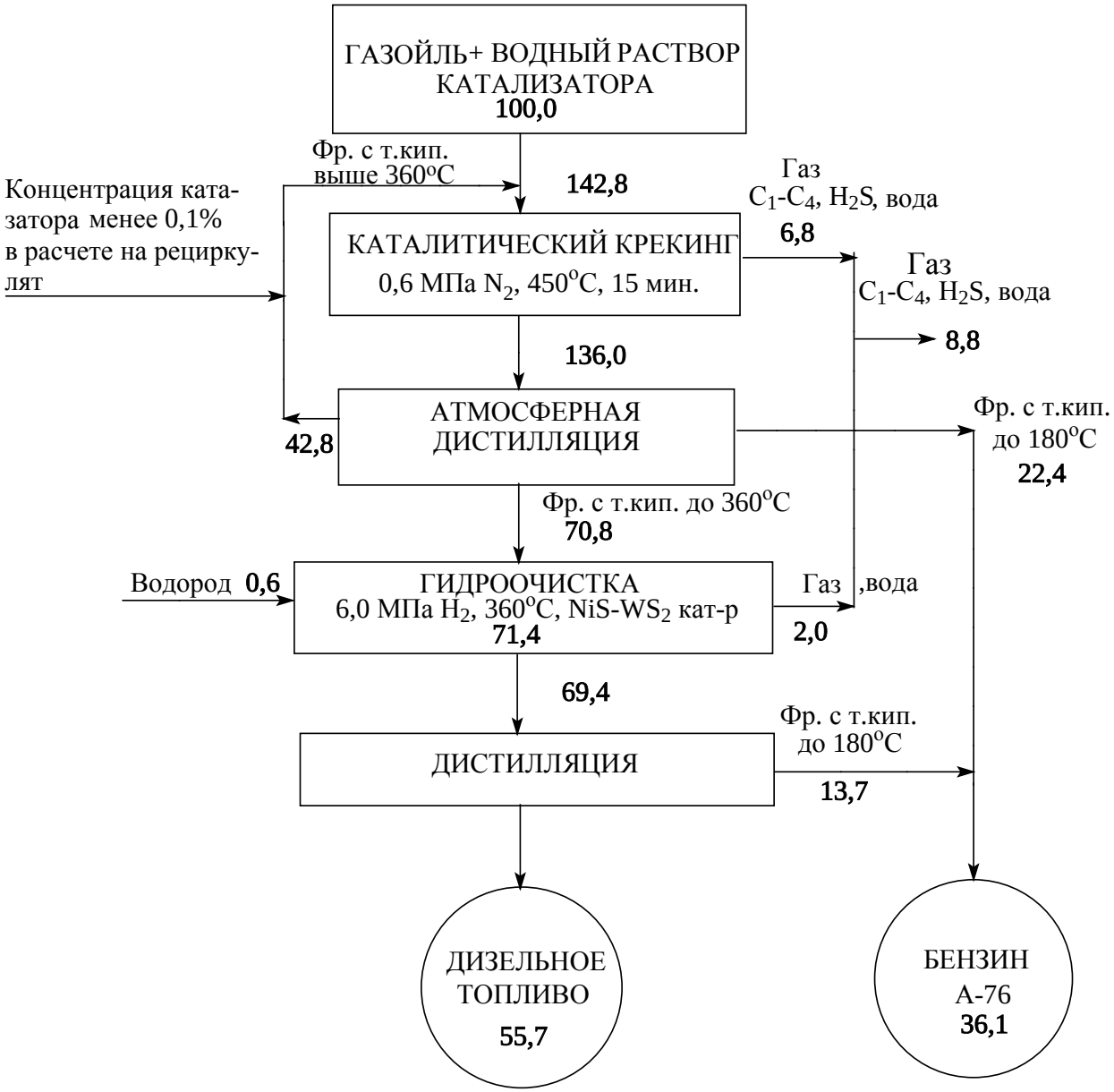


Рис.2 Принципиальная схема и материальный баланс процесса крекинга (КСК) вакуумгазойлевых фракций нефти
(показатели материального баланса приведены в мас.%)

В сырье (1) добавляется свежий катализатор в виде водного раствора (7), а также ре цир-
кулирующий остаток с т. кип. выше 360 а-С, содерн
лизатор. Соотношение исходного сырья и рециркулирующего остатка 2,0-2,5:1. После по-
догрева в теплообменнике (I) до температуры 250-300 С и нап
до 450 С сырье
высота : диаметр = 1:10), где превращается в течение 10-15 мин. в светлые нефтепродукты
(4) и рециркулирующий остаток (2). Продукты реакции разделяются в колонне разделения
продуктов крекинга (IV). Фракция н.кип.- 360 С подве
гидроочистки (VII) и разделяется в колонне разделения продуктов гидроочистки (X) на
товарные продукты – компонент бензина и дизельное топливо.

Процесс осуществляется непосредственно в трубчатой печи-реакторе при температуре
450 С, врем

360 °С подвергаются гидроочистке в стандартной аппаратуре, применяемой на действующих НПЗ, при давлении 6,0 МПа и температуре 360 °С в присутствии фрамникельсульфидного катализатора ВНИИНП (НВС-30). После отгонки небольшого количества образовавшегося бензина, который смешивается с бензином-крекинга, получается низкосернистое (содержание S – 0,05%) дизельных топлив в процессе составляет 91,8%, газа 8,8% при расходе водорода на гидроочистку 0,6%.

Выход компонента бензина А-76 составляет 36,1%, низкосернистого дизельного топлива (содержание серы менее 0,05%) – 55,7% в случае переработки сырья из западно-сибирской нефти, т.е. по сравнению с каталитическим крекингом выход моторных топлив увеличивается в 1,5 раза, однако бензин имеет невысокое октановое число, а для получения дизельного топлива с цетановым числом 47-50 пунктов требуется частичное гидрирование ароматических углеводородов. Поэтому, наиболее целесообразно применять разработанный процесс в составе действующего НПЗ, так как на НПЗ имеются установки для риформинга прямогонного бензина и гидроочистки дизельных фракций.

Экономические показатели каталитического крекинга вакуумного газойля

В основу технико-экономической оценки показателей переработки высококипящего нефтяного сырья были положены показатели типовых процессов, принятых в современных технологических схемах НПЗ, в том числе применяемых на НПЗ России или находящихся в стадии проектной проработки. В соответствии с разработанной принципиальной схемой и материальным балансом процесса (рис.2) в табл.3 приведены основные технико-экономические показатели переработки 2,4 млн.т вакуум-дистиллятов в год, на основании анализа данных которой могут быть сделаны следующие выводы. Применение новой технологии крекинга (КСК) для переработки вакуумного газойля с т.кип. 360-520 °С в моторные топлива является более эффективной по сравнению с технологией промышленного каталитического крекинга гидроочищенного сырья, во-первых, вследствие существенно меньших капвложений, необходимых для реализации процесса (195 и 310 млн. долларов США, соответственно). Во-вторых, в связи с меньшим объемом сырья, подвергаемому гидроочистке и, соответственно, меньшими затратами, а также более простыми условиями гидроочистки дистиллятов (н.кип.-360 °С) по сравнению с дистиллятами для каталитического крекинга, и, наконец, в 1,5 раза более высокого выхода моторных топлив.

Таблица 3

Экономические показатели переработки 2,4 млн.т вакуум-газойля в год по разработанной технологии каталитического крекинга (КСК)

Наименование процессов	Каталитический крекинг		Крекинг КСК	
	Мощность, млн.т/год	Капвложения, млн. долл. США	Мощность, млн.т/год	Капвложения, млн. долл. США
Гидроочистка вакуум-газойля	2,4	263,0	-	-
Промышленный каталитический крекинг (FCC)	2,0	310,4	-	-
Новый крекинг (КСК)	-	-	3,44	195,0
Гидроочистка фракции с т.кип. до 360°С	-	-	1,35	59,3
ИТОГО	-	573,4	-	254,3
Выход моторных топлив,%	60,0		91,7	

Применение новой технологии крекинга (КСК) по сравнению с технологией промышленной установки КТ-1 (каталитический крекинг) для переработки вакуум-газойля и/или мазута позволяет увеличить выход моторных топлив почти в два раза – с 45,0 до 87,8%. Объем капвложений, необходимых для реализации разработанной новой технологии, на 15% ниже, чем при использовании установки КТ-1.

ИЗУЧЕНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ ВИНТОВОЙ ПЕРФОРИРОВАННОЙ ПОЛИМЕРНОЙ НАСАДКИ ВППН

Мокроусова Е.А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт инженерной экологии и химического машиностроения, факультет "Экологический"
Научный руководитель: доц. Клюшенкова М.И.

В настоящее время насадочные колонны являются одним из наиболее распространенных типов химической аппаратуры, так как имеют ряд важных преимуществ: простота конструкции, высокая эффективность, широкий диапазон устойчивой работы, низкое гидравлическое сопротивление, особенно в пленочном режиме, и малая металлоемкость. Насадки являются основным элементом насадочных колонн, оказывающим влияние на их сопротивление, т.е. на затраты энергии на транспортировку газа через колонну и эффективность работы. Их преимущество заключается в том, что они менее чувствительны к начальному распределению орошения, обладают низкой стоимостью и просты в обслуживании.

В данной работе представлено исследование гидродинамики винтовой перфорированной полимерной насадки (ВППН) (рис. 1). Насадка была изготовлена на основе винтовой пластмассовой насадки НП-1, разработанной в ОАО «ГИАП» для проведения процессов тепло- и массообмена в химической, газовой, нефтехимической, пищевой, медицинской и других отраслях промышленности [1]. В новой ВППН в каждой лопасти винта просверлено по 2 отверстия. Цель данной работы заключается в исследовании гидродинамики ВППН на основе требований, предъявляемых к контактным устройствам, сравнение основных показателей работы с показателями насадки НП-1 и получение расчетных зависимостей для определения ряда характеристик ВППН.

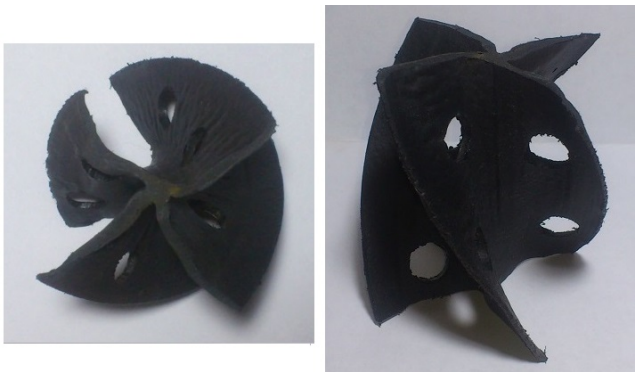


Рисунок 1. Винтовая перфорированная полимерная насадка.

Геометрия насадки такова, что контакт ее соседних элементов имеет почти точечный характер, что препятствует блокированию поверхности насадки и образованию застойных зон, которые могут возникнуть при контакте поверхностей с большим радиусом кривизны. Характеристика насадки представлена в табл. 1.
Исследования проводились в лаборатории кафедры ЮНЕСКО "Техника экологически чистых производств" Института инженерной экологии и химического машиностроения МГМУ (МАМИ). Экспериментальная установка представляла собой колонну из органического стекла с квадратным рабочим сечением 250х250 мм, в которой внавал была засыпана насадка ВППН. Для подачи воздуха в колонну использовалась газодувка, для подачи воды - погружной насос, который качал воду из циркуляционного бака.

Табл.1 Сравнительная характеристика насадок НП-1 и ВППН.

Тип насадки	НП-1	ВППН
Диаметр винта, м	0,075	0,075
Высота винта, м	0,075	0,075
Диаметр отверстий, м	---	0,012
Эквивалентный диаметр, м	0,05	0,0555
Удельная поверхность, $м^2/м^3$	76	65,6
Свободный объем, $м^3/м^3$	0,88	0,91
Число штук в 1 $м^3$, $шт/м^3$	3200	3200
Насыпная масса, $кг/м^3$	108	84
Порозность, $м^3/м^3$	0,88	0,91

Экспериментальные исследования слоя новой насадки высотой 0,45 м выполнялись на системе воздух - вода. Измерение гидравлического сопротивления сухой и орошаемой насадки проводилось при различных плотностях орошения в диапазоне рекомендованных нагрузок L = 4 - 8,5 $м^3/(м^2 \cdot ч)$. Фактор скорости газа в колонне находился в пределах F = 1-3 $м/с(кг/м^3)^{0,5}$. В ходе работы замерялись расходы газа и жидкости с учетом температуры и давления, а также гидравлическое сопротивление в указанном диапазоне нагрузок по газу и жидкости.

В результате обработки экспериментальных данных были построены графические зависимости, представленные на рис. 2, 3.

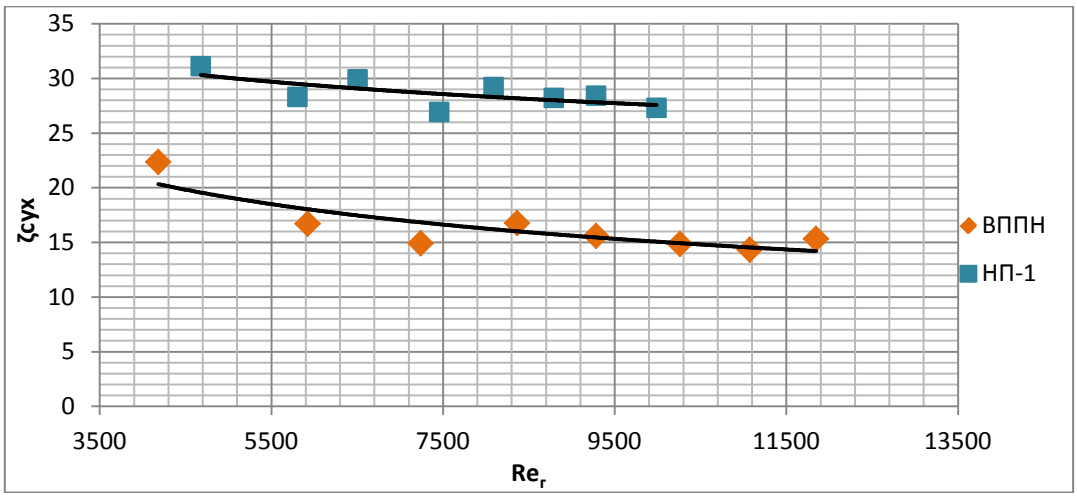


Рисунок 2. Зависимость коэффициента сопротивления сухой насадки $\zeta_{сух}$ от критерия $Re_г$

На рис. 2 представлена зависимость коэффициента сопротивления сухой насадки $\zeta_{сух}$ от критерия $Re_г$. Потеря давления на 1 м высоты слоя насадки описывается уравнением [3]:

$$\frac{\Delta P_{сух}}{H} = \frac{\zeta_{сух}\, \rho_г\, w^2\, a}{8\, \varepsilon^3}, \qquad (1)$$

где w - скорость газа в свободном сечении насадки, м/с; $\rho_г$ - плотность газа, $кг/м^3$; а - удельная поверхность насадки, $м^2/м^3$; ε - порозность слоя, $м^3/м^3$; $\zeta_{сух}$ - коэффициент сопротивления, определяемый из зависимости:

$$\zeta_{сух} = \frac{A}{Re^n}. \qquad (2)$$

Для насадки ВППН в результате обработки экспериментальных данных и анализа графической зависимости (рис. 2) были определены коэффициенты A и n и уравнение (2) приняло вид:

$$\zeta_{сух} = \frac{358}{Re^{0,34}}; \quad (3)$$

На рис. 2 нанесена зависимость винтовой полимерной насадки НП-1, исследованной ранее на той же установке. Расчеты и анализ графической зависимости показали, что для НП-1 уравнение (2) имеет вид:

$$\zeta_{сух} = \frac{87,17}{Re^{0,12}}; \quad (4)$$

Как показали исследования насадка ВППН обладает лучшими гидродинамическими характеристиками. Это объясняется более высокой порозностью новой насадки, а также тем, что ее геометрия практически исключает образование застойных зон.

Анализируя графические зависимости (рис. 3), можно описать гидродинамические режимы, наблюдаемые в ходе проведения эксперимента.

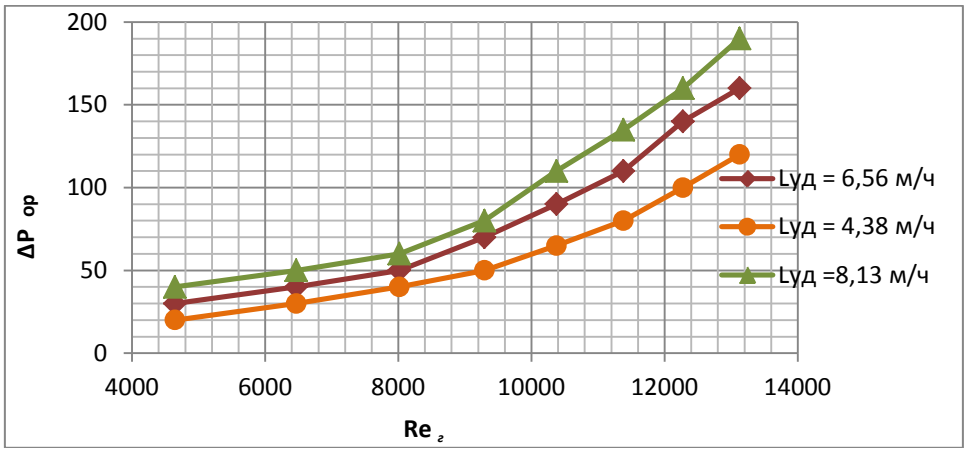


Рисунок 3. Зависимость гидравлического сопротивления орошаемой насадки от критерия Рейнольдса $\Delta P = f(Re_г)$ при различных нагрузках по жидкости.

Число Re для орошаемой насадки определяется по формуле:

$$Re_г = \frac{w_{отн} \cdot d_{экв} \cdot \rho_г}{\mu_г}, \quad (5)$$

где $d_{экв}$ - эквивалентный диаметр насадки; $\rho_г$ и $\mu_г$ - плотность и вязкость газа; $w_{отн}$ - относительная скорость газа, определяемая по формуле:

$$w_{отн} = \frac{w}{(\varepsilon - \delta)}, \quad (6)$$

где w - скорость газа в свободном сечении насадки, м/с; ε - порозность слоя, $м^3/м^3$; δ - количество удерживаемой жидкости, определяемое по формуле :

$$\delta = \frac{0,00038}{d} + 41,8 \cdot Re_d^{0,5} \cdot Ga^{-0,5}, \quad (7)$$

где критерии Re_d и Ga_d отнесены к номинальному диаметру насадочных тел d:

$Re_d = \frac{W_ж d}{\mu_ж}$, (8) $Ga_d = \frac{g\rho_ж d^3}{\mu_ж^2}$, (9)

d - номинальный диаметр насадочных тел, м; $w_ж$ - плотность орошения, м/с; $\rho_г$ и $\mu_г$ - плотность и вязкость жидкости.

Из графика видно, что пленочный режим наблюдается при Re < 8000 ÷ 9000 в зависимости от плотности орошения. Режим подвисания характеризуется торможением жидкости потоком газа. Возрастание количества удерживаемой жидкости δ с повышением скорости газа ведет к уменьшению свободного сечения насадки и быстрому увеличению сопротивления. Режим подвисания начинается при Re > 8000 ÷ 9000. Насадка имеет широкий интервал рабочих скоростей по газовой и жидкой фазам при пленочном режиме и в режиме подвисания.

Для расчета сопротивления при орошении насадки из литературы [2] была выбрана структура эмпирического уравнения:

$\frac{\Delta P_{op}}{\Delta P_{сухр}} = 1 + \Phi\eta$; (10)

где $\eta = f(\Phi)$. (11)

В режиме подвисания, учитывая геометрию винтовой насадки, возникают турбулентные потоки, для которых величину Ф можно посчитать:

$\Phi = \left(\frac{w_{ж}}{w_{г}}\right)^{1,8}\left(\frac{\rho_{г}}{\rho_{ж}}\right)\left(\frac{\mu_{ж}}{\mu_{г}}\right)^{0,2}$, (12)

где $w_ж$ и $w_г$ - скорость жидкости и газа, кг/с; $\rho_г$ и $\rho_ж$ - плотности газа и жидкости, кг/м3; $\mu_г$ и $\mu_ж$ - вязкость газа и жидкости, Па·с.

Зависимость (6) устанавливается из экспериментальных данных, полученных в ходе опытов:

$\eta = 0{,}00076 \cdot \Phi^{-0{,}306}$. (13)

Расчетное уравнение для насадки ВППН имеет вид:

$\frac{\Delta P_{op}}{\Delta P_{сухр}} = 1 + 0{,}00076 \cdot \Phi^{0{,}694}$. (14)

В исследованном диапазоне нагрузок по газу и жидкости ошибка при расчетах по уравнению (14) находится в пределах 5%.

Практическая значимость работы заключается в возможности и целесообразности использования полученных результатов исследования гидродинамических параметров при создании методики расчета насадки ВППН.

Литература

1. Каталог винтовой пластмассовой насадки НП-1 для тепло- и массообменных процессов, ГИАП, 1989.
2. Кафаров, В.В. Основы массопередачи / В.В. Кафаров. - М.: Высшая школа, 1979. - 439 с.
3. Рамм, В.М. Абсорбция газов / В.М. Рамм. - 2-е изд. - М.: Химия, 1976. - 656 с.

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТЕХНИКИ В ПРОЦЕССАХ ГАЛЬВАНОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.

Федотов Н.Ю.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт инженерной экологии и химического машиностроения, «Экологический» факультет
Научный руководитель: к.т.н., доц. Векслер Г.Б.

В последние годы при строительстве и реконструкции различного рода станций нейтрализации и очистных сооружений широкое распространение получил гальванохимический (гальванокоагуляционный) способ очистки сточных вод от тяжелых металлов, нефтепродуктов и других органических загрязнений.

Для реализации этого способа применяются проточные аппараты барабанного типа (гальванокоагуляторы), работающие в непрерывном режиме методом микроферритизации с использованием магнетита, получаемого электрохимическим путем непосредственно во вращающихся барабанах. В основе процесса лежит принцип работы короткозамкнутого гальванического элемента железо-медь или железо-кокс, помещенного в очищаемый раствор.

За счет разности электрохимических потенциалов железо анодно поляризуется и переходит в раствор без наложения тока от внешнего источника. При этом происходит образование магнитных форм оксидных соединений железа, большую часть которых составляет магнетит.

По установившимся представлениям высокая эффективность и глубина очистки сточных вод обеспечивается одновременным действием нескольких механизмов удаления загрязнений, основные из которых: катодное осаждение катионов металлов, образование ферритов и клатратов, а также коагуляция грубодисперсных примесей – сорбция органических веществ на свежеобразованных кристаллах оксидных форм.

Наш интерес к гальванокоагуляционному способу очистки стоков обусловлен экспериментально выявленным существенным повышением активности наработанных в гальванокоагуляторах кристаллов при дополнительном ультразвуковом воздействии, что позволяет их эфеективно использовать для очистки значительного количества загрязненных вод в специальных реакционных аппаратах.

Именно такой подход позволяет вплотную приблизиться к решению актуальной крупномасштабной экологической проблемы – очистке сточных вод в зоне Карабашской техногенной аномалии.

Загрязненные тяжелыми металлами стоки действующего в г. Карабаш медеплавильного комбината по руслу протекающего вблизи этого гигантского объекта «Рыжего» ручья попадают в р. Сак-Элга, уничтожая флору и фауну водоема и побережья на протяжении 8 км от города.

Результаты экспресс-анализов проб воды из реки Сак-Элга и «Рыжего» ручья представлены в табл. 1. На данном этапе работ (опробовании технологии очистки загрязненных вод с ультразвуковой активацией реагента) мы ограничились определением содержания только трех основных ингредиентов: меди, железа и цинка, используя вольтамперометрический анализатор «Экотест-ВА» (разработка ООО «Эконикс-Эксперт»).

Таблица 1.

Состав загрязнений проб воды из р. Сак-Элга и «Рыжего» ручья.

№ п/п	Наименование ингредиента	Концентрация, мг/л	
		Вода из реки	Вода из ручья
1.	Cu + Fe (общ)	35 - 37	~ 200
2.	Zn	0,3 – 0,4	11,5 – 12
3.	PH	8,67	2,78

Наработка магнетита осуществлялась на полупромышленной гальванокоагуляционной установке, представленной на рис. 1.

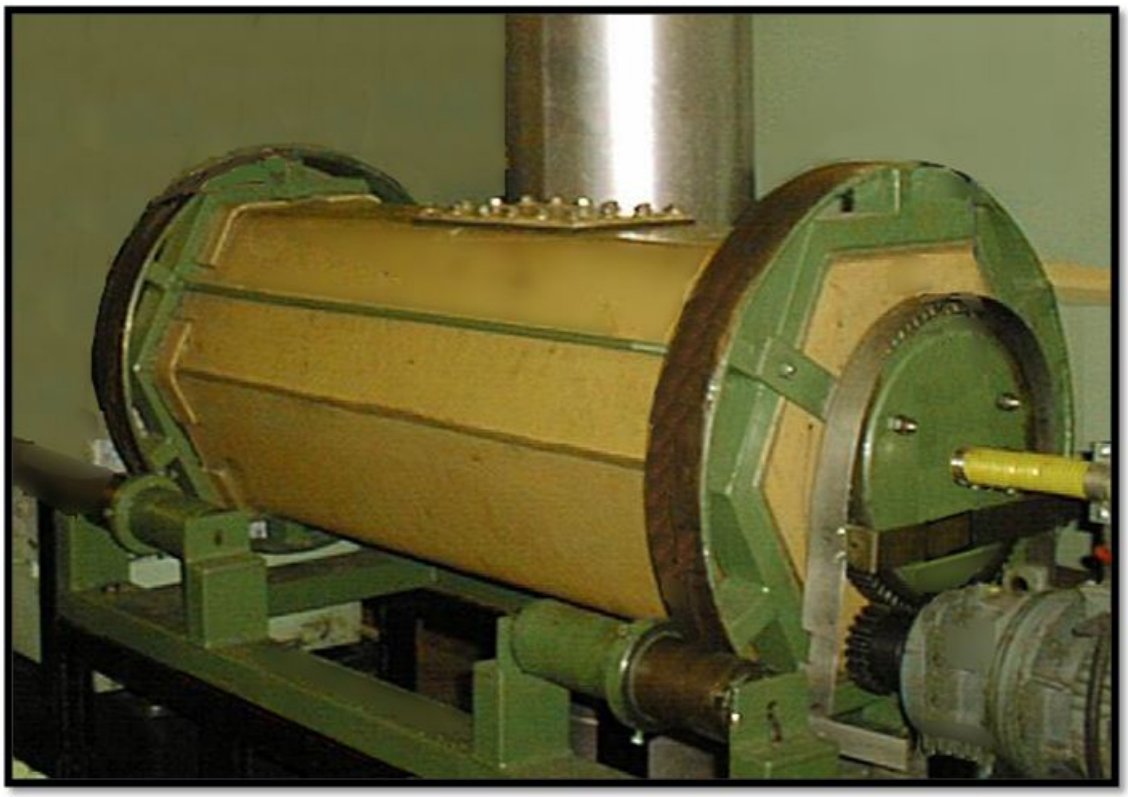


Рис. 1 . Полупромышленная гальванокоагуляционная установка

Затем водная суспензия подвергалась ультразвуковой обработке в водоохлаждаемой ячейке или пилотном ультразвуковом реакторе проточного типа, представленном на Рис. 2

В процессе экспериментов проводилось сравнение концентраций металлов в растворах обработанных ультразвуком по сравнению с контрольными. Время ультразвуковой обработки варьировалось от 1 до 10 мин.

Первый этап экспериментов был посвящен изучению гальванокоагуляционного метода очистки предоставленных вод без применения ультразвука. В этом случае исследовалась степень очистки проб от цинка, меди и железа с помощью магнетита.

Для имитации сорбционного процесса в проточных аппаратах барабанного типа при проведении экспериментов на лабораторной установке, представленной на рис. 3, 100 мл загрязненной воды смешивалось с 40 г активного вещества. Именно такое соотношение, как свидетельствует практический опыт, позволяет оценить реальные возможности промышленных гальванокогагуляторов. Смешивание проб воды с магнетитом осуществлялось в течение 10 мин.

Рис. 2. Ультразвуковой реактор проточного типа.

Рис. 3 Лабораторная мешалка.

Результаты проведённых экспериментов показали, что при обработке пробы воды из «Рыжего ручья» магнетитом эффективно удаляется, практически на 99% цинка, содержание меди снижается на 80 - 85% (табл.2). В то время, как при обработке магнетитом пробы речной воды с меньшим содержанием загрязнений снижение концентрации как по железу и меди, так и по цинку достигает 98%.

Таблица 2.

Результаты очистки воды с использованием магнетита.

Место отбора пробы	Обработка	Концентрация Zn, мг/л	Концентрация Cu + Fe, мг/л
Ручей	Исходное состояние	11,5 – 12,0	Около 200
	Магнетит + перемешивание	0,13	33
Река	Исходное состояние	0,3 – 0,4	35 – 37
	Магнетит + перемешивание	0,008	0,76

При обработке пробы речной воды, в которой содержание тяжёлых металлов было изначально гораздо ниже, наблюдалось снижение их концентрации на 98%. Результаты этих экспериментов свидетельствуют о том, что эффективность очистки методом гальванокоагуляции зависит от концентрации загрязнений в обрабатываемой воде.

Ультразвуковая интенсификация приводит к ускорению процессов очистки, снижению количества требуемого реагента и, как следствие, к уменьшению эксплуатационных и капитальных затрат при строительстве и эксплуатации очистных сооружений.

При обработке пробы речной воды, в которой содержание тяжёлых металлов было изначально гораздо ниже, наблюдалось снижение их концентрации на 98%. Результаты этих экспериментов свидетельствуют о том, что эффективность очистки методом гальванокоагуляции зависит от концентрации загрязнений в обрабатываемой воде.

Анализируя результаты проведённых экспериментов, можно сделать вывод о том, что использование проточных гальванокоагуляторов при обработке проб воды из ручья (высокая концентрация загрязнений) не эффективна даже при длительной обработке – 10 мин. Несмотря на полученные удовлетворительные технологические показатели гальванокоагуляционной очистки речных проб воды, на практике этот метод применён быть не может вследствие несоответствия масштабу реальной проблемы.

Существует единственная возможность применения гальванокоагуляционной очистки сточных вод Карабашского медеплавильного комбината, при которой гальванокоагуляционные аппараты следует использовать в качестве наработчиков магнетита, который затем необходимо вводить в реактор большого объёма. Для достижения требуемой глубины очистки и в этом случае целесообразно максимально увеличить активность этих реагентов.

С целью уменьшения концентрации магнетита , необходимой для эффективной очистки воды, нами проведена серия экспериментов с его предварительной УЗ активацией . 100 мл загрязнённой воды смешивалось с 20 г активированных реагентов . Измерение концентрации ионов металлов в воде проводили после перемешивания в течение 10 минут. Результаты приведены в табл. 3.

Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что предварительная обработка магнетита в пилотном ультразвуковом реакторе проточного типа приводит к ускорению процессов очистки и увеличению её глубины. При этом имеется возможность более, чем в два раза сократить количество реагента, необходимого для достижения требуемых нормативов.

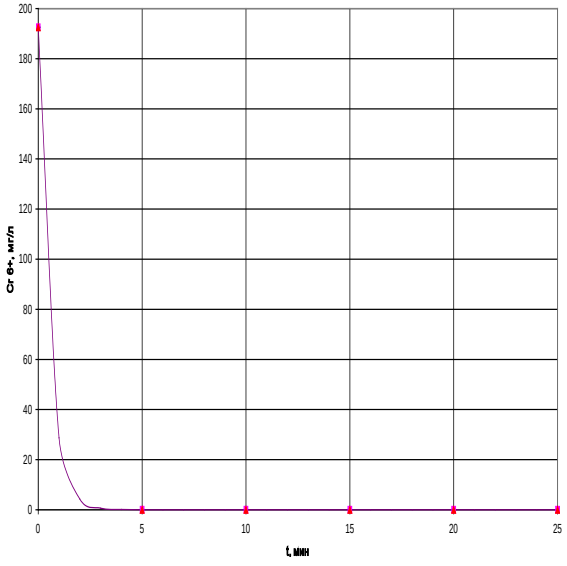
Однако, и в этом случае количество активированного реагента, необходимое для эффективной обработки высококонцентрированных вод «Рыжего» ручья остаётся весьма значительным. Приемлемым является только решение, связанное с наработкой реагента в гальванокоагуляторах с целью его дальнейшего по мере необходимости использования в специальных реакторах.

Таблица 3.

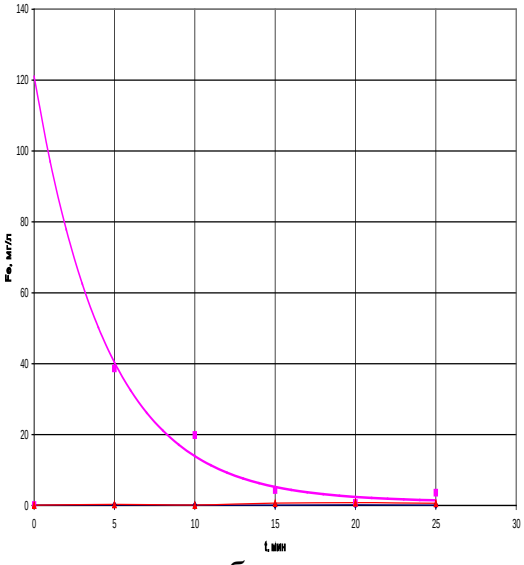
Влияние предварительной ультразвуковой обработки магнетита на эффективность очистки воды (20 г./100 мл воды)

Место отбора пробы	Обработка	Концентрация Zn, мг/л	Концентрация Cu + Fe, мг/л
Ручей	Исходное состояние	11,5 – 12,0	Около 200
	Магнетит + перемешивание	0,41	48
	Магнетит+УЗ обработка +перемешивание	0,11	13
Река	Исходное состояние	0,3 – 0,4	35 – 37
	Магнетит + перемешивание	0,04	1,9
	Магнетит+УЗ обработка +перемешивание	0,009	0,66

Эффективность такого подхода проверена так же применительно к ультразвуковой гальванокоагуляционной очистке сточных вод ЗАО «Русский хром 1915» от ионов хрома и железа.Изменение остаточного содержания загрязнений в процессе очистки сточных вод иллюстрируется графиками с регрессионными кривыми, построенными на основе экспериментальных данных на рис. 4. Графики на рис.4(а) свидетельствуют, что практически полное извлечение ионов Cr^{6+} осуществляется в течение первых 5 мин.



а



б

Рис. 4. Изменение концентрации загрязнений в процессе гальванокоагуляционной очистки стоков ЗАО «Русский хром 1915»
■ pH~3; ▲ pH~9. а) Cr^{6+}, б) $Fe_{общ}$.

После подкисления пробы стоков до pH~3 концентрация ионов железа, изменение которой иллюстрируется графиком на рис. 5.2(б), резко возросла примерно до 120 мг/л, что можно, вероятно, объяснить частичным растворением гидроксида железа.

В качестве последующих шагов в этом направлении представляется целесообразным создание пилотной аппаратуры, в которой можно было бы моделировать процессы промышленного масштаба. Такая разработка частично выполнена нами в рамках подготовки диссертационной работы на соискание степени магистра техники и технологии. С участием инженерно-технического персонала кафедры ТБППР создана пилотная гальванокоагуляционная установка, общий вид котороой представлен на рис.

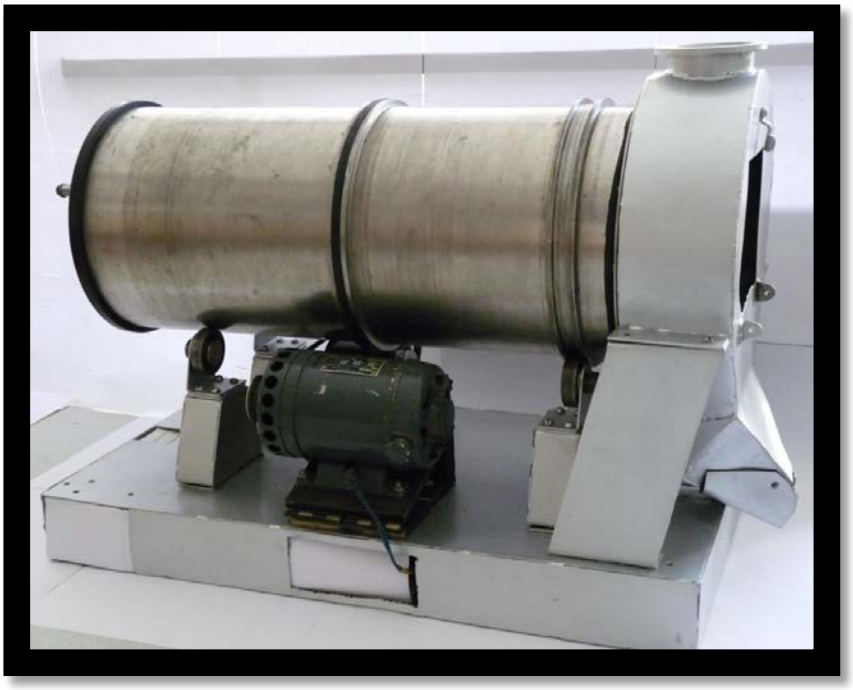


Рис. 5. Пилотная гальванокоагуляционная установка очистки загрязненных вод.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РН ТОЧКИ НУЛЕВОГО ЗАРЯДА КРАСНОГО ШЛАМА И ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Ильина П. В.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Технологический институт, факультет «Автоматизации»
Научный руководитель: Терехова М. В.

Введение

По мере развития современного производства с его масштабностью и темпами роста все большую актуальность приобретают проблемы разработки и внедрения мало- и безотходных технологий. Скорейшее их решение в ряде стран рассматривается как стратегическое направление рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды. Создание безотходных производств относится к весьма сложному и длительному процессу, промежуточным этапом которого является малоотходное производство.

Малоотходное производство – это такое производство, результаты которого при воздействии их на окружающую среду не превышают уровня, допустимого санитарно-гигиеническими нормами, т. е. ПДК. При этом по техническим, экономическим, организационным или другим причинам часть сырья и материалов может переходить в отходы и направляться на длительное хранение или захоронение.

Любое промышленное производство, особенно металлургия, сопряжено с экологическими рисками, среди которых преобладают выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, а также образование и складирование вредных отходов. Не является исключением и алюминиевое производство.

Так при производстве глинозема по методу Байера в качестве побочного продукта образуется красный бокситовый шлам – мелкодисперсное вещество. Красный шлам содержит щелочь и тяжелые металлы, тем самым неся в себе потенциальную угрозу для окружающей среды. На каждую тонну полученного оксида алюминия приходится в среднем от 360 до 800 кг шлама. Из-за отсутствия эффективных технологий переработки основная масса красных шламов не используется и складируется в специальных шламохранилищах, которые оказывают отрицательное воздействие на окружающую среду. Площадь одного такого шламохранилища составляет обычно 100-200 га, что практически равно территории алюминиевого завода. Несмотря на то, что шламохранилища обустраивают таким образом, чтобы содержащиеся в отходах щелочи не могли проникнуть в грунтовые воды, они в любом случае представляют угрозу, как для окружающей среды, так и непосредственно для организма человека.

Несмотря на устоявшийся стереотип, многие специалисты сегодня не считают красный шлам отходом, так как он содержит значительное количество железа и алюминия, и может служить сырьем для получения различных продуктов. В России красных шламов накопилось более 100 млн. т. Поэтому вопросы его использования в качестве сырья, а также полной его утилизации остаются актуальными по сей день.

В работе исследованы кислотно-основные свойства красного шлама и оксида алюминия. В литературе накоплен экспериментальный материал по данной теме, но все требуется проведение систематических исследований в этом направлении[1-3].

Объекты и методы исследования

В данной работе использовался оксид алюминия (чда) и красный шлам, произведенный на Уральском алюминиевом заводе (УАЗ). Состав этого шлама приведен ниже.

Компонент	**Содержание, %**
$Si0_2$	13,1
Fe_20_3	36,8
$A1_20_3$	16,0
CaO	10,4
H_20	9,2
Na_2O	7,8
$Ti0_2$	4,5
$S0_3$	1,0
Gрочие	1,2

Активацию красного шлама проводили в следующей последовательности: шлам дважды промывали бидистиллированной водой и обрабатывали декантацией 0,1 моль/л раствором соляной кислоты, при этом уровень pH промывных вод снизился с 12 до 8. Далее образцы отфильтровывали и сушили в муфельной печи при температуре 1100 С. Полученные образцы измельчали в ступке до порошкообразного состояния и без дальнейших изменений использовали в последующих экспериментах.

Цель данной работы – определить pH точки нулевого заряда (pH т.н.з.) красного шлама и оксида алюминия.

pHтнз исследуемых образцов определяли методом потенциометрического титрования. Сущность этого метода заключается в измерении электродвижущей силы обратимого гальванического элемента (состоящего из стеклянного и хлорсеребряного электродов), который изменяет свои параметры (потенциал, ЭДС) при добавлении раствора титрующего вещества (щелочи или кислоты).

Принципы кислотно-основного титрования основаны на взаимодействии между кислотой HAn и MeOH по реакции:

$$\mathbf{HAn + MOH = MAn + H_2O}$$

или

$$\mathbf{H_3O^+ + OH^- = 2H_2O}$$

В качестве титрантов могут применяться сильные кислоты (ацидиметрия) или сильные основания (алкалиметрия). Прямым титрованием определяют концентрацию кислот или оснований или содержание элементов, входящих в их состав [1-2].

Методика титрования состоит в том, что к анализируемому раствору из бюретки приливают стандартный раствор (титрант) кислоты или основания до момента, когда вещество полностью реагирует, что устанавливается с помощью специально введенного в систему кислотно-основного индикатора.

Результаты и обсуждения

В данной работе методом потенциометрического титрования проведено экспериментальное исследование кислотно-основных характеристик суспензий красного шлама и оксида

алюминия. Фоновый раствор состоял из 25 мл 0,1М раствора KCl и 25 мл 0,5М раствора HCl. Для приготовления суспензий фоновый раствор с добавлением 3г оксида алюминия или 3г красного шлама.

Экспериментальные данные представлены в табл. 1 и на рис.1 и 2 в координатах pH-V.

Таблица 1

Экспериментальные данные потенциометрического титрования

Фоновый электролит		**Красный шлам**		**Оксид алюминия**	
V, мл	**pH**	**V, мл**	**pH**	**V, мл**	**pH**
20	**2,10**	**22**	**4,56**	**18**	**4,58**
21	**2,19**	**23**	**4,86**	**19**	**4,76**
22	**2,30**	**24**	**5,34**	**20**	**5,03**
23	**2,41**	**25**	**5,77**	**21**	**5,57**
24	**2,68**	**26**	**6,16**	**22**	**6,46**
25	**3,02**	**27**	**6,65**	**23**	**6,98**
26	**7,59**	**28**	**7,13**	**24**	**7,33**
27	**10,85**	**29**	**7,46**	**25**	**7,68**
28	**11,20**	**30**	**7,80**	**26**	**7,99**
29	**11,38**	**31**	**8,26**	**27**	**8,14**
30	**11,50**	**32**	**8,58**	**28**	**8,68**
31	**11,59**	**33**	**8,78**	**29**	**9,10**
32	**11,66**	**34**	**9,07**	**30**	**9,32**
33	**11,72**	**35**	**9,30**	**31**	**9,55**
34	**11,77**	**36**	**9,66**	**32**	**9,78**
35	**11,82**	**37**	**9,96**	**33**	**10,06**
36	**11,86**	**38**	**10,30**	**34**	**10,30**
37	**11,89**				
38	**11,93**				

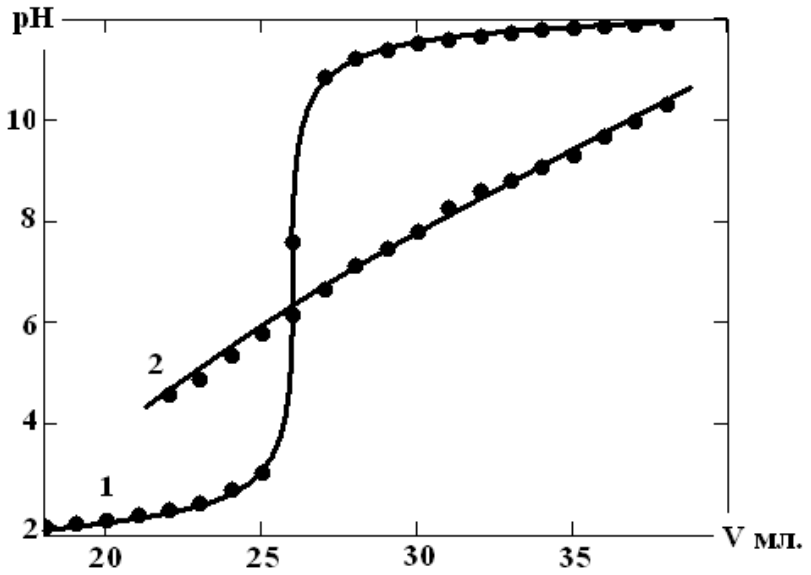


Рис. 1 Кривые титрования фонового электролита (1) и суспензии красного шлама (2).

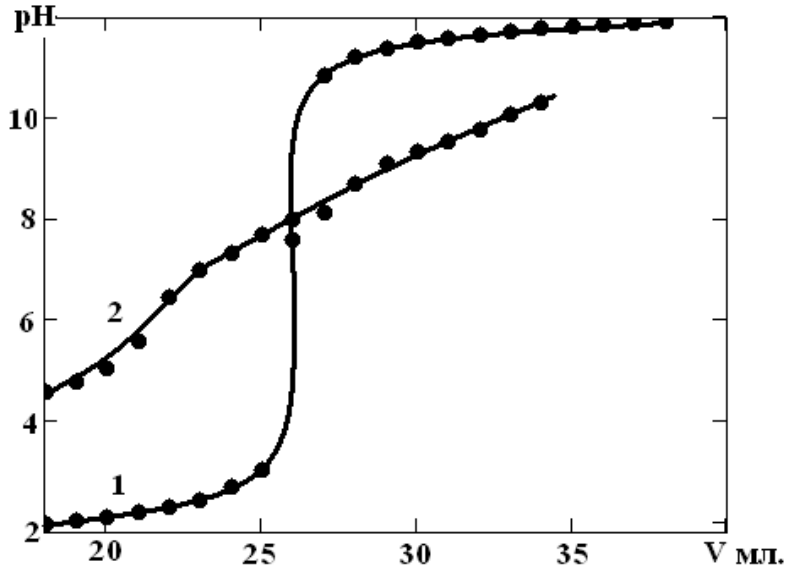


Рис. 2 Кривые титрования фонового электролита (1) и суспензии оксида алюминия (2).

Значения pH в которых происходит пересечение кривых титрования фонового электролита и исследуемой суспензии и будут соответствовать pHТНЗ этих оксидов.
Из анализа данных рис. 1 и 2 можно найти примерные значения pHТНЗ красного шлама и оксида алюминия:
для красного шлама pH т.н.з. ≈ 6, для оксида алюминия pH т.н.з. ≈ 8
Из данных потенциометрического титрования можно определить заряд поверхности оксидной фазы и предположить, при каких значениях pH поверхность оксидных фаз заряжена положительно, а при каких отрицательно, что позволит прогнозировать адсорбционное поведение исследуемых объектов.

Выводы

- Найдено pH т.н.з. для оксида алюминия и красного шлама, которые соответственно равны 8 и 6.
- При значениях pH меньше $pH_{ТНЗ}$ поверхность заряжается положительно и на ней адсорбируются анионы. При значениях pH больше $pH_{ТНЗ}$ поверхность заряжается отрицательно и на ней адсорбируются катионы.

Литература

1. Русакова С.М., Горичев И.Г., Артамонова И.В., Забенькина Е.О. / Адсорбция ионов на поверхности оксида титана (IV) // Перспективные материалы, 2010, №9, с.215-218.

2. Русакова С.М., Горичев И.Г., Артамонова И.В., Забенькина Е.О. / Очистка вод с помощью TiO_2 // Экология промышленного производства 2010, №1, с.28-31.

3. Адамсон А. Физическая химия поверхностей. - М.: Мир, 1979. С. 506-590.

АДСОРБЦИЯ ХРОМАТ-ИОНОВ НА КРАСНОМ ШЛАМЕ

Жиганова Н. А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Технологический институт, факультет «Автоматизации»
Научный руководитель: Терехова М. В.

Введение

Красный шлам образуется при очистке боксита – основного сырья для производства алюминия в Байеровом процессе (процесс получения чистой окиси алюминия). На каждую тонну полученного оксида алюминия приходится в среднем от 360 до 800 кг шлама.

Из-за отсутствия эффективных технологий переработки шлам сегодня в большинстве случаев просто складируют на изолированных территориях – шламохранилищах. Площадь одного такого шламохранилища составляет обычно 100-200 га, что практически равно территории алюминиевого завода. Несмотря на то, что шламохранилища обустраивают таким образом, чтобы содержащиеся в отходах щелочи не могли проникнуть в грунтовые воды, они в любом случае представляют угрозу как для окружающей среды, так и непосредственно для организма человека. Поэтому утилизация и переработка накопленных в избытке алюмосиликатных отходов производства являются важными, требующими неотложного решения научно-техническими задачами.

Запасы хрома в земной коре невелики, однако в технике он применяется очень широко, и проблема выбросов хрома в окружающую среду становится все более актуальной. Основные поставщики хромсодержащих выбросов (в порядке уменьшения масштабов) - это производство и переработка феррохрома, изготовление огнеупоров, сжигание угля и производство хромовых сталей. Однако главный источник поступления антропогенного хрома - обработка металлов. Неконтролируемые выбросы представляют большую опасность загрязнения поверхностных вод относительно токсичной формой Cr6+. Соединения хрома вызывают местное раздражение кожи и слизистых оболочек, приводящее к их изъязвлению. Общетоксическое действие сказывается в поражении печени, почек, желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы. Хром (VI) изменяет активность ферментов и угнетает тканевое дыхание. Аллергическое действие проявляется приступами, сходными с бронхиальной астмой и развитием кожной сенсибилизации, являющейся причиной «хромовых экзем». Имеются работы, свидетельствующие о более высокой заболеваемости и смертности от рака органов дыхания и пищеварения среди работающих на хромовых производствах.

Предельно-допустимая концентрация Cr(VI) в воде не должно превышать 0,05 мг/литр, а в рыбохозяйственных водоемах содержание шестивалентного хрома не должно превышать 0,001 мг/литр.

В работе исследована возможность красного шлама адсорбировать хромат-ионы из водных растворов. В зарубежной и отечественной литературе накоплен экспериментальный материал по данной теме, но все требуется проведение систематических исследований в этом направлении, что позволит детально изучить адсорбционные свойства красного шлама и выявить оптимальные условия для адсорбции на нем хромат-ионов[1-2].

Цель работы:

- Исследование возможности использования красного шлама для адсорбции хромат-ионов из водных растворов;
- Определение влияния pH на эффективность адсорбции хромат-ионов.

Объекты и методы исследования

В данном исследовании использовались красный шлам, произведенный на Уральском алюминиевом заводе (УАЗ). Состав этого шлама приведен ниже.

Компонент	**Содержание, %**
$Si0_2$	13,1
Fe_20_3	36,8
$A1_20_3$	16,0
CaO	10,4
H_20	9,2
Na_2O	7,8
$Ti0_2$	4,5
$S0_3$	1,0
Прочие	1,2

Активацию красного шлама проводили в следующей последовательности: шлам дважды промывали бидистиллированной водой и обрабатывали декантацией 0,1 моль/л раствором соляной кислоты, при этом уровень pH промывных вод снизился с 12 до 8. Далее образцы отфильтровывали и сушили в муфельной печи при температуре 110^oC. Полученные образцы измельчали в ступке до порошкообразного состояния и без дальнейших изменений использовали в последующих экспериментах.

Адсорбцию хромат-ионов проводили при начальной концентрации их в растворе 0,002 и 0,0025 моль/л при постоянной концентрации фонового электролита NaCl 0,1 моль/л. Масса адсорбента во всех случаях была равной 1 грамм, Время контакта его с раствором хромата составляло 1 час при непрерывном перемешивании с использованием магнитной мешалки (частота вращения 350 об/мин).Эксперименты проводили при различных значениях pH (в диапазоне от 3 до 10). Уровень pH раствора получали добавлением концентрированной соляной кислоты, измеряли его pH-метром Эксперт-001.

Для получения кривых адсорбции использовали метод отдельных навесок. Концентрацию хромат-ионов в растворе определяли по методике, изложенной в[3]. Измерения оптической плотности испытуемых растворов по отношению к нулевому раствору проводили на спектрофотометре СФ-56.

Для построения калибровочной кривой использовались растворы дихромата калия определенных концентраций: C_1 = 0,003 моль/, C_2 = 0,004 моль/л, C_3 = 0,005 моль/л.

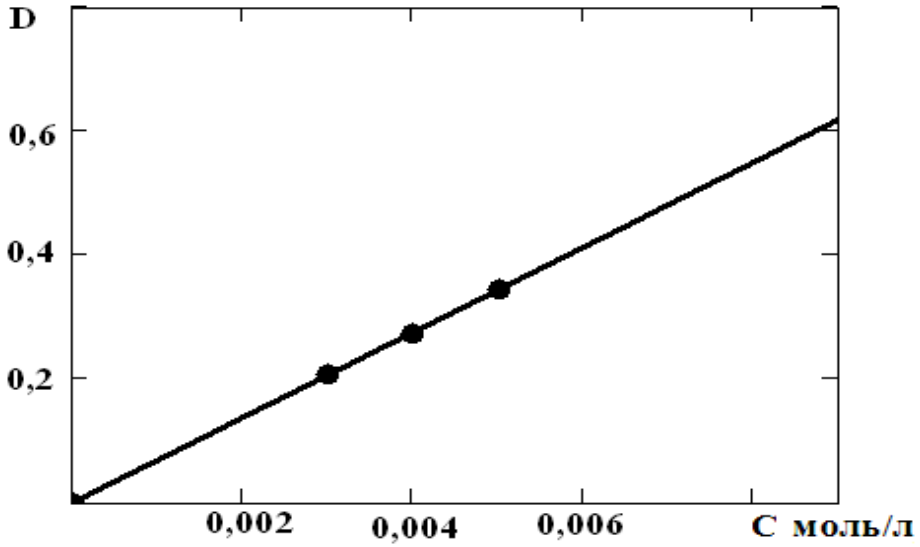


Рис. 1 Зависимость оптической плотности от концентрации хромат-ионов в растворе.

Величину адсорбции определяли по разности начальной и конечной концентрации ионов, отнесенной к единице массы адсорбента и вычисляли по формуле:

$$\Gamma = \frac{C_{исх.} - C_{нач.}}{m}$$

где Г – адсорбция, моль/г·л, Сисх. – концентрация хромат-ионов в исходном растворе, моль/л, Скон. – концентрация хромат-ионов в растворе после адсорбции, моль/л, m – масса адсорбента, г.

Результаты и их обсуждения

Зависимость адсорбции хромат-ионов от pH при различных начальных концентрациях растворов

Экспериментально изучена адсорбция хромат-ионов на активированном красном шламе при различных значениях начальных концентраций раствора. Установлено, что адсорбционная способность красного шлама зависит от pH раствора (рис. 2). Очевидно, что адсорбция хромат-ионов наиболее эффективна в кислой среде, а с увеличением pH она уменьшается. Так, при значении pH больше 6 удаление анионов из раствора незначительно.

Из рис. 2 видно, что максимальная адсорбция достигается при pH=4. Предельная адсорбция не зависит от pH и при значении меньше 4 практически не изменяется.

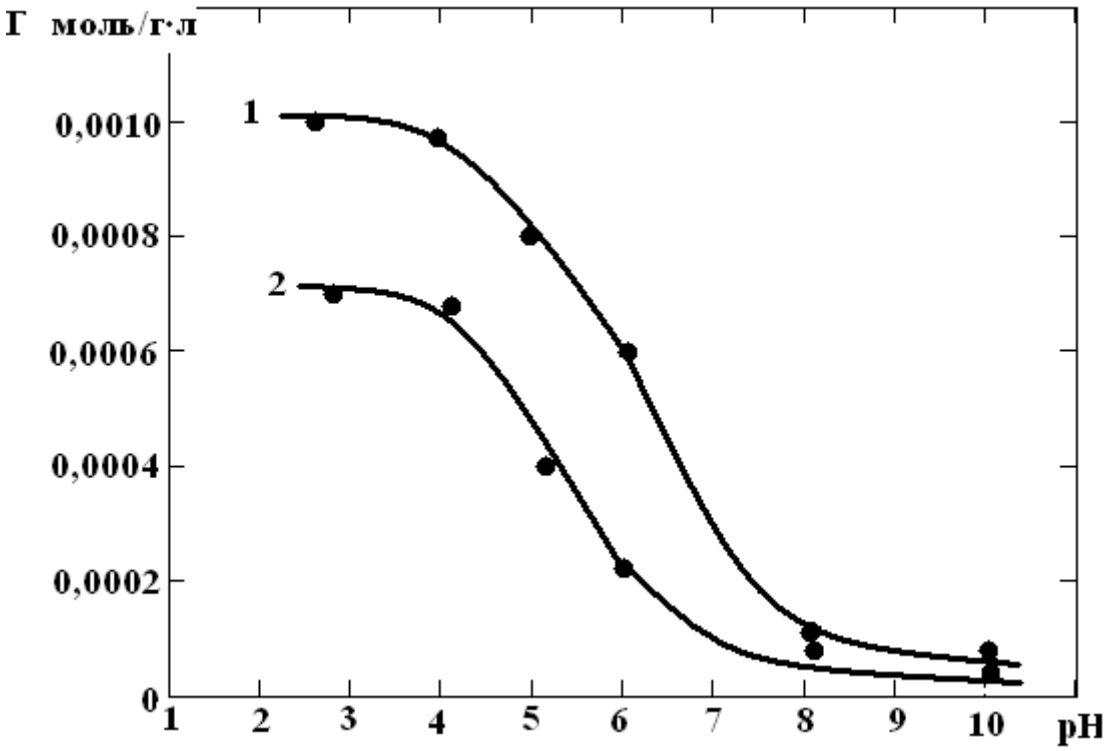


Рис.2 Адсорбция хромат-ионов на красном шламе от pH при разных начальных концентрациях раствора: 1 – C = 0,0025 моль/л, 2 – C = 0,002 моль/л.

Выводы:

1) Оптимальное значение pH для максимальной адсорбции – 3-4.
2) Предельное значение адсорбции не зависит от pH.
3) Для описания адсорбционных закономерностей применима кислотно -основная модель.

Литература:

1. Khaldoun Al-Sou'od. Adsorption Isotherm Studies of Chromium (VI) from Aqueous Solutions Using Jordanian Pottery Materials // ICESD 2012: 5-7 January 2012

2. Devis J.A., Lackie J.O. Adsorption of Anions // Journal of Colloid and Interface Science. 1980. V. 74. P.32-43.

3. Марченко З. Фотометрическое определение элементов: Пер. с польск./ Под ред. Ю.А. Золотова. - М.: Мир, 1971. - 502 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТЕРИЛИЗАЦИИ ВОДНЫХ СРЕД НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И УЛЬТРАЗВУКА.

Смирнова Н.П.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт инженерной экологии и химического машиностроения, Экологический факультет
Научный руководитель: к.т.н., доцент Векслер Г.Б.

Для удаления микроорганизмов из водных сред используются различные физические и химические методы. К первым относится ультрафиолетовое облучение при помощи специальных ламп, которые могут быть расположены над поверхностью или в глубине обрабатываемого потока. Ко вторым- хлорирование и озонирование.

Лампы ультрафиолетового излучения над поверхностью воды уничтожают микроорганизмы только весьма в тонком слое, вблизи поверхности потока, что способствует выживанию значительного числа болезнетворных микроорганизмов в глубоких слоях. Расположение ламп в глубине слоя не эффективно, при этом возрастает их количество и степень загрязнения кварцевых чехлов.

При обеззараживании хлором в воде образуются хлорорганические соединения, которые обладают высокой токсичностью, мутагенностью и канцерогенностью. Кроме того, хлор является сильнодействующим ядовитым веществом, при его транспортировке, хранении и использовании необходимо соблюдение дорогостоящих мер по обеспечению безопасности обслуживающего персонала и населения.

Принято считать, что озонирование является экологически более чистой технологией. Для ее реализации необходимы очистка, охлаждение и сушка воздуха, синтез озона, смешение озоновоздушной смеси с загрязненной водой, отвод и деструкция остаточной озоновоздушной смеси. Однако, озон более токсичен, чем хлор, вызывает раздражение слизистых оболочек глаз и поражает органы дыхания. Существует опасность взрыва озоновоздушной смеси. Установлено, что после озонирования наблюдается значительный рост бактерий. Необходимо дополнительное остаточное хлорирование. Образующиеся при этом устойчивые и токсичные кислоты и альдегиды могут являться инициаторами возникновения хлорорганических соединений при последующем хлорировании.

Ультрафиолетовое облучение загрязненных водных сред с ультразвуковым воздействием представляется, в связи с изложенным, наиболее привлекательным методом их обеззараживания с различных точек зрения.

Проведенные в ИОНХ РАН исследования показали высокую эффективность совместного применения ультрафиолетового излучения и ультразвука для уничтожения микроорганизмов. На их основе разработана и изготовлена пилотная установка, общий вид которой представлен на рис.1, а конструктивная схема- на рис.2.

Подача очищаемой воды на гидродинамические излучатели, обеспечивающие режим кавитационный режим осуществляется насосом при давлении 6-7 атмосфер. Конструкция установки позволяет включать 2 гидродинамических излучателя, как совместно, так и раздельно, а также, изменять давление и регулировать уровень акустических шумов. Общий вид излучателя показан на рис.3

Источником ультразвуковых колебаний является волноводно-излучательная система, состоящая из волновода и закрепленных на нем с торцов двух магнитострикторов, изображенная на рис.4. Магнитострикторы при помощи кабелей питания соединены с ультразвуковым генератором.

Перед сливными отверстиями находятся сливные лотки, слой воды на которых не превышает 1 см и может изменяться по толщине регулировочной арматуры.

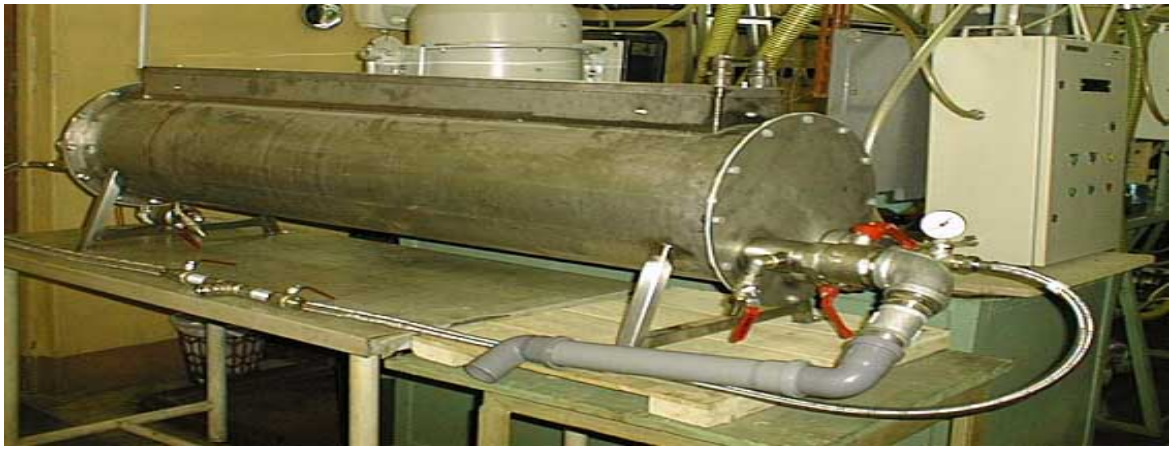


Рис.1 Установка для ультразвуковой стерилизации воды с использованием ультрафиолетового излучения

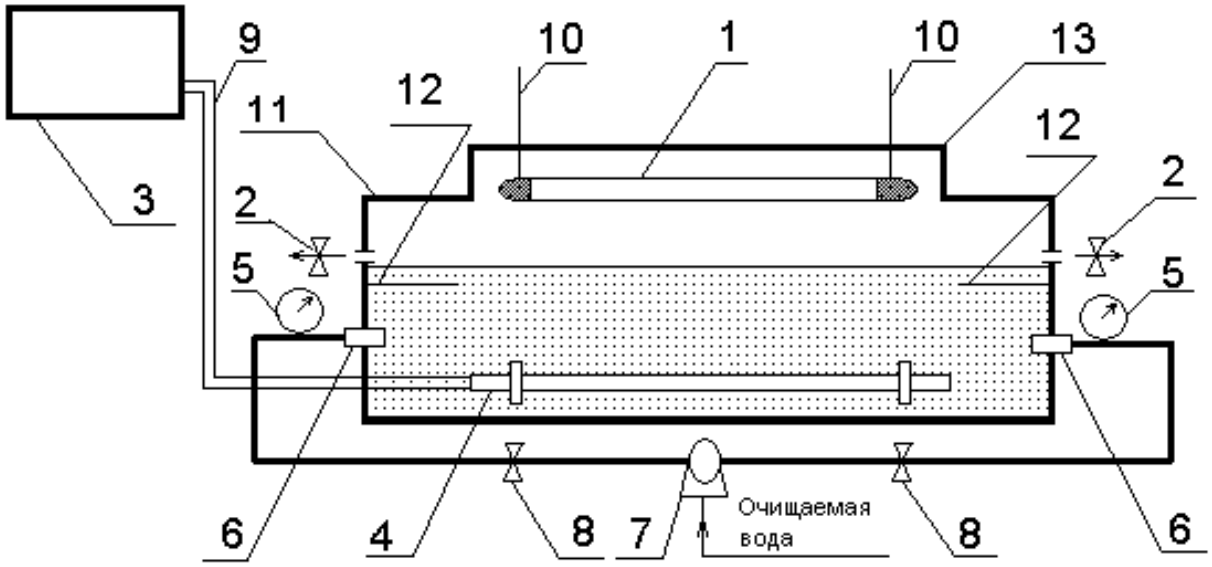


Рис.2 Схема установки для ультразвуковой стерилизации воды с использованием ультрафиолетового излучения.

1 - лампы УФ излучения, 2 – кран для стока воды, 3 – ультразвуковой генератор, 4 – волноводно-излучательная система, 5 – манометры, 6 – гидродинамические излучатели (ГДИ), 7 – насос для запуска ГДИ, 8 – кран для подачи воды на ГДИ, 9 – кабели питания волноводно-излучательной системы, 10 – кабели подключения УФ ламп; 11 – кожух установки, 12 – лотки, 13 – пенал.

Регулируя ультразвуковое воздействие за счет изменения режимов работы волноводно-излучательной системы, нами выбирался эффективный режим воздействия на те или иные виды микроорганизмов.

Влияние импульсного УФ облучения и предварительной ультразвуковой обработки исследовалось на клетках суточных культур *Escherichia coli* (*E. coli*) и *Sarcina lutea* (*S. lutea*).

Рис.3 Гидродинамический излучатель (ГДИ)

Рис. 4 Волноводная-излучательная система

Клетки были суспензированы в автоклавированной водопроводной воде (120º С, 1 атм). Перед началом каждого опыта в отдельную порцию воды, объемом примерно 0.5 литра, вносили по 20 мл соответствующей бактериальной суспензии, содержащей около 5 млрд. клеток.
В этот же день из всех отобранных проб были произведены микробиологические посевы на чашки Петри на среду МПА (мясо-пептонный агар) методом точечных высевов. Через сутки после отбора проб был произведен аналогичный микробиологический посев, для выявления “отдаленного” результата воздействия ультразвука и УФ. Образовавшиеся колонии учитывались через 15 - 20 часов (*E. coli*) и через 30 - 40 часов (*S. lutea*) после каждого посева. По количеству выросших колоний пересчитывалось количество жизнеспособных клеток, или колоний-образующих единиц (КОЕ), данного вида микроорганизмов в 1 мл пробы, из которой производился посев.

При воздействии ультразвука на воду, содержащую клетки *E. coli,* как показано на рис.5, проявилась тенденция уменьшения численности КОЕ при увеличении времени обработки. Уже при воздействии ультразвука в течение 20 с около 20% клеток *E. coli* утратили видимую жизнеспособность, а при увеличении времени обработки до 60 с - до 50 - 60%. Через сутки жизнеспособность *E. coli* в опытах с воздействием ультразвука в течение 20 и 40 с оказалась на том же уровне, что и в контрольных экспериментах, и только в опыте с воздействием в

течение 60 с проявился отдаленный результат - численность КОЕ составила только 60% от наблюдаемой в контрольных экспериментах.

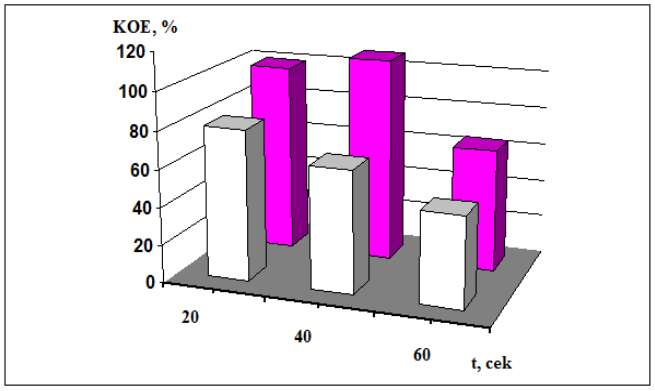


Рис.5 Влияние ультразвукового воздействия на жизнеспособность клеток **Escherichia coli**

□ – в день опыта, ■ – через 24 часа

Гистаграмма на рис. 6, иллюстрирующая воздействие ультразвука на воду, содержащую клетки *S. lutea*, свидетельствует об увеличении численности КОЕ по мере увеличения продолжительности обработки. При воздействии в течение 60 с, численность КОЕ *S. lutea* составила 400%.

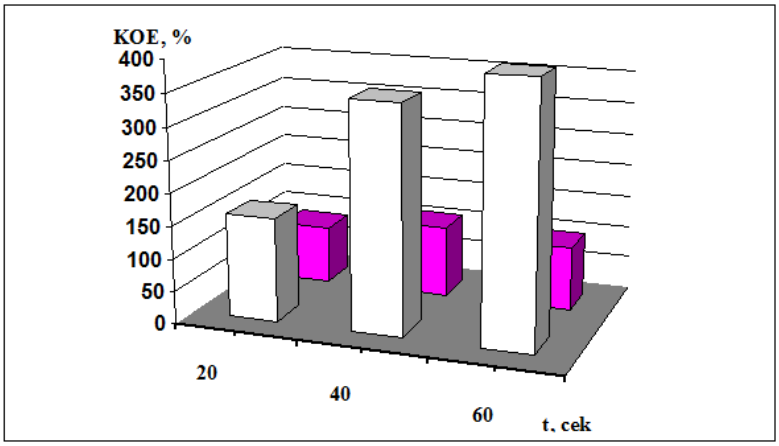


Рис. 6 Влияние ультразвукового воздействия на жизнеспособность клеток **Sarcina lutea**

□ – в день опыта, ■ – через 24 часа

Эти результаты позволили выявить механизм воздействия ультразвука на бактериальные сообщества. Клетки *S. Lutea* стабильно существует в природном или лабораторном местообитании в микрогруппах, состоящих из 4х клеток каждая. Под воздействием ультразвука эти тетрады постепенно распадались, но клетки оставались вполне жизнеспособными. После 60 с ультразвуковой обработки, по-видимому, были разрушены все тетрады и каждая клетка из 4-х, бывших ранее одним целым, и образовывавших 1 колонию на МПА, образовала отдельную колонию, которых, соответственно, стало в 4 раза больше. Через сутки во всех вариантах этих и контрольных экспериментов численности КОЕ более или менее выровнялись.

Как показано на рис. 7 и на рис.8, отражающих отдаленные последствия ультрафиолетового излучения, численность КОЕ обоих микроорганизмов через сутки после обработки несколько возросла по сравнению с контрольными экспериментами (в случае *E. coli* на большую величину, чем в случае *S. Lutea*).

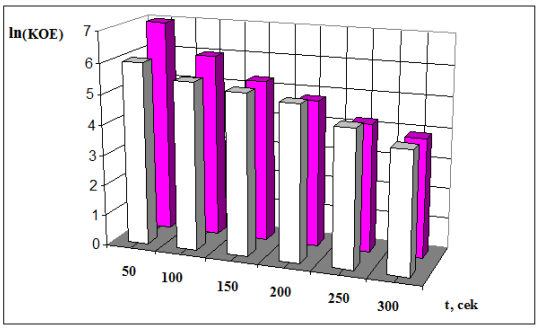


Рис. 7 . Влияние ультрафиолетового излучения на жизнеспособность клеток Escherichia coli

□ – в день опыта, ■ – через 24 часа

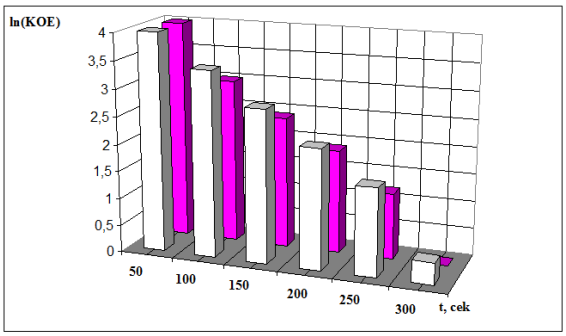
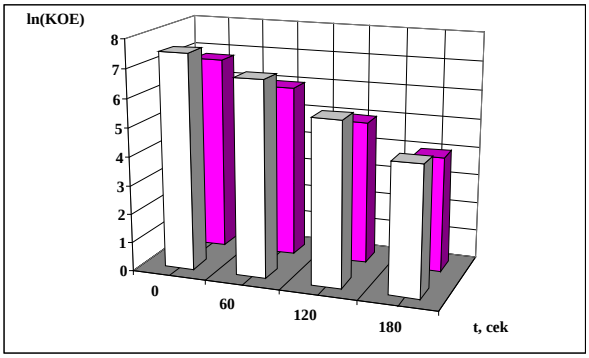


Рис. 8 Влияние ультрафиолетового воздействия на жизнеспособность клеток Sarcina lutea

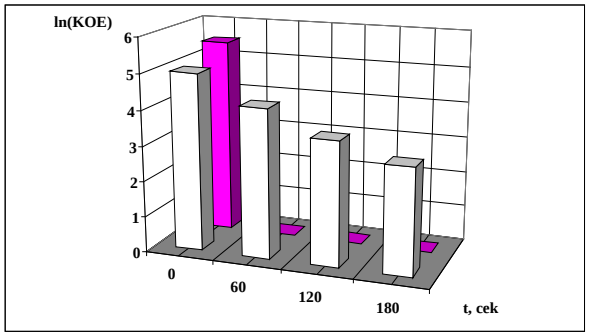
□ – в день опыта, ■ – через 24 часа

Эксперименты показали, что малые дозы ультрафиолетового излучения способны стимулировать жизнеспособность бактериальных клеток.

Одновременное воздействие ультрафиолетового излучения и ультразвукового воздействия существенно повысили эффективность обеззараживания водных сред от болезнетворных микроорганизмов *Escherichia coli* и *Sarcina lutea*. Степень стерилизации при этом, как следует из гистаграмм, представленных на рис.9 может быть повышена более, чем в 10 раз.



а



б

Рис. 9.Влияние совместного ультразвукового и УФ воздействия на жизнеспособность клеток

а-*Escherichia coli*; б-*Sarcina lutea*

□ – в день опыта, ■ – через 24 часа

СОНОПЛАЗМЕННОЕ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ВОДНЫХ СРЕД

Лопатина Ю.Г.
Московский государственный машиносторительный универститет (МАМИ), Институт инженерной экологии и химического машиностроения, Экологический факультет.
Научный руководитель: к.т.н. доц. Векслер Г.Б.

Наиболее распространенная в настоящее время термическая стерилизация имеет существенный недостаток: при увеличении температуры водного раствора не только гибнут клетки посторонней микрофлоры, но и происходит разрушение термолабильных биологически активных соединений и протекают побочные реакции между компонентами водных растворов (вторичная полимеризация, комплексообразование и т.д.).

Занимающая в последнее время одно из ведущих мест при стерилизации термолабильных соединений стерильная фильтрация также имеет очевидные недостатки: большая площадь фильтрующего материала из-за низкой скорости фильтрации; значительный «мертвый» объем жидкой фазы; образующиеся отходы в виде фильтрующего материала и концентрата посторонней микрофлоры.

Нами предложено использовать для деконтаминации водных растворов биологически активных веществ (БАВ) сноплазменный разряд, возникающий в жидкой фазе при определенных условиях, основанный на комбинации мощного ультразвукового воздействия с электрическим разрядом. Ультразвуковое воздействие может интенсифицировать физико-химические и химические процессы, ограничивающие процессы очистки воды, и вместе с плазменным воздействием обеспечить обеззараживание от устойчивых биозагрязнений.

Развитая поверхность раздела плазма – жидкость приводит к увеличению скорости диффузионных потоков химически активных частиц, что, по нашему мнению, может стать основой принципиально нового подхода при решении проблем обеззараживания различных водных сред. Возникающая в жидкости под воздействием интенсивного ультразвука выше порога кавитации новая форма электрического разряда, характеризуемая объёмным свечением во всём пространстве между электродами, с возрастающей вольтамперной характеристикой сродни аномальному тлеющему разряду в газе.

На первом этапе работы проведены исследования эффективности воздействия плазмы на суспензию чистой культуры микроорганизмов *Corynebacterium glutamicum*, представляющая собой - неспорообразующие, аэробные палочковидные почвенные бактерией, размером 4 мкм, обладающие тонкой клеточной стенкой. В результате этих исследований установлено, что указанная культура погибает исключительно в результате воздействия плазменного разряда, перепад давления в реакционной камере и ультразвуковое воздействие малой интенсивности не приводит к гибели микроорганизмов.

В связи с изложенным, второй этап работы экспериментов по деконтаминации водных растворов БАВ был направлен на исследование влияния отдельных технологических и режимных факторов: начальной концентрации суспензии микроорганизмов, мощности и времени сноплазменного воздействия.

Установка плазменного разряда, схема которой показана на рис.1, представляет собой герметичную камеру, ёмкостью 8 л с входным патрубком, стеклянной воронкой, соединительным шлангом и краном, а также выходным патрубком с краном для стерильного отбора проб и замкнутой системой циркуляции жидкости, включающей насос высокого давления и герметичную ячейку, в которой создается плазменный разряд.

Минимальный объем, необходимый для обеспечения циркуляции жидкости через плазмообразующую ячейку – 5 л.

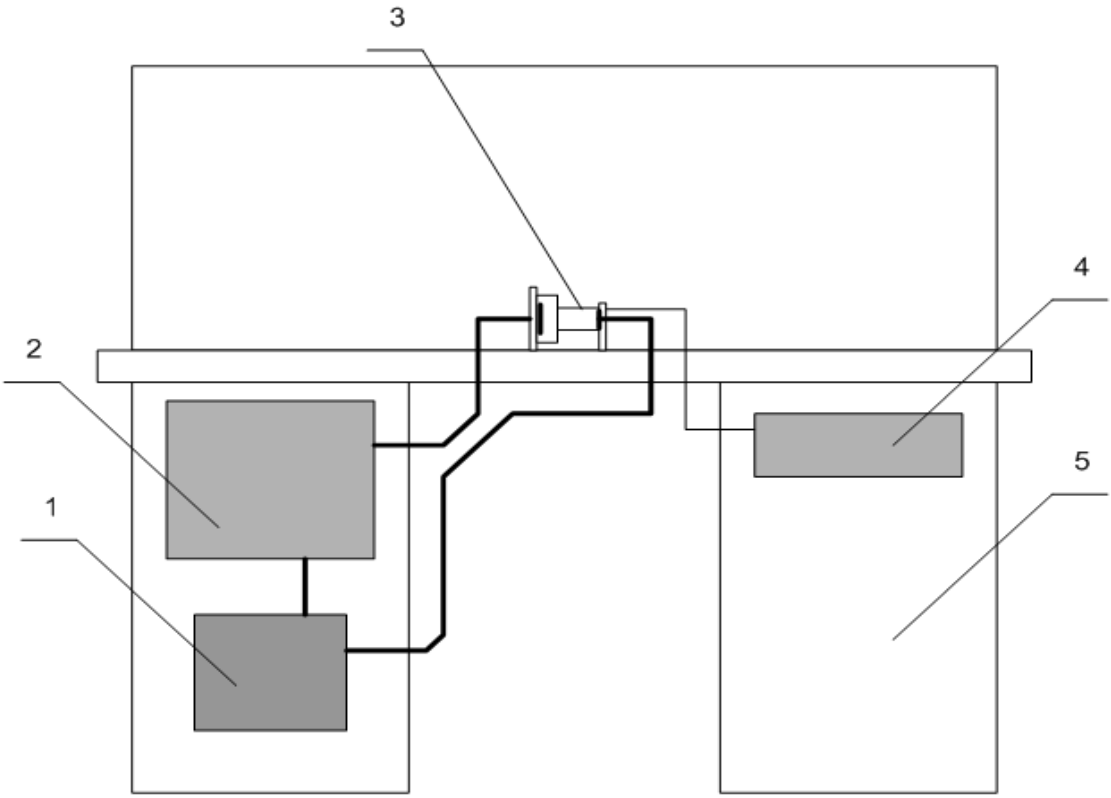


Рис 1. Схема соноплазменной установки:
1 – насос высокого давления, 2 – емкость для обрабатываемой жидкости,
3 – реакционная камера, 4 – источник питания разряда в жидкости, 5 – монтажный стол

Общий вид ячейки с устойчивой зоной плазменного разряда представлен на рис.2.

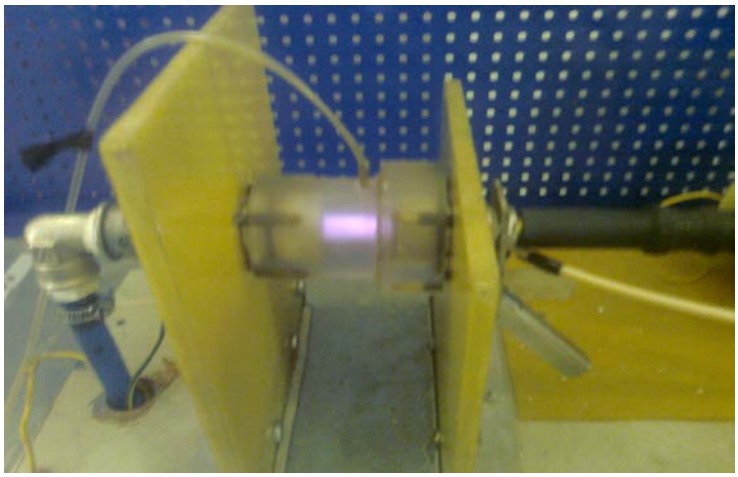


Рис.2. Герметичная ячейка с устойчивой зоной плазменного разряда.

Каждому последующему эксперименту предшествовала стерилизация установки 70% раствором этилового спирта и дистиллированной водой. Для получения 5 л суспензии микроорганизмов с постоянной КОЕ приготавливали 50 микробиологических пробирок со скошенным агаром (косяков) Хоттингера. После проверки на стерильность с выдержкой в термостате при температуре 37^0 в течении 3-х суток их засевали культурой *Phaffia rhodozyma* и помещали в термостат при температуре 20^0 С на одни сутки (суточная культура).

Использование суточной культуры позволило получить суспензию клеток, сохраняющих жизнеспособность в водной среде не менее 3 суток. КОЕ определялись методом последовательных разведений и высевом проб на чашки Петри с агаризованной средой Хоттингера. После выдержки чашек с культурой в термостате при температуре 20^0 С в течении 5 суток производили подсчет колоний и визуальный контроль на стерильность (присутствие или отсутствие колоний контаминантов). В течении 5 суток каждые сутки проверяли чашки Петри с культурой для определения скорости прорастания колоний.

Для определения эффективности факторов, влияющих на гибель микроорганизмов в водной среде при сонoплазменном разряде, использовался многоуровневый план экспериментов второго порядка, позволяющий получить рациональное значение исследуемого фактора в одном опыте. Варьировались режимные параметры сонoплазменной установки: мощность воздействия, время пребывания микроорганизмов в зоне плазменного разряда, а также начальная концентрация микроорганизмов в водной суспензии.

Суспензия микроорганизмов в отдельных опытах готовилась в стерильных условиях заданной концентрации с последующим смывом водопроводной водой. При этом использовалась культура микроорганизмов *Phaffia rhodozyma,* представляющая собой дрожжи размером 40 мкм, что позволило визуализировать особенность ее разрушения.

«Нулевая проба» для определения начальной концентрации живых микроорганизмов КОЕ отбиралась после 30 сек циркуляции суспензии в установке в отсутствии плазменного разряда. Затем при воздействии сонoплазменного разряда в соответствии с планом многофакторного эксперимента, предусматривающего изменение начальной концентрации, мощности и времени воздействия последовательно отбирались пробы циркулирующей суспензии. Концентрацию живых микроорганизмов определяли методом последовательных разведений суспензии микроорганизмов в стерильном физрастворе и последующим высевом разведения на чашки Петри с агаризованной средой Хоттингера. На рис.3 представлена увеличенная фотография микроорганизмов, погибших в результате повреждения стенки.

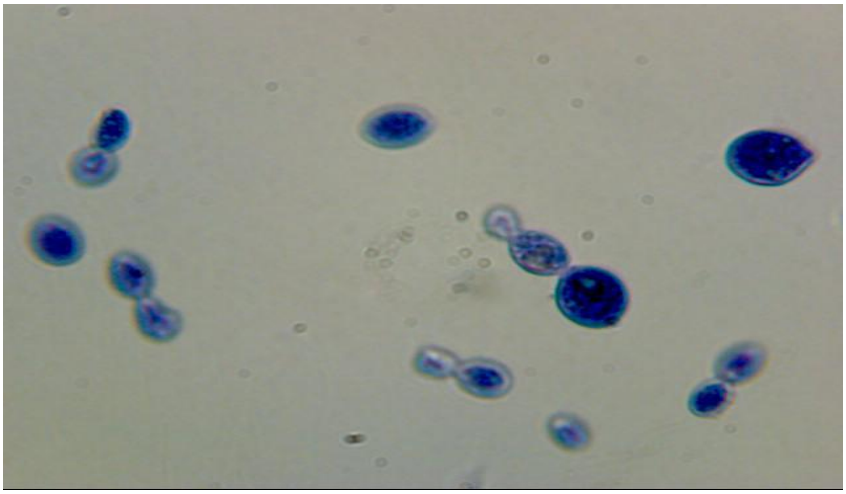


Рис.3. Культура микроорганизмов *Phaffia rhodozyma* после обработки сонoплазменным разрядом.

Результаты экспериментов представлены в таблице 1. Итоги расчетов величины эффектов аддитивно-решетчатого описания помещены в табл.2. При этом в таблице приняты следующие обозначения S_1 – мощность сонoплазменного воздействия, Вт, S_2 – начальная концентрация, S_3 – время сонoплазменного воздействия, P_1- P_3 – результаты повторных опытов, $P_{ср}$ - среднее значение концентрации микроорганизмов КОЕ после обеззараживания.

Таблица 1. Результаты экспериментов соноплазменного обеззараживания.

№ п/п	S_1 Вт	S_2 КОЕ нач	S_3 мин	Конечные концентрации микроорганизмов КОЕ/мл P_1	P_2	P_3	Pcp
1	160	10^7	8	$5*10^4$	$15*10^4$	$10*10^4$	$8,3*10^4$
2	140	10^7	2	$6*10^6$	$2*10^6$	$12*10^6$	$6,6*10^6$
3	120	10^7	4	$22*10^6$	$25*10^6$	$15*10^6$	$20,6*10^6$
4	100	10^7	6	$7*10^3$	$4*10^3$	$12*10^3$	$7,6*10^3$
5	160	10^6	6	$6*10^4$	$2*10^4$	$8*10^4$	$5,3*10^4$
6	140	10^6	4	$8*10^5$	$12*10^5$	$6*10^5$	$8,6*10^5$
7	120	10^6	2	$1*10^3$	$2*10^3$	$16*10^2$	$1,53*10^3$
8	100	10^6	8	$3*10^4$	$2*10^4$	$6*10^4$	$3,6*10^4$
9	160	10^5	2	$4*10^3$	$28*10^2$	$2*10^3$	$4,2*10^3$
10	140	10^5	8	$43*10^2$	$36*10^2$	$48*10^2$	$42,3*10^2$
11	120	10^5	6	$11*10^3$	$8*10^3$	$15*10^3$	$11,3*10^3$
12	100	10^5	4	$16*10^3$	$6*10^3$	$18*10^3$	$13,3*10^3$
13	160	10^4	4	$58*10^3$	$48*10^3$	$52*10^3$	$52,6*10^3$
14	140	10^4	6	$9*10^3$	$3*10^3$	$12*10^3$	$8*10^3$
15	120	10^4	8	$57*10^2$	$42*10^2$	$53*10^2$	$50,6*10^2$
16	100	10^4	2	$7*10^3$	$2*10^3$	$8*10^3$	$5,6*10^3$

Таблица 2. Итоги расчетов величины эффектов аддитивно-решетчатого описания

Наименование фактора		Натуральные и кодированные (в скобках) значения уровней факторов			
S_1 мощность	Вт	160(1)	140(2)	120(3)	100(4)
	Эффект	$-564*10^3$	$1255*10^3$	$4541*10^3$	$-597*10^3$
S_2 КОЕ	Концентрация	10^7 (4)	10^6 (3)	10^5 (2)	10^4 (1)
	Эффект	$6209*10^3$	$-375*10^3$	$-604*10^3$	$-594*10^3$
S_3 время	Минуты	8(1)	6(2)	4(3)	2(4)
	Эффект	$-580*10^3$	$-592*10^3$	$4768*10^3$	$1040*10^3$

Графики на рис. 4-6 наглядно иллюстрируют зависимость остаточной концентрации микроорганизмов от времени и мощности соноплазменного воздействия. Как следует из графика на рис.4 наибольшая эффективность достигается в течение 4-6 минут соноплазменного воздействия, именно в этот период происходит резкое сокращение

концентрации микроорганизмов. На рис.5 показана зависимость эффективности воздействия плазменного разряда от начальной концентрации микроорганизмов в исследуемой суспензии. Установлено, что эффект практически не изменяется, однако при существенном снижении концентрации эффективность воздействия увеличивается.

Рис.4. Зависимость концентрации КОЕ от времени воздействия

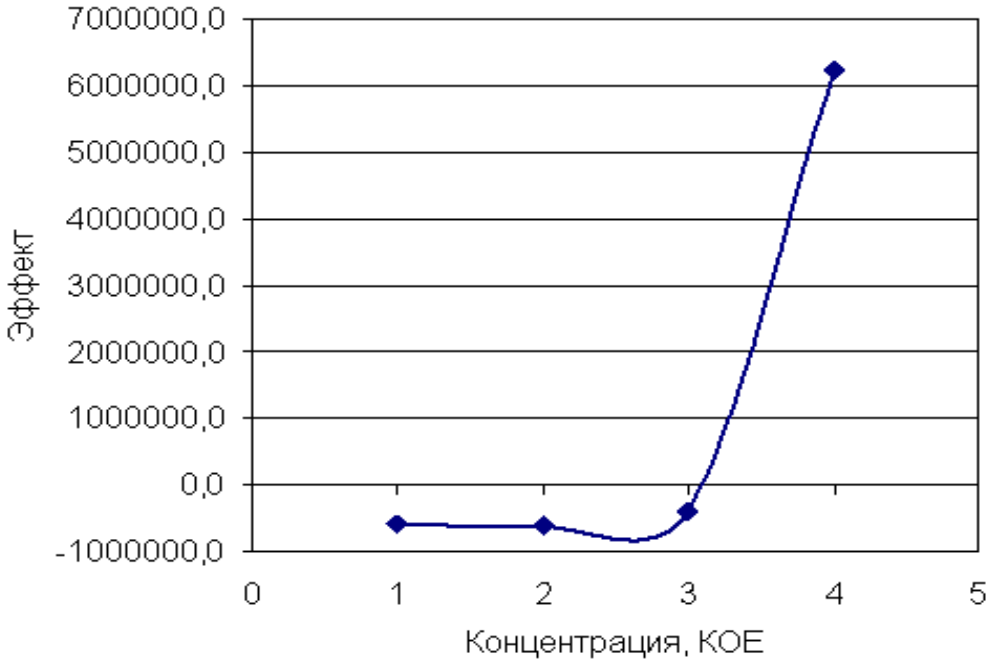


Рис 5. Зависимость эффекта от концентрации КОЕ

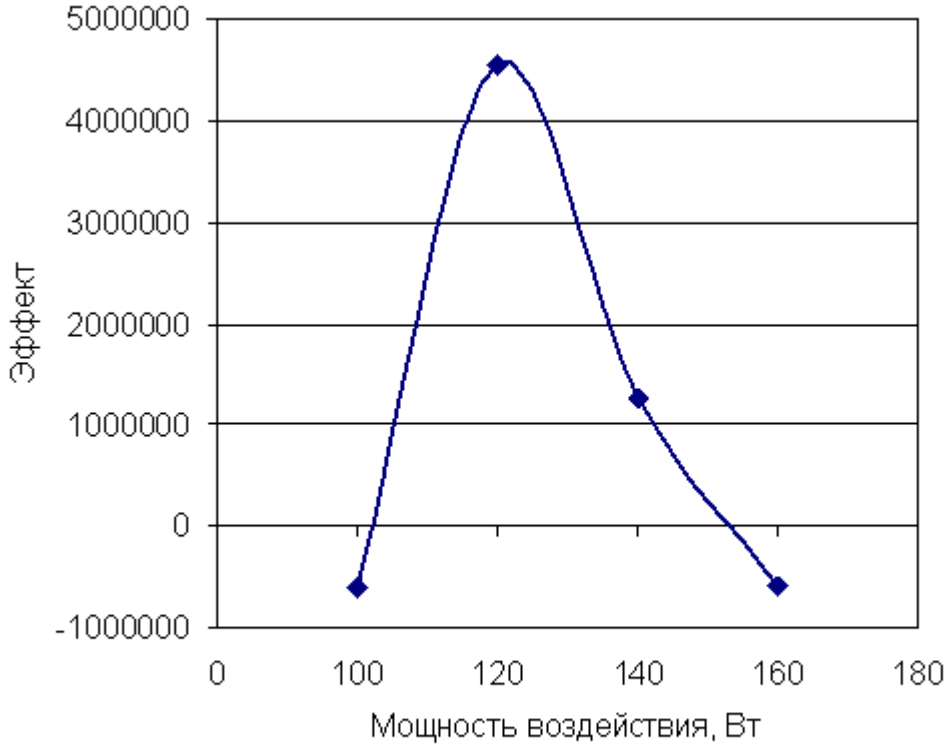


Рис 6. Зависимость эффекта от мощности воздействия

Исследование зависимости полученного эффекта от мощности воздействия показало, что оптимальная мощность для данного эксперимента составляет 120-140 Вт. Использование более мощного воздействия приводит к значительному увеличению экономических затрат.

Выводы:

- экспериментально подтверждена эффективность воздействия плазмы при стерилизации жидких сред;
- начальная концентрация КОЕ в среднем не влияет на полученный эффект, однако при существенном снижении концентрации эффективность воздействия увеличивается;
- время максимального бактерицидного эффекта при обработке клеток микроорганизмов *Phaffia rhodozyma* 4-6 минут при мощности воздействия 120-140 Вт.

Список литературы

1. А.В. Абрамова, Н.А. Булычев, О.М. Градов, Э.В.Кистерев, Г.Б. Векслер, Л.С. Герман, Н.А. Кустова, Н.В. Мальцовская, А.Г. Щербинко. Воздействие плазмы на биологические объекты в жидкофазных средах. Международный симпозиум «Перспективные материалы и технологии», Витебск, Беларусь: сборник статей / УО «ВГТУ». – Витебск, 2011. – 233 с.
2. О.В. Абрамов, В.О. Абрамов, Ю.В. Андрианов, О.М. Градов, М.С. Муллакаев, Н.А.Булычев. Соноплазменный разряд в жидкой фазе. Материаловедение 2009, №2, с.53-67.
3. Беркова М.Д. Плазменные технологии очистки сточных вод / М.Д. Беркова, А.А. Быков, В.Ю. Великодный // XXXV международная (Звенигородская) конференция по физике плазмы и УТС. – 2008
4. Бирюков, В.В. Основы промышленной биотехнологии / В.В. Бирюков –М.: КолосС, 2004. – 296 с.

5. Пасынский А.Г. Биофизическая химия / А.Г. Пасынский. – М.:Высшая школа, 1968. – 432с.
6. Сидоренко, О.Д. Микробиология / О.Д. Сидоренко, Е.Г. Борисенко, Л.И. Ванькова. – М. : Инфра-М, 2005. – 287с.
7. Способ стерилизации: пат. (11) 99106071 Рос. Федерация. № 99106071/13; заявл. 23.03.1999; опубл. 20.01.2001.
8. Способ стерилизации пищевых продуктов: пат. (11) 97116420 Рос. Федерация. № 97116420/13; заявл. 03.10.1997; опубл. 27.03.1999.
9. Способ стерилизации жидких продуктов: пат. (11) 94036050 Рос. Федерация. № 94036050/13; заявл. 27.09.1994; опубл. 20.09.1996.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ NO-ДОНОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ И УСТОЙЧИВОСТЬ БИОПЛЕНОК ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ КЛЕТОК *ESCHERICHIA COLI*)

Купрюхина Анастасия Витальевна
Московский Государственный Машиностроительный Университет (МАМИ), Институт инженерной экологии и химического машиностроения, экологический факультет.

Бактериальные биоплёнки широко распространены в окружающей среде и представляют огромный интерес для современной фундаментальной и прикладной науки в связи с малой изученностью. Одной из особо остро стоящих проблем на современных предприятиях является наличие биопленки в системе трубопроводов, что напрямую влияет на их технические характеристики, приводит к износу и поломке, снижает срок эксплуатации оборудования. Обычные дезинфицирующие средства, такие как хлор и гипохлорит натрия, не могут удалить биопленку с поверхности металла, а постоянная механическая очистка - весьма затруднительный процесс. Современные антибиотики становятся все менее эффективными из-за развития микроорганизмами мультилекарственной резистентности, одним из определяющих факторов которой является способность к формированию биопленок. Поэтому поиск эффективного средства борьбы с биопленками является актуальным и приоритетным.

Одним из новых направлений для решения этой глобальной проблемы является использование свойств биологически активной молекулы оксида азота (NO).
В отличие от традиционных антибиотиков, биологическая активность NO обусловлена его преимущественным взаимодействием с двумя главными мишенями – SH-группами и [Fe-S]-кластерами белков — повсеместно распространенными в клетке.

Целью настоящей работы являлось проведение первичного скрининга низкотоксичных NO-доноров различной молекулярной структуры в отношении способности ингибировать формирование биопленок в штаммах E.coli с известным генотипом с последующей возможностью применения полученных данных для решения проблем биопленок в широких областях промышленности и медицины.

В работе использован водный раствор NO-донора, не содержащий железа в структуре: S-нитрозоглутатион (GSNO); кристаллический нитрозильный комплекс железа с серосодержащими алифатическими лигандами цисаконитом (ЦисА). В качестве позитивного контроля выбран известный антибиотик ципрофлоксацин (CF). Изучены штаммы E.coli AB1157, E.coli MC4100 wt и E.coli MC4100 iscA-/sufA-. Различие бактериальных штаммов — в активности системы сборки железо-серных кластеров, как основной мишени для NO. Использована методика изучения формирования биопленок на основе колориметрической спектрофотометрии.

Результаты. Изученные доноры NO проявили положительную активность как ингибиторы формирования биопленок и деструкторы уже сформировавшихся биопленок.

Эффективность доноров зависела от молекулярной структуры, наличия Fe^{2+} в ее составе, а также от генотипа тестерного штамма (рис.1 и рис.2).

Полученные результаты вносят вклад в понимание процессов формирования биопленок и способствуют развитию нового направления по выявлению перспективных NO-доноров в целях создания на их основе нового поколения антибактериальных препаратов широкого спектра действия.

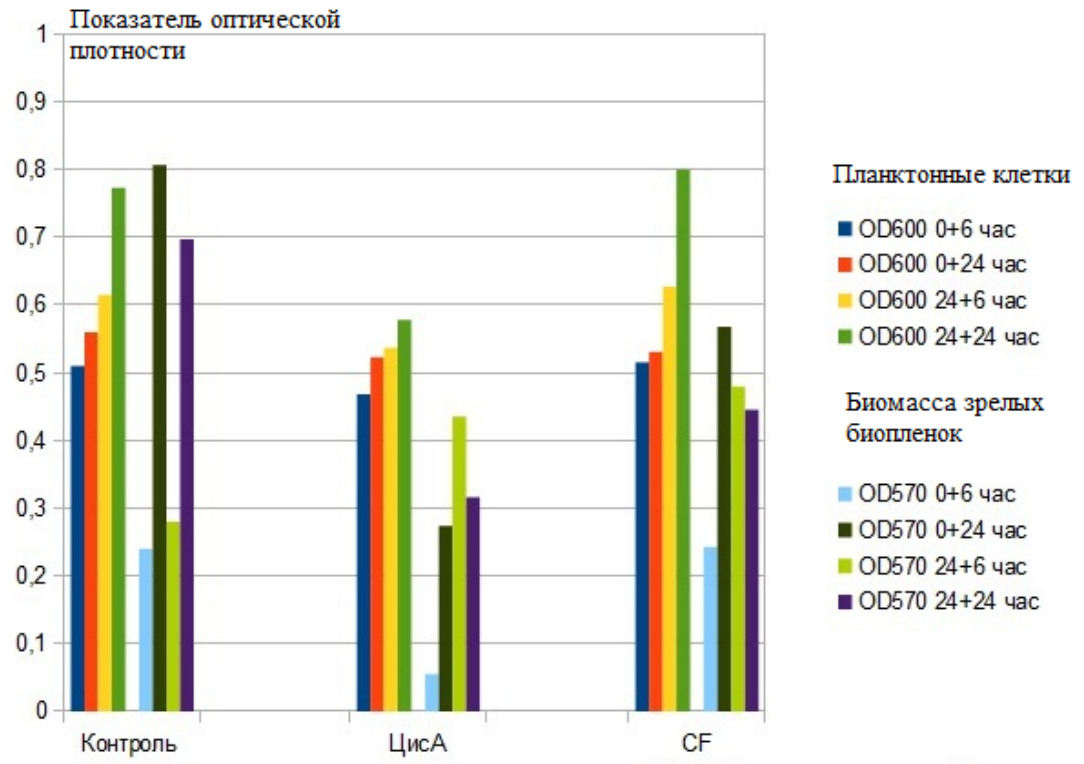


Рис.1. Планктонный рост клеток OD600 и масса зрелых биопленок OD570 в *E. coli* MC4100 wt при обработке клеток ЦисА и CF.

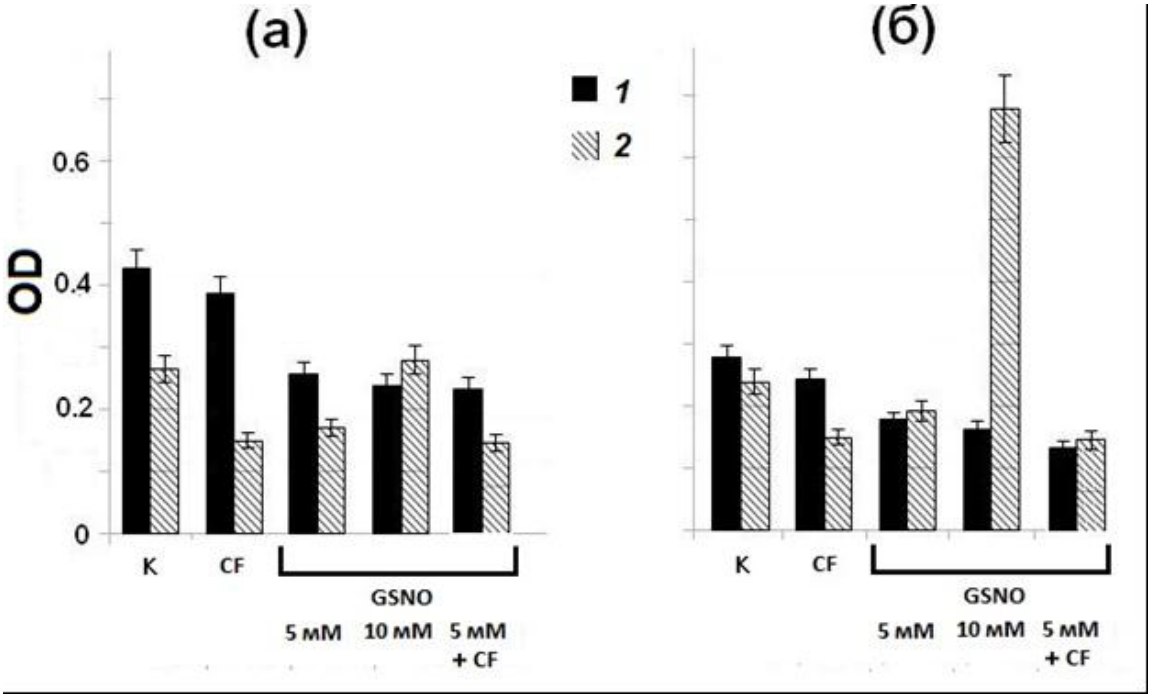


Рис. 2. Планктонный рост клеток OD600 (1) и масса зрелых биопленок OD570 (2) в *E. coli* MC4100 wt (а) и мутанте-паралоге E.coli MC4100 iscA-/sufA- (б) при 24-часовой обработке клеток GSNO и CF, раздельной и совместной.

ИОНИЗАЦИЯ ВОЗДУХА С ПОМОЩЬЮ КОРОННОГО РАЗРЯДА.

Кулин М.О.
Вологодский государственный технический университет
Научные руководители: к.х.н. доцент. Воропай Л.М., к.т.н. доцент. Гительман Е.Б.

Существующие мокрые и сухие способы очистки выделяемых в промышленных технологических процессах газовых выбросов являются затратными по расходным материалам и в ряде случаев не позволяют очистить газо-воздушную среду до норм ПДВ для уже сформированных санитарно-защитных зон. В настоящее время предприняты попытки создание нового типа оборудования для очистки воздуха от вредных и в первую очередь органических газообразных веществ с применением коронного разряда. Целью данной работы является разработка технологических параметров окисления органических соединений с помощью коронного разряда. Работа выполнена на модельном опытном реакторе.

В качестве объекта исследования использовались модельные растворы разных классов органических соединений с разной степенью токсичности (формальдегид, изопропанол, этанол, бутанол, этилацетат, бензол, толуол, ксилол). Эффективность окисления определяется по изменению величины Рн растворов поглотителей и по разности исходной и конечной концентрации органических соединений до и после окисления коронным разрядом.

Определение эффективности окисления ГВС в пробах проводили с помощью физико-химических методов анализа, соответствующих ГОСТу 17.2.4.02-81 – по требованиям к методам анализа атмосферных загрязнений.

Из литературных данных известно, что превращения, происходящие в коронном и дуговом разрядах, обеспечивают образование продуктов окисления органических соединений, которые зависят от концентрации кислорода, озона, и азота в газо-воздушной смеси (ГВС). Окисление таких веществ[1] идёт по сложному пути, схема которого представлена ниже:

$$1) O_2 \xrightarrow{e} 2O^{\bullet}$$

$$2) O^{\bullet} - e \leftrightarrow O^{+1}$$

$$3) O^{\bullet} + e \leftrightarrow O^{-1}$$

$$4) O^{\bullet} + O_2 + 2NO_2 \xrightarrow{-e} O_3 + 2NO + O^{-1} + O^{\bullet}$$

$$5) RH + O^{\bullet} \rightarrow RO_2 + H_2O$$

$$6) RO_2 + NO \rightarrow NO_2 + NO_2 + CARB(\textit{карбонилы})$$

$$7) RO_2 + O^{+1} \rightarrow CO_2 + H_2O + H^{+}$$

$$8) CARB + O^{-1} \rightarrow CA^{-1} + RB$$

$$9) CA^{-1} + O^{\bullet} \rightarrow CO^{\bullet} + A^{+1} + \bar{e}$$

$$10) CO^{\bullet} + O^{\bullet} \Rightarrow CO_2$$

$$11) A^{+1} + O^{-1} = AO \xrightarrow{O^{\bullet}} CO_2 + H_2O$$

Промежуточными продуктами окисления органических соединений являются радикалы, ионы кислорода, которые обеспечивают дальнейшее окисление промежуточных продуктов (CARB). При этом, образуется нечетное количество водорода и кислорода, и происходит образование озона. Углеводороды, содержащиеся в атмосферном воздухе и содержащие от 2 до 6 атомов углерода, могут сами производить от 4 до 14 молекул озона,

которые вызывают дальнейшее полное окисление альдегидов и кетонов, деструкцию молекул и образования углекислого газа и воды. При недостатке кислорода в ГВС и при избытке оксидов азота образуются промежуточные нитрозил радикалы, которые подвергаются деструкции и превращаются в оксид углерода (II), оксид углерода (IV), воду, азот, оксид азота (NO2). Для того, чтобы избежать образование оксидов азота (IV) и оксида углерода (II) необходимо контролировать содержание кислорода и оксидов азота в ГВС. При недостатке кислорода в ГВС его концентрацию можно увеличить за счет разбавления воздухом. Для достижения поставленной цели в лабораторных условиях выполнены исследования по определению эффективности окисления органических соединений коронным разрядом.

Работа проводится в нескольких направлениях. На 1 этапе работы подбирались длина искрового промежутка между электродами, при которой зажигалась корона. Был установлен промежуток от 7 до 13мм, который обеспечивал стабильность работы ионизационной камеры и процессов окисления. При уменьшении или увеличении длины искрового промежутка степень очистки ГВС от загрязняющих веществ уменьшении или увеличении длины искрового промежутка степень очистки ГВС от загрязняющих веществ уменьшалась. Так же, было установлено, что при несоблюдении данных параметров в отходящих газах ГВС после ионизации содержатся оксиды азота в значительных концентрациях и это доказывает, что процесс окисления органических соединений протекает не до конца и образуются промежуточные продукты окисления, которые сами относятся к II – IV классам опасности. Существует зависимость между длиной искрового промежутка и напряжением, соответствующим электрическому разряду между электродами. При напряжении 24кв длина искрового промежутка между электродами равна 7мм ; при напряжении 40кв соответственно равна 13мм. Таким образом, регулируя длину искрового промежутка можно подобрать оптимальное напряжение, при котором достигается максимальная эффективность окисления. Максимальная эффективность окисления для формальдегида равна 99%, при расстоянии между электродами 13мм.

Вторым направлением работы является установление зависимости эффективности окисления от природы загрязняющих веществ. В работах, которые ранее проводились в ВоГТУ по окислению органических соединений дуговым разрядом, было установлено, что органические соединения окисляются энергией дугового разряда до углекислого газа и воды. Однако, процесс окисления протекает неравномерно и зависит от количественного состава веществ и структуры молекулы. Окисление ароматических соединений, а также низкокипящих алифатических углеводородов часто сопровождалось детонацией ГВС, что является существенным недостатком и ограничивает применение дуги для очистки вентиляционных и технологических выбросов в производственных условиях. При применении коронного разряда также существует зависимость между эффективностью окисления органических соединений от количественного состава и структуры молекул. Полученные экспериментальные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

№	Вещество	Исх. К-я	t/ мин.	e	pH	Остаточная к-я	Эф-ть
1)	Формальдегид	0,4	5	7	3,1	0,06	85%
2)	-||-	0,38	5	10	2,8	0,04	89,5%
3)	-||-	0,38	5	13	2,8	0.0037	99%
4)	-||-	0,39	10	13	2,9	0,0039	99%

(продолжение табл.1)

5)	Изопропанол	0,35	5	7	2,9	0,02	94%
6)	-||-	0,34	5	10	2,9	0,022	94%
7)	-||-	0,36	5	13	2,8	0,021	94%
8)	Этанол	0,32	5	7		0,008	97,5%
9)	-||-	0,32	5	10		0,008	97,5%
10)	-||-	0,34	5	13		0,004	98,8%
11)	Бутанол	0,29	5	7		0,12	58,6%
12)	-||-	0,32	5	10		0,08	75%
13)	-||-	0,31	5	13		0,003	90%
14)	-||-	0,29	10	7		0,11	62%
15)	-||-	0,30	15	7		0,09	70%
16)	Этилацетат	0,39	5	7		0,08	79%
17)	-||-	0,38	5	10		0,04	89%
18)	-||-	0,38	5	13		0,002	98%
19)	Бензол	0,26	5	7	4,8	0,18	30,7%
20)	-||-	0,27	10	7	4,5	0,15	44,4%
21)	-||-	0,27	15	7	4,3	0,12	55,6%
22)	-||-	0,26	15	10	3,9	0,09	65,4%
23)	-||-	0.28	15	13	3,7	0,06	78,6%
24)	Толуол	0,27	5	7	4,8	0,18	33,3%
25)	-||-	0,28	10	7	4,6	0,14	50%
26)	-||-	0,28	15	7	4,3	0,11	60,7%
27)	-||-	0,27	15	10	3,7	0,08	70,3%
28)	-||-	0,29	15	13	3,7	0,06	79,3%
29)	Ксилол	0,29	5	7	4,9	0,19	34,5%
30)	-||-	0,29	10	7	4,2	0,14	51,7%
31)	-||-	0,28	15	7	4,1	0,1	64,3%
32)	-||-	0,27	15	10	3,6	0,08	70.3%
33)	-||-	0,29	15	13	3,4	0,06	79,3%

Анализ полученных результатов свидетельствует, что этанол, формальдегид, изопропанол, этилацетат практически полностью окисляются. Максимальная эффективность характерна для формальдегида (89%-99%), этанола (97,5%-98,8%), изопропанола(94%). Минимальная эффективность определена для ароматических соединений и варьируется в пределах от 78,6% до 79,3%.

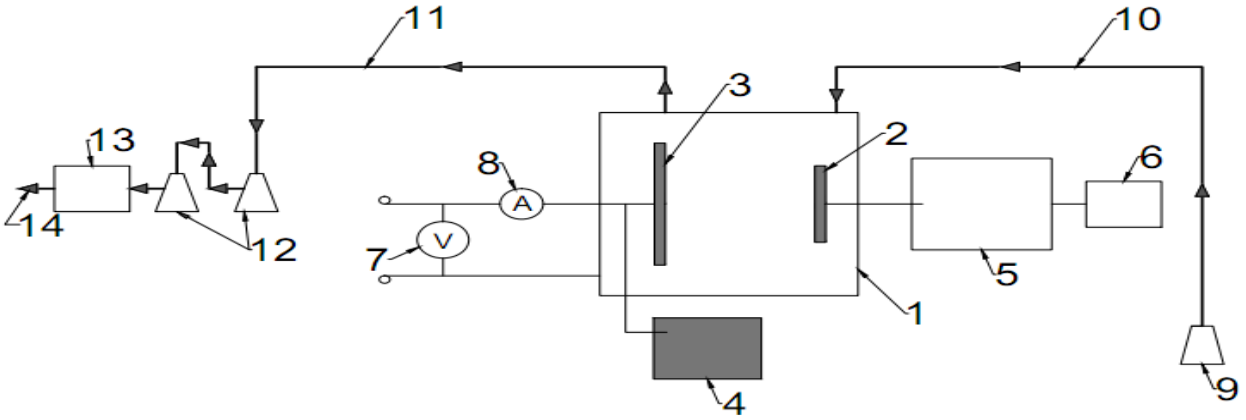
Исходя из полученных экспериментальных данных можно провести классификацию органических соединений технологические группы выбор которых зависит от количества атомов углерода, природы функциональных групп:
- группа Р1 – соединения с меньшим числом атомов углерода, в которых присутствуют только С-Н связи.
- группа Р2 – соединения, в которых присутствуют С-С, С=0, С-0 - связи.
- группа Р3 – соединения, в которых присутствуют С-С, С-N - связи.
- группа Р4 – соединения, в которых присутствуют С-С, С-S - связи.
- группа Р5 – соединения, содержащие высокомолекулярные вещества.

Экспериментальным путем было установлено, что органические соединения, входящие в состав первой группы, при низких температурах окисляются с меньшей скоростью, что необходимо учитывать при выборе расхода ГВС и скорости воздушного потока. Процесс окисления коронным разрядом данной группы соединений протекает с меньшей эффективностью очистки. Повысить эффективность очистки можно путем частичного

нагрева ГВС. Однако, повышение температуры нежелательно, т.к. в этом случае окисление может сопровождаться самовоспламенением смеси.

Исследование процессов окисления второй группы органических соединений доказывает , что эффективность окисления зависит от количества кислорода, выходящего в состав сложных соединений : чем больше содержание кислорода, тем окисление органики происходит при более мягких условиях с большей эффективностью и конечными продуктами окисления являются углекислый газ и вода. Этот факт доказывает преимущество способа очистки ГВС коронным разрядом в сравнении с иными способами.

Для определения степени очистки (ГВС) от органических соединений с помощью коронного разряда собрана герметичная установка для отбора проб. Установка состоит из круглодонной колбы, в которую наливается исследуемые фракции. В жидкость помещается капилляр, создающий разряженное пространство и обеспечивающий испарение ограниченной фракции. Органическая фракция по газоотводным трубкам поступает в ионизационную камеру. Патрубок для выхода газа в ионизационной камере находится в около электродном пространстве и ГВС поступает в зону ионизации. В зоне ионизации образуются лавины электронов, вызывающие ионизацию нейтральных молекул простых и сложных веществ. Схема ионизационной камеры представлена на рисунке.



Установка, состоит из следующих компонентов:
1. ионизационная камера;
2. подвижный электрод;
3. стационарный электрод;
4. источник высокого напряжения;
5. электродвигатель;
6. трансформатор;
7.универсальный вольтметр;
8. миллиамперметр;
9. ёмкость с исходным веществом;
10. воздуховод загрязнённой ГВС;
11. воздуховод очищенной ГВС;
12. ёмкости с поглотителем продуктов реакции;
13. аспиратор;
14. выброс ГВС.

Таким образом, выполненные исследования по окислению органических соединений коронным разрядом в ионизационной камере доказываю возможность их практического применения в технологических процессах. Определены оптимальные технологические условия для окисления разных классов органических соединений коронным разрядом, которые необходимо учитывать при моделировании будущих технологических процессов.

Литература

1. Сараев В.В. Окисление органических соединений под действием ионизирующих излучений. М.: Изд-во МГУ, 1991.

ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ МЕДИ ДЛЯ БРАХИКОМЫ ИБЕРИСОЛИСТНОЙ.

Шаповалов И.И.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт инженерной экологии и химического машиностроения, Экологический факультет, кафедра" Экологическая и промышленная биотехнология"
Научные руководители – доцент, к. б. н. Гладков Е.А., аспирант Литвинова И.И.

Брахикома иберисолистная – однолетнее растение семейства астровых (сложноцветные). Родом из Австралии. Это красивоцветущее грациозное однолетнее растение, компактное, невысокое, 15–25 см, кустики несут многочисленные мелкие соцветия — корзинки 3–3,5 см в диаметре. Язычковые цветки белые, синие, фиолетовые или лилово-розовые, расположены в один ряд; трубчатые цветки мелкие, синие или почти черные. Используют в городском озеленении для клумб, рабаток, бордюров, каменистых горок, горшечной культуры. Это растение заслуживает самого широкого использования в городском озеленении из-за очень продолжительного цветения - 80–90 дней.

Медь - один из основных загрязнителей почвенного покрова мегаполисов, для ряда видов растений самый фитотоксичный металл. Среди основных источников поступления меди в почву – выбросы промышленных производств и городской транспорт. Большинство красивоцветущих однолетников чувствительны к относительно невысоким концентрациям меди [1-4], для брахикомы иберисолистной не определен диапазон толерантности к данному металлу.

Цель работы: оценка токсического воздействия меди на брахикому иберисолистную.

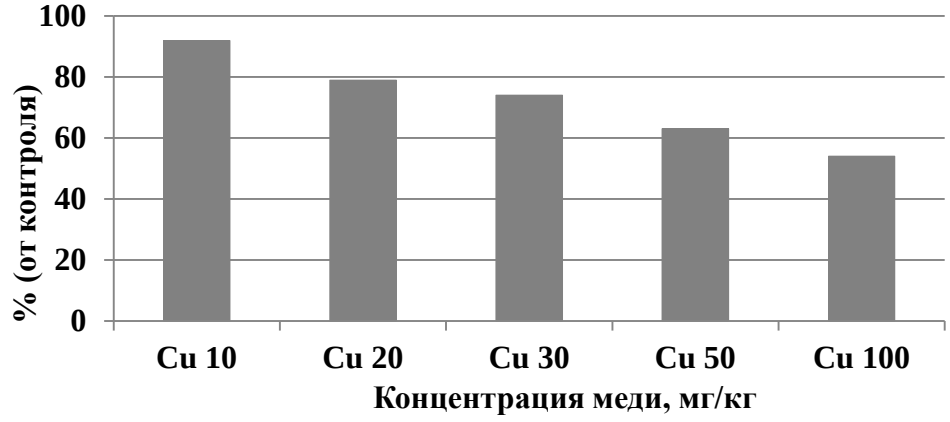
Материалы и методы.

Для исследования были выбраны 2 сорта брахикомы иберисолистной *(Brachycome iberidifolia L.)*: Голубая неженка и Голубая малышка**.** Растения выращивали в почвенных условиях с добавлением водного раствора соли меди в различных концентрациях.

Результаты и обсуждения

Для имитации загрязненных медью городских почв в пластиковые емкости объемом 200 мл засыпалось 60 г почвы, моделирование загрязнения проводилось добавлением водного раствора соли меди в различных концентрациях. В каждую емкость высаживалось 5 семян брахикомы.

Диаграмма 1. Влияние меди на рост побегов брахикомы иберисолистной через 14 суток от начала опыта.



Существенное ингибирующее воздействие наблюдалось при концентрации меди 30 мг/кг, рост побегов составлял 74% от контроля, а при концентрации меди 50 мг/кг – 63%.

Для декоративных растений важнейшее значение имеет насыщенность цвета, время и продолжительность цветения, количество и размер цветков. При увеличении концентрации меди в субстрате уменьшается общее количество бутонов, примерно в 1,5-2 раза, замедляется время раскрытия цветков, а так же уменьшается диаметр соцветий, например при концентрации 50 мг/кг цветки становились мельче и были заметны пигментные образования на лепестках брахикомы. Наименьшее число бутонов наблюдалось у брахикомы, растущей в почве, содержащей медь Cu 50 мг/кг (график 1), так же эти растения отличалась более поздними сроками цветения, первые бутоны появились на 14 дней позже, чем в контроле.

График 1. Влияние меди на образование бутонов брахикомы иберисолистной.

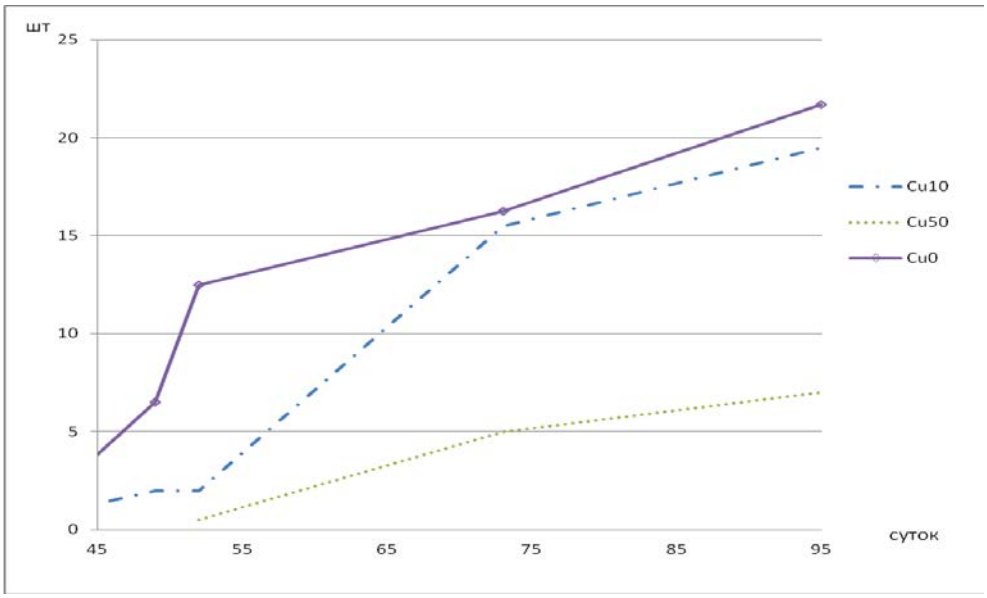


Диаграмма 2. Влияние меди на диаметр цветков у брахикомы иберисолистной.

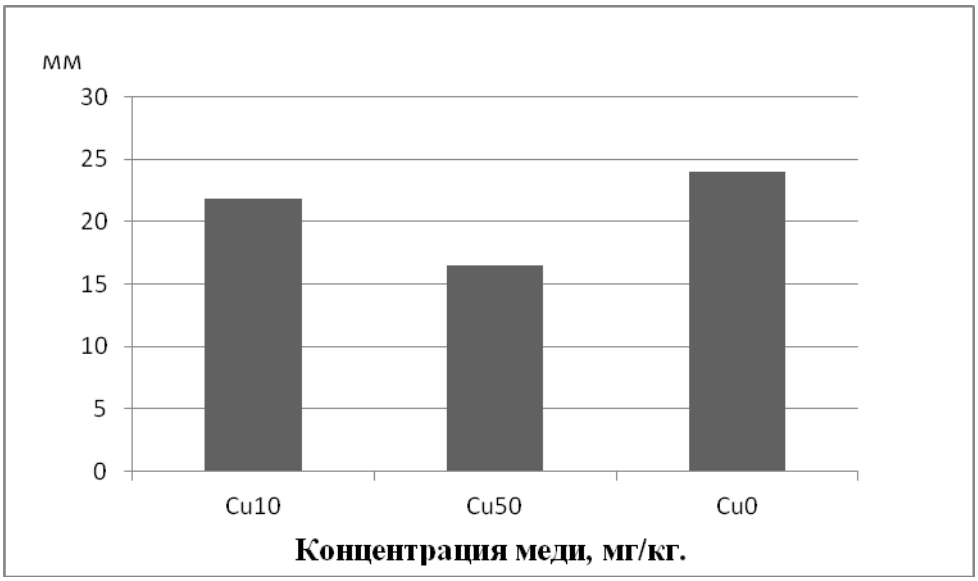


Рис. 1. Цветок брахикомы иберисолистной, выращенной на почве без добавления меди.

Рис. 2. Цветок брахикомы иберисолистной, выращенной на почве с концентрацией меди 100 мг/кг.

Растения брахикомы иберисолистной сорта Голубая малышка выращивали на высоких концентрациях меди. Было показано особенно сильное снижение декоративных качеств цветов (насыщенность и изменение окраски) при концентрации меди 100 мг/кг.

Таким образом, нами оценена фитотоксичность меди для целых растений. Высокие концентрации меди существенно снижают декоративные качества брахикомы иберисолистной, уменьшая диаметр соцветий и продолжительность цветения. Определено, что токсическое действие меди на рост побегов проявляется для целых растений при концентрации меди 30 мг/кг, существенно уменьшается диаметр бутонов при концентрации меди 50 мг/кг . Исходя из полученных данных, брахикому иберисолистную можно выращивать только в городских парках, в почвах которых содержатся невысокие концентрации меди. Для повсеместного использования необходимо получать сорта брахикомы иберисолистной, устойчивые к меди.

Список литературы

1.Гладков Е.А., Гладкова О.В.Оценка комплексной фитотоксичности тяжелых металлов и получение растений, обладающих комплексной устойчивостью. Биотехнология №1,2007, стр.81-86.

2. Gladkov E. A., Gladkova O. N., and Glushetskaya L. S. Estimation of Heavy Metal Resistance in the Second Generation of Creeping Bentgrass (Agrostis solonifera) Obtained by Cell Selection for Resistance to These Contaminants and the Ability of This Plant to Accumulate Heavy Metals. Applied Biochemistry and Microbiology, 2011, Vol. 47, No. 8, pp. 776–779.

3. Гладков Е.А., Долгих Ю.И., Гладкова О.В. Фитотехнологии для охраны окружающей среды.Учебное пособие. МГУИЭ,2012, 202 стр.

4. Гладков Е.А., Литвинова И.И.
Введение в культуру клеток растений, используемых в качестве кормовых,лекарственных и декоративных, для получения стрессоустойчивых форм. Сельскохозяйственная биология, 2012, № 4, с. 94-99.

СЕКЦИЯ «ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

ОРГАНИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СНАБЖЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕТАЛОПРОКАТА

Черняева Л. Р., Смолянская О.В., Самбурова В.В.
Московский государственный университет приборостроения и информатики (МГУПИ), факультет «Экономика и бухгалтерский учет»
Научный руководитель: д.э.н., профессор Кулаговская Т.А.

В последние годы, когда механизмы снабжения, производства и распределения готовой продукции начали захватывать не одну страну, цепи поставок между организацией и структурами, с которыми она связана, постепенно удлиняются, становятся более сложными и дорогостоящими. В подобных условиях глобализации необходим поиск эффективных логистических решений, способных учитывать сложный характер конфигурации цепей поставок, географические масштабы хозяйственных операций, многомерность и интеграцию материальных и финансовых потоков.

Для обеспечения предприятия (объединения) необходимыми ему материалами в соответствии с выявленной потребностью, организуется материально-техническое снабжение предприятия.

В настоящее время проблемы материально-технического снабжения во многом решаются с использованием такой науки, как логистика.

Логистика является одним из современных, динамично развивающихся направлений экономики. В настоящее время активно формируется ее теоретическая база, расширяются сферы практического применения. Тем не менее, и на сегодняшний день имеются значительные неиспользованные резервы повышения эффективности функционирования цепей поставок. [5]

По оценке специалистов комплексное внедрение логистики на предприятиях может не только практически вдвое снизить уровень запасов, но и уменьшить время продвижения материальных потоков на 25 – 45%. При этом переход от однопродуктовых к многопродуктовым поставкам снижает затраты в цепи на 30 – 50 %, что является наиболее ярким проявлением синергетического эффекта при управлении материальными потоками.

Актуальность темы нашего исследования определяется, с одной стороны, высоким уровнем конкуренции среди поставщиков металлопроката, что требует проектирования логистических распределительных систем с целью обеспечения всей системе в целом конкурентных преимуществ, которые выражаются в более привлекательной цене продукции, надежности поставок, сроках доставки, а с другой – отсутствием комплексного подхода к проектированию таких систем.

Процессы, протекающие во всех логистических распределительных системах, постоянно эволюционируют и логистические системы распределения металлопроката не являются исключением. Это связано со многими факторами, в том числе научно-технический прогресс, постоянное изменение экономической ситуации, изменение рыночных отношений. Так, с середины 60-х годов прошлого столетия до нашего времени происходит постепенный переход от ненасыщенного рынка производителя к насыщенному, а зачастую и перенасыщенному рынку потребителя. Это приводит к тому, что одной из особенностей современной экономики в целом является наличие высококонкурентной среды, в которой

вынуждены функционировать участники процесса распределения продукции. В связи с этим, для успешного функционирования, как по отдельности, так и будучи объединенными в систему в целом, участникам распределительного процесса необходимы конкурентные преимущества, которыми могут быть более привлекательная цена, меньший срок доставки продукции, надежность поставок. Эти и другие конкурентные преимущества могут быть получены путем воплощения на практике идей интегрированной логистики, что означает не только функционирование в рамках единых стандартов ведения бизнеса, но и более глубокую интеграцию элементов логистической системы; понимание того, что их деятельность должна быть направлена на повышение эффективности и конкурентоспособности работы всей системы; именно за счет повышения эффективности и конкурентоспособности всей системы будет происходить рост благосостояния каждого из ее элементов. Реализация таких принципов ведения бизнеса требует научно обоснованного подхода к проектированию и управлению логистической распределительной системой. Однако, несмотря на значительный объем исследований, направленных на оптимизацию отдельных этапов процесса распределения, на сегодняшний день отсутствует комплексный подход к проектированию логистических распределительных систем, который объединил бы в себе достижения научной мысли в этом вопросе. Постоянно возрастающее число публикаций, а также дискуссий, как в научных кругах, так и в сфере бизнеса на тему интеграции элементов логистической распределительной системы подтверждают актуальность проблемы.

По официальным данным Федеральной службы государственной статистики России, объем производства проката черных металлов в 2011 г. по сравнению с 2006 г. вырос на 2,4% и составил 59,6 млн. т . [9] Из приведенных данных можно сделать вывод, что грузооборот, в логистических системах распределения металлопроката поистине огромен. Управление таким количеством ресурсов невозможно без научно обоснованных подходов и методов. По мнению экспертов, в ближайшие десять лет ожидается рост объемов региональных продаж металлопроката. Помимо этого, в ближайшем будущем ожидается развитие логистических распределительных систем, на основе сервисных металлоцентров, в которых помимо функции распределения будут выполняться и функции доработки металлопроката под нужды конечного потребителя. Так по данным Российского союза поставщиков металлопродукции, на Западе на металл, прошедший предварительную обработку, приходится 75% продаж оптовых торговцев, а в России – не более 2-5%. Это еще раз говорит о необходимости организации рационального товародвижения от производителей к потребителям, что позволит не только улучшить свое положение на рынке предприятиям, но и снизить себестоимость готовой продукции за счет оптимизации распределения, что является несомненным благом для национальной экономики.

В условиях острой конкурентной борьбы, которая наблюдается на рынке металлопроката, среди мер, которые позволяют повысить эффективность деятельности предприятий и их конкурентоспособность особое место занимает формирование логистических распределительных систем. При этом в первую очередь, следует опираться на научно обоснованные методы и модели, которые позволяют снизить суммарные издержки на распределение готовой продукции, сократить сроки доставки, повысить надежность поставок.

С целью организации рационального товародвижения нами предложена модель цепи поставок, основанная на движении материального потока от первичных поставщиков до конечного потребителя (рисунок 1). Рассмотрим подробнее составляющие этой цепи.

Формирование новой, рыночной системы взаимосвязей между экономическими субъектами на основе логистических принципов невозможно без создания новой снабженческой

инфраструктуры, которая представляет собой систему каналов товародвижения и предприятий, обеспечивающих движение и доставку многопродуктовых заказов предприятиям-потребителям. Инфраструктура снабжения играет роль своеобразного «технологического каркаса» экономики и обеспечивает высокое качество доставки. [8]
В соответствии с предлагаемой методологией представляется возможным учесть не только традиционные критерии построения систем снабжения, но и требования, выдвигаемые быстроменяющимися условиями внешней среды, что в результате позволяет оптимизировать многопродуктовые материальные потоки, ускорить оборачиваемость запасов, повысить качество выполнения многопродуктовых заказов, снизить затраты на организацию снабжения, уменьшить необходимый объем складских площадей, минимизировать риски некачественных поставок. [1]

При этом соблюдается шесть золотых правил логистики:
1. Груз (нужный товар).
2. Качество (необходимого качества).
3. Количество (в необходимом количестве).
4. Время (должен быть доставлен в нужное время).
5. Место (в нужное место).
6. Затраты (с минимальными затратами).

Цель логистической деятельности считается достигнутой если эти шесть условий выполнены, т. е. нужный товар, необходимого качества, в необходимом количестве доставлен в нужное время в нужное место с минимальными затратами. [6]

Крупные автопредприятия выпускают большое количество автомобилей различных модификаций, что бы покрыть потребности предприятий и населения страны. Основным материалом для производства автомобилей является изделия из металла, значительную часть которых составляет металлопрокат. Кабины грузовых автомобилей изготавливаются из листовой стали обработанным против коррозии методом катафорезного грунтования.

Их сваривают из гнутого швеллера, изготовленного из специальной стали, и, в случае необходимости, усиливают стальными косынками из листовой стали и перемычками из уголка. На раме устанавливаются остальные блоки и механизмы автомобиля двигатель, мосты, кабина и т.д. Рамы и сцепное устройство прицепов для автопоездов производятся с использованием тех же изделий металлопроката.

Стены и потолки автофургонов представляют собой стальные листы, усиленные П-образными металлопрофилями. Стены изотермических фургонов это «сэндвич» из двух слоев листового металла, пространство между которыми заполнено утеплителем (например, пенопластом). Туда же «спрятаны» усиливающие элементы каркаса. Грузовые платформы самосвалов постоянно испытывают экстремальные нагрузки.

Устройство легкового автомобиля, за редким исключением, не предусматривает установку рамы. В качестве несущей конструкции здесь выступает сам кузов, на который устанавливаются все механизмы и блоки машины. Кузов, дверки, багажник и капот изготовлены из листового металла, для предохранения от коррозии покрытого грунтовкой и стойкими красителями. Усиливающая арматура кузова – лонжероны, пороги, стойки, усилители капота и крышки багажника выполнены из металлопрофиля, по форме подобного швеллерам, входят в конструкцию кузова.

Во всех типах автомобилей кроме листового металла, швеллеров и уголков используются медные и стальные трубки в тормозной и гидравлических системах, тросики приводов газа и

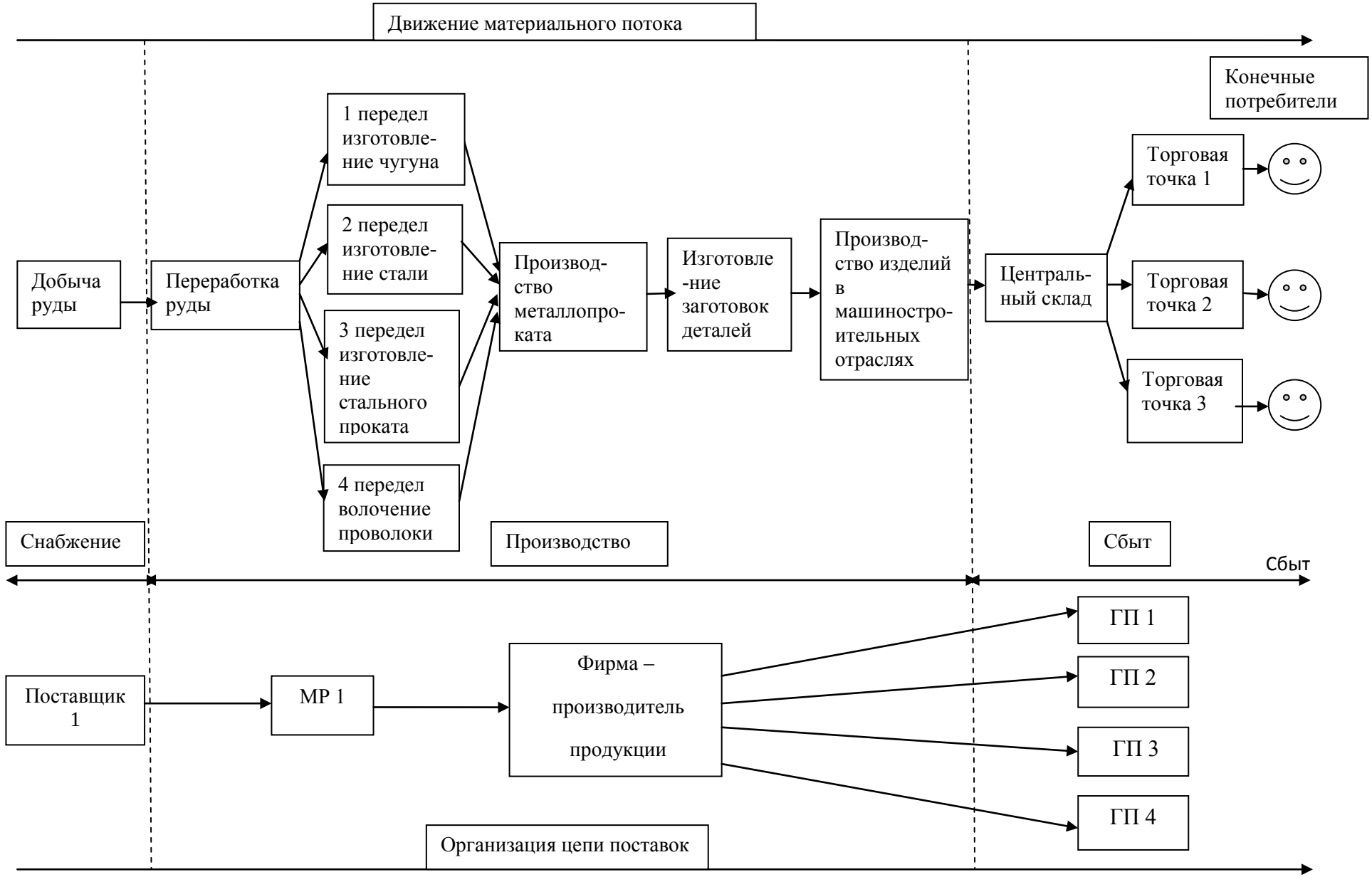


Рисунок - 1 Материально-техническое снабжение в машиностроении

отопления и другие элементы, изготовленные из изделий металлопроката. Автомобильная промышленность страны потребляет большое количество металлопроката, но доставка его на заводы с металлургических предприятий требует дополнительных расходов. Поэтому многие автомобильные гиганты, такие как КамАЗ или ГАЗ, создали собственные мини заводы по производству металлопроката, ориентируясь на выпуск именно той продукции, в которой нуждается предприятие.

В технологический процесс производства металлопроката входят следующие основные операции (рисунок - 2):

1. подача слябов со склада к нагревательным печам;
2. нагрев;
3. подача к рабочей клети стана и прокатка в несколько проходов (пропусков между валками), причем в первые проходы для получения листов требуемой ширины сляб иногда подается в валки поперек или под углом;
4. правка на роликовых правильных машинах; охлаждение на холодильниках; контроль и разметка;
5. обрезка продольных кромок;
6. обрезка концов;
7. разрезка на листы определенной длинны;
8. термическая обработка (по требованию заказчика или обязательно по технологии);
9. отправка на склад готовой продукции.

Рисунок - 2 Схема процесса производства металлопроката

Разработан подход к учету фактора стоимости пользования капиталом при прохождении продукции по распределительной системе и оптимизации грузопотоков с учетом этого фактора.

При прохождении металлопроката по системе распределения, затраты на пользование капиталом увеличиваются постепенно, так как к первоначальной стоимости продукции последовательно прибавляются стоимости перевозки и складской обработки на соответствующих уровнях. Для учета последовательного увеличения стоимости продукта, следует ввести дополнительную группу свойств u^4, характеризующую время выполнения операции u^5, характеризующую условия оплаты на различных этапах. Значения свойств группы u^5 могут принимать как положительные так и отрицательные значения в зависимости от условий оплаты. Введем группу свойств для уровня распределения $\tau \in [1;q+2]$ матрицу $U^{\tau}{}_6 = U^{\tau}{}_4 + U^{\tau}{}_5$. Элементы этой матрицы показывают насколько фактически будет отвлечен капитал с учетом сроков выполнения операции и условий оплаты. Аналогично поступим и с транспортными каналами, для которых матрицы, содержащие время отвлечения капитала предстанут в виде: $U^{\upsilon-1;\upsilon}{}_6 = U^{\upsilon-1;\upsilon}{}_4 + U^{\upsilon-1;\upsilon}{}_5$, где $\upsilon \in [2;q+2]$. Плата за пользование капиталом будет определяться как сумма произведений величины отвлекаемого на том или ином этапе капитала на срок такого отвлечения. Запишем плату за пользование капиталом при прохождении металлопроката по распределительной системе в виде $z_{i,j1,j2\ldots,jq,k}$. В этом случае, пусть $c^{*}_{i,j1,j2\ldots,jq,k}$ - стоимость единицы продукции произведенной производителем Mi и доставленной до магазина Rk через сеть распределительных и сервисных металлоцентров $j^1, j^2, \ldots, j^q$, с учетом стоимости доставки, складской обработки и платы за пользование капиталом: $c^{*}_{i,j1,j2\ldots,jq,k} = = c_{i,j1,j2\ldots,jq,k} + z_{i,j1,j2\ldots,jq,k}$.

В этом случае задача оптимизации запишется в виде:

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j1=1}^{o1}\sum_{j2=1}^{o2}\cdots\sum_{jq=1}^{oq}\sum_{k=1}^{p} c^{*}_{i,j1,j2\ldots,jq,k}\cdot x_{i,j1,j2\ldots,jq,k} \to \min$$

Ограничениями в этой задаче будет являться система неравенств, аналогичная описанной ранее. [4]

В рынке, близком по формату к биржевой торговле, металлоторговые компании постоянно находятся в поиске новых ниш и способов получения дополнительной прибыли. Основных направлений, по сути, не так много:
1. Производственная сфера — создание сервисных металлоцентров, запуск производств металлоконструкций, металлоизделий, полуфабрикатов и металлопроката высокого передела (стальные круглые и профильные трубы).
2. Логистические операции — хранение, складская переработка металлопроката, комплектация сборных вагонов и машин, услуги СВХ.
3. Расширение и переход в смежные ниши — торговля различными видами строительных (железобетонные, асбестоцементные, пластиковые изделия) и отделочных (кровельные и теплоизоляционные материалы, гипсокартон, сэндвич-панели) материалов.

Ввиду нестабильности рыночной среды и достаточно низкого уровня договорной культуры в России, машиностроительное предприятие вынуждено вкладывать большую часть собственных оборотных средств в создание сверхнормативных производственных запасов, в том числе и запасов металлопроката.
Основным резервом повышения прибыльности металлоторговых компаний и основой выживания является эффективная складская и транспортная логистика. Многие металлотрейдеры активно создают свои транспортные подразделения, а также инвестируют в

развитие своих складов: строят крытые комплексы, а также тщательно продумывают расположение металлопроката.

Металлоторговые компании, имеющие свои собственные участки земли с подъездными путями и организованными на них складскими комплексами различной степени оснащенности, получают хорошие возможности для резкого увеличения отдачи в виде прибыли с каждого квадратного метра полезных площадей. Резервы повышения прибыльности здесь находятся в таких направлениях, как многоярусное использование площадей хранения, оптимизация схемы складирования металлопроката, реорганизация системы ГПМ (кранового хозяйства), а также система отбивки металлопроката (для многопозиционных оптово - розничных заказов) и ускорение системы выписки документов. [3]

Каковы же практические формы оптимизации складской логистики в формате размещения металлопроката на имеющихся территориях? Перечислим наиболее важные формы визуального воплощения этой концепции.

Во-первых, речь идет о вертикальном хранении листового металлопроката и организации его скоростной погрузки в автотранспорт. Система вертикального хранения при ее правильной организации позволяет значительно ускорить скорость отгрузки штучных заказов и компактно разместить большое количество металлопроката. Особенно это актуально для сервисных металлоцентров, которым необходимо складировать остатки листового проката после того, как из него сделали заготовки на гильотине и установке плазменной резки.

Во-вторых, система многоярусного хранения трубной продукции, особенно профильных труб. К сожалению, данная система возможна в основном в крытых складских комплексах, поскольку на открытых складах достаточно тяжело организовать такое хранение (требуется изготовление специальной стеллажной системы, выдерживающей большой вес металлопродукции).

В-третьих, организация складской матрицы размещения по принципу продуктовой корзины. В результате анализа спроса вполне можно определить, какие виды продукции с какими покупаются, и разработать соответствующую схему, при которой перемещения по складу и работа ГПМ и бригад будет оптимальна.

В-четвертых, создание на складских комплексах зон розничной погрузки. Погрузка оптовых и розничных клиентов должна быть разделена, а на розничных участках необходима установка оборудования для резки металлопроката: маятниковые пилы или газовые резаки (можно и ленточнопильные станки, но для условий открытой складской погрузки они не очень удобны). [2]

Опыт ведущих металлотрейдеров показывает, что управление складским комплексом, использование высококвалифицированного персонала для организации погрузочно-разгрузочных работ, автоматизация обработки складских документов (заданий и разрешений на отборку и погрузку) а также выписки отгрузочных актов позволяют уменьшить затраты на складскую переработку тонны продукции практически в два раза. А это в масштабах бизнеса любого среднего и крупного металлотрейдера является существенной экономией и серьезным вкладом в итоговую прибыль компании.

К числу преимуществ построения снабженческих и сбытовых логистических цепей относятся:

- снижение издержек по закупкам сырья и материалов (большая защищенность от колебаний цен на закупаемую продукцию сравнительно с независимыми агентами);
- возможность получения дополнительных скидок;
- высокая надежность поставок большинства материальных ресурсов;
- преимущества в первоочередном распределении сырья и комплектующих изделий со стороны поставщиков;
- лучшая координация различных этапов производственного процесса, ликвидация вынужденных простоев. [7]

Таким образом, нами была разработана экономико-математическая модель оптимизации распределения потоков материальных ресурсов по логистической распределительной системе, что позволяет адаптировать спроектированную логистическую распределительную систему к изменениям внешней среды, а также задать требуемый уровень надежности в системе. Разработана модель учета стоимости пользования капиталом при продвижении потоков материальных ресурсов по логистической распределительной системе. При этом модель позволяет отражать реальную ситуацию, при которой капитал вовлекается постепенно по мере продвижения товара по распределительной системе, а также учитывать различные варианты сроков оплаты.

Литература

1.Кулаговская Т. А. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора экономических наук на тему: "Теория, методология и практика управления многопродуктовыми материальными потоками в цепях поставок" Санкт-Петербург: 2009.
2. Кулаговская Т. А. Актуальные проблемы управления материальными запасами в системах снабжения. Ставрополь: Возрождение; СИЭУ ФПГТУ, 2008.
3. Криницин Р.В. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук на тему: "Формирование методики и алгоритма проектирования логистических систем распределения металлопроката" Санкт-Петербург: 2009.
4. Криницин Р. В. Общий алгоритм проектирования логистических распределительных систем/ Р. В. Криницин // Вестник ИНЖЭКОНа. 2008. Сер. Экономика. Вып. 1(20).С.297-300.
5. Логистика: Учебник / Под ред. Б.А.Аникина: 3-е изд., перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2008. - 368 с.
6. Моисеева Н.К. Экономические основы логистики: Учебник. — М.: ИНФРА-М, 2008. - 528 с
7. Иванов, Д. А. Управление цепями поставок / Д. А. Иванов. – Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2010. – 659 с.
8. Шапиро Дж. Моделирование цепи поставок / Пер. с англ. под ред. В.С. Лукинского. – СПб.: Питер, 2006.
9. http://www.gks.ru/

СТРАТЕГИЯ НА РАЗВИТИЕ – ЗАЛОГ УСПЕШНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Анисимова Е.О.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт инженерной экологии и химического машиностроения, Экологический факультет Научный руководитель: старший преподаватель Кукушкина Н.В.

О значимости той или иной отрасли народно-хозяйственного комплекса можно судить по результатам ее воздействия на экономику государства в целом и взаимосвязям отраслей внутри комплекса. Строительным организациям здесь отведена одна из ведущих ролей, так как они принимают участие в развитии любого производства: модернизация, реконструкция, строительство, ввод новых мощностей с целью повышения технического уровня и эффективности работы предприятий (организаций). Так же именно строительные организации принимают непосредственное участие в текущих, мелких и капитальных ремонтах предприятий.

Социальный аспект значимости строительных организаций нельзя недооценивать. В первую очередь это обеспечение населения жильем, создание комфортности жилищно-бытовых условий, реконструкция и модернизация культурно-бытовых объектов. Именно от того, насколько качественно будут обеспечены условия жизни и быта людей, зависит стремление их эффективно работать.

Не стоит забывать и о том, что именно строительные организации призваны следить за внешним обликом любого города, и особенно Москвы, столицы нашей Родины. «Парадная одежда» города формирует общее впечатление о городе и ее жителях.

Из сказанного ясно, что роль строительных организаций в народно-хозяйственном комплексе страны велика. И тут возникают вопросы: «А кто же имеет непосредственное отношение к строительству? Кто “своими руками” обеспечивает устойчивость и социальную направленность экономики?»

Ответ очевиден - это производственный персонал (рабочие), которые должны обеспечивать качественное и безопасное строительство. К сожалению, сейчас это в большинстве своём неквалифицированные в данной сфере граждане из ближнего зарубежья, оплата труда которых обходится застройщику в разы меньше, чем привлечение профессиональных строителей.

В настоящей статье рассмотрены проблемы квалификации рабочих на предприятии ООО «Альта» и предложены возможные варианты решения**.** В настоящее время на предприятии отсутствуют высококвалифицированные кадры. Более 70% основных рабочих мест здесь занимают неквалифицированные рабочие - мигранты, пытающиеся обучиться в процессе производства под руководством одного-двух профессионалов. О качестве подобных работ не может быть и речи – такие рабочие стараются выполнить большой объём работы за короткий промежуток времени, не имея при этом должной квалификации. Гарантия на выполненные работы как минимум год, скрытые дефекты выявляются через короткое время, когда допустившие ошибку рабочие уже уволены или покинули фирму по собственному желанию. Брак приходится устранять другим сотрудникам за счёт фирмы, которая при этом терпит немалые убытки (рис. 1). Кроме того, формируется негативное мнение заказчика о фирме-подрядчике, что влияет на репутацию последней, т.к. фирма-заказчик несёт дополнительные издержки – приходится вновь закрываться на ремонт, теряя прибыль.

Рисунок 1. Отклонение кладки по вертикали

По оценкам специалистов, больше всего сейчас российские застройщики нуждаются в руководителях строительных проектов (25,2 %), в архитекторах (20,4%), инженерах-строителях (19,6 %), инженерах-конструкторах (7,9 %), главных инженерах (10,3 %) и главных архитекторах проектов (8,5 %). Эти цифры говорят о серьезном кадровом дефиците в отрасли.

В современных условиях общественного развития одним из важнейших социально-экономических последствий кризиса Российского общества является проблема занятости населения. Часто молодежь, получив высшее образование, остается невостребованной на рынке труда из-за того, что базовое образование не соответствует потребностям рынка.

В последнее время ситуация начала медленно меняться к лучшему — по данным РИА Новости, 78 % выпускников именно строительных факультетов российских вузов трудоустраиваются по специальностям, что больше, чем по многим другим отраслям. Но этого явно мало из-за низкого уровня вложения инвестиций в экономику в целом и строительный комплекс в частности. Специалисты строительных специальностей востребованы всегда.

Ежегодно вузы России выпускают более 10 тысяч инженеров-строителей, причём речь не только о профильных строительных вузах, но и о других образовательных учреждениях. Однако качество подготовки молодых специалистов не всегда соответствует ожиданиям их потенциальных работодателей — строительных фирм и проектных бюро. Работодателю нужны специалисты, владеющие современными знаниями, способные реагировать на быстро меняющийся технический уровень, осваивать смежные специальности, постоянно расширять свой профессионализм и кругозор. Строительные материалы и технологии постоянно совершенствуются, и вузам необходимо корректировать свои учебные программы с учётом этого факта.

Таким образом, ещё один возможный вариант решения проблемы нехватки квалифицированных кадров - тесное сотрудничество учебных заведений с потенциальными работодателями, особенно в части адаптации учебных планов и программ, как основного, так и дополнительного образования. Фирме ООО «Альта», заинтересованной в данном вопросе, необходимо наладить контакт с профильными учебными заведениями, включившись в учебный процесс (принимать на практику студентов, проводить с ними занятия по специализации, тем самым готовя под себя качественных, надёжных и таких нужных

специалистов). Это помогло бы решить важную проблему – трудоустройство молодых специалистов, испытывающие здесь сейчас определенные трудности по окончании вузов.

Современная тенденция постиндустриального общества — усиление роли человеческого капитала. Именно от человеческого фактора зависит инновационный процесс (освоение современных техник и технологий). Современный квалифицированный рабочий должен работать на современном модернизированном оборудовании. А на большинстве наших строек такого оборудования нет. Устаревшее оборудование даже в руках высококвалифицированных рабочих не принесёт большой пользы. Единственный выход из сложившейся ситуации обновление фондов и внедрение в производство современных технологий и материалов. Применение средств малой механизации и автоматизации производства позволяет снизить расходы, как на все производство, так и на производство единицы продукции.

Самое дорогое в мире — человеческий труд, и там, где можно, его должны заменить машины. Труд квалифицированных рабочих значительно сокращает срок работ, так как объекты не нуждаются в переделке и частом ремонте.

Для успешного функционирования любого предприятия (организации), независимо от услуг и товаров, которые они выдвигают на рынок, необходимы, прежде всего, квалифицированные кадры, способные эффективно работать. Фирме ООО «Альта» необходимо произвести модернизацию имеющегося оборудования и тем самым не только упростить процесс ведения строительных работ, но и открыть двери высоко-обученным мастерам, умеющим с таким оборудованием обращаться.

Подводя итог вышесказанному, предлагаются способы выхода фирмы ООО «Альта» на лидирующее место на рынке строительных предприятий:

1. Повысить уровень инвестиций в производство;
2. Создание новых рабочих мест;
3. Организовать курсы повышения квалификации (профессионального мастерства) для имеющихся на предприятии рабочих;
4. Проводить на предприятии мастер-классы для учеников;
5. Вести грамотную кадровую политику на предприятии (планирование структуры ППП, прием на работу осуществлять на конкурсной основе);
6. Иметь постоянный состав основных высококвалифицированных рабочих (линейных инженерно-технических работников);
7. Мотивировать рабочих на качественный труд (систематически производить выплаты стимулирующего и компенсирующего характера; ввести систему премирования в соответствии с КТУ);
8. Обеспечить собственную материально-техническую базу, отвечающую современным требованиям;
9. Проводить маркетинговую политику (гарантированные поставщики, качественные строительные материалы, постоянные заказчики);
10. Оптимизировать расходы на выполнение работ (уменьшить их сметную стоимость), что позволит чаще выигрывать тендер на производство работ у заказчиков;
11. Наладить сотрудничество предприятия с профильными учебными заведениями (заключать договора с профилирующими вузами на выпускников и предлагать им прохождение практик в процессе обучения на предприятии);
12. Обеспечить производство инновационным оборудованием;
13. Для постоянных заказчиков предусмотреть системы скидок на услуги.

Не стоит забывать, что работа низкого качества, без соблюдения технологии строительного производства, может привести не только к экономическим потерям, но и угрожает здоровью и жизни людей (рис.2).

Рисунок 2. Обрушение слоя штукатурки потолка в помещении, сданном в эксплуатацию

В системе основных индикаторов экономики страны показателем качества и уровня жизни является безработица. Наша страна по уровню безработицы занимает не последнее место. Объясняется это тем, что до перехода России в рыночную экономику подготовка специалистов была направлена в основном на удовлетворение потребностей промышленности**.** В настоящее время, когда предприятия простаивают, молодежь не чувствует себя востребованной обществом и теряет полученную в учебных заведениях квалификацию.

На дворе XXI век, города стремительно растут, население нацелено на комфортабельную жизнь. В связи с этим очевидно, что специалисты строительных специальностей будут востребованы всегда и именно им под силу защищать собственный рынок труда.

ПРОБЛЕМА НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ИННОВАЦИОННО-ИНВЕСТИЦИОННОГО КЛИМАТА: ПУТИ РЕШЕНИЯ

Жолина Е. В.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт экономики и управления
Научный руководитель: к.э.н., доцент Горохова А. Е.

Развитие современного мира и экономик развитых стран во многом определяются эффективностью и активностью инновационных процессов и инновационной деятельности. В свою очередь инновационный процесс отводит особую роль науки, которая является не только базой инноваций и успешного экономического роста, но также играет роль важного фактора повышения жизни, а также обеспеченности государства интеллектуальной собственностью. Также инновационный процесс представляет собой основу для формирования базы научно-технической и социально-экономической политики.

Россия долгое время находилась в стороне от процессов, связанных с внедрением нового поколения технологий. Когда в мире уже были широко распространены стиральные машинки и различные материальные блага, значительно упрощающие жизнь человека (например, подгузники), в СССР был «железный занавес», технологии просто не доходили до нас, следовательно, практика перенятия зарубежного опыта отсутствовала, а инновационной деятельности как таковой не было. После распада СССР и дефолта 90-х годов в Россию хлынул поток современной продукции и продуктов инновационной деятельности. Но факт остается фактом: долгий период отставания от развитых мировых экономик привел к глобальной диспропорции развития: развитые страны занимают лидирующие позиции за счет производства новой востребованной продукции, а российская экономика продолжает специализироваться на выпуске продукции низкого качества с неблагополучными потребительскими характеристиками (нет ориентации на потребителя), закрепляя тем самым сырьевой характер экономики.

Вовлечение России в мировые экономические процессы в связи с вступлением в ВТО означает, что российская промышленность должна играть по правилам мирового рынка, то есть обладать достаточной конкурентоспособностью для жесткой конкуренции в условиях рыночной экономики. В настоящее время позиции российских производителей очень слабы. При существующем качестве продукции, российские производители не только не смогут завоевать внешние рынки, но также стремительно теряется большой процент внутреннего сбыта при конкурентном столкновении с иностранными компаниями. Повышение конкурентоспособности продукции возможно лишь при условии технологического переоснащения производства, приобретения патентов и лицензий на передовые технологии, а также коммерциализации инноваций, поскольку такая практика успешно реализуется во многих государствах уже долгое время.

Чтобы подробнее рассмотреть данную проблему, нужно составить проблемное поле и провести SWOT-анализ, что позволит наиболее полно увидеть картину и алгоритм дальнейших действий.

Содержание проблемы

Россия находится на том этапе развития, когда государство поддерживает инновационную деятельности в виде пилотный проектов, которые вследствие слабых информационных связей между предприятиями затруднены и поэтому предприятия вынуждены объединяться в крупные холдинги и терять свою самостоятельность => инновационная конкуренция находится на фактическом минимуме.

Пути решения проблемы

Для решения этой проблемы нужно создавать крупные инновационные центры (уже несколько создано), на этой базе должны быть налажены связи с производственными компаниями по внедрению инноваций, должна повышаться роль государства в инновационном развитии макроэкономики (перенятие зарубежного опыта, налаживание партнерских связей с другими государствами) и микроэкономики, нужно увеличивать зарплату ученых во избежание «утечки мозгов» , увеличивать средства финансирования, расширять кругозор человеческого капитала (уровень образованности, стремление развиваться, склонность к предпринимательству, умение нестандартно мыслить), улучшать правовые основы возникновения и защиты инноваций.

Факторы, препятствующие решению проблемы

Кризис заставил предприятия искать пути сокращения издержек за счет сокращения затрат на инновационную деятельность. Также анализ показал низкую эффективность государственного участия в инновационном развитии. Это несвоевременность и неполноценность поступления статистических данных, низкий рейтинг инвестиционного климата (нестабильность экономики, высокая инфляция), не комфортность предпринимательской деятельности, ужесточение администрирования, налоговое бремя, «утечка мозгов».

Что можно сделать уже сегодня, чтобы частично решить проблему

Мотивация субъектов экономики к инновационному развитию, улучшение обратной связи (государство => инновационные центры), повышение и стимулирование спроса на инновации как залог повышения конкурентоспособности и престижа страны, создание эффективной правовой базы на интеллектуальную собственность (в данный период времени интеллектуальная собственность защищается лишь статьей Конституции РФ и 4 частью ГК РФ, но если принять во внимание, что законы принимаются долго, то этот пункт находится в среднесрочной перспективе).

SWOT-анализ

Сильные стороны	**Слабые стороны**
1. Богатые природные месторождения, большая территория, которые могут быть эффективно использованы с помощью инновационных компаний. 2. Квалифицированная (выше, чем в Китае), дешевая (дешевле, чем в Европе) рабочая сила и научно-технические кадры. 4. Быстрый рост и разнообразие объектов инновационной деятельности. 5. Относительно высокая оснащенность современными средствами связи но не особо эффективное их использование. 6. Начало возрождения промышленности после краха 90-х годов с помощью рыночных реформ, улучшение качества организационной культуры (менеджмента), завершение корпоративного строительства во многих секторах.	1. Сырьевой характер экономики, высокий уровень монополизации, доминирование крупных компаний и слабая конкуренция. 2. Недостаточная кооперация между государственным и частным секторами по поводу разработки мер инновационного развития. 3. Преобладание бюджетного финансирования всех форм научной и инновационной деятельности и инновационной инфраструктуры 4. Отсутствие скоординированной политики трансфера знаний и технологий. 5. Малые инновационные предприятия не поддерживаются. 6. Низкий уровень инновационной активности бизнеса. Преобладание в большинстве компаний тех способов создания конкурентных преимуществ, где инновации не требуются. 7. Разрыв между потребностями промышленности и науки. 8. Внутренний спрос на инновационную продукцию находится фактически на нуле. 9. Низкий уровень инновационной культуры, инновационное предпринимательство невозможно на сегодняшний день. 10. Сохранение отставания во многих стратегически важных секторах экономики.
Возможности внешней среды	**Угрозы внешней среды**
1. Возможности перехода на более высокие уровни развития в некоторых секторах вследствие эффекта запаздывающего развития. 2. Быстрое развитие глобального рынка инжиниринговых услуг, на котором российские компании и научные центры позиционированы довольно высоко. 3. Встраивание в глобальные технологические цепочки на макроуровне. 4. Усиление конкуренции на внутренних и внешних рынках => стимулирование конкуренции. 5. Вступление в ВТО и как следствие снижение барьеров выхода на мировые рынки.	1. Исчерпание преимуществ по качеству человеческого капитала и иным компонентам инновационного потенциала. 2. Резкое снижение расходов на исследования и разработки в условиях финансово-экономического кризиса и углубление технологического отставания России. 3. Усиление финансово-экономического протекционизма вследствие возможного кризиса (в Европе, как говорят, он уже начался). 4. Большая роль государства в экономике и как следствие снижение стимулирования предпринимательской деятельности.
Миссия	**Приоритеты решения проблемы**
Формирование социально-экономических условий для выхода предприятий на рынок с конкурентоспособной инновационной продукцией в интересах реализации стратегических и инновационных целей РФ за счет создания благоприятной экономическо-правовой среды, инновационной инфраструктуры и системы коммерциализации результатов (последнее для того, чтобы появилось стимулирование и мотивация к инновационной деятельности).	• создание конкурентоспособных центров исследований и разработок, условий для их благоприятного развития, а также институтов правовой охраны созданных исследований и разработок. • создание эффективной национальной инновационной политики. • модернизация экономики на основе разработанных и существующих технологических инноваций.

Программа мероприятий по решению проблемы неблагоприятного инновационно-инвестиционного климата:

Я считаю, что переход экономики России на инновационный тип развития невозможен без формирования конкурентоспособной в глобальном масштабе национальной инновационной системы и комплекса институтов правового, финансового и социального характера, обеспечивающих взаимодействие образовательных, научных, предпринимательских и некоммерческих организаций и структур во всех сферах экономики и общественной жизни. Для создания эффективной национальной инновационной системы необходимо:

1. повысить спрос на инновации в большинстве отраслей экономики;
2. увеличить эффективность сектора генерации знаний (фундаментальной и прикладной науки), так как происходит потеря созданных в предыдущие годы исследований, кадры стареют в прямом смысле этого слова, а новые кадры не появляются, так как заинтересованность молодых специалистов в научно-прикладной деятельности находится на нуле вследствие привлекательности зарубежных стран и низкой оплаты научной деятельности в РФ, наши исследования не фактически не встраиваются в мировую науку и опыт, а главное – отсутствует ориентация на потребителя (не предоставление статистических данных или вовсе отсутствие такой цели у научных центров).
3. преодолеть независимость элементов инновационной инфраструктуры друг от друга, поскольку они уже созданы, но кооперации друг с другом не имеют, что уничтожает всякий смысл их создания.

Переход от экспортно-сырьевой к инновационной модели экономического роста связан и с формированием нового механизма социального развития, основанного на сбалансированности предпринимательской свободы, социальной справедливости и национальной конкурентоспособности. Для этого необходимо осуществление следующих мер:

- поддержка инновационного бизнеса и расширение спроса на инновации в экономике;
- развитие российского образовательного потенциала и его эффективная интеграция в будущий инновационный процесс;
- развитие инновационной инфраструктуры;
- эффективная интеграция в мировую инновационную систему;
- реализация системы проектов, которая обеспечит прочные позиции России в научно-технологической конкуренции на мировых рынках;
- формирование новой инновационной культуры в обществе и повышение статуса новатора.

Основные целевые показатели, намеченные к осуществлению к 2020 году (государственная программа по осуществлению инновационной деятельности):

- доля предприятий, осуществляющих технологические инновации, возрастет до 40-50% в 2020 году;
- доля России на мировых рынках высокотехнологичных товаров и услуг достигнет не менее 5-10% в 5-7 и более секторах к 2020 году;
- удельный вес экспорта российских высокотехнологичных товаров в общем мировом объеме экспорта высокотехнологичных товаров увеличится до 2% к 2020 году;
- удельный вес инновационной продукции в общем объеме промышленной продукции увеличится до 25-35% в 2020;
- внутренние затраты на исследования и разработки повысятся до 2,5-3,0% ВВП к 2020 году, из них за счет частного сектора - больше половины.

[данные программы Министерства образования и науки Российской Федерации]

Список использованных источников

1. Национальная инновационная система и государственная инновационная политика РФ, базовый доклад к обзору ОЭСР национальной инновационной системы РФ, Москва, 2009 год.
2. Журнал "Энергия: экономика, техника, экология", № 3, 2012, статья «Наука и инновации в современной России», Член-корреспондент РАН Л. Э. Миндели, доктор экономических наук Л. П. Клеева, И. В. Воробьев (ИПРАН РАН).
3. Жданова О. А. «Роль инноваций в современной экономике». Экономика, управление, финансы: материалы междунар. заоч. науч. конф. (г. Пермь, июнь 2011 г.). — Пермь: Меркурий, 2011.
4. Сайт http://worldofeconomy.ru

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОГО ОБЪЕКТА КАЧЕСТВА ДЛЯ ВЫТЯГИВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА МЕТОДОМ QFD (НА ПРИМЕРЕ ОАО «ЗАВОД ЭЛЕКОН»).

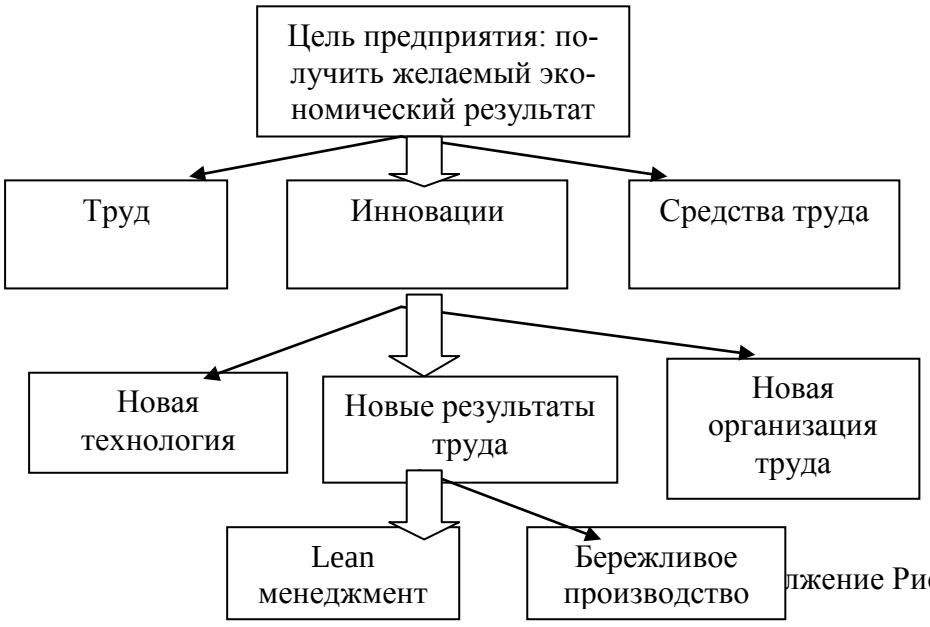
Галимова Л.А.
Казанский Научный Исследовательский Технический Университет им. Туполева (КНИТУ-КАИ им. Туполева), Инженерно-экономический институт, кафедра Экономики и управления на предприятии
Научный руководитель: доц. Дровников Ю.С. каф. ЭУП

В настоящее время для российской экономики характерен низкий уровень развития и как следствие неконкурентоспособность отечественной продукции по сравнению с зарубежными производителями. В связи с этим складывается ситуация, при которой потребности лишь частично удовлетворяются отечественной продукцией и в большей степени зарубежной. К тому же после долгих 18 лет переговоров Россия вступила в ВТО, событие долгожданное, но, к сожалению, реальный сектор экономики нашей страны оказался не готов к подобным переменам. В прошлом руководители предприятий, чтобы выжить сокращали штат, брали кредиты, заручались государственной поддержкой, но теперь ранее успешные методы являются недейственными, сложившаяся ситуация требует радикальных мер.

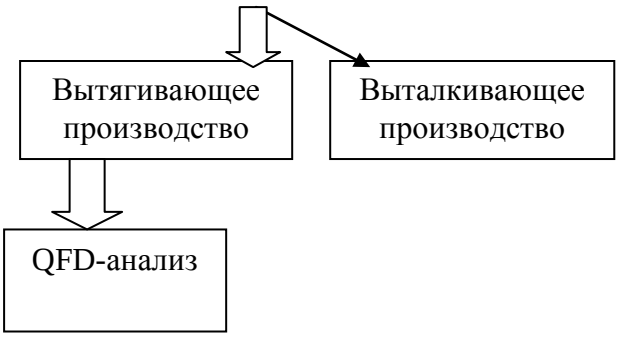
ОАО «Завод Элекон» российское предприятие(расположенное на территории г.Казани), профилирующиеся на производстве соединителей, иными словами завод производит промежуточный товар(комплектующие изделия). Данный вид деятельности не дает желаемый экономический результат, так как покупателями являются не конечные потребители, а организации, создающие дополнительную ценность(Value) на своих предприятиях. Тем не менее, в номенклатуре завода имеются товары, ориентированные на удовлетворение частных потребностей, например, люстры и сувениры, но эти товары, к сожалению, не пользуются спросом, не имея ценности для покупателей. Однако главная проблема предприятия это существование за счет государственной поддержки. Таким образом, предприятие обязано выйти на новый уровень развития, ликвидировать абсолютную зависимость от госзаказов, выйти на альтернативный рынок с конечным товаром для населения, удовлетворяющим потребности покупателей. Именно за конечный востребованный товар потребитель платит деньги.

Из проведенного мной аналитического обзора[2] следует, что цель у предприятий одна это получение экономического результата, а вот способы достижения разнообразны(было построено дерево целей см. рис.1 Дерево целей).

Рис.1 Дерево целей



лжение Рис.1 Дерево целей



Многие считают[1], что для максимального экономического результата главное трудовые ресурсы и средства труда. Конечно же, труд и средства труда, важные составляющие производственного процесса, однако в настоящее время они не занимают приоритетного значения, в виду несостоятельности теории прошлого века требованиям рыночной экономики. Раньше какой бы товар отечественные предприятия не выпускали, продукция была реализована, это происходило по многим причинам таким, как дефицит, «железный занавес», приверженность национальной идее. Ситуация на российском рынке изменилась переход к рыночной экономики провоцирует жесткую конкуренцию, и чтобы устоять в этой борьбе за потребителя необходимо наиболее полно удовлетворять их потребности.

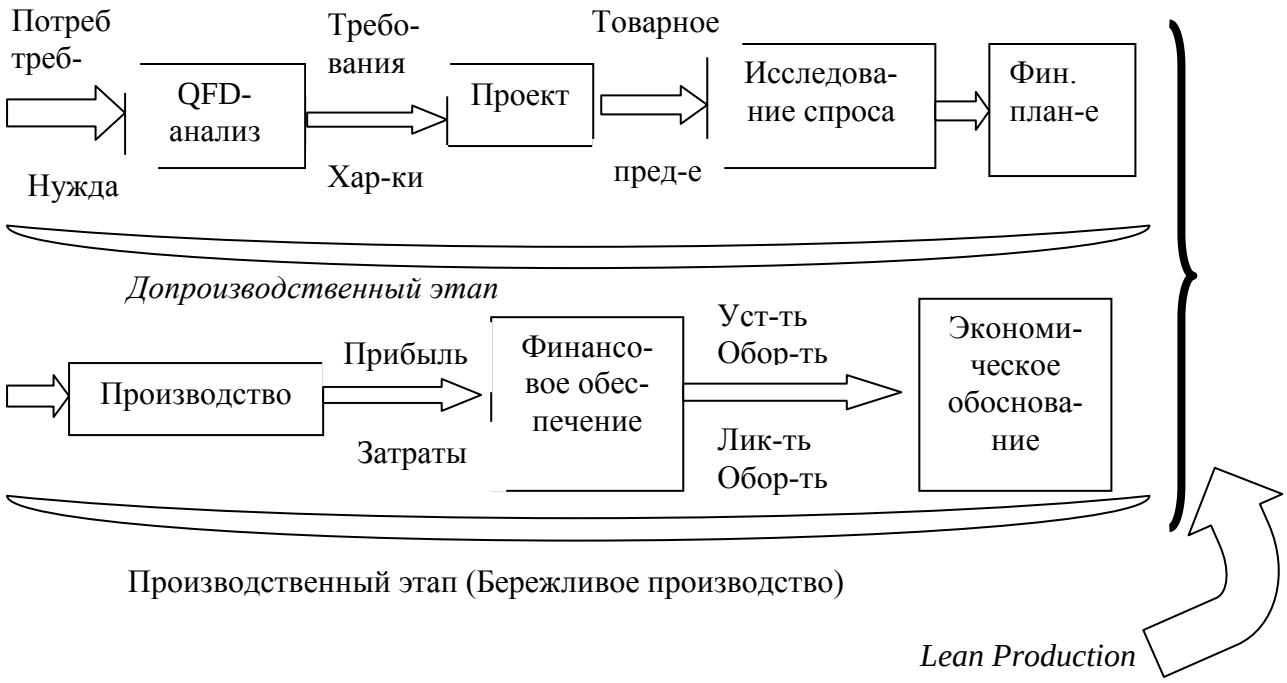
Инновации так же были рассмотрены, в качестве способа достижения цели. Они позволяют создать ценность объекта производства, повысить качества, производительность труда, обеспечить оптимальную организацию труда. [3,4] Они могут быть применены в разных аспектах производства:

Во внедрение новых технологий и новой организации труда многие производители видят ключевой успех организации. Российские руководители считают, что если внедрить в производство современное оборудование или организацию труда, то потребители сразу захотят приобрести этот продукт. Однако, даже внедряя новую технику, технологии и организацию, мы продолжаем производить продукцию, которая попросту может быть не востребованной на рынке.

В моей работе[2] под инновациями подразумеваются только те нововведения, которое дают новое качество или добавленную ценность объекту производства. Инновационные объекты качества, ориентированные на потребителя, способны принести предприятию желаемый экономический результат, так как именно за конечный товар потребитель платит деньги. То есть необходимо производить, то, что продается, а не то, что мы можем произвести. Однако представления руководителей российских предприятий остались в прошлом: они не отслеживают предпочтений покупателей, не выявляют их потребности, вследствие, чего забивают склады невостребованной продукцией, а главное не получают экономического результата. Поэтому необходимо выявлять потребности, а затем самым эффективным способом удовлетворять их, превосходя ожидания.

К сожалению, ценностный подход в России практически не используют. Чаще используют традиционный подход к организации производства: используют имеющиеся площади, технологии, оборудование, цену определяют в соответствии с себестоимостью и ждут, пока товар купят. Именно такие предприятия сегодня терпят неудачи, так как они не могут понять потребностей клиентов [6]. Я могу с точностью сказать, что сегодня необходимо ориентироваться на «тянущее», рыночно-ориентированное производство. Таковым является *Lean Production.* Однако многие руководители приравнивают Lean Production к бережливому производству, что в корне неправильно. Бережливое производство направлено на сокращение затрат на производственном этапе, но дело в том, что бережливое производство лишь часть Lean Production(см. Рис. Этапы Lean Production).

Рис.2 Этапы Lean Production



Менеджеры старой формации «выталкивали» товар на потребительский рынок, то есть они наделяли продукцию теми характеристиками и свойствами какие по их личному усмотрению были необходимы клиентам, и ждали когда его раскупят, если же этого не происходило, и даже реклама не помогала, предприятие несло убытки. На смену менеджерам старой формации должны прийти лин-менеджеры, которые выявляют потребности и желания потребителей и самым эффективным способ удовлетворяют их, превосходя ожидания.

Коренным отличием данной работы заключается в установление приоритетного значения формирование потребительской ценности на стадии разработки товара, необходимость слышать голос потребителя, проектировать технические характеристики соотношение их с ожиданиями потребителей методом QFD, а лучше превосходить их ожидания. Иными словами допроизводственный этап способен принести наибольшую отдачу по сравнению с повышением производительности.

В прошлом тянущее производство(Pull Production)[1] связывали исключительно с производственным процессом, и определялась, как система организации производства, в которой детали и полуфабрикаты подаются на последующую технологическую операцию с предыдущей по мере необходимости. Теперь же это понятие стало шире и означает допроизводственный этап: выявление потребности, проектирование, исследование спроса.

Разработка нового объекта качества(товара) основана на применении QFD анализа. Однако, в данной работе построение дома качества отличается от представлений Адлера Ю.П., он рассматривал ранжирование технических характеристик товара, а в моем исследование было предложено ранжирование потребности, что позволяет удовлетворить потребности, формируя потребительскую ценность товара. Также для выявления востребованости была построена модель исследование спроса инновационного объекта, с помощью статистических методов.

Мною были выработаны основные шаги формирования ценности нового товарного предложения, ориентированного на потребителя:
необходимо услышать «Голос потребителя». Предполагается проведение анкетирования среди потенциальных клиентов с регистрацией всех пожеланий и предпочтений. Затем

необходимо прибегнуть к помощи специалистов в данном области. Это нужно для предвосхищения ожиданий клиентов. Хорошим примером может служить появление 3D телевидения. У японцев есть такая поговорка: человеку не нужна кровать, ему нужен глубокий сон. В данном случае человеку не нужен 3D телевизор, у него есть потребность почувствовать наиболее реалистичное отображение картины на экране. 3D телевизоры удовлетворяют эту потребность лучше, а следовательно, их ценность выше,
после проведения опроса составляются матрицы с предпочтениями или, как их еще называют, требованиями потребителей,
далее необходимо проранжировать потребности по убыванию важности для клиентов,
составить список характеристик-двойников (характеристики товара или услуги, которые удовлетворяют ту или иную потребность),
нужно определить зависимость между характеристиками-двойниками и требованиями потребителей,
необходимо выделить приоритетные характеристики, которым нужно будет уделить особое внимание,
исследование спроса на новый товар с помощью статистических методов,
завершающим этапом будет техническое и финансовое планирование товарного предложения.

Новизна моей работы заключается в выделение процесса формирования товарного предложения, как основополагающей базы для внедрения тянущего производства(Pull Production). То есть наибольшее пристальное внимание необходимо уделять именно допроизводственному этапу, именно здесь формируется базовая ценность товара.

По разработанной мной методике[2] на основе предприятие ОАО «Завод Элекон» было предложено товарное предложение, удовлетворяющее частные потребности. Для того, чтобы удостоверится в востребованости предлагаемого товара, был построен дом качества и проведено статистическое исследование. Проведенная работа позволяет решить основные проблемы предприятия, связанные с выпуском неконкурентной продукции и отсутствием желаемого экономического результата при реализации.

Список используемой литературы

1. Т.В. Алесинская, Основы логистики. Общие вопросы логистического управления Учебное пособие. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2012.
2. Л.А.Галимова, Разработка инновационного объекта качества для вытягивающего производства методом QFD Отчет об УИРС / Л.А.Галимова.- Казань, 2012.
3. http://www.leanzone.ru/
4. http://prolean.ru/about_lean_methods/

ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЗА СЧЕТ ДИВЕРСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Ворожищева А.Г.
Университет машиностроения, Институт экономики и управления, кафедра «Экономика и организация производства»
Научный руководитель: доцент, к.э.н. Тайво М.И.

В настоящее время машиностроение России представляет собой комплекс отраслей промышленности. В объеме выпуска машиностроительной продукции 27,4% приходится на автомобилестроение, 12,3% - на электротехнику и приборостроение, 10,3% - на тяжелое, энергетическое и транспортное машиностроение, 6% - на химическое и нефтехимическое машиностроение, 2,4% - на машиностроение для легкой и пищевой промышленности, 2,1% - на строительно-дорожное машиностроение, 1,9% - на станко-инструментальную промышленность, 1,8% - на тракторное и сельскохозяйственное машиностроение, свыше 35% - на оборонные и другие подотрасли.

Роль и значение машиностроения определяется, прежде всего, тем, что оно является базовой отраслью экономики страны, тесно взаимосвязанной с ведущими отраслями экономики и обеспечивающей их устойчивое функционирование, наполнение потребительского рынка, и являющейся основой развития технологического ядра промышленности.

От уровня развития машиностроения зависят важнейшие удельные показатели валового внутреннего продукта страны (материалоемкость, энергоемкость и т. д.), производительность труда в других отраслях народного хозяйства, экологическая безопасность промышленного производства и обороноспособность государства. Социальная значимость машиностроения определяется тем, что комплекс объединяет около 7,5 тысячи крупных и средних предприятий и организаций, а также около 30 тысяч мелких, то есть около 40% от числа предприятий, состоящих на самостоятельном балансе в промышленности.

В числе основных проблем машиностроения России выделяют следующие:
1) наличие устаревших производственных мощностей и высокие расходы на их содержание;
2) значительный физический и моральный износ оборудования и технологий, близкий к критическому значению;
3) низкая кредитная и инвестиционная привлекательность предприятий и как следствие, дефицит денежных ресурсов для реализации программ стратегических преобразований.

В таблице 1 представлены данные по уровню физического износа основных производственных фондов МСК, откуда видно, что значительная часть оборудования отечественного машиностроения имеет средний возраст 20 и более лет, откуда наглядно видно, что значительная часть основных производственных фондов (ОПФ) устарела как морально, так и физически.

Таблица 1 - Уровень износа ОПФ в промышленности (в % от общей стоимости фондов на конец года)

	1992	1995	1998	2000	2002	2003	2005	2006	2007	2008	2009
Вся обрабатывающая промышленность	45,2	48,5	52,9	51,3	51,8	49,5	48,1	46,0	45,7	42,2	42,9
Машиностроение и металлообработка	45,5	47,5	53,2	55,3	53,1	49,9	47,6	47,1	45,6	45,0	44,3

Исходя из того, что машиностроение играет значительную роль в экономике страны, а также из того, что данной отраслевой комплекс даёт импульс для инновационного развития практически всех отраслей экономики, объективной, актуальной и своевременной задачей является модернизация ОПФ, реструктуризация отрасли и реализация планов и проектов инновационного развития отечественного машиностроения.

В структуре инвестиций в основной капитал по отраслям промышленности страны доля машиностроения составляет более трети и более 15% - в структуре инвестиций по всем отраслям экономики. Для примера возьмем автомобильную промышленность.

Она, являющаяся одной из основных отраслей машиностроительного комплекса страны, требует коренных изменений. Ключевыми задачами автомобильной индустрии являются сохранение в перспективе позиций на внутреннем рынке легковых автомобилей (в том числе, за счет промышленной сборки) и ускоренное развитие локализации производства иномарок в России.

Для реализации национальной стратегии развития отечественной автомобильной промышленности определены прогнозные суммарные объемы инвестиций, представленные в таблице 3.

Таблица 3 - Прогнозный суммарный объем инвестиций по годам в развитие отечественной автомобильной промышленности

protown.ru **Общая инвестиционная программа ключевых предприятий отрасли по годам, включая НИОКР (млн.руб.)**

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Итого
	7 042	35 543	18 642	7 615	25 240	12 232	4 501	450	0	0	0	111 265
ГРУППА ГАЗ	22 227	29 929	20 899	15 553	6 561	5 124	4 205	2 072	1 996	2 055	890	111 511
KAMAZ	7 627	14 753	22 858	22 730	16 250	10 739	6 483	0	0	0	0	101 440
sollers	18 054	56 652	28 273	7 952	445	0	0	0	0	0	0	111 375
Всего потребность в проектном финансировании	**54 950**	**136 877**	**90 672**	**53 850**	**48 496**	**28 095**	**15 189**	**2 522**	**1 996**	**2 055**	**890**	**435 591**

В настоящее время вопрос модернизации автомобильной индустрии является крайне важным в связи с достаточно неблагоприятным положением дел в отечественной экономике, выражением которого являются ее ярко выраженная сырьевая направленность и низкая конкурентоспособность.

В качестве повышения конкурентоспособности можно использовать процесс диверсификации производства.
Возможные пути диверсификации:
1) освоение новых сегментов
Можно с достаточной уверенностью прогнозировать, что в ближайшем будущем структура российского рынка существенно изменится. Производственные компании отказываются от не ключевых для них операций и переходят на аутсорсинг, и это стимулирует развитие специализированных компаний, готовых составить конкуренцию неэффективным внутренним подразделениям. Для многих фирм открывается уникальная возможность «поймать волну» и стать лидером на формирующихся и бурно растущих рынках. Наверное, этим можно объяснить уверенность руководства российской фирмы РИАТ в перспективности бизнеса автокомпонентов, выразившуюся в решении о реализации компанией РИАТ инвестиционного проекта общей стоимостью порядка $30 млн. Проект

предусматривает, в частности, приобретение новейшей французской технологии, позволяющей выпускать пластик с оптимальным соотношением цены и качества. Пример быстрого развития бизнеса автокомпонентов - очень яркая характеристика процесса специализации сборочных заводов на основных операциях. За три года РИАТ освоил 30 моделей сидений для ряда автобусных, автомобильных и тракторных заводов, отказавшихся от собственного производства сидений. В планах компании на ближайшие годы - освоение пяти-шести растущих сегментов на рынке, причем не только химической продукции, с общим объемом продаж $50-60 млн в год.

Иногда для создания нового сегмента бывает достаточно внимательно изучить западный опыт и обнаружить ценную для освоения в России идею. Именно таким образом на РИАТе нашли пустую пока что нишу на рынке - машину, оборудованную системой «Мультивихрь», со сменными кузовами, т. е. многофункциональный автомобиль. Экономическая эффективность использования такой машины для некоторых групп потребителей очевидна. Примером этой машины является автомобиль для МЧС (Многофункциональный мобильный комплекс для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций техногенного характера на основе робототехнического средства среднего класса).

2) альянсы
В российской практике успешные альянсы с зарубежными компаниями пока что редкость. По оценке специалистов, не только российские, но и западные менеджеры часто не могут сформулировать стратегически и экономически понятную причину своего интереса к альянсу с конкретной компанией. Ярким примеров может служит ОАО «СОЛЛЕРС» (ранее ОАО «Северсталь-авто»). SOLLERS – это ведущая российская автомобильная компания, работающая в партнерстве с лидерами мировой автоиндустрии, такими как Ford, SsangYong, Toyota, Mazda и Isuzu.

SOLLERS владеет производственными площадками, на которых выпускаются российские внедорожники УАЗ, корейские - SsangYong, японские грузовики ISUZU, а также бензиновые и дизельные двигатели ЗМЗ.

В 2011 году начало свою работу совместное предприятие Ford Sollers, которое отвечает за производство и реализацию широкой линейки автомобилей Ford в России, в 2012 году - СП MAZDA SOLLERS, которое уже запустило производство первой модели CX5 во Владивостоке. В 2013 году мы также планируем начать выпуск автомобилей Toyota в рамках СП с компанией Mitsui.

Для многих российских компаний наиболее реальным способом преодолеть отставание является вступление в альянсы с зарубежными партнерами и покупка лицензий. Понятно, что Россия - это пока еще довольно привлекательное место для зарубежных компаний с точки зрения дешевых человеческих и энергоресурсов, и есть вещи, которые интересны нам, то есть, возможно, взаимовыгодное разделение труда.

3) зарубежные рынки
Чем более специализирована компания, тем явственнее она ощущает ограниченность объема внутреннего рынка. Тогда и возникает вопрос: диверсифицироваться, осваивать новые продукты в России, или специализироваться, осуществлять экспансию бизнеса на внешний рынок? Обычно российские компании-лидеры выбирают диверсификацию.
Менеджеры обычно указывают на отсутствие продукта, который мог бы быть конкурентоспособным на зарубежных рынках. Это справедливо, но вряд ли из этого следует, что перспектив нет вообще. Скорее надо ориентироваться на постепенное движение к созданию такого продукта. Генеральный директор компании РИАТ (Разработка

Изготовление Автомобильной Техники), Владимир Пономарев, например, уверен, что без достижения бизнесом автокомпонентов компании РИАТ международного уровня конкурентоспособности у него нет будущего. Он оценивает срок решения этой задачи в три года. Решаться она будет поэтапно: «На первом этапе мы планируем стать лучшими среди поставщиков сидений для российских автозаводов. На втором этапе мы хотим, чтобы наша продукция была востребована новыми сборочными предприятиями, которые создаются в России. И только зарекомендовав себя и захватив долю рынка в работе со сборочными производствами иностранных компаний, мы посчитаем себя готовыми для того, чтобы начинать планировать и действовать на международном рынке».

Обычно в качестве основного экспортного рынка для российских компаний рассматривается рынок развивающихся стран. Но ряд предпринимателей считает, что реально осваивать и рынки развитых стран. Примером может служить «Ирбитский мотоциклетный завод». ИМЗ – единственный в России производитель тяжелых мотоциклов и один из немногих заводов в мире, которые выпускают мотоциклы с колясками. Экспорт осуществляется в Австралию, Великобританию, Францию, Нидерланды, Бельгию, Испанию, Грецию, Норвегию, Финляндию, Швецию, Германию, Египет, Иран, ЮАР, Бразилию, Уругвай, Парагвай и многие другие страны. Они также видят отличные перспективы расширения рыночного сегмента мотоциклов «Урал» в США, куда в последние годы их продается больше всего. Но, для того чтобы успешно работать на зарубежном рынке, надо на нем постоянно присутствовать.

Выбор конкретного варианта диверсификации производства и способа его финансирования должен решаться руководством предприятия комплексно с позиций системного подхода с привлечением данных оценки, анализа и прогнозирования показателей производственно – финансовой деятельности конкретного предприятия.

Важнейшим условием эффективного развития автомобильной индустрии, ее устойчивого социально-экономического положения, а также привлечения инвестиционного капитала является ассортиментная диверсификация производства.

Рассмотрим данный процесс на примере Открытого акционерного общества «Автофрамос». Предприятие осуществляет коммерческую и промышленную деятельность по производству и реализации автомобилей Renault на территории России.
На ООО «Автофрамос» вместо понятия «ассортимент» используется «модельный ряд».

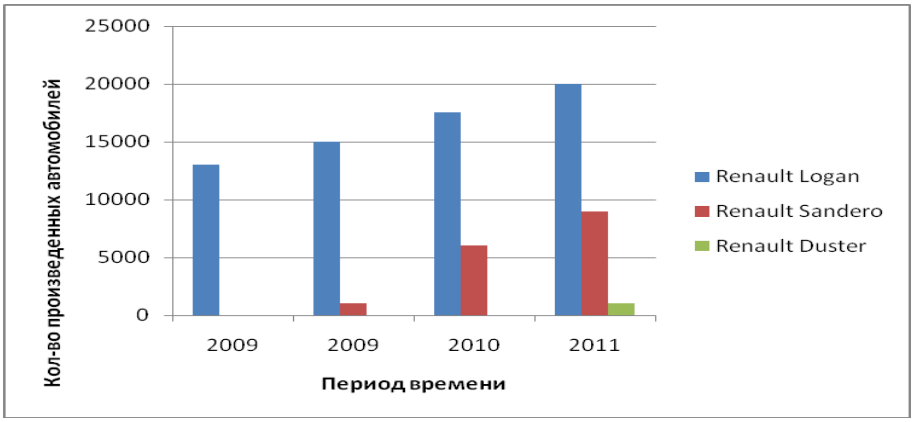


Рисунок 1. Диаграмма изменения состава выпускаемой продукции

На диаграмме 1 показано, что на ряду с возрастающими темпами производства Renault Logan, так же активно ведется производство новых моделей, которые так же пользуются спросом.

2 марта 2010 г. произошло масштабное обновление модельного ряда ОАО «Автофрамос». Начало производства модернизированного Renault Logan и нового хэтчбека Renault Sandero. С осени 2010 года - моделей Fluence и Megane (методом крупноузловой сборки). В 2012 году начался выпуск кроссовера Renault Duster.

Одним из ярких примеров увеличения модельного ряда является Renault Duster. Он представляет собой совершенно новый кроссовер, бьющий все рекорды популярности. Отличное сочетание цена-качество, с легкостью справляется с бездорожьем. Геометрия кузова позволяет автомобилю без проблем преодолевать преграды на пути. Короткие свесы, большие углы преодоления препятствий, высокий дорожный просвет придутся, кстати, на российских просторах. Кроме того, Duster — довольно легкий автомобиль, что обеспечивает ему высокую маневренность, экономию топлива и отличную проходимость. Все полноприводные версии идеальны для езды по настоящему бездорожью и облегчает движение на старте при крутом подъеме или при полной загрузке автомобиля.
Салон Duster просторен и удобен. Пять человек могут не только сами легко разместиться в салоне, но и расположить весь необходимый для дальней дороги или активного отдыха багаж.

Большой выбор базового и опционного оборудования Renault Duster гарантирует комфорт и удовольствие за рулем. Специально для тех, кому кроме комфорта и практичности необходим стильный интерьер, предлагаются комплектации Duster с большим количеством хромированных элементов, отделкой деталей цвета холодной стали и кожаной обивкой сидений, руля и рычага КПП.

Планируется перенос таких моделей как Logan и Sandero в Тольятти, а на территории завода в Москве увеличение выпуска модели Duster.

В заключение следует отметить, что для многих российских компаний наиболее реальным способом преодолеть отставания и привлечение большого количества инвестиций является вступление в альянсы с зарубежными партнерами и покупка лицензий. Что и является одним из путей диверсификации. Россия - это довольно привлекательное место для зарубежных компаний с точки зрения дешевых человеческих и энергоресурсов, и есть вещи, которые интересны для нашей страны, то есть, возможно, взаимовыгодное разделение труда.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ РОССИИ В РАМКАХ ВСТУПЛЕНИЯ В ВТО

Ничипорук К.А.
Финансовый Университет при Правительстве РФ, факультет Международных Экономических Отношений
Научный руководитель: к.э.н., доц. Корнеева И.В.

Сельскохозяйственное машиностроение России сегодня не соответствует современным стандартам и во многом уступает странам-участницам ВТО. К примеру, отставание по технико-экономическим показателям достигает 60-70 лет. Не секрет, что, вступив в ВТО, Россия должна будет соблюдать соглашения по субсидиям, государственным закупкам и стандартам. Логично поставить вопрос: Как все это отразится на рынке сельхозтехники России? Рассмотрим возможные плюсы и минусы от вступления нашей страны в ВТО, проанализируем перспективы и способы преодоления возникающих трудностей.

Итак, проведем оценку современного состояния сельскохозяйственного машиностроения России. На сегодняшний момент вклад отечественных предприятий сельскохозяйственного машиностроения в ВВП России составляет всего 0,08%. Чем можно объяснить столь низкий показатель? Во-первых, это нестабильность экономической и производственной ситуации в отрасли в целом. Во-вторых, слабая загруженность производственных мощностей. В-третьих, низкая платежеспособность российских крестьян.

Взяв во внимание все вышесказанное, можно сделать следующий вывод: низкая доля сельхозмашиностроения в ВВП России – это четкий показатель недоиспользования имеющегося потенциала. Именно сельхозмашиностроение может придать агропромышленному комплексу России новый импульс развития, и для этого есть все предпосылки. Наша страна, являясь одним из крупнейших зерносеющих и зерноперерабатывающих регионов мира, располагает 9% мировой пашни, 55% черноземных почв, 20% запасов мировой пресной воды, что подразумевает под собой уникальный потенциал.

Однако что препятствует эффективному развитию сельскохозяйственного машиностроения России? Существует ряд системных проблем, которые можно разделить на общеэкономические и отраслевые. Обострит или облегчит эти проблемы вступление в ВТО? Рассмотрим каждую из этих групп подробнее. К общеэкономическим проблемам, в первую очередь, стоит отнести высокие процентные ставки по банковским кредитам. На сегодняшний день минимально возможная ставка по валютным кредитам на приобретение сельхозтехники составляет 12%, что в 4 раза выше, чем в США. Важно отметить, что это негативно отражается в целом на жизнедеятельности предприятий, начиная техническим перевооружением и заканчивая экспортом продукции.

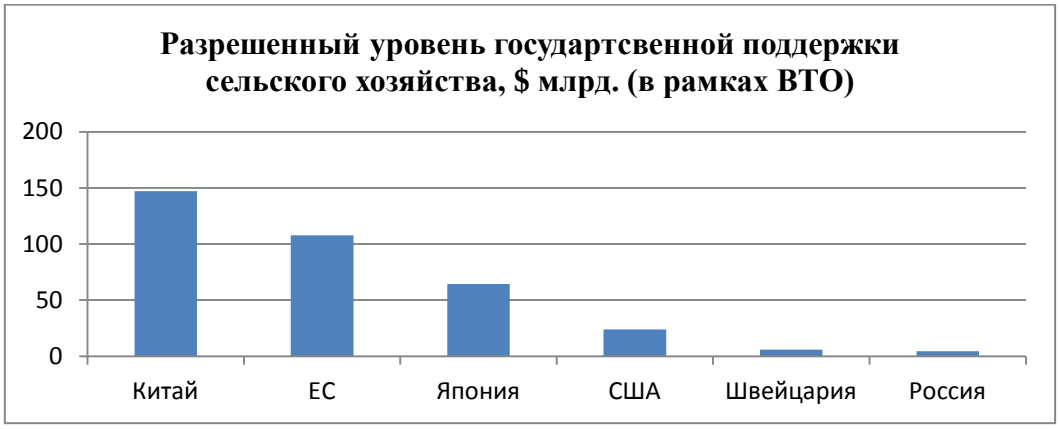
Во-вторых, огромное значение имеет опережающий рост себестоимости продукции за счет увеличения цен на сырье и энергоносители. По данным Росстата, с 2000 по 2010 год цены в среднем росли следующими темпами: на электроэнергию – 19% в год, на металл – до 20% в год, на газ – 23% в год, на станки – до 30% в год. Как скажется вступление России в ВТО? Наша страна под давлением стран-участниц ВТО будет вынуждена повысить цены на энергоносители (это главное требование Евросоюза), а это, в свою очередь, приведет к росту цен на технику. В результате мы лишимся еще одного конкурентного преимущества – меньшей цены в сравнении с зарубежной продукцией.

Говоря об отраслевых системных проблемах, стоит начать с неблагоприятного инвестиционного климата в стране. Сегодня объем инвестиций находится на достаточно

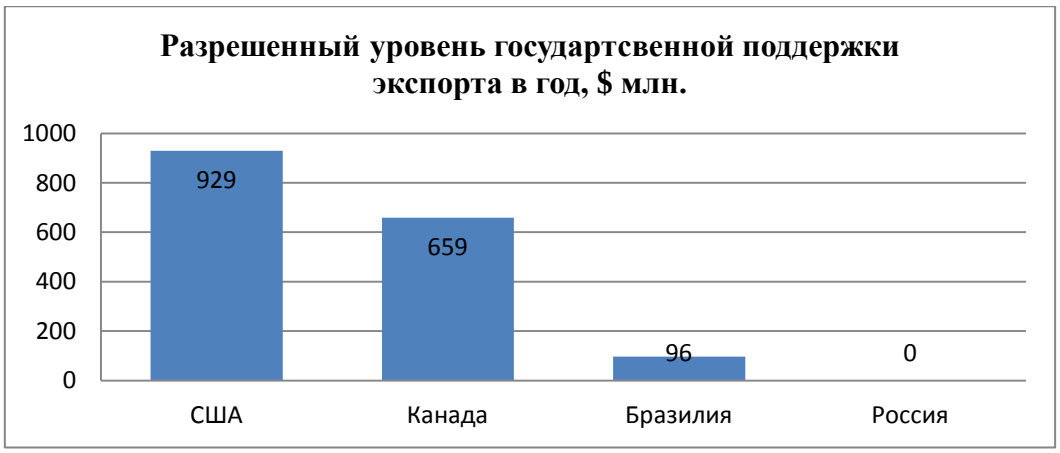
низком уровне, однако, нельзя не отметить его положительную динамику, что свидетельствует о готовности предприятий в будущем направлять значительные средства на развитие производства. Но на сегодняшний день, по данным Ассоциации «Росагромаш» средний возраст производственного оборудования российских заводов превышает 25 лет. При этом, физический износ производственных фондов в 2010 году составил 70%. Как следствие – высокий моральный и физический износ производственных мощностей. К чему приводит использование устаревшего оборудования? Во-первых, четкое снижение производительности труда. Так в 2009 году она составила 300-400 тысяч рублей, в то время как у мирового производителя сельхозтехники John Deere – 12750 тысяч рублей. Во-вторых, снижается качество выпускаемой продукции.

Следующей отраслевой проблемой является острая нехватка квалифицированных инженерных кадров. Большинство российских компаний утратили конструкторские бюро, полигоны по испытаниям прототипов техники, прекратили существование научно-исследовательские институты. В итоге, все это негативно сказывается на потребительских свойствах продукции: существующий модельный ряд не соответствует потребностям сельхозпроизводителей и уступает по всем показателям странам-участницам ВТО.

Другой острой проблемой является отсутствие стабильного платежеспособного спроса на внутреннем рынке. Как известно, спрос на сельхозтехнику в первую очередь зависит от благосостояния сельхозпроизводителей. Анализ показывает высокую корреляцию между объемом рынка сельхозтехники и ценами на зерно. Соответственно, развитию сельхозмашиностроения препятствует низкая, кроме того нестабильная цена на зерно и низкий уровень рентабельности сельского хозяйства. Способствует ли решению этой проблемы государство? Безусловно. В 2008 году была принята специальная программа, в которой предусматривались механизмы поддержки платежеспособного спроса. Однако несмотря на все усилия, в 2009 году программа выполнена всего на 47%, а в 2010 году – вообще на 43%. Все это свидетельствует о недостаточном уровне поддержки спроса и низкой эффективности существующих инструментов в сравнении со странами ВТО.



К тому же, острой проблемой является низкая доля экспорта в производстве. Анализ торгового баланса показал резко отрицательную направленность и низкую долю экспорта в общем объеме производства российского сельхозмашиностроения. Кроме того, в рамках вступления в ВТО уровень государственной поддержки экспорта в год равен нулю.



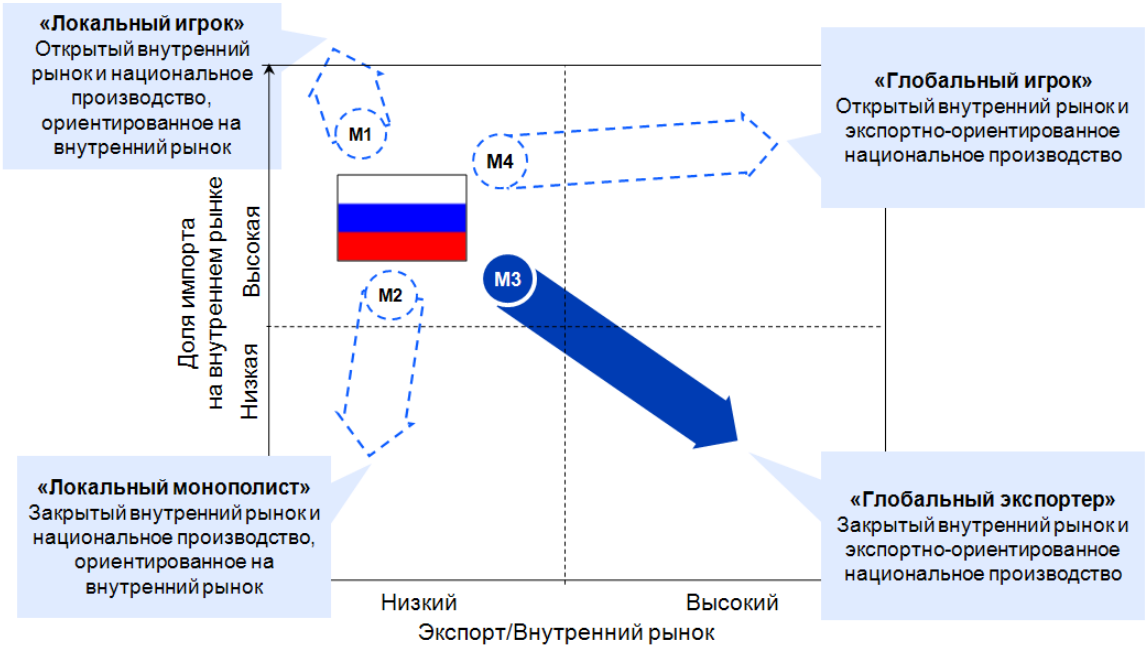
В итоге, при отсутствии государственной поддержки российские производители будут окончательно вытеснены с традиционных для Российской Федерации рынков Центральной Азии и Закавказья – Узбекистана, Таджикистана, Туркменистана, Азербайджана и Армении. В настоящее время российский экспорт в эти страны осуществляется под жестким давлением производителей Германии и США.
Острой проблемой, вызванной непосредственно вступлением России в ВТО, станет снижение ввозных таможенных пошлин с нынешних 15% до 5-10%, что приведет к пятикратному росту импорта.

Что необходимо предпринять, чтобы преодолеть все вышеописанные проблемы?
В 2008 году Правительством Российской Федерации была утверждена, однако, не реализована концепция, в которой были заявлены амбициозные цели, в частности, завоевание новых позиций на мировых рынках и достижение технологического лидерства. Безусловно, данная стратегия весьма актуальна сейчас в рамках вступления в ВТО и диктует стратегические цели, которых должна придерживаться Российская Федерация. Во-первых, снижение зависимости России от импорта товаров за счет удовлетворения внутреннего спроса высококачественной продукцией отечественного производства.

Во-вторых, развития экспортного потенциала предприятий отрасли. Необходимость укрепления экспортного потенциала РФ продиктована исключительной значимостью экспорта, как фактора развития национальной экономики. В соответствии с поставленными целями проанализируем альтернативы развития сельхозмашиностроения России, а именно 4 модели: «Локальный монополист», «Локальный игрок», «Глобальный игрок» и «Глобальный экспортер».

Анализ существующих моделей развития отрасли сельскохозяйственного машиностроения
Россия сегодня принадлежит ко второму типу «Локальный игрок». Рынок характеризуется высокой открытостью к импорту, низкой поддержкой государства и четкой ориентацией на внутренний рынок.
Рассмотрим векторы развития сельхозмашиностроения России.

Вектор М1: Россия сохраняет текущее развитие, что ведет к утрате отечественного сельхозмашиностроения и к переходу на потребление импорта. Данная модель противоречит доктрине продовольственной безопасности, при этом снижаются налоговые поступления и увеличивается безработица. В итоге, данная модель не соответствует интересам России и не может быть принята в качестве вектора развития.



Вектор М2: Модель развития «Локальный монополист» предполагает запрет импорта и ориентацию на внутренний рынок. В результате доля машин отечественного производства на рынке возрастет, что позитивно скажется на реализации доктрины продовольственной безопасности и доходах производителях техники. Возрастут налоговые поступления. Однако не стоит забывать о снижении качества и технического уровня продукции, в виду отсутствия конкуренции, что и без того является острой проблемой в нашей стране.

Вектор М4: При сегодняшнем уровне развития модель «Глобальный игрок» не может быть реализована ввиду неготовности российских предприятий конкурировать с такими производителями, как John Deere, CNH, Claas. Выбор данного пути развития приведет к либерализации внутреннего рынка и подавлением российской продукции со стороны импорта. Развитие событий аналогично сценарию первого вектора. Соответственно, данная модель не может быть выбрана в качестве приоритетного вектора развития.

Вектор М3: Модель развития «Глобальный экспортер» характеризуется защитой внутреннего рынка и глобальной государственной поддержкой экспорта отечественной продукции. Реализация данной модели приведет к увеличению объемов продаж, налоговых отчислений и устойчивости бизнеса. В результате, все это отразится на инвестициях в отрасль сельхозмашиностроения, что приведет к технической модернизации отечественных производств. Более того, Развитие отрасли приведет к созданию новых рабочих мест, росту заработной платы и производительности труда. В результате, данная модель является наиболее предпочтительной ввиду ее экономической привлекательности.

Рассмотрев четыре модели развития сельхозмашиностроения, наиболее оптимальной для России является четвертая модель – «Глобальный экспортер». Она в большей степени соответствует заявленным целям, а именно снижению зависимости от импорта продукции и развитию экспортного потенциала продукции отрасли.

Что необходимо сделать для достижения поставленных целей?
В первую очередь, необходимо использовать защитные меры, и увеличивать государственную поддержку экспорта и ограничение импорта (по примеру Китая). Так, Китай (член ВТО) в «Законе о внешней торговле» прописал случаи, когда и при каких условиях возможно ограничение импорта. К примеру, «в целях становления либо ускоренного становления определенных отраслей производства в стране необходимо ограничение импорта» или «в целях обеспечения международного финансового положения государства, баланса международного дохода и расходов необходимо ограничение импорта». Кроме того, необходимо сохранить импортные пошлины в размере 15%.

Что касается роста цен на электроэнергию и сырье, необходимо пересмотреть обязательства перед ВТО, сохранить возможность регулирования цен для промышленных потребителей, пересмотреть концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ.
Говоря о неконкурентной налоговой системе, необходимо освободить промышленные предприятия от налога на прибыль.

Следующей проблемой, которой необходимо уделить внимание, является отсутствие стабильного платежеспособного спроса на внутреннем рынке. Как известно, на рынке лизинговых услуг 96% сделок приходится на ОАО «Росагролизинг». Соответственно, в рамках вступления в ВТО при повышении уровня конкуренции, развитие коммерческого лизинга из собственных финансовых компаний производителей сельхозтехники приведет к стабилизации спроса. Таким образом, государство должно поддерживать ОАО «Росагролизинг» и другие финансовые компании, работающие в сфере сельхозтехники.

Подводя итог всему вышесказанному, необходимо отметить, что развитое сельскохозяйственное машиностроение является индикатором развития АПК любой страны, обеспечивающее рост объемов и качества производимой сельхозпродукции, в то же время необеспеченность отрасли необходимым объемом качественной сельскохозяйственной техники является серьезным барьером для развития всего сельского хозяйства страны.

АНАЛИЗ ПОРТФЕЛЯ БИЗНЕС-ПОКУПАТЕЛЕЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ЗАО НПК «МОСКОММАШ» В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ МАРКЕТИНГА ВЗАИМООТНОШЕНИЙ

Сальников Н. А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт инженерной экологии и химического машиностроения, факультет «Экологический»
Научный руководитель: к.э.н., доцент Быкова Г. Н.

В условиях жесткой конкуренции на современных промышленных рынках возрастает значимость бизнес-потребителей. Это делает особенно актуальным анализ портфеля бизнес-потребителей как нематериального актива предприятия. Такой анализ выступает основой эффективного управления данным портфелем с целью повышения рыночной стоимости предприятия.

Промышленный рынок является сферой применения совокупности специальных маркетинговых подходов. Это обусловлено тем, что промышленная продукция используется бизнес-потребителями для производственного потребления или оказания услуг, следствием чего является производный характер спроса на нее. Структура рынка характеризуется ограниченным числом продавцов и покупателей. Более того, характерными особенностями промышленной продукции являются: ведущая роль стандартизации, возможность объективной оценки ее параметров, более длительный рабочий период изготовления промышленной продукции. Все это способствует установлению долгосрочных контрактных отношений между продавцами и покупателями, в рамках которых совершаются крупные по объему и стоимости сделки.

В силу этого в центре внимания маркетинговой деятельности предприятия становятся отношения между продавцом и покупателем, которые выступают условием повторных сделок. Другими словами, в управлении маркетингом акцент переносится со сделки на взаимоотношения, что предполагает использование концепции маркетинга взаимоотношений. Он ориентирует предприятие не столько на манипулирование комплексом «маркетинг-микс», состоящего из 4р, сколько на развитие долгосрочных взаимоотношений с бизнес-партнерами.

Содержанием маркетинга взаимоотношений является деятельность по формированию, поддержке и развитию долгосрочных отношений с бизнес-субъектами рыночной системы с целью получения прибыли при совпадении интересов (целей) участвующих сторон путем обмена рыночными ценностями и взаимного выполнения принятых обязательств. Ключевой функцией маркетинга взаимоотношений является формирование взаимоотношений с предприятия бизнес-покупателями, так как взаимоотношения предприятий на промышленных рынках имеют собственную ценность и являются не менее важным нематериальным активом, чем, например, торговая марка [3], [5].

В связи с этим необходимо выделять три характеристики взаимоотношений:
- жизненный цикл взаимоотношений предприятия с покупателями (завтрашние покупатели, сегодняшние специальные покупатели, сегодняшние регулярные покупатели, вчерашние покупатели);
- маркетинговая ценность взаимоотношений с покупателями, которая проявляется через лояльность покупателей и стабильность портфеля;
- экономическая ценность взаимоотношений, которая определяется эффективностью инвестиций в развитие взаимоотношений и выражается в размере прибыли, которую приносит каждый покупатель [5].

Анализ портфеля покупателей предполагает определение его структуры и динамики, то есть исследование совокупности взаимоотношений компании с покупателями ее продукции, возникающих в течение анализируемого периода времени. Поэтому важным моментом анализа портфеля бизнес-потребителей является оценка взаимоотношений с точки зрения маркетинга взаимоотношений.

Проведем анализ портфеля бизнес-потребителей машиностроительного предприятия ЗАО НПК «Москоммаш», производящего технику для вывоза твердых бытовых отходов (ТБО), к которым относятся пищевые отходы, бумага, картон, дерево, черный и цветной металлолом, пластик, текстиль, строительные отходы и уличный смет. Специфика этих отходов состоит в том, что они образуются постоянно, но состав их меняется с течением года. Анализ будем проводить на базе закупок мусоровоза марки КМ-12006 на базовом шасси КАМАЗ-53605-1952 с задней загрузкой и объемом кузова 16 $м^3$.

Развитие бизнеса в направлении производства техники для вывоза ТБО является очень актуальным на сегодняшний день. Рынок коммунальной техники в России еще не сформировался, а находится на стадии бурного развития. Спрос на данную технику формируют предприятия, оказывающие услуги по вывозу и транспортировке ТБО.

Необходимо также отметить, что вывоз отходов – одна из самых востребованных услуг в любое время года. Если услуги по вывозу снега, грунта и т. п. можно назвать сезонными (снег – зимой и ранней весной, а грунт – в теплое время года, когда ведется большинство земляных работ), то вывоз отходов, а особенно вывоз ТБО – явление внесезонное. Возможно, и благодаря этому рынок мусоровозов без существенных потерь перешагнул кризис, техника осталась по-прежнему востребована. Сегодня, благодаря государственной программе обновления парка коммунальной техники, отечественный рынок мусоровозов отличает не только широкая линейка таких машин, но и периодическое появление новых, современных моделей, в том числе и такой модели, как КМ-12006 [6].

Использование концепции маркетинга взаимоотношений базируется на классических постулатах, в том числе принципе Парето, в соответствии с которым 20% потребителей приносят 80% прибыли, что определяет необходимость принципиального отбора бизнес-покупателей для формирования портфеля потребителей [3].

Для этого в процессе сегментирования рынка с целью определения состава портфеля бизнес-потребителей критерии сегментирования должны обязательно включать объем закупок каждым бизнес-потребителем, который будет выступать в качестве оценки отношений с точки зрения прибыльности для предприятия.

Сегментирование бизнес-потребителей машиностроительного предприятия ЗАО НПК «Москоммаш» представлено в таблице 1.

Сегментирование бизнес-потребителей машиностроительного предприятия ЗАО НПК «Москоммаш»

Таблица 1

Сегменты		Критерии
I.	$С_1$ - Муниципальные образования: $С_{11}$ – Крупные; $С_{12}$ – Средние; $С_{13}$ – Малые;	1. Отрасль – коммунальное хозяйство; 2. Тип потребителя: а) Юридические лица и

II.	C_2 – Промышленные предприятия и организации: C_{21} – Полигоны захоронения ТБО; C_{22} – Мусоросортировочные станции; C_{23} – Мусороперерабатывающие заводы; C_{24} – Крупные предприятия по производству товаров потребления;	индивидуальные предприниматели; б) Посредники; 3. Географический критерий: а) Города федерального значения (Москва, Санкт-Петербург), а также МО и Ленинградская область ; б) Регионы: 1) Крупные города (административные центры); 2) Другие региональные города; 4. Объем закупок.
III.	C_3 – Индивидуальные предприниматели (ИП) и юридические лица, оказывающие услуги по вывозу ТБО	
IV.	C_4 - Посредники	

Непосредственными клиентами ЗАО НПК «Москоммаш» являются муниципальные образования, такие как МУП «Калужское специализированное автотранспортное предприятие», МУП «Спецавтохозяйсто», МУП городских округов РФ, ГУП «Отходы», Полигоны захоронения ТБО, такие как ООО «ЭкоПолигон – Щелково», ООО «Полигон ТБО», ООО «Полигон Кучино», мусоросортировочные станции, мусороперерабатывающие заводы, расположенные как в Москве, так и в регионах, организации, оказывающие услуги по вывозу ТБО, такие как ООО «Киана», ООО «Авто-Импульс», посредники, такие как ЗАО "ТехноКомплекс-ТМ", ООО «КамАвтоКапитал», ООО «РГ-Техно».

Исходя из данного сегментирования можно построить график, описывающий распределение бизнес-покупателей в рамках портфеля предприятия в зависимости от дохода, который они приносят (рис. 1).

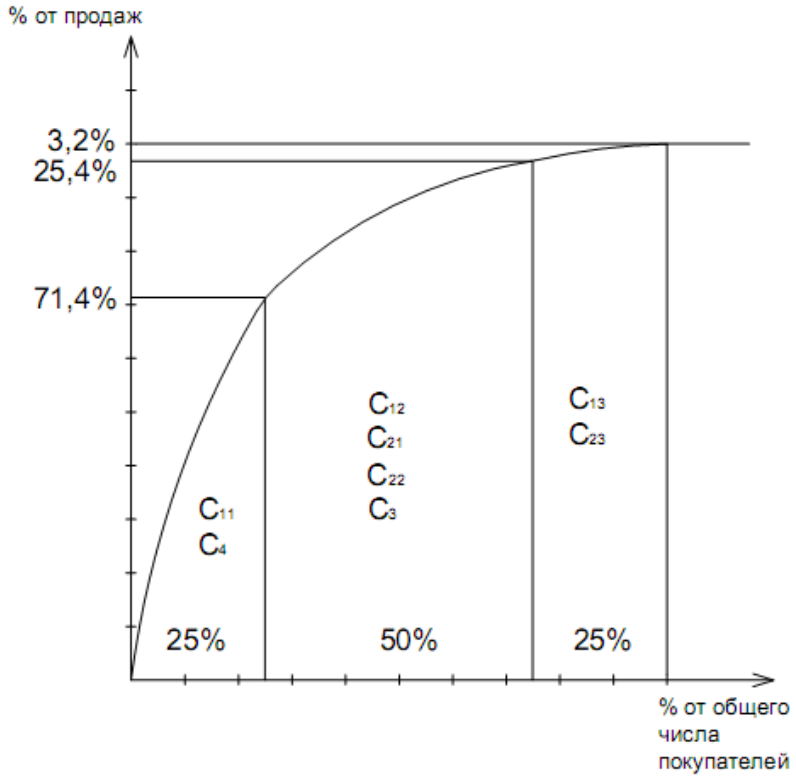


Рисунок 1. Распределение бизнес-покупателей в рамках портфеля предприятия в зависимости от дохода, который они приносят

Деятельность по управлению портфелем потребителей нацелена не только на извлечение прибыли от покупателя, но и на достижение рыночной устойчивости и стабильности предприятия в долгосрочной перспективе. Поэтому анализ портфеля предприятия с точки зрения его динамики в рамках концепции маркетинга взаимоотношений должен включать оценку взаимоотношений на основе их жизненного цикла. Этот подход был предложен английскими маркетологами, которые идею жизненного цикла продукции применили к портфелю потребителей [4].

Согласно их подходу состав и динамика портфеля покупателей на основе жизненного цикла взаимоотношений определяется четырьмя группами покупателей: завтрашние покупатели, сегодняшние специальные покупатели, сегодняшние регулярные покупатели и вчерашние покупатели.

Завтрашние покупатели – покупатели, которых компания старается привлечь. Продажи этим покупателям низкие, но увеличение расхода стратегических ресурсов на этих покупателей увеличивает текущие продажи и развивает взаимоотношения.

Сегодняшние специальные покупатели – закупают большое количество товаров, компания просто тратит значительные ресурсы на развитие взаимоотношений с ними. Очень высока степень адаптации в отношениях между компанией и этими покупателями, существует взаимное доверие, в контактах с обеих сторон задействовано значительное количество людей. С такими покупателями как правило существуют специальные соглашения – специальные условия поставки, адаптации технологических процессов и системы логистики, более интенсивный обмен дополнительной информацией – конъюнктурной, технической и т.п. Эти покупатели менее чувствительны к изменению цен. Спрос неэластичен.

Сегодняшние регулярные покупатели – закупают большое количество товаров, отношения давно налажены, но обмен менее близкий, покупатели менее лояльны и более чувствительны к изменению цен; возможно изменение тенденций развития взаимоотношений с этими покупателями.

Вчерашние покупатели – часто многочисленны. Отношения с ними установились давно, но объемы продаж небольшие. Они, как правило, покупают стандартную продукцию без дополнительных технических адаптаций. Компании обслуживают их без особого энтузиазма. Однако они обеспечивают необходимый дополнительный объем продаж без существенных усилий [4].

Для определения динамики портфеля бизнес-потребителей необходимо с учетом производного характера спроса на мусоровозы для вывоза ТБО учитывать факторы внешней среды маркетинга, которые влияют на развитие рынка услуг по вывозу ТБО. В связи с этим следует отметить, что 29 ноября 2012 года в Российской Федерации официально стартовал Год охраны окружающей среды, соответствующий Указ № 1157 от 10 августа 2012 года был подписан президентом Российской Федерации Владимиром Путиным [1]. Распоряжением Правительства РФ № 2189-р от 26 ноября 2012 года утвержден план мероприятий по его проведению. В соответствии с документом планируется внедрение в 2013 году раздельного сбора отходов в зданиях, занимаемых федеральными органами исполнительной власти. Росприроднадзор планирует организовать специальную прямую линию «зеленый телефон» [2]. Экологическую обстановку в ряде регионов России, иначе, как критическая – не назовешь. По официальным данным около 15% территорий страны можно объявить зоной экологического бедствия. В стране накоплено 30 млрд т. отходов. Только на территорию

московского региона, который занимает 0,27 % площади страны пригодится 20% объема ТБО, образующихся в России. При этом уровень переработки остается крайне низким – уровень вторичного использования твердых бытовых отходов едва достигает 10% – в других странах он выше в 4 раза [7].

Учитывая это, власти планируют закрыт все полигоны ТБО в Подмосковье к 2015 году. К этому времени планируется завершить строительство технопарков с мусороперерабатывающими заводами. Старые полигоны будут закрывать и рекультивировать, взамен них до 2015 года в области планируется строительство 17 экологических технопарков, в состав которых будут входить мусороперерабатывающие заводы, в которых будут перерабатывать практически все виды отходов, кроме особо опасных. Их строительство начнется уже весной 2013 года. Более того, власти Подмосковья уже отказались от выдачи разрешений на создание новых полигонов твердых бытовых отходов. Сейчас на территории области действует 41 полигон ТБО [8].

Таким образом в скором времени из портфеля потребителей ЗАО НПК «Москоммаш» почти исчезнут такие покупатели, как полигоны ТБО, но возрастет значение таких потребителей, как мусороперерабатывающие заводы.

Динамика портфеля потребителей ЗАО НПК «Москоммаш» представлена в таблице 2.

Таблица 2

	Покупательские категории			
Критерии для классификации покупателей	Завтрашние покупатели	Сегодняшние специальные покупатели	Сегодняшние обычные покупатели	Вчерашние покупатели
Виды покупателей	Мусороперерабатывающие заводы, региональные МУПы	Посредники, крупные МУПы	Полигоны ТБО, мусоросортировочные станции, средние МУПы, юр. лица, оказывающие услуги вывоза ТБО	Малые МУПы, полигоны ТБО, промышленные предприятия
Категория сегментирования	C_{11}, C_{12}, C_{23}	C_{11}, C_4	C_{12}, C_{21}, C_{22}, C_3	C_{13}, C_{21}, C_{24}
Объем продаж	Низкий	Высокий	Средний	Низкий
Использование стратегических ресурсов	Высокий	Высокий	Средний	Низкий
Возраст отношений	Новый	Старый	Средний	Старый
Доля покупателей в продажах поставщика	Низкая	Высокая	Средняя	Низкая
Прибыльность покупателей для поставщика	Низкая	Высокая	Средняя	Низкая

Анализ портфеля потребителей ЗАО НПК «Москоммаш» в рамках концепции маркетинга взаимоотношений позволяет сделать вывод о том, что оптимизация портфеля с точки зрения его стабильности и получения долгосрочной прибыли как показатель роста рыночной стоимости предприятия будет в ближайшее время связан с развитием взаимоотношений предприятия с мусороперерабатывающими заводами такого крупного региона, как Московская область.

Литература:

1. Указ Президента РФ от 10.08.2012 N 1157 "О проведении в Российской Федерации Года охраны окружающей среды";
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации № 2189-р от 26 ноября 2012 года;
3. Кущ С. П. «Маркетинг взаимоотношений на промышленных рынках». Из-во: «Высшая школа менеджмента»; Издат. дом С.-Петербург гос. ун-та, 2008;
4. Campbell and Cunningham, 1983;
5. Иванов А. Г. Концепция стратегического планирования маркетинга предприятия с учетом ценности портфеля покупателей. Автореферат на соискание ученой степени кандидата экономических наук. Из-во: СПб ГУЭФ, 2004;
6. Журнал «ТЕХНО magazine», №11, 2012, стр. 27;
7. http://www.bellona.ru/articles_ru/articles_2012/1354482469.09;
8. http://ria.ru/mosobl/20121030/907842974.html.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Клюткина А.С.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Институт экономики и управления, кафедра «Бухгалтерский учет и финансы предприятий»
Научный руководитель: к.э.н., доц. Терешкина О.С.

В нашем современном обществе важную роль в управлении экономики выполняет статистика. С помощью нее осуществляется сбор, научная обработка, обобщение и анализ информации, характеризующий развитие экономики страны или предприятия, культуры и уровня жизни населения. В результате чего предоставляется возможность выявления определенных взаимосвязей в экономике, изучения динамики ее развития, проведения международных сопоставлений и в конечном итоге – принятия эффективных управленческих решений на государственном и региональном уровнях.

Цель **статистики инвестиций-**исследование уровня и динамики инвестирования.

В соответствии с ФЗ «Об инвестиционной деятельности, осуществляемой в форме капитальных вложения» N 39-ФЗ от25 февраля 1999 г. под **инвестициями** понимается денежные средства, ценные бумаги, иное имущество, в том числе имущественные права, иные права, имеющие денежную оценку, вкладываемые в объекты предпринимательской и (или) иной деятельности в целях получения прибыли и (или) достижения иного полезного эффекта

Все основные задачи развития экономики решаются с помощью инвестиций – от создания новых объектов предпринимательской деятельности до обновления, технического перевооружения действующих предприятий.

Инвестиции играют весьма важную роль **в экономике.** Они объективно необходимы для стабильного развития экономики, повышения конкурентоспособности отечественной продукции, решение социально-экономических проблем, обеспечения устойчивого экономического роста. Активный инвестиционный процесс предопределяет экономический потенциал страны в целом, способствует повышению жизненного уровня населения. Экономическая деятельность активных хозяйствующих субъектов зависит в значительной степени от объемов и форм осуществляемых инвестиций.

На уровне предприятия инвестиции способствуют обновлению основных фондов; росту технического уровня производства; стабилизации финансово-экономического состояния предприятия; повышению конкурентоспособности предприятия; повышению квалификации трудовых ресурсов; освоению новых видов деятельности; совершенствованию методов управления.

Машиностроительный комплекс выступает как основа промышленного производства Российской Федерации. Осуществление эффективных инвестиций для предприятий машиностроительного сектора является ключевым фактором повышения их конкурентоспособности на рынке.

В ходе статистического изучения инвестиций решаются следующие задачи:

- изучение классификации инвестиций;
- исследование динамики и структуры объемов инвестиций по отраслям экономики, различным формам собственности и т.п.;

- определение экономической эффективности инвестиций;
- оценка активности инвестиционной деятельности предприятий.

Как известно, статистика богата множеством методов, которые помогают при анализе самых разных ее подразделений. Однако проанализируем именно те, которые наиболее применимы при изучении инвестиционной деятельности:

1)Метод группировок. В результате исследования образуются статистические группировки, т.е. производится деление всех данных, в зависимости от содержания и форм изучаемых признаков на отдельные группы. Причем эти группы характеризуются внутренней однородностью и отличающиеся между собой рядом признаков. При изучении инвестиций выделяют разнообразные их виды.

В зависимости от объекта вложения капитала выделяют:
- ***реальные инвестиции*** – это вложение капитала частным предприятием или государством в реальные активы: как материальные (вложения в отрасли материальной среды для производства какой-либо продукции), так и нематериальные (так называемые интеллектуальные инвестиции - это вложения в повышение квалификации персонала, проведение НИОКР, получение товарного знака (марки), ноу-хау).
- ***финансовые инвестиции*** – это вложения в финансовые инструменты, т. е. вложения в акции, облигации и другие ценные бумаги, которые выпущены частными компаниями или государством, а также в объекты тезаврации, банковские депозиты.

По периоду осуществления различают:
- ***краткосрочные инвестиции*** – инвестиции, которые свободно реализуются и предназначены не более чем на один год.
- ***долгосрочные инвестиции*** – вложения, которые осуществляются для получения доходов по ним сроком более одного года.

По характеру участи инвестора и инвестиционном процессе различают:
- ***прямые инвестиции*** – осуществляются путем вложения капитала в уставный фонд другого предприятия, а так же подразумевают прямое участие инвестора в выборе вложения капитала и в выборе объектов инвестирования.
- ***непрямые инвестиции*** – они характеризуют вложения инвестора, опосредованные другими лицами (финансовые посредники).

По отношению к объекту вложения выделяют:
- ***внутренние инвестиции*** – вложение капитала в развитие активов самого предприятия (инвестора).
- ***внешние инвестиции*** – вложения капитала реальные активы других предприятий или в финансовые инструменты инвестирования.

По формам воспроизводства в реальном секторе экономики инвестиции делятся:
- **стратегические инвестиции**- инвестиции на создание новых объектов предпринимательской деятельности, приобретение целостных имущественных комплексов в иной сфере деятельности, иных регионах.
- **базовые инвестиции**- инвестиции на расширение производства действующих предприятий, создание новых предприятий и производств в той же, что и ранее сфере деятельности, в том же регионе.
- **текущие инвестиции**- инвестиции на поддержку воспроизводственного процесса: связаны с вложениями по замене основных средств, проведению различных видов капитального ремонта, с пополнением запасов материальных и оборотных активов.
- **новационные инвестиции** - это, во-первых, инвестиции в модернизацию предприятия, в том числе в техническое переоснащение в соответствии с требованиями рынка; во-вторых, инвестиции, связанные с включением в состав предприятия технологических структур, гарантирующих бесперебойное и эффективное обеспечение

производства необходимыми сырьем, комплектующими, обслуживанием технологического производства (ремонт, наладка, разработка технической документации и т. п.).

2)Показатели динамического ряда. Данный метод позволяет нам определить наличие тренда, т.е. общей тенденции развития, и на основе этого сделать прогноз. Так как развитие инвестиционной деятельности происходит во времени, то изучение происходящих изменений очень важно для познания закономерности их динамики. Таким образом, для количественной оценки используются такие статистические показатели как: темпы роста и прироста, абсолютные приросты, а так же средние величины: средний абсолютный прирост, средний темп роста и прироста и т.д.

3)Метод корреляционно-регрессивного анализа. Этот метод позволяет определить количественные характеристики связей между признаками, а так же степень их взаимосвязи. Наиболее распространённой в статистике выступает методология парной корреляции. В ней рассматривают влияние вариации факторного признака X на результативный Y.Так, например, можно провести исследования влияние таких показателей как соотношение между потреблением и сбережением, уровень прибыли организации на объем осуществляемых инвестиций.

4)Индексный метод. Данный метод позволяет определить показатели, в дальнейшем с помощью которых можно охарактеризовать анализируемые показатели по территории, во времени, выявить роли факторов в изменениях сложных явлений, а так же изучить структуры и взаимосвязи. Так, к примеру, при изучении инвестиций можно воспользоваться территориальными индексами. Общие принципы данного метода при территориальных сравнениях во многом напоминают изучение динамики инвестиций. Каждая территория (регион) может быть взят как сравниваемый, так и в качестве базы сравнения.
При анализе инвестиционной деятельности в статистике так же широко применяются: графический метод (он используется для обобщения статистической информации об инвестициях, а так же предоставляет иллюстрации), показатели вариации (помогают оценить зависимость инвестиционной деятельности от воздействия внешних факторов), метод средних величин (этот метод помогает выделить отображение самых важных показателей инвестиционной деятельности), выборочный метод (этот метод позволяет нам при минимальной численности исследуемых единиц, прежде выбранных из совокупности, провести определенные исследования с меньшими затратами на труд и средства в наиболее короткие сроки).

Рассмотрим применение нескольких из перечисленных выше методов для анализа реальных статистических данных, приведенных в таблицах 1 и 3.

В таблице 1 представлены данные об инвестициях в основной капитал по видам экономической деятельности, млрд. руб.

Таблица 1 – Инвестиции в основной капитал по видам экономической деятельности (Российский статистический ежегодник 2012),(в млрд. руб.)

	2007	2008	2009	2010	2011
Инвестиции в основной капитал - всего	6716,2	8781,6	7976,0	9152,1	10776,8
в том числе по видам экономической деятельности:					
обрабатывающие производства	986,4	1317,8	1135,7	1207,6	1384,7
из них:					
производство машин и оборудования	58,7	75,3	55,2	62,0	59,8
производство электрооборудования,	32,6	40,8	33,5	35,1	40,7

электронного и оптического оборудования					
производство транспортных средств и оборудования	68,1	97,8	92,2	101,0	120,2

По данным таблицы 1 рассчитаем абсолютные и относительные показатели рядов динамики, оформив их в следующую таблицу.

Таблица 2 – Расчет относительных показателей динамики инвестиций в основной капитал по годам

	Абсолютный прирост, млрд. руб.				Темп прироста, в % к пред. году				Абсолютное значение 1% прироста			
	2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010	2011
Инвестиции в основной капитал - всего	2065,4	-805,6	1176,1	1624,7	30,7	-9,2	14,7	17,7	67,3	87,6	80,0	91,8
Обрабатывающие производства	331,4	-182,1	71,9	177,1	33,6	-13,8	6,3	14,6	9,9	13,2	11,4	12,1
из них:												
производство машин и оборудования	16,6	-20,1	6,8	-2,2	28,3	-26,7	12,3	-3,6	0,6	0,7	0,5	0,6
производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	8,2	-7,3	1,6	5,6	25,1	-17,9	4,7	15,9	0,3	0,4	0,3	0,3
производство транспортных средств и оборудования	29,7	-5,6	8,8	19,2	43,6	-5,7	9,5	19,0	0,7	0,1	0,9	1,0

Вывод:
По рассчитанным показателям динамики инвестиций, представленных в таблице 2 можно наблюдать, что величины как абсолютного прироста, так и темпа прироста в 2009 году имели отрицательные значения по всем секторам производства, что отражает сокращение объема инвестиций в основной капитал под влиянием произошедшего в 2008 г. финансового кризиса. Наибольшее снижение данный показатель достигает у предприятий по производству машин и оборудования (на 26,7%). В последующие года динамика инвестиций имеет положительную тенденцию для предприятий по производству электрооборудования и по производству транспортных средств и оборудования. Предприятия, выпускающие машины и оборудования, имеют нестабильную динамику реальных инвестиций.

Воспользовавшись графическим методом, по данным таблицы 2 наглядно изобразим динамику инвестиций в основной капитал по секторам. По оси Ох будут располагаться года, по оси Оу значения абсолютного прироста в млрд. руб.

Осуществление предприятиями инвестиционной деятельности оказывает определенное влияние на объем выпускаемой продукции. Проанализируем динамику данного показатели по основным направлениям машиностроительного сектора.

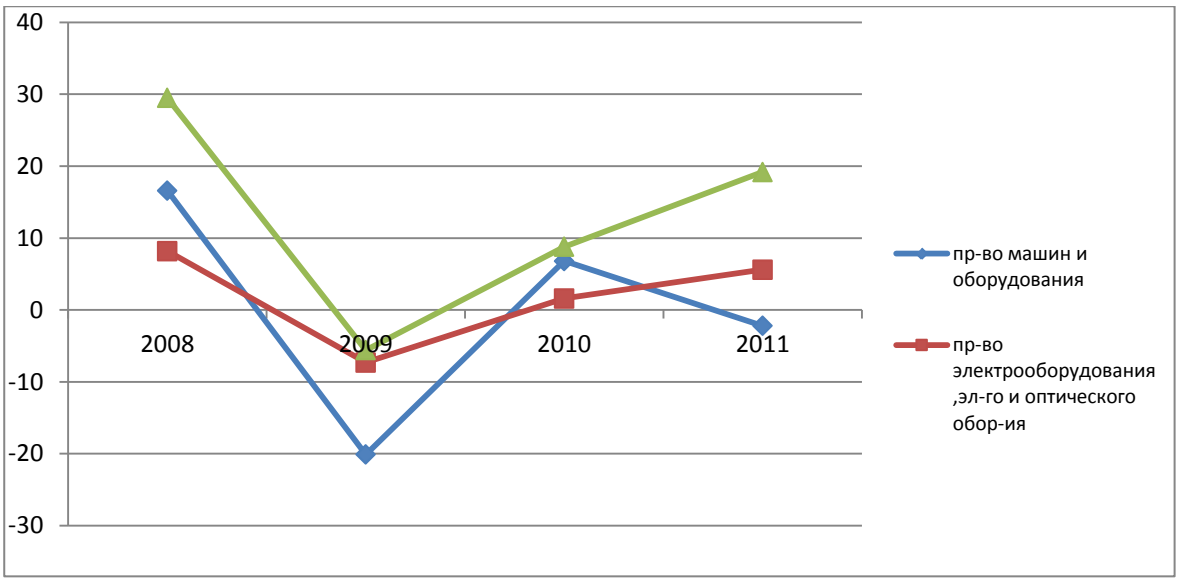


Таблица 3 – Динамика объема отгруженной продукции по годам

	Объём отгруженной продукции по годам (млрд. руб.)			
	2007	2008	2009	2010
Производство машин и оборудования	796	1001	802	875
Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	829	910	817	1027
Производство транспортных средств и оборудования	1284	1513	1119	1599

Рассчитаем абсолютные и относительные показатели динамики по объёмам отгруженной продукции по основным видам экономической деятельности машиностроительного комплекса за период с 2007 по 2010 года, представленных в таблице 3.

Таблица 4 – Расчет показателей динамики объема отгруженной продукции по секторам машиностроительного комплекса

Года	Производство машин и оборудования			Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования			Производство транспортных средств и оборудования		
	Абсолют-ный прирост, млрд.руб.	Темп роста в % к прерыд. году	Темп прироста в % к предыд.году	Абсолют-ный прирост в млрд.руб.	Темп роста в % к прерыд. году	Темп прироста в % к предыд. году	Абсолют-ный прирост млрд.руб.	Темп роста в % к прерыд. году	Темп прироста в % к предыд. году
2008	205	125,7	25,7	81	109,7	9,7	229	117,8	17,8
2009	-199	80,1	-19,9	-93	89,7	-10,3	-394	73,9	-26,1

2010	73	109,1	9,1	210	125,7	25,7	480	142,8	42,8

На основе рассчитанных показателей динамики, можно увидеть, яркое влияние финансового кризиса 2008 года: значение абсолютного прироста по всем видам экономической деятельности и величина относительного прироста (темпа прироста) за анализируемый период имели отрицательную величину, что свидетельствует о сокращении объема отгруженной продукции. Больше всего снизился данный показатель по производству транспортных средств и оборудования (на 26,1%). В 2010 г. имеется положительная динамика по всем рассматриваемым секторам.

Так же с помощью приведенных выше методов можно рассчитать средние показатели динамики. Определим средний объём отгруженной продукции по каждому виду экономической деятельности машиностроительного комплекса по формуле средней арифметической.

1) Средний объём отгруженной продукции по производству машин и оборудования составит 868,5 млрд. руб.

2) Средний объём отгруженной продукции по производству электрооборудования, электронного и оптического оборудования составит 895,7 млрд. руб.

3) Средний объём отгруженной продукции по производству транспортных средств и оборудования составит 1378,7 млрд. руб.

Вывод: Средний объём отгруженной продукции в секторе по производству транспортных средств и оборудования значительно превысил объёмы других двух секторов. По сравнению с сектором по производству электрооборудования, электронного и оптического оборудования средний объём по производству транспортных средств и оборудования составил на 483 млрд. рублей больше, а по сравнению с сектором по производству машин и оборудования на 510,2 млрд. рублей.

Машиностроительный комплекс России играет большую роль в экономике. От него зависит и уровень качества людей, и обеспечение нужд материального производства, индустриальное будущее страны. Для благоприятного дальнейшего развития машиностроительного комплекса необходимо повышения объема инвестиций и, прежде всего, реальных. С помощью статистических методов можно выявить закономерности развития машиностроительного комплекса, оценить динамику инвестиционной деятельности предприятий МСК и сделать прогноз дальнейшего его развития.

УПРАВЛЕНИЕ ЗАКУПКАМИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ПРОДУКЦИИ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК

Смолянская О.В., Самбурова В.В., Черняева Л. Р..
Московский государственный университет приборостроения и информатики (МГУПИ), факультет «Экономика и бухгалтерский учет»
Научный руководитель: д.э.н., профессор Кулаговская Т.А.

Для обеспечения высоких темпов экономического роста необходимо согласованное взаимодействие всех участников логистического процесса, начиная с источников получения сырья и заканчивая потреблением продукции конечными потребителями.

В целом материальный поток в процессе своего движения от поставщиков исходных ресурсов до потребителей готовой продукции проходит три стадии: закупочную, где элементами материального потока являются материальные ресурсы; производственную - незавершенное производство и сбытовую - готовая продукция. Важную роль в движении материального потока играет звено «закупки». Закупки обеспечивают механизм, инициирующий и контролирующий материальный поток через цепь поставок.[1]

На закупки приходится значительная доля расходов предприятия. Так, предприятия машиностроительного комплекса около 45 % тратят на закупки материалов. Поэтому закупочная деятельность отвечает за большую часть расходов предприятия, и даже относительно небольшие улучшения в этой области могут принести существенные выгоды.[2]

Недостаточное научное обоснование управления закупками на примере логистики приводит к снижению конкурентоспособности предприятий машиностроения, невыполнению ими миссии и целевых показателей с минимальными издержками.

Важной особенностью оказывающее непосредственное влияние на принятие решений в закупочной логистике машиностроительных предприятий является многономенклатурность, то есть наличие значительного количества видов закупаемых материальных ресурсов – от 100 и более позиций Рост номенклатуры и ассортимента товаров в цепях поставок требует развития методов, связанных с систематизацией многопродуктовых материальных потоков и группированием многономенклатурных запасов.

Однако проблемам управления многопродуктовыми потоками, вопросам хранения, переработки, структуризации и комплектации многопродуктовых запасов, как в теории, так и на практике, уделяется недостаточное внимание. Наиболее распространенные варианты аналитических решений – построение простых однопродуктовых цепей (сетей). В то же время известно, что переход от однопродуктовых к многопродуктовым поставкам является действенным инструментом повышения эффективности цепи поставок.

Проблема формирования теории, методологии и практики управления многопродуктовыми материальными потоками, необходимость выработки системных представлений о параметрах и условиях функционирования многопродуктовых потоков, их взаимосвязанности с сопутствующими финансовыми потоками предопределили актуальность данного исследования.
В нашей работе сформирована структура теории управления ММП, в основу которой положена типология задач, связанных с управлением ММП на различных участках цепи поставок, и моделей (методов) их решения**.** Структуру прикладной теории управления ММП предложено представить в виде восьми разделов (рис. 1).

I. Основы прикладной теории управления ММП. II. Управление закупочной деятельностью (снабжение). III. Управление и организация перевозок при многопродуктовых поставках. IV. Управление многопродуктовыми заказами. V. Управление операциями по переработке ММП на складах. VI. Управление распределением продукции. VII. Проектирование (реинжиниринг) систем управления ММП. VIII. Специфические виды расчетов, связанные с управлением многопродуктовыми материальными и сопутствующими им потоками. [4]

Необходимость рассмотрения указанных разделов обусловлена особенностями цепей поставок, связанными с наличием многопродуктовости.
Выделенные центры (фокусы) формирования, хранения и переработки ММП позволили предложить группы специфических задач по управлению ММП на каждом этапе их движения в цепях поставок.

Последовательность и взаимосвязь предложенных разделов теории основывается на системном подходе. Этот подход необходим в процессе формирования систем управления ММП, поскольку основан на методах, позволяющих анализировать сложные проблемы как единое целое и обеспечивающих рассмотрение многих альтернатив, каждая из которых описывается большим числом переменных. [8]

Для охвата всех этапов движения ММП вдоль интегрированной цепи поставок принципы теории систем должны быть согласованы и увязаны с принципами логистики (принцип общих логистических издержек, логистической координации и интеграции, моделирования и информационно-компьютерной поддержки и др.) и логистическими функциями (управление заказами, снабжение, поддержка производства, дистрибьюция, транспортировка, управление запасами, складирование и др.).

Предлагаемый подход к формированию теории управления ММП включает теоретическое обоснование и методологию применения системного подхода к управлению ММП в цепях поставок, а также основанное на выбранных принципах формализованное описание операций по решению частных задач управления ММП.

Существующая в настоящее время классификация материальных потоков (внешний – внутренний, непрерывный – дискретный, детерминированный – стохастический, стабильный – нестабильный, стационарный – нестационарный, равномерный – неравномерный и т.п.) требует дальнейшей доработки и корректировки. Объясняется это тем, что на основе подобного деления затруднён анализ потоков, обладающих несколькими вышеуказанными характеристиками.[3]

Немаловажным фактором является и то, что «многопродуктовости» как свойству материальных потоков, уделяется недостаточное внимание. По мнению автора, классификация ММП должна быть увязана с методами и моделями для их оценки, которые будет возможно использовать при дальнейших расчётах в процессе управления ММП. [5]

Следует отметить, что, несмотря на то, что тождественность понятий «многономенклатурный поток», «многоассортиментный поток» и «многопродуктовый»

Рис. 1. Структура прикладной теории управления многопродуктовыми материальными потоками

C_i –центры (фокусы) формирования, хранения и переработки многопродуктовых материальных потоков

поток носит дискуссионный характер, в целях разработки математического описания потоков, многономенклатурность и многоассортиментность нами приняты как частный случай многопродуктовости.

Предлагаемая классификация ММП представлена в табл. 3.

Таблица 2-Формирование прикладной теории управления ММП в цепях поставок

Разделы теории управления ММП	**Типы решаемых задач**	**Методы и модели управления ММП**
Управление закупочной деятельностью (снабжение)	Определение потребности в материальных ресурсах; определение типов закупок; оценка всех возможных источников закупаемых материальных ресурсов; выбор поставщика; доставка и сопутствующий сервис; контроль и оценка выполнения закупок	Модели обеспечения заданной надежности снабжения; использование аппарата классической теории управления; современные методы теории адаптации; методы и модели математического программирования; методы стохастической оптимизации; модели Марковских процессов с доходами; модели, учитывающие естественную убыль, инфляцию, одновременное воздействие нескольких типов ограничений
Управление транспортировкой при многопродуктовых поставках	Организация процесса транспортировки; задачи по размещению многопродуктовых партий в транспортных средствах; надежность, качество и минимизация расходов при многопродуктовых поставках	Задача о рюкзаке (определение рациональной загрузки автомобилей грузами, которые приносят наибольшую суммарную прибыль); модели выбора схем доставки; модель «точно в срок»; маршрутизация с учетом особенностей многопродуктовости
Управление многопродуктовыми заказами	Определение оптимального размера заказа; расчет показателей текущего и страхового запасов; оценка дефицита	Модель EOQ; система равномерной поставки; пополнения до максимального уровня; модели (стратегии) управления запасами с фиксированным размером заказа и фиксированной периодичностью заказа; методы расчета многопродуктовых задач; методы и модели организации многономенклатурных поставок по системе кратных периодов; методы решения многопродуктовой задачи при наличии ограничений
Управление операциями по переработке ММП на складах	Структуризация многономенклатурных материальных ресурсов; Учет и мнимизация затрат на управление группами материальных ресурсов (МР) и товарно-материальных	Задачи размещения многопродуктовых запасов; анализы АВС и XYZ; многомерный анализ ТМЗ; корреляционный анализ между различными группами ТМЗ; экономико-математическая модель

	запасов (ТМЗ)	классификации ТМЗ
Специфические виды расчетов в теории управления ММП	Оптимизация сопутствующих материальным финансовых потоков; минимизация рисков в процессе управления ММП	Модель влияния уровня запасов на показатели прибыльности и рентабельности; методы имитационного моделирования в целях оценки рисков вложения финансовых средств в запасы

Таблица 3- Классификация многопродуктовых материальных потоков

Признак классификации	**Характеристика ММП**
По типу многопродуктовости цепи (сети) поставок	С расширяющейся многопродуктовостью цепи (сети); С уменьшающейся многопродуктовостью цепи (сети)
По зависимости свойств стохастических потоков от начала отсчёта аргумента	Стационарные; нестационарные
По виду спроса на ММП	Зависимые (например, производственная логистика, когда заданы сроки и величины поставок ММП); Независимые (например, ММП в распределительной логистике)
По номенклатуре и соотношению продукции определенного вида	Однономенклатурные (одноассортиментные); многономенклатурные (многоассортиментные)
По наличию взаимосвязей между продуктами и ассортиментом	С отсутствием взаимосвязи; с наличием двумерных взаимосвязей; с наличием многомерных взаимосвязей
По наличию ограничений на одновременную поставку	С отсутствием ограничений; с ограничением по одному из параметров; с наличием ограничений по ряду параметров (по стоимости; по физико-химическим показателям и др.)
По количеству продуктов при формировании многопродуктового заказа	Постоянные; Переменные
По характеру движения, степени детерминированности и непрерывности во времени	Стабильные – нестабильные; равномерные – неравномерные; ритмичные – неритмичные; детерминированные – стохастические; непрерывные – дискретные

Большое значение имеет выявление типа многопродуктовости цепи поставок. Особенности материальных потоков с расширяющейся и сужающейся многопродуктовостью цепи (сети) поставок приведены на рис. 2, 3.

Сужающаяся многопродуктовость в цепях поставок возникает в случаях, когда ряд поставщиков, выпускающих различные виды продукции (например, узлы и агрегаты), снабжают фирму, производящую один вид продукции (например, производство сложной техники).

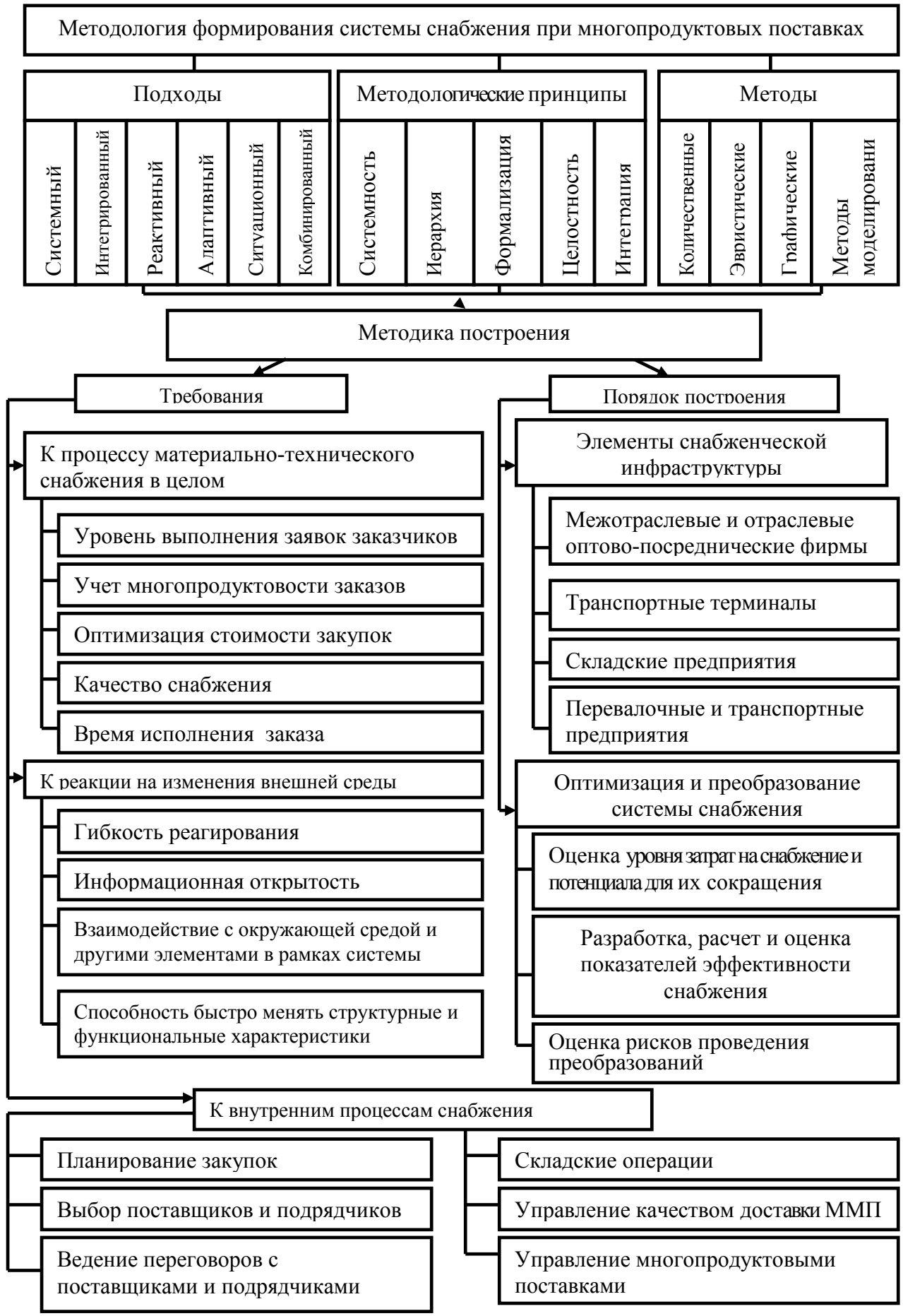

Методология формирования системы снабжения при многопродуктовых поставках
Подходы
Системный
Интегрированный
Реактивный
Адаптивный
Ситуационный
Комбинированный
Методологические принципы
Системность
Иерархия
Формализация
Целостность
Интеграция
Методы
Количественные
Эвристические
Графические
Методы моделировани
Методика построения
Требования
Порядок построения
К процессу материально-технического снабжения в целом
Уровень выполнения заявок заказчиков
Учет многопродуктовости заказов
Оптимизация стоимости закупок
Качество снабжения
Время исполнения заказа
К реакции на изменения внешней среды
Гибкость реагирования
Информационная открытость
Взаимодействие с окружающей средой и другими элементами в рамках системы
Способность быстро менять структурные и функциональные характеристики
Элементы снабженческой инфраструктуры
Межотраслевые и отраслевые оптово-посреднические фирмы
Транспортные терминалы
Складские предприятия
Перевалочные и транспортные предприятия
Оптимизация и преобразование системы снабжения
Оценка уровня затрат на снабжение и потенциала для их сокращения
Разработка, расчет и оценка показателей эффективности снабжения
Оценка рисков проведения преобразований
К внутренним процессам снабжения
Планирование закупок
Выбор поставщиков и подрядчиков
Ведение переговоров с поставщиками и подрядчиками
Складские операции
Управление качеством доставки ММП
Управление многопродуктовыми поставками

Рис. 4. Методология формирования системы снабжения при многопродуктовых поставках
Для цепей поставок с расширяющейся многопродуктовостью характерна ситуация, когда из одного и того же сырья делаются десятки видов готовой продукции (например, продукция тяжелой промышленности, производство промышленно-строительных материалов, кондитерских изделий и т.д.).
Совершенствование методов и моделей управления ММП требует упорядочения и формализации всего многообразия потоков.

Разработана методология построения систем снабжения материальными ресурсами, основанная на принципах системности, и позволяющая учитывать многопродуктовость цепи поставок.

Рассматривая многопродуктовость на различных этапах движения материальных потоков в цепях поставок, необходимо отметить тот факт, что для каждого из разделов предлагаемой теории могут быть рекомендованы свои методологические особенности управления ММП. Так, первый раздел – управление закупками (снабжение) – по мнению автора должен основываться на следующих принципах системного подхода: глобальной цели, иерархии, неопределенности и адаптивности, формализации, целостности и интеграции (рис. 4). [6]

Использование системного подхода позволяет избежать неопределенности и учесть быстроменяющийся характер окружающей среды функционирования предприятий. Именно целостное видение и описание исследуемых систем управления ММП позволяет воедино связать их различные аспекты.

Инфраструктура снабжения играет роль своеобразного «технологического каркаса» экономики и обеспечивает высокое качество доставки.

Формирование новой, рыночной системы взаимосвязей между экономическими субъектами на основе логистических принципов невозможно без создания новой снабженческой инфраструктуры, которая представляет собой систему каналов товародвижения и предприятий, обеспечивающих движение и доставку многопродуктовых заказов предприятиям-потребителям. В настоящее время особенно актуальной является проблема формирования адаптивной системы управления ММП, способной быстро и четко реагировать на быстроменяющиеся условия экономической конъюнктуры.

В соответствии с предлагаемой методологией представляется возможным учесть не только традиционные критерии построения систем снабжения, но и требования, выдвигаемые быстроменяющимися условиями внешней среды, что в результате позволяет оптимизировать многопродуктовые материальные потоки, ускорить оборачиваемость запасов, повысить качество выполнения многопродуктовых заказов, снизить затраты на организацию снабжения, уменьшить необходимый объем складских площадей, минимизировать риски некачественных поставок.

Литература

1.Д. Бауэрсокс, Д. Клосс Логистика. Интегрированная цепь поставок. - ЗАО «Олимп-Бизнес»: Москва 2005. – 635 с.
2.Бреднева Ольга Евгеньевна. Логистизация закупочной деятельности на машиностроительных предприятиях : диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.05. - Самара, 2005. - 177 с. : ил. РГБ ОД

3. «Управление цепями поставок»: Справочник издательства Gower / под ред. Дж. Гатторны (ред. Р. Огулин, М. Рейнольдс); Пер. с 5-ого англ. изд – М.: ИНФРА-М, 2010. – XXXIV, 670 с.
4.Кулаговская Т. А. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора экономических наук на тему: "Теория, методология и практика управления многопродуктовыми материальными потоками в цепях поставок" Санкт-Петербург: 2009.
5.Кулаговская Т.А. Актуальные проблемы управления материальными запасами в системах снабжения. Ставрополь: Возрождение; СИЭУ ФПГТУ, 2008. – 10,6 п.л.
6.Кулаговская Т.А. Методы и модели управления запасами организаций на основе логистического подхода. Ставрополь: СевКавГТУ, 2007. – 13,7 п.л.
7.Основы логистики: Учеб. пособие/ Под ред. Л. Б. Миротина и В. И. Сергеева. - М.: ИНФРА - М, 2009.
8. http://www.gks.ru/
9.www.elitarium.ru

МЕТОДЫ И МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «ПРОМТРАКТОР»

Буйнова Д.М.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт Экономики и Управления
Научный руководитель: доцент Козловская Л.Г.

Что такое материальные запасы? Хорошо или плохо иметь определенный запас нужных предприятию видов продукта на складах?

Материальный запас – это находящиеся на разных стадиях производства и обращения продукция производственно – технического назначения, изделия народного потребления и другие товары, ожидающие вступления в процесс производственного или личного потребления. Производственные и товарные запасы это часть материальных запасов.

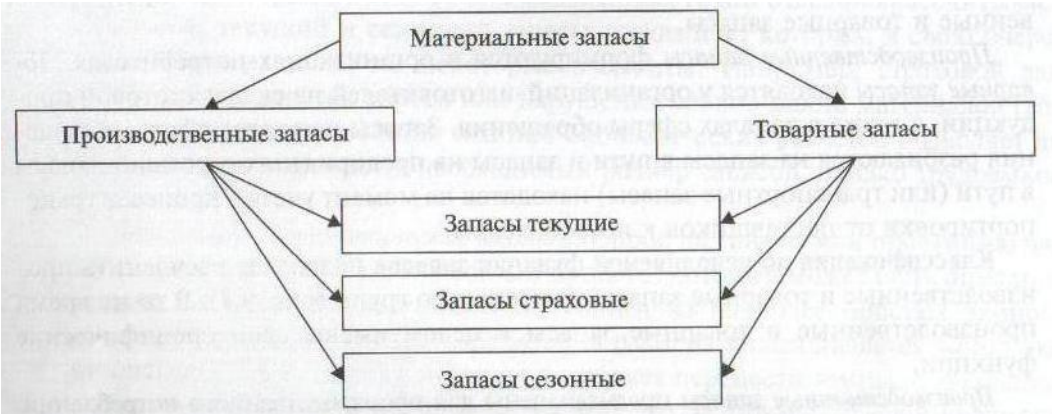


Рисунок 1 - Основные виды материальных запасов

При управлении запасами, необходимо помнить о том, что, с одной стороны, наличие запасов – это своеобразная гарантия того, что производство продукции будет своевременно обеспечено необходимым количеством материалов, а сбыт продукции – своевременно необходимым количеством готовой продукции, даже при возникновении каких-либо форс-мажорных обстоятельств (например, срыв поставок, резкий рост спроса на продукцию и т.д.). Однако, с другой стороны, запасы – это дополнительные финансовые затраты предприятия (на аренду, если это необходимо, складских помещений, специально обученный персонал, спецтехнику и т.д.). Поэтому любое предприятие старается не отказываться от запасов, поскольку необходимо обеспечивать беспрерывное производство, но при этом стремится минимизировать их объем с целью минимизации затрат на содержание запасов.

В настоящее время быстро развивающиеся производство не в состоянии обойтись без функций хранения того или иного вида продукта. Современному предприятию для выпуска продукции необходимо иметь на складе различные материальные ресурсы, поставляемые от многих других предприятий, в большинстве случаев находящихся довольно далеко.

Как правило, осуществления поставки сырья и материалов от поставщика к потребителю происходит периодически, а их потребление - непрерывно, что приводит к несовпадению по времени с поступлением, что бы не было застоя работы на предприятии необходимо создавать резервные запасы нужных ему ресурсов.

Запасы на любом предприятии состоят из значительной части оборотных средств и поэтому влекут за собой существенную часть капиталовложений, соответственно очень важно, чтобы

управление запасами было эффективно, для того чтобы капиталовложения не становились необоснованно большими.

Модели управления запасами призваны решать вопросы организации запаса и пополнения соответствующего продукта или товара. Одно из главных это выбор моментов подачи заказов на наполнение запаса, выбор объема пополнения запаса и другие варианты принятия необходимых решений.

Задача оптимального управления запасами встает в организациях в большинстве случаев из-за того, что хранение продукции одного вида может требовать таких условий освещенности, влажности, температуры, которые не согласуются с условиями хранения других видов продукции, это приводит к конкуренции продуктов за режим хранения. Суммарная стоимость оптимальных партий может не вписываться в бюджет организации. Возникает конкуренция за ограниченный объем затрат. При грамотном управлении запасом потребность в складских площадях, как правило, существенно меньше, чем планировалось ранее, что значительно уменьшает издержки предприятия. Единого критерия для решения задачи оптимизации уровня запасов в теории и практике управления запасами нет, поэтому следует исходить из варианта минимизации или всех видов логистических издержек, или только некоторой их группы. В этом случае можно использовать различные критерии оптимизации уровня запасов, например, соотношение входящих и выходящих денежных потоков, или реализация технологии «just-in-time», или различные модели. Существует ряд детерминированных моделей управления запасами, однако в реальных условиях всегда присутствует неопределенность, которая делает этот процесс случайным. Основные источники неопределенности в системах управления запасами связаны со спросом, который не всегда может быть точно спрогнозирован, а также со сроками поставки, так как реальный срок поставки часто не совпадает с запланированным. Управление этой неопределенностью — ключ к сокращению уровней запасов и удовлетворению ожиданий клиента.

Основные цели закупочной логистики и управления материальными запасами состоят из бесперебойного обеспечения предприятия необходимыми материальными ресурсами, которые отвечают принятым стандартам качества, с наименьшими суммарными затратами и издержками на движение материального потока, которые состоят из:

- номинальной цены;
- затрат на доставку;
- расходов на содержание запасов;
- и другое.

Главный инструмент оптимизации управления запасами - расчёт оптимального размера поставки. Формула Вильсона выделяют среди существующих моделей расчета, которую зачастую называют формулой оптимального размера заказа или формулой экономичного размера заказа (Economic order quantity - EOQ).

$$Q = \sqrt{\frac{2AS}{I}},$$

где: Q – оптимальный размер заказа, шт.;

A – затраты на поставку единицы заказываемой товарно – материальной ценности, руб.;

S – потребность в заказываемом продукте за определенный период, шт.;

W – затраты на хранение единицы запаса, руб./шт.

На настоящий момент разработано значительное число моделей и методов, составляющих научную основу логистического менеджмента. В данной работе я рассмотрю модель расчета оптимального размера заказа (модель EOQ) на примере ОАО «Промтрактор». Модель

расчета оптимального размера заказа (модель EOQ) является самой распространенных из всех моделей и методов управления запасами, представленных в отечественных и зарубежных научных источниках. Модель EOQ базируется на известной концепции общих логистических затрат, при этом ее классический вариант основан на минимизации суммарных затрат, включающих лишь две составляющие, а именно затраты на выполнение заказов и затраты на хранение запаса на складе в определенный период времени (год, квартал и т.п.).

Формула Вильсона считается одной из самых простых, популярных, но очень часто специалисты по логистики отказываются от её применения, обосновывая это тем, что формула имеет ряд серьёзных ограничений и допущений. Существует ряд допущений для формулы Вильсона:

- расход материальных ресурсов должно осуществляться непрерывно и равномерно;
- период между двумя смежными поставками должен быть постоянным;
- удовлетворение спроса происходит полностью и мгновенно;
- отсутствие транзитных и страховых запасов;
- площадь склада не ограничена;
- затраты на размещение и выполнение заказа не зависят от размера заказа и постоянные в течение планового периода;
- цена поставляемой продукции в плановом периоде постоянна;
- затраты на содержание запасов необходимой продукции в определенный период времени постоянны и не зависят от сумм вложенных в запасы средств и сроков;
- распределение ответственности за выполнение логистических операций между участниками цепи поставок;
- повышение оборачиваемости капитала.

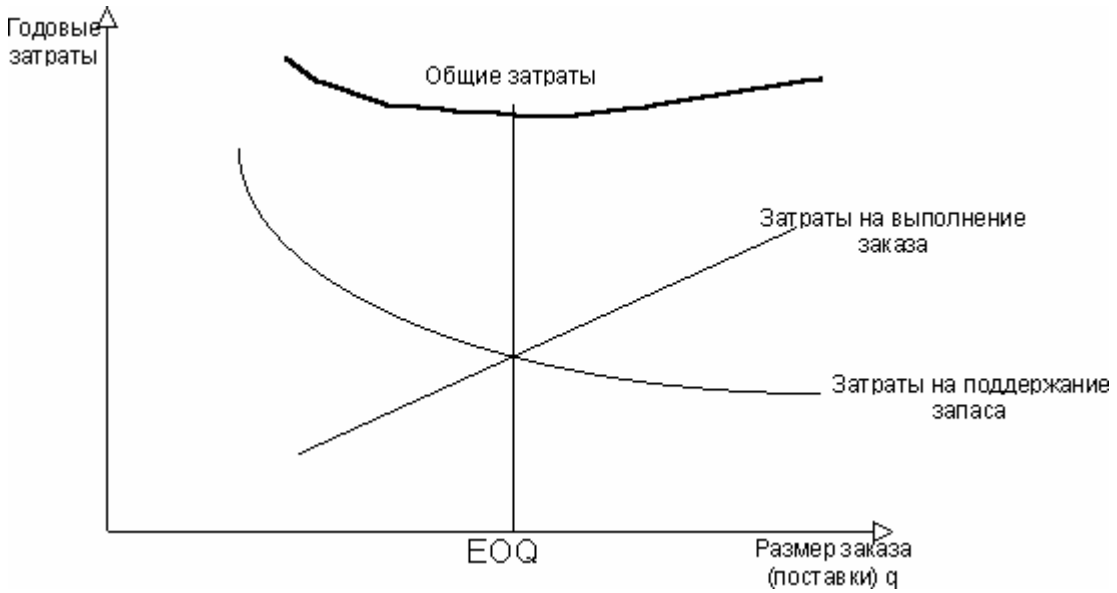


Рисунок 2 - Модель EOQ

Рассмотренный выше ряд допущений обязывает следовать определенным условиям, включающих много ограничений практического характера, без которых пользоваться формулой Вильсона нецелесообразно.

Предпринимались попытки изменить условия алгоритма расчета по формуле Вильсона. С изменением алгоритма расчета стал возможен анализ системы скидок, вариант формулы с

пополнением запасов в течение некоторого времени, расчёт размера поставки в преддверии ожидаемого повышения цен на закупаемый товар.

Без ответа остаются следующие вопросы: как рассчитать размер заказа, если доставка производится поставщиком и стоимость доставки может быть включена в цену товара, как учесть существующие в наличие страховые запасы на складе, возможно ли использование в расчётах цены материалов с налогом на добавленную стоимость (НДС) или без НДС и т.п. Эти немаловажные вопросы могут вводить в заблуждение специалистов по логистики, которые могут усомниться в подлинности модели и дальнейший отказ от применения основного инструмента оптимизации поставок.

Действующая система управления запасами на предприятии ОАО «Промтрактор» несовершенна и требует либо кардинальной модернизации, либо качественной замены на более новую, проверенную опытом других предприятий, упорядоченную систему управления запасами. Для внедрения такой системы необходимы определенные ресурсы, которыми располагает само предприятие, либо может приобрести их со стороны.

При использовании EOQ-модели на предприятии ОАО «Промтрактор» несмотря на то что затраты на хранение почти в два раза больше, чем при использовании существующей модели поставок, однако в совокупности с затратами на заказ, общие издержки на поставки стали при существующей модели превышают издержки модернизированной модели. Таким образом, совершенствование системы управления запасами с помощью модели EOQ способствует сокращение общих затрат на содержание запасов и поставку заказа в целом на 15 %.

Так же завод сам располагает приемлемым количеством ресурсов для совершенствования системы управления запасами, такими как:

- Складские ресурсы – поскольку предприятие уже имеет склад, хотя неэффективно его использует, это хорошая предпосылка для того, чтобы внедрить более эффективную систему управления запасами и контроля над ними.
- Трудовые ресурсы – на заводе имеется небольшой штат квалифицированных работников, специализирующихся на работе в складских помещениях: грузчики, кладовщики, контролеры.

Благодаря оптимизации размера поставляемого заказа и интервала между поставками с помощью модели EOQ мы смогли добиться увеличения показателя оборачиваемости запасов и уменьшения длительности оборота этих запасов. Так же с использованием данной модели удовлетворение спроса происходит полностью и мгновенно. С помощью применения модели EOQ на предприятии ОАО «Промтрактор» была распределена ответственность за выполнение логистических операций между участниками цепи поставок, что способствует разделению обязанностей среди персонала. С помощью формулы Вильсона можно решить такую задачу как выбор одного из нескольких предложений потенциальных поставщиков.

Каждое из возможных предложений могут отличаться друг от друга следующем:

- цена (система скидок);
- условия оплаты;
- затраты на доставку;
- под разных поставщиков могут резервироваться различные объёмы страховых запасов, которые влияют на величину связанного капитала и расходов на него.

Формула позволяет провести оценку предложений поставщиков по критерию наименьших суммарных затрат в денежном выражении.

То есть в процессе использования модели EOQ на предприятии ОАО «Промтрактор» будет своя надежная система закупки материалов и сбыта, т.е. определенный круг поставщиков и заказчиков. На производстве не будет возникать проблем с простоями и заказы будут выполняться точно в установленные сроки.

ИННОВАЦИОННОЕ ВЗАМОДЕЙСТВИЕ ОТРАСЛЕВЫХ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Пряничникова А. К.
Цзен М. С.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт экономики и управления, специальность «Менеджмент»
Научный руководитель: старший преподаватель, Задорнова Н. А.

Существующие проблемы и пути их решения

Высшее учебное заведение имеет наибольший интеллектуальный потенциал будущих работников. Его главными функциями являются:

- сохранение культурно-образовательного национального потенциала;
- повышение уровня образованности населения и научно-технического развития страны;
- воспроизводство накопленных знаний и опыта поколений.

В то же время, высшее учебное заведение является субъектом рыночной экономики, товаропроизводителем интеллектуального продукта и образовательных услуг. Таким образом, вуз подвержен влиянию рыночных изменений.

В настоящее время вчера еще студенты, а сегодня соискатели оказались в очень выгодной ситуации в том плане, что многие развитые фирмы с охотой берут на работу выпускников университетов. Это объясняется как экономическим подъемом в стране, так и необходимостью компенсировать естественное выбытие опытных кадров.

Подавляющее большинство компаний не верит (да и тому есть конкретные подтверждения), что полученное в вузе образование позволит молодому специалисту быстро и эффективно включиться в работу. Полученные в университете знания рассматриваются компаниями лишь как отправная точка для дальнейшего обучения нового работника. Большую ценность несет в себе потенциал бывшего студента и его желание работать в той или иной организации, быстрая обучаемость, а также желание профессионально развиваться.

«Проще научить, чем переучивать» - лозунг большинства современных компаний.

Работодателей не совсем устраивают знания выпускников, которые, по их мнению, зачастую оторваны от действительности, творящейся в современном предпринимательстве.

По словам работников промышленных компаний, сейчас в отличие от советских времен первыми осваивают новейшие технологии производства не профильные вузы, а предприятия, работающие в условиях рынка.

Таким образом, главная претензия работодателей к вузам - оторванность знаний, получаемых студентами, от практики. Проявляться это может по-разному - как в неумении обращаться с современным оборудованием, так и в отсутствии многих компетенций (молодым специалистам тяжело войти в рабочий ритм, быстро научиться правильно общаться и тому подобное).

Выходом из такой ситуации большинство работодателей считают следующее:

1) увеличение сроков и углубление содержания производственной практики;
2) пополнение преподавательских кадров специалистами из реального бизнеса и производства.

Наиболее массовой моделью взаимодействия ВУЗов и предприятий является целевая подготовка специалистов, которая финансируется самим будущим работодателем; в некоторых случаях работодатели и вузы совместно разрабатывают программы, нацеленные непременно на удовлетворение потребностей конкретного предприятия.

Способов взаимодействия университетов и институтов и предприятий накопилось немало. Большинство высших учебных заведений располагают внушительным перечнем компаний-партнеров, а многие организации уже размышляют вместе с вузами, как сократить разрыв между теорией и практикой.

В качестве основных проблем, возникающих на пути их взаимодействия, необходимо отметить следующие:

1. Низкий рост промышленного производства и производительности труда. В основном на контакт с вузами идут передовые, интенсивно развивающиеся организации, однако и они зачастую склонны брать опытных, пусть и не очень «продвинутых» специалистов, а не тратиться на подготовку современной инженерной элиты.
2. Расходы промышленных предприятий на оплату обучения своим работникам в высших учебных заведениях, так же как и расходы по безвозмездной передаче имущества, оборудования и финансовых средств относятся на убыток предприятий, что делает абсолютно невыгодными их взаимоотношения с образовательными учреждениями.

Поскольку связь современного образования с производством является базовым концептуальным стержнем – обеспечения условий интенсификации развития экономики страны, необходима продуманная государственная политика по взаимодействию вузов с организациями крупного, среднего и малого бизнеса.

Мнение и предложения BMW Group Russia

Продолжая рассмотрение вышеизложенной проблемы, хотелось бы немного подробней рассказать о том, как данный вопрос представляет один из крупнейших производителей автомобилей в мире – компания БМВ.

На наши вопросы любезно согласился ответить старший специалист по подбору и развитию персонала - Оржеховская Людмила, BMW GROUP РОССИЯ.

Ответы на первые два вопроса, а именно «С какими основными проблемами сталкиваются Ваши сотрудники при работе со студентами, проходящими стажировку, каких знаний им не хватает? Есть ли у Вас предложения по решению данных проблем?», были следующими: «Во-первых, определение нехватки тех или иных знаний зависит от выбранного отдела, в котором студент собирается проходить стажировку. Во-вторых, касательно общих проблем, с которыми сталкивается компания – это отрыв теории от практики, устаревшая теория и нехватка практических знаний». Для решения данных проблем, было предложено проходить как можно больше стажировок.

Следующий вопрос был таким: «По каким критериям Вы принимаете студентов на стажировку?» Нам ответили, что критерии для всех едины, а именно:

- определенная компетенция (Способность, качество или умение человека, проявляющееся в поведении);
- необходимые навыки;
- личные качества.

Также был приведен пример прохождения стажировки студенткой одного из московских вузов, по итогам которой она будет зачислена в штат отдела послепродажного обслуживания.

И наконец, ответ на вопрос: «С какими ВУЗами Вы чаще всего взаимодействуете, и по каким специальностям?», был таков: «В первую очередь мы взаимодействуем с профильными ВУЗами, такими как МАМИ, МАДИ, МГТУ им. Баумана и в основном по техническим специальностям».

Плюс ко всему, нам предоставили нижеприведенный рисунок 1, в котором показано процентное соотношение выпускников МАМИ и других вузов в BMW GROUP РОССИЯ, без учета дилеров. Данные собраны в марте 2013 года.

Рисунок 1 - Процентное соотношение работников относительно оконченных ВУЗов (по данным BMW Group Russia)

Деятельность «АВТОВАЗ»

В образовательных центрах вузов ведется большая работа по подготовке и переподготовке кадров для ОАО «АВТОВАЗ» и его смежников. Производитель отечественных автомобилей считает необходимым объединение интеллектуальных, финансовых и материальных ресурсов с целью:

- использования научно-технического и инновационного потенциала вузов для решения актуальных проблем автомобильной отрасли отечественной промышленности;
- координации и развития научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ и инновационной деятельности вузов; поддержки перспективных исследований, развивающих новые технические идеи в области автомобилестроения;
- развития систем качества на АО «АВТОВАЗ» и предприятиях-смежниках;

- подготовки специалистов и кадров высшей квалификации для ОАО «АВТОВАЗ», переподготовки и повышения квалификации кадров для автомобильной отрасли;
- привлечения ученых высшей школы к разработке научно-обоснованной концепции развития автомобильной отрасли в XXI веке; сохранения и повышения уровня научно-педагогического потенциала вузов.

21 марта 2012 года в Тольяттинском государственном университете, был проведен подготовительный семинар к проведению Объединенного научно-технического совета ОАО «АВТОВАЗ», Тольяттинского государственного университета, Самарского государственного аэрокосмического университета.

Он должен помочь в формирования приоритетных направлений НИОКР на среднесрочную (до 5 лет) и краткосрочную (на один год) перспективы в рамках реализации программы инновационного развития ОАО «АВТОВАЗ». Председателем НТС был назначен директор по инжинирингу ОАО «АВТОВАЗ» – А. Дибуан.

М.М. Криштал подчеркнул, что встреча топ-менеджмента «АВТОВАЗа» со студентами ТГУ, свидетельствует о том, что АВТОВАЗ нуждается в специалистах. На сегодняшний день российский автогигант ставит перед собой масштабные задачи по обновлению материально-технической базы, модельного ряда, улучшению качества производимой продукции.

Решения проблемы, предлагаемые МГМУ (МАМИ) (к.э.н. доц. Аленина Е.Э., Зюлина В.В., Осипов И.С.)

Так как автомобильная промышленность является одним из ключевых факторов успешного развития промышленного комплекса государства в целом, авторами предлагается ряд мероприятий по повышению конкурентоспособности кадров автомобильной промышленности:
- взаимодействие предприятий отечественного машиностроения с зарубежными автомобильными концернами;
- система менеджмента качества для предприятий автомобильной промышленности;
- получение второго высшего экономического образования параллельно или после диплома инженера в сложившейся российской системе образования, либо после получения диплома бакалавра техники и технологий продолжить обучение в магистратуре по экономическим направлениям в соответствии с Болонской декларацией.

Международное сотрудничество

Важнейшим направлением развития автомобильной промышленности является тесное взаимодействие с зарубежными автомобильными концернами. Только с их помощью, используя их богатый опыт производства, можно развить и модернизировать частично устаревшую отрасль автомобилестроения. Правительство Российской Федерации постоянно ищет пути взаимодействия с зарубежными автомобильными концернами, однако только стремления государства недостаточно, процесс эффективного взаимодействия должен быть комплексным и непрерывным.

Система менеджмента качества для предприятий автомобильной промышленности

Система менеджмента качества направлена на повышение качества работы персонала и, таким образом, может содействовать предприятиям автомобильной промышленности в повышении лояльности потребителей, которым необходима продукция, удовлетворяющая их потребности и ожидания.

Повышение качества функционирования предприятия подразумевает переобучение и профессиональную переподготовку кадров машиностроительного комплекса России, связанную с непрерывным процессом внедрения инноваций и постоянной модернизацией производства. В высокотехнологичных отраслях, в том числе в автомобильной промышленности это особенно акту.

Взаимодействие МГМУ (МАМИ) с работодателями автомобильной промышленности

В университете действует Отдел практики и трудоустройства, который устанавливает взаимодействие с кадровыми службами ведущих организаций машиностроительной отрасли в Москве, регионах России и за рубежом. К мероприятиям отдела, которые проводятся совместно с партнерами также можно отнести:

- «Ярмарки вакансий»;
- «Дни карьеры»;
- мастер-классы;
- тренинги и презентации;
- экскурсии на предприятия.

Основная цель Отдела практики и трудоустройства – довести студента или выпуска до собеседования с работодателем. Работники помогают правильно составить резюме, связываются с организациями, предоставляющие вакансии по всем вопросам, интересуются результатами. Партнеров УМ порядка 100, 5 из которых, как пример, показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Партнеры Университета Машиностроения (разработка автора на основе данных, предствленных на официальном сайте МГМУ (МАМИ))

№	Название	Направление деятельности
1	Genser	Сегодня группа является официальным дилером марок Nissan, Infiniti, Ford, Chevrolet, Opel, Cadillac, Mazda, Volkswagen, Hyundai, Jaguar, Land Rover. Клиенты выбирают Genser за неизменно высокое качество обслуживания и возможность подобрать наиболее подходящую модель в любом сегменте - от бюджетного до премиального.
2	Major Auto	В настоящее время холдинг MAJOR представляет 32 автомобильных бренда: Jeep, Chrysler, Dodge, Nissan, Ford, Land Rover, Jaguar, BMW, Renault, Skoda, Mercedes-Benz, Mazda, Mitsubishi, Audi, Honda, Volvo, Toyota, MINI, Peugeot, Citroen,Volkswagen, Chevrolet, Opel, Saab, Hummer, Cadillac, Lexus, Fiat, SsangYong, Suzuki, Subaru, Kia. Каждая автомобильная марка представлена отделом продаж, станцией технического обслуживания, отделом продаж запасных частей и аксессуаров. По количеству представленных брендов Major является лидером на рынке. В структуре MAJOR более 60 автосалонов.
3	Renault	Автопроизводитель мирового масштаба с более чем столетней историей. Благодаря своим инновациям Renault предлагает своим клиентам широкий модельный ряд, отличающийся высоким уровнем безопасности, функциональности и комфорта. Сохраняя лидирующие позиции в Европе, Renault постоянно усиливает свое присутствие в других регионах.

Продолжение таблицы 1

4	«1-й Архитектор бизнеса»	Предоставляет полный спектр услуг по автоматизации предприятий и неизменно входит в тройку ведущих партнеров «1С». Компания занимает 1-е место в отраслевых рейтингах компании «1С» по автоматизации производства и бюджетных организаций.
5	Softline	В настоящее время компания является авторизованным партнером и реселлером более 3000 компаний-производителей программного обеспечения: Microsoft Gold Certified Partner, Symantec Platinum Partner, Citrix Platinum Solution Advisor, VMware VIP Enterprise Partner, McAfee Elite Solution Provider Partner, Kaspersky Lab Premier Partner, ESET Premier Partner, Corel Platinum Partner, Adobe Silver Solution Partner, Autodesk Gold Partner, ABBYY Large Reseller и многие другие.

Также на сайте Отдела можно узнать о вакансиях, предоставляемых различными компаниями. Вот некоторые из них.

Помощник автоэлектрика

Специализация:	технические
Город:	Москва
	Требования к кандидату
Обязанности:	Установка системы охраны. Установка неоригинальных систем комфорта. Дооснащение ам. Арматурные работы. Электрические работы.
Пол:	мужской
Возрастная категория:	от 20 до 35
Образование:	неоконченное высшее
Владение компьютером:	Уверенный пользователь.
Дополнительно:	Электротехнические навыки. Знание устройства ам. Аккуратность, ответственность, коммуникабельность.
	Условия работы
График:	сменный
Тип занятости:	полная
Уровень заработной платы:	30100

Дополнительно:	• Работа в стабильной крупной компании (20 лет на рынке, более 4000 сотрудников); • Официальная заработная плата; • Оформление в соответствии с Трудовым кодексом РФ, оплачиваемый отпуск 28 календарных дней; • Оплачиваемый больничный лист в размере 100% среднего ежемесячного дохода; • Льготное добровольное медицинское страхование; • Корпоративная столовая, льготное питание; • Корпоративное обучение; • Возможность профессионального и карьерного роста.
Размещено:	Группа компаний «Независимость»

Специалист по продажам

Специализация:	все
Город:	Москва
	Требования к кандидату
Обязанности:	Поиск клиентов, консультирование, составление коммерческих предложений, сопровождение клиента до момента заключения договора, заключение договоров. Ведение текущих проектов на стадии согласования и реализации, поддержание связей с заказчиками. Выезд на площадки для согласований, посещение профильных мероприятий, выставок
Пол:	мужской
Образование:	не имеет значения
Владение компьютером:	Word, Excele, PowerPoint
Дополнительно:	Личные качества: ответственность, внимательность к деталям, коммуникабельность, активная жизненная позиция
	Условия работы
График:	полный день
Тип занятости:	частичная
Уровень заработной платы:	17 000 + проценты
Размещено:	ООО «ШАТРОВЪ»

Более того отдел занимается работой со студентами, обучающимися по целевому набору, которые после окончания обучения должны будут отработать несколько лет на определенных предприятиях, к числу последних относятся:

- ОАО «Московский машиностроительный завод «Вперед»»;
- ОАО «Московский научно-исследовательский институт «Агат»»;
- ОАО «Научно-исследовательский институт технического стекла»;
- ОАО «Научно-производственное предприятие «Салют»» и другие.

Также представляет интерес программа дистанционного обучения Международного автомобильного холдинга «Атлант М», который работает на рынке 20 лет и является крупнейшим объединением компаний в СНГ (России, Украине и Беларуси). «Атлант М»

специализируется на продаже, гарантийном и сервисном обслуживании автомобилей, а так же на поставках запасных частей.

В составе холдинга присутствует Институт Бизнес Технологий (ИБТ), который проводит программы повышения квалификации для сотрудников организации, а также подготавливает будущих работников. Программ «Будущая элита Холдинга» направлена на достижение максимально возможной компетентности ее сотрудников.

Каждый год отбираются из выпускников ВУЗов в регионах присутствия Холдинга (Минск, Москва, Киев, Санкт-Петербург, Орел, Харьков, Смоленск, Брест и т.д.) лучшие старшекурсники, стремящиеся сделать карьеру в высокотехнологичном бизнесе и динамично развивающейся компании. Одна из целей программы состоит в том, чтобы выпускники ИБТ занимали 70-80% ключевых постов в управлении Холдингом и его бизнес-единицах.

Москве предоставлено 13 мест в этой программе. МГМУ (МАМИ) отведено среди них 3-4 места (в 2013 году 3). Программа состоит из 3х курсов обучения:
- менеджмент;
- маркетинг;
- финансы.

Длительность составляет 9 месяцев и разбивается на 2 семестра: с конца марта по июнь и с сентября по начало декабря. Обучение проводится через интернет. У каждого студента существует свой логин и пароль для входа в систему, в которой еженедельно появляются материалы для подготовки и домашние задания. Периодически проходят контрольные тесты. Домашние задания оцениваются по 100 бальной шкале, также на ответы открытых вопросов приходят рецензии. Необходимо во время присылать материалы, иначе грозит отчисление.

По итогам обучения лучшие студенты имеют приоритетное право на собеседовании, по итогам которого 95% получают рабочее место в компании.

В заключение можно привести отчеты о трудовой занятости выпускников МГУИЭ и МГТУ «МАМИ», представленные в таблицах 2.1-2.2.

Таблица 2.1 – Отчет о трудовой занятости выпускников МГУИЭ 2010-2012 гг. (По данным Отдела практики и трудоустройства)

Год	Процент выпускников, направленных на работу	Процент выпускников, состоящих на учете в службе занятости (%)	Процент выпускников, работающих в регионе (%)	Количество выпускников
1	2	4	5	6
2010	0	0	94	1445
2011	0	0	94	1239
2012	0	0	94	1641

Из таблицы видно, что университет не направлял на работу выпускников и никто из них не обращался в службу занятости. Большинство бывших студентов работают в Москве.

Год	Процент выпускников, направленных на работу	Процент выпускников, состоящих на учете в службе занятости (%)	Процент выпускников, работающих в регионе (%)	Количество выпускников
1	2	4	5	6
2010	0	0	94	582
2011	0	0	94	308
2012	0	0	94	1641

Таблица 2.2 – Отчет о трудовой занятости выпускников МГТУ «МАМИ» за 2010-2012 гг. (По данным Отдела практики и трудоустройства)

Результаты аналогичны предыдущим: университет не направлял на работу, в службе занятости никто не состоит, большинство работают в Москве.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ РЕКЛАМНОГО РЫНКА В РОССИИ

Панфилов В.Д.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Институт непрерывного образования. Центр ИМК.
Научный руководитель: д.э.н., проф. Секерин В. Д., к.т.н., доц. Саранчин В.К.

Очевидно, что реклама давно стала неотъемлемой частью современного информационного общества и культурного слоя человечества. Рекламные сообщения на разных носителях атакуют человека со всех сторон. Благодаря техническому прогрессу с каждым годом таких носителей становится всё больше. Если оглянуться на прошлое рекламы, то можно обнаружить, что количество разных её разновидностей увеличивается с огромной скоростью.

Естественный отбор сильнейших рекламных агентств, действующих на российском рекламном рынке, структурирование рекламного бизнеса, обеспечение его законодательной базой способствовали профессиональному росту российских рекламистов и позволяли им в ряде случаев успешно конкурировать с зарубежными коллегами.

Тенденции, происходящие в российской экономике, оказывают положительное влияние на развитие рекламного рынка, и поэтому мы решили изучить эту область.

Цель исследования – определить тенденции развития рекламного рынка на основе показателя валового внутреннего продукта (ВВП) и рекламного рынка России.

Проанализируем показатели российского рынка рекламы и ВВП с 1997-2011гг в нашей стране.

С точки зрения *экономики* рекламная деятельность — это вид бизнеса. Его целью является разработка и производство различных видов рекламной продукции, которая продается, как и любой другой товар или услуга. Сегодня работа рекламных агентств — основных «фабрик» по производству рекламы — ничем не отличается от деятельности компаний по выпуску автомобилей, мебели или стирального порошка. В этом смысле, как и любая другая производственная деятельность, рекламная имеет исследовательский и творческий этапы, а также этапы изготовления продукта и реализации его на рынке.

Один из главных показателей развития экономики страны - объем ВВП, т. е. величины совокупной рыночной стоимости товаров и услуг, созданных (произведенных) за год во всех отраслях экономики. Он равен сумме объемов потребления, инвестиций, государственных расходов и «чистого» экспорта (т.е. экспорта за вычетом импорта). С другой стороны, ВВП рассчитывается как сумма добавленной стоимости во всех отраслях материального производства (производство товаров) и сферы услуг.

Чтобы выяснить, как ВВП влияет на российский рынок рекламы, определим корреляцию между этими величинами.

Корреляция является ключевым понятием, описывающим связи между переменными. Корреляция (от английского correlation — согласование, связь, взаимосвязь, соотношение, взаимозависимость); термин впервые введен Гальтоном (Galton) в 1888 г. Корреляция между парой переменных (парная корреляция) — это мера связи (зависимости) именно между этими переменными.
Например, известно, что ежегодные расходы на рекламу в США очень тесно коррелируют с валовым внутренним продуктом, коэффициент корреляции между этими величинами (с 1997 по 2011 г.) равен 0,9899.

Для того чтобы оценить зависимость между двумя переменными, наиболее подходящим коэффициентом будет коэффициент корреляции Пирсона r (Pearson, 1896), называемый также линейной корреляцией, так как он отражает степень линейных связей между переменными.

Коэффициент корреляции - r Пирсона между переменными Y_1 Y_2 вычисляется следующим образом:

$$r = r(Y_1, Y_2) = \frac{\sum_{i=n}^{n} (Y_{1i} - \overline{Y_1}) \times (Y_{2i} - \overline{Y_2})}{\sqrt{\sum_{i=n}^{n} (Y_{1i} - \overline{Y_1})^2 \times (Y_{2i} - \overline{Y_2})^2}},$$

где Y_1 — среднее переменной Y_1, Y_2 — среднее переменной Y_2.

На рис.1, рис.2, рис.3 рис.4 представлены данные по ВВП России, объём рекламного рынка и их относительное соотношение в 1997-2011 гг. (IMF, World Economic Outlook Database: October 2012, по данным World Bank, АКАР)

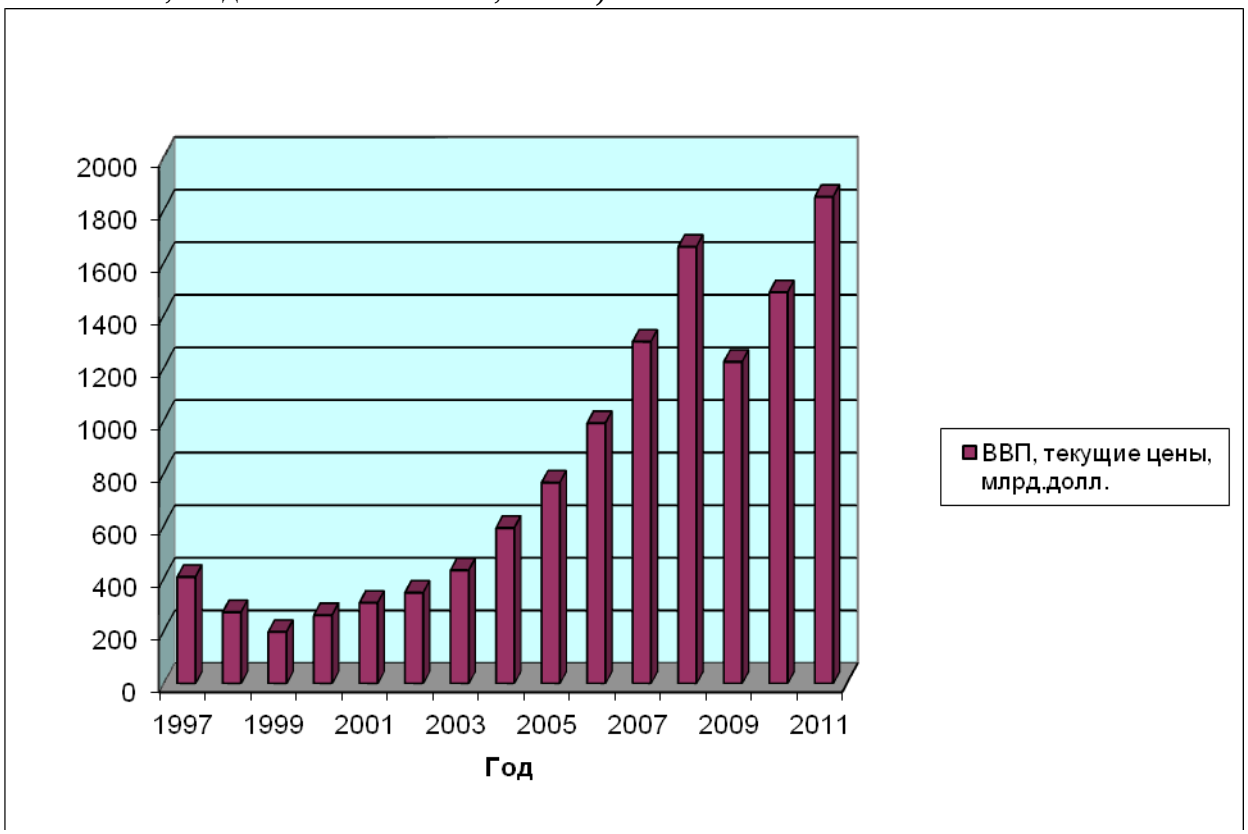


Рис. 1. ВВП в России за 1997-2011 гг.

Объём рекламного рынка в России за 1997-2011 года учитывает затраты на рекламу в сферах: тв, радио, пресса, наружная реклама, интернет и прочее.

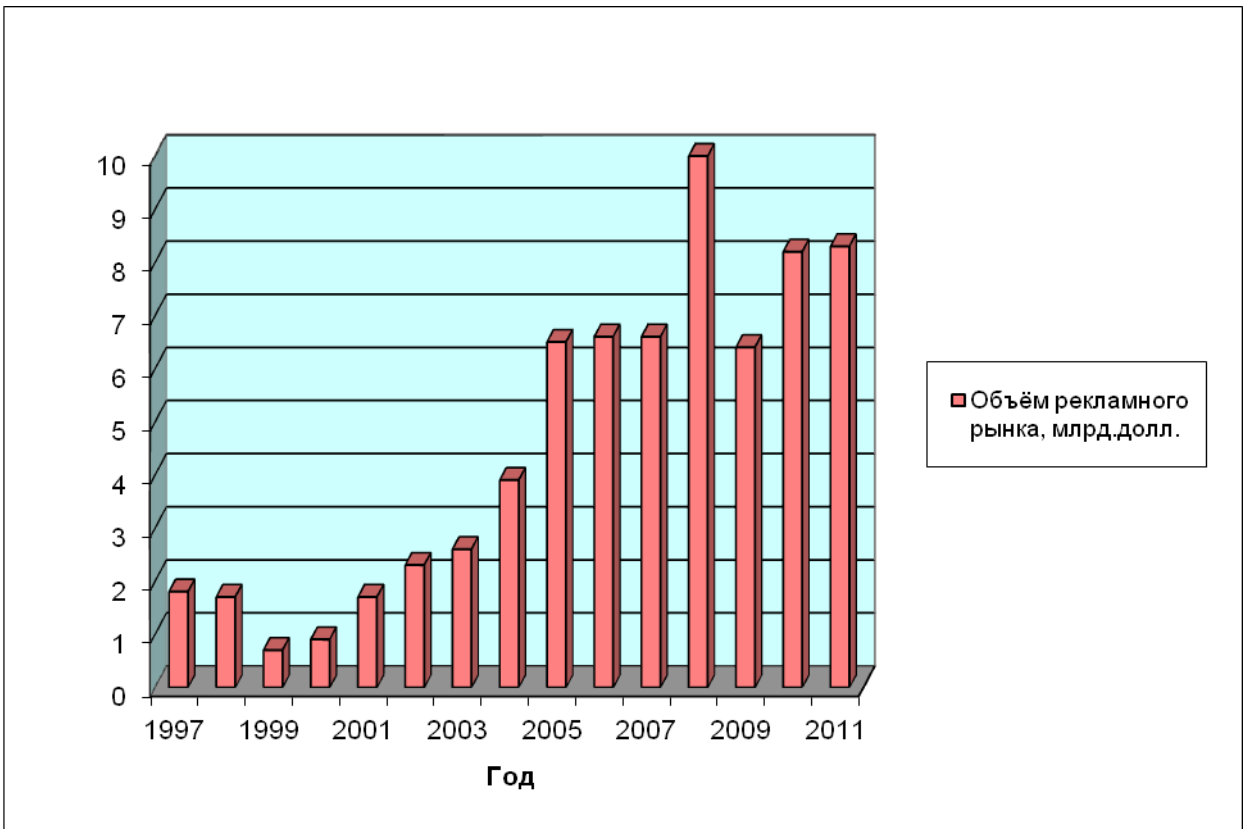
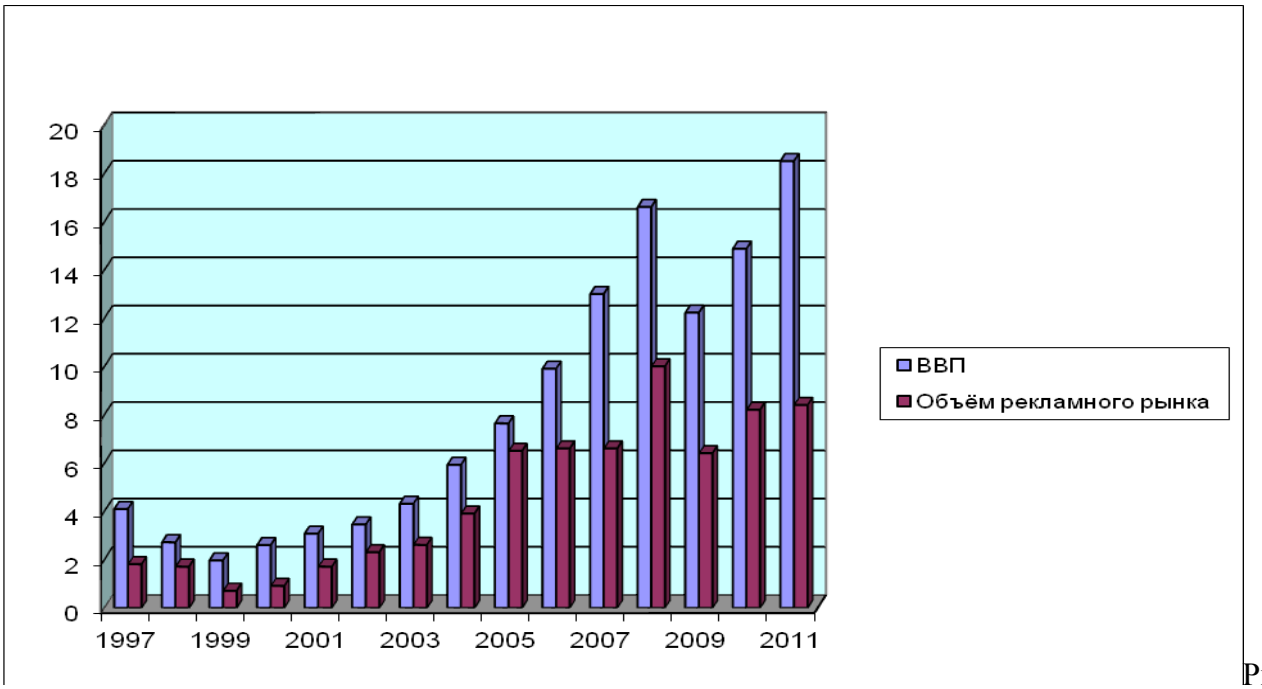


Рис.2. Объём рекламного рынка России за 1997-2011 гг.



Ри

с. 3. Зависимость рекламного рынка от ВВП

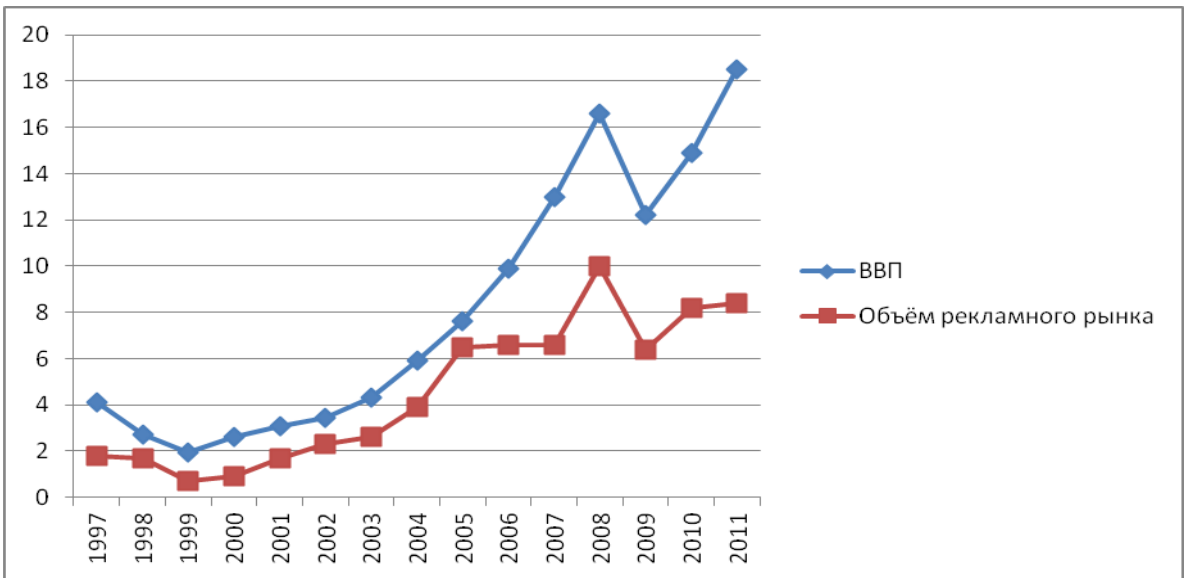


Рис. 4. Зависимость рекламного рынка от ВВП

Как видно из рис.3-4 периоды спада и подъёма объёма рекламного рынка России совпадают с соответствующими периодами ВВП.

По полученным данным был определен коэффициент корреляции между ежегодными расходами на рекламу и внутренним валовым продуктом. Было установлено, что коэффициент корреляции между этими величинами в России (с 1997 по 2011 г.) равен 0,955756 и этот показатель меньше, чем у США (0,9899).

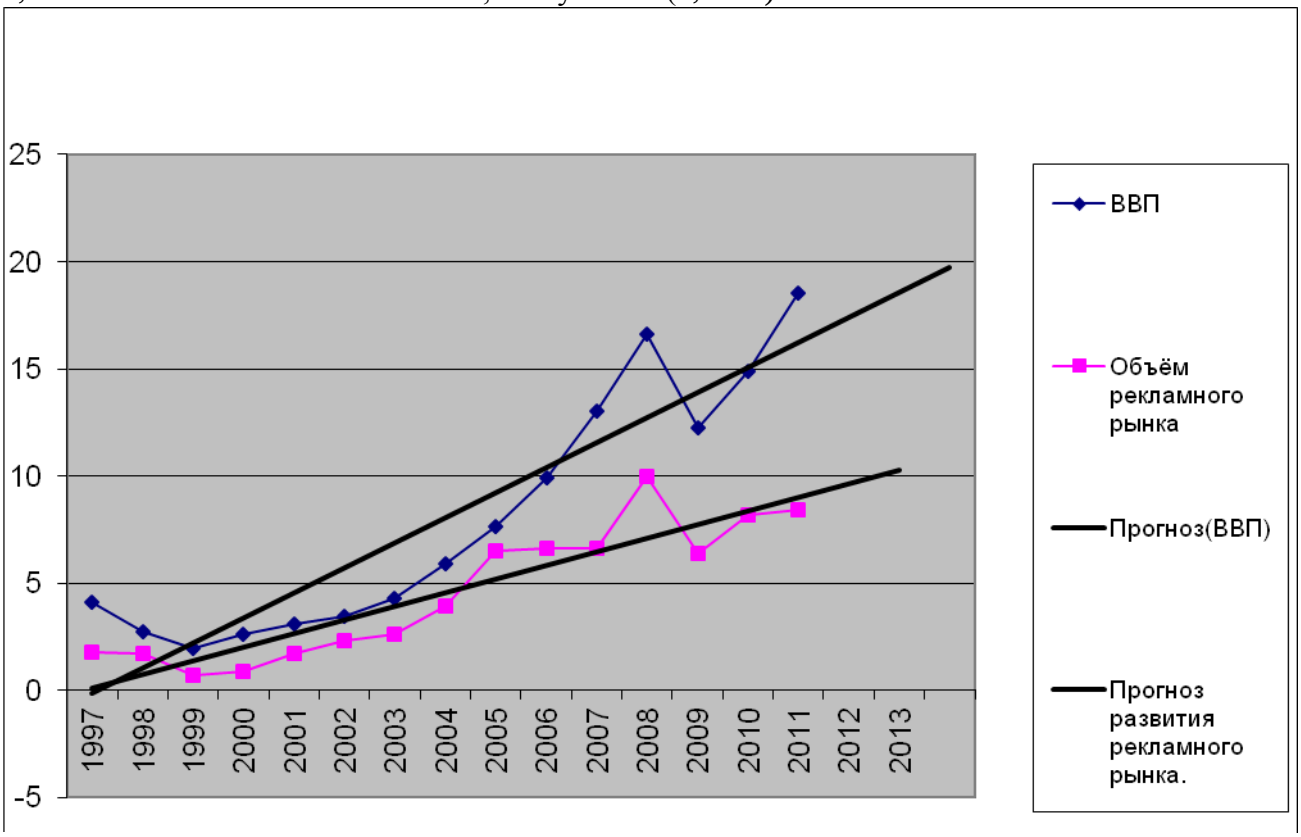


Рис. 5. Изменения ВВП и рекламного рынка и тенденции его дальнейшего изменения.

Различия в коэффициентах корреляции обусловлено особенностями рекламного рынка в России по сравнению с США.

Основными особенностями рекламного рынка России являются следующие:

Стадия развития рекламы. Исходя из теории развития, каждый процесс проходит несколько стадий совершенствования. В большинстве стран мира реклама стала частью государственной политики: какие товары, какой образ жизни должен соответствовать той или иной группе жителей данной страны; что необходимо есть, что пить; как проводить время — диктуют уже не отдельные фирмы, а само государство. В развитых странах давно поняли, что не все, что выгодно данной фирме, может быть выгодно государству, поэтому имеется государственная политика, в которую вписывается каждая отдельная рекламная политика данной фирмы. В России такая политика начинает только устанавливается.

Уровень развития рынка. Пока в России мы имеем дело с недостаточным количеством товаров по всем группам потребителей, с падением жизненного уровня. Все это подчас вызывает негативное отношение к рекламе товаров, предназначенных для более обеспеченных групп населения. Напряженная экономическая ситуация вызывает нормальное желание отвлечься от раздумий над тяготами российской жизни, а вмешательство рекламы в теле- и радио передачи, большое количество рекламы на страницах газет вызывает подчас еше большее усугубление стрессового состояния потребителя, не способного купить то, что ему предлагают.

Образ рекламы. Реклама в России долгое время была безальтернативной, навязывающей товары без учета индивидуальных предпочтений, рекламой без товара. Все это позволило сформировать определенные отрицательные стереотипы восприятия рекламы в сознании части потребителей.

Национальные и региональные особенности. При поставке любого товара в определенные регионы страны и за ее пределы необходимо учитывать национальные традиции проживающих там потребителей (что подчас сделать непросто: на одной территории могут проживать люди разных национальностей). Региональные особенности экономического развития России выражаются еще и в том, что пока уровень жизни в городе и деревне далеко не одинаков. Существенно различается он также в крупных и мелких городах. Поэтому планирование поставок товаров и вместе с ними рекламы должно быть основано на изучении рынка в намеченном регионе.

Культурные и религиозные особенности. Россия — страна многонациональная, евроазиатская с соответствующими культурными и религиозными особенностями, со стереотипами общественного сознания, идущими от крестьянской обшины.

В работе проанализированы тенденции рекламного рынка в России, выявлена связь между валовым внутренним продуктом и рекламным рынком и определена корреляция между ними и спрогнозирована дальнейшее развитие в сфере рекламы связанные с особенностями рекламы в России.

Список использованной литературы

Боровиков В.К. STATISTICA для профессионалов. Искусство анализа данных на компьютере. 2-изд. –СПб.: Питер, 2003. – 688 с.

Рекламная деятельность: Под редакцией В.Д. Секерина. – М., ИНФАРА-М, 2013. – 324 с.

http://www.akarussia.ru/ Российский рекламный ежегодник 1999-2010.

МОТИВАЦИЯ И СТИМУЛИРОВАНИЕ В КАДРОВОЙ ПОЛИТИКЕ.

Шумихина Любовь Николаевна
Московский Государственный Машиностроительный Университет (МАМИ), Институт инженерной экологии и химического машиностроения, Экологический факультет
Научный руководитель: старший преподаватель Кукушкина Н.В.

Промышленность в России в настоящее время находится на низком уровне. Большинство крупных предприятий обрабатывающих и производящих отраслей промышленности являются наследием эпохи Советского Союза с ярко выраженным топливно-энергетическим уклоном. В настоящий момент Россия занимает первое место в мире по добыче и экспорту сырой нефти и природного газа. Такая тенденция сохраняется в силу богатых месторождений, находящихся на большой территории страны. В связи с этим, именно эта отрасль в отличие от других отраслей промышленности является самой привлекательной: ее прибыльность обеспечивает постоянный приток кадров для компаний, работающих в сфере добычи.

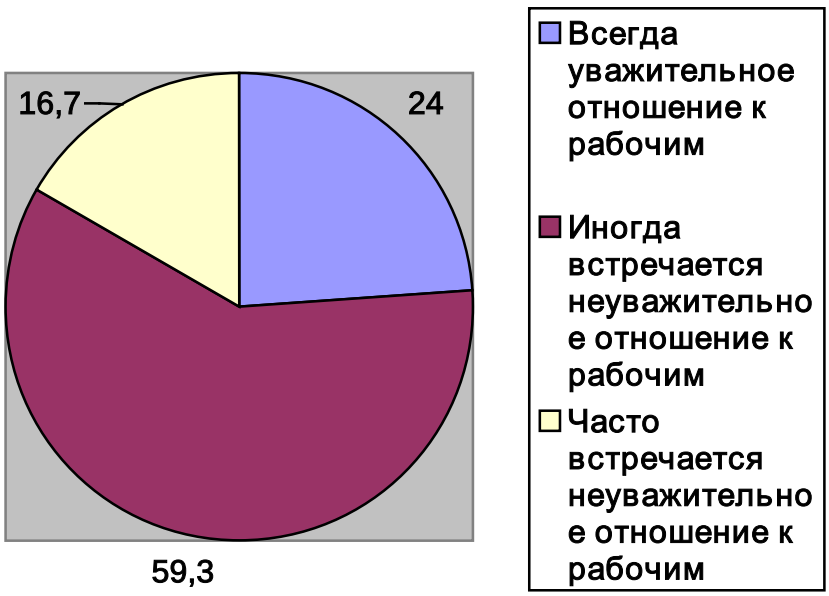
Как видно из графика, после «развала» СССР налицо резкий спад в развитии промышленности. На данный момент страна стремится к уровню, на котором находилась до 1991 года. Такие цифры объясняются тем, что до сих пор действовавшие устаревшие заводы и оборудование слишком медленно восполняются за счет постройки новых цехов и введения новых технологий. Однако, для работы с любым оборудованием, старым или новым, необходим хорошо обученный персонал. Приток работников подхлестнет развитие отраслей промышленности, что в свою очередь подтолкнет отечественную промышленность на качественно новый уровень.

К сожалению, на сегодняшний день работа в сфере добычи имеет низкий приток рабочей силы (исследования проводились по руднику **Октябрьский» ОАО «Горно-металлургический комбинат «Норильский Никель»).** Это обусловлено отсутствием заинтересованности в работе, прежде всего у молодежи. Современные условия жизни диктуют свои требования к условиям труда и быта людей. Размер заработной платы здесь является далеко не единственной составляющей при выборе места работы и проявлении интереса к ней.

Данные опроса рабочих на руднике «Октябрьский», **от каких же обстоятельств**, в первую очередь, по мнению респондентов, **зависит сегодня повышение производительности труда на рабочем объекте**:

Правильное распределение работ _____ *74,7%*
Улучшение оценки результатов и оплаты труда _____ *70,7%*
Повышение внимания руководства к проблемам работников _____ *64,7%*
Бесперебойное снабжение материалами _____ *61,3%*
Бесперебойная работа оборудования _____ *60,7%*
Улучшение отношения к работе у части работников _____ *60,0%*
Улучшение снабжения инструментами _____ *58,7%*
Улучшение условий труда _____ *51,3%*
Обеспечение средствами малой механизации, вспомогательной техникой _____ *46,0%*
Повышение квалификации рабочих и ИТР _____ *44,0%*
Улучшение взаимоотношений в коллективе _____ *36,0%*

А **отношения же между рабочими и руководством**, как уважительные, оценил лишь каждый четвертый из опрошенных респондентов:



«Климат» в самом рабочем коллективе играет большую роль: чем слаженнее действует команда, тем выше результат. Помимо этого, человек, комфортно чувствующий себя среди коллег, будет больше мотивирован на труд. И в этой мотивации роль руководителя нельзя недооценивать.

Также, отмечены следующие недостатки в оплате труда, по словам работников рудника «Октябрьский»:

Не всегда понятно, как устанавливается заработок (надбавки, премии) _____ *44,0*
Влияние личных отношений с руководством на оценку работы _____ *30,0*
Слишком большие разрывы в оплате труда между высоко и низкооплачиваемыми должностями _____ *28,7*

Трудно узнать что-то о начислениях зарплаты
в бухгалтерии, у работников ОРП _____27,3
Уравниловка: те, кто лучше работает,
получают так же, как те, кто работает хуже _____24,0
Слишком большая доля переменной части заработка (премии, ФКС) _____12,7

Как видно, сотрудников действительно волнуют проблемы поощрения, взаимопонимания и «расслоения» с руководством.

Решить это, на наш взгляд, можно путем:

- проведение руководителем предприятия политики взаимопонимания (обратная связь) в коллективе (коллективная мотивация) для повышения эффективности работы всего предприятия.
- оплату труда производить по конечным результатам, в соответствии с КТУ каждого работника, предусмотрев системы премирования и поощрения.

Только в таких условиях, «говоря на одном языке», работодатель и рабочий, смогут совместно трудиться на благо предприятия. Эффективность работы каждого из них зависит, в первую очередь, от политики руководства, направленной на повышение удобства рабочей среды, обновление оборудования и модернизацию методов работы.

Основная задача руководителя в управлении людьми – не навредить. Руководителю, в первую очередь, необходимо не столько думать о прибыли, стараясь «выжать» ее любой ценой, сколько создавать хорошие условия работы и заинтересовывать рядовых работников в результатах своего труда, как составляющей работы всего предприятия. Хорошо построенная система мотивации и поощрения способна сама отсеивать неквалифицированных рабочих и сортировать сотрудников по качествам, целям, способностям. Ощущение перспективы как карьерного, так и личностного роста нацеливает работника на повышение качества и производительности собственного труда. «Человеческий фактор» руководителя – залог процветания предприятия.

Таким образом, если для руководителей предприятий основополагающей в организации работы станет модель «заинтересованного работника», то российские предприятия займут лидирующие позиции на мировом рыночном пространстве.

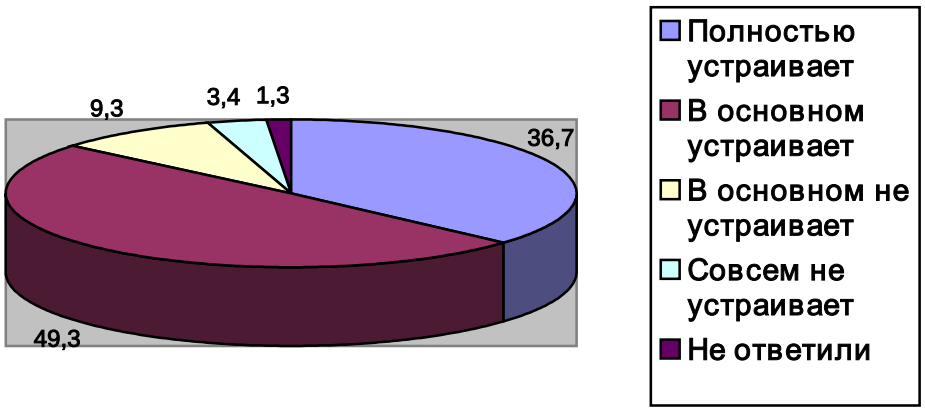
МОТИВАЦИЯ ПЕРСОНАЛА – ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Никифоров Алексей Сергеевич
Московский Государственный Машиностроительный Университет (МАМИ), Институт инженерной экологии и химического машиностроения, Экологический факультет
Научный руководитель: старший преподаватель Кукушкина Н.В.

Мотивация – важнейший показатель, влияющий на эффективность производства. Мотивы играют основную роль в трудовой деятельности человека. Мотивы бывают разные и по-разному воздействуют на активность человека. Не существует единых методов мотивации персонала, эффективных во все времена и при любых обстоятельствах. Однако, любой метод, применяемый руководителем, основан на выбранной фирмой стратегии управления человеческими ресурсами.

Можно выделить несколько уровней приверженности сотрудников компании.
Удовлетворённость - человека в достаточной степени устраивает компания, в которой он работает. Он доволен некоторыми составляющими, например заработной платой, коллективом, перспективой повышения квалификации и развития, и согласен продолжать работать на данном предприятии, но, при этом, не прикладывая особых усилий.
Лояльность - работнику нравится компания, и он готов трудиться в ней ещё в течение продолжительного времени, оставаясь преданным работником, но, по-прежнему, не прилагая лишних усилий, кроме тех, которые необходимы для продвижения по карьерной лестнице.
Вовлечённость - наивысший уровень, когда человек радеет за свою компанию, выкладывается на 100% и старается работать как можно эффективнее. Это можно сравнить с предпринимательской моделью, когда сотрудник ощущает ответственность за бизнес компании, и считает своим непосредственным долгом внести свой вклад в его процветание. Таким образом, вовлечённость - это состояние эмоциональной и интеллектуальной приверженности компании, которая мотивирует человека выполнять его работу как можно лучше.

На руднике «Октябрьский» ОАО «Горно-металлургический комбинат «Норильский Никель», работникам был задан вопрос – **«Устраивает ли Вас профессия, по которой вы работаете?»**



В целом, тенденция положительная. Однако видно, что более половины опрошенных респондентов имеют, как минимум, какие-либо претензии по поводу работы, а значит, и к

работодателю. Стоит заметить, что ГМК «Норильский никель» — крупнейшая в России и одна из крупнейших в мире компаний по производству драгоценных и цветных металлов.

Доктор Эдгар Шейн в своей теории выделил восемь основных ценностей в работе сотрудников, назвав их «карьерными якорями», определив для каждого из этих якорей свою мотивацию: «Технико-функциональный» якорь, «Общее руководство», «Самостоятельность и независимость», «Чувство стабильности», «Жилка предпринимателя», «Преданность делу», «Испытание сил» и «Стиль жизни». Шейн считал, что лучшее понимание того, каковы наши ценности в определенных сферах, позволяет работнику получить большее удовлетворение от работы. Таким образом, можно сделать вывод, что наша мотивация к выполнению работы будет самой сильной, когда мы выполняем задания и обязанности, согласующиеся с нашими личными ценностями.

Руководитель также может использовать теорию «карьерных якорей» для определения источников мотивации без дополнительного тестирования или серии опросов сотрудников. Чаще всего, руководитель коллектива может самостоятельно задать сотрудникам вопросы о том, какие виды деятельности или "якоря" являются для них побудительным мотивом.

Вот результаты опроса работников об **удовлетворенности различными аспектами трудовой деятельности**, по данным рудника «Октябрьский»:

	Полностью устраивает	**Скорее устраивает**	**Скорее не устраивает**	**Совсем не устраивает**	**Трудно сказать устраивает или нет**	**Нет ответа**
Техническое состояние оборудования	11,3	22,0	40,7	18,0	8,0	-
Обеспечение Вашего рабочего места инструментами, материалами, запчастями	16,0	20,7	30,7	26,0	6,0	0,7
Санитарно-гигиенические условия труда (шум, температура и пр.)	10,7	16,0	36,0	28,7	8,7	-
Укомплектованность Вашего участка кадрами	25,3	27,3	21,3	11,3	14,0	0,7
Обеспечение безопасности труда	25,3	30,7	23,3	12,7	8,0	-
Уровень квалификации Ваших товарищей по работе	42,7	40,0	8,7	-	8,0	0,7
Уровень квалификации	40,0	32,0	8,7	4,7	14,7	-

	Полностью устраивает	Скорее устраивает	Скорее не устраивает	Совсем не устраивает	Трудно сказать устраивает или нет	Нет ответа
ИТР на Вашем участке						
Возможность повышать квалификацию, осваивать новые профессии	22,7	26,7	15,3	13,3	21,3	0,7
Возможность для продвижения	16,0	27,3	16,7	19,3	20,7	-
Возможность применять свои знания, опыт, способности	36,7	34,0	14,0	5,3	9,3	0,7
Отношение руководства к нуждам работников	19,3	28,0	23,3	23,3	6,0	-
Возможность влиять на решение социально-производственных вопросов	10,0	25,3	15,3	22,0	27,3	-

Такая картина наблюдается на большинстве Российских предприятий. Неудовлетворительное техническое состояние основных фондов, не обеспечение безопасности труда и санитарных условий рабочих, вот основные причины «тормозящие» развитие промышленности в целом и, как следствие, роста безработицы.
Для эффективности производства одним из ключевых факторов является техническое оснащение. Новизна и технологичность оборудования не только повышает качество продукции, но и делает работу проще и интереснее при должной квалификации сотрудника.

Нельзя не обратить внимания на еще одну чисто российскую проблему. Как и у соискателей работы, так и у работодателей возник так называемый «синдром столицы». Речь идет о том, что и компании, и, самое главное, потенциальные работники нацелены на деятельность или поиск работы в Москве, Санкт-Петербурге и нескольких других крупных городах. Большая же часть России, русская «глубинка», считается бесперспективной; меньше всего это относится к добывающим производствам, которые привязаны к местности. Обрабатывающая, перерабатывающая, строительная и другие виды промышленности стараются вести деятельность, в основном на Европейской части России. Таким образом, окрестности Москвы, Санкт-Петербурга и других городов-мегаполисов перегружены предприятиями, в то время как огромная площадь государства имеет очень малую концентрацию больших предприятий. Соответственно, и люди в поисках работы стекаются туда, где эта концентрация выше. Остальные же либо страдают безработицей, либо трудятся на низкооплачиваемых должностях. Слабая инфраструктура, не позволяет развернуть широкое производство в подходящих условиях. Начать же развивать эту инфраструктуру, осваивать территории Сибири и Дальнего Востока мешает нынешняя стереотипность мышления; немногие готовы сорваться из благоустроенных городов, чтобы осваивать «дикие» земли. Таким образом, растет разрыв между мегаполисами и остальной страной – желание работать на уже созданной базе не позволяет открывать новые предприятия там, где это действительно необходимо. Прежде всего, нужно начать бороться именно с этой стереотипностью. И именно крупные

предприниматели должны сдвигать дело с мертвой точки, правильно анализируя географию страны, находя перспективные возможности и предлагая партнерам и соискателям интересные работы, проекты и вакансии. Т.к. с большой вероятностью подобные новые производства в мало промышленных районах будут иметь немного конкурентов, будут появляться широкие возможности для развития; перспективные новые, технологичные предприятия будут привлекать новых работников и инвесторов.

В настоящее время, Россия нацелена на развитие промышленности на своей территории. Именно поэтому новые, развивающиеся производства могут получать поддержку государства, что также поднимет их престиж и состоятельность.

Подводя итог, выделим основные составляющие мотивации современного работника: уверенность в компании работодателя и собственном заработке; санитарное, техническое и бытовое оснащение рабочих мест; микроклимат в коллективе и возможность диалога с начальством; перспектива карьерного и личностного роста. Кроме того, сотрудник должен быть заинтересован в результатах собственного труда.
Осуществление всего вышеперечисленного обеспечит работодателю заинтересованность со стороны потенциальных сотрудников, а так же мотивирует действующих работников принимать более активное участие в делах компании и отдавать больше сил работе. В свою очередь, слаженный и хорошо мотивированный персонал повысит конкурентоспособность предприятия, предоставляя возможность дальнейшего развития.

ОСОБЕННОСТИ СБЫТОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Тумин Ю.А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт Экономики и Управления, кафедра «Экономика и организация производства»
Научный руководитель: д.э.н., профессор Секерин В.Д.

Особенностями производства и сбыта продукции машиностроительного комплекса являются техническая сложность продукции, значительные временные и материальные затраты при разработке и создании наукоемкой продукции, большие объемы потребления ресурсов при производстве продукции. Повышение эффективности работы службы сбыта должно происходить не только за счет продвижения принципиально новых и качественных изделий, но и путем совершенствования организации сервисных служб, обучения, гарантийного и постгарантийного обслуживания. Поэтому сбытовую деятельность необходимо организовывать как часть маркетинговой политики предприятия.

Разработка и реализация сбытовой политики должна осуществляться отделом маркетинга предприятия. В состав персонала отдела маркетинга необходимо включать специалистов по работе с покупателями по видам продукции, аналитиков спроса и специалистов по рекламе. Таким образом в процесс производства, распределения, реализации и потребления товара вовлекаются все участники маркетинговой системы.

Статус и роль сбытового аппарата фирмы значительно повышаются, так как больше внимания уделяется потребностям рынка, а за счет интеграции с функциями маркетинга осуществляется более глубокая и эффективная увязка сбыта с исследованиями рынка, планированием ассортимента продукции, инструментарием коммуникативного микса (например, рекламы). Благодаря этому меняется характер работы по сбыту продукции, существенными становятся потребности и удовлетворенность покупателей, а не производителя товара.

Что касается стратегии и тактики маркетинговой политики, то она будет зависеть от номенклатуры и количества продукции, подлежащей сбыту. В машиностроительной промышленности можно найти как предприятия, выпускающие небольшую номенклатуру крупных изделий, так и производящие множество типов изделий в большом количестве. Условия сбыта у них различны. Если первые предприятия имеют ограниченное число обычно известных потенциальных покупателей, к тому же с налаженными связями и предысторией экономических отношений, то вторые вынуждены прилагать много усилий по отслеживанию конъюнктуры рынка и поиску новых покупателей. В последнем случае важнейшим фактором является конкурентноспособность продукции. Она может быть достигнута за счет:

1) повышения качества выпускаемой продукции до соответствия стандартам ИСО-9001;

2) налаживания системы сервисного обслуживания на поставляемые потребителям изделия;

3) приведения организационно-экономической структуры управления производством и сбытом продукции в соответствие с разработанной рыночной концепцией;

4) гибкой ценовой политики (варьирования цен для различных покупателей, применения рассрочки платежей и др.).

Конкурентная продукция и эффективно организованный сбыт позволят промышленному предприятию реализовать свой экономический интерес, то есть получить максимальную прибыль на основе платежеспособного спроса потребителей.

Анализ структуры рынка и оценка места на нем предприятия рассматривается как важный инструмент для успешного функционирования сбыта.

Структура рынка определяется внешней средой, факторами, оказывающими на нее постоянное влияние, динамикой рынка, ценовой политикой партнеров и конкурентов и т. д.

Основными критериями, которые должны учитываться и по которым может осуществляться оценка слабых и сильных сторон предприятия, являются:

-монополия на определенную технологию производства товара или оказание услуг;
-высокий уровень качества товара;
-возможность сервисного обслуживания до и после продажи товара;
-гибкость при выполнении специальных пожеланий клиентов;
-скорость поставки товара, выполнения заказа;
-надежность поставки товара установленного объема и в необходимые сроки;
-квалификация сотрудников, работающих по прямым контактам с покупателями;
-возможность установления устойчивых связей с постоянными клиентами.

В процессе анализа определяется разница между намеченной выручкой от реализации и переменными издержками (валовая маржа), которая является базой для оценки точки (зоны) безубыточности и проведения АВС-анализа покупателей, участвующих в формировании валовой маржи. Одновременно исследуется возможность падения выручки и намечаются мероприятия, например, по предоставлению повышенных (относительно среднего уровня) скидок покупателям.

Корректировка в общем случае может заключаться либо в уменьшении целевых ориентиров деятельности (остаточная прибыль, фонд оплаты труда и т. д.), либо в разработке комплекса организационных, в том числе маркетинговых, мероприятий для повышения эффективности производства и сбыта продукции.

Такой подход свойственен современной и эффективной организации сбыта, в основе которой лежит принцип опережающего воздействия, а не пассивного наблюдения и констатации свершившихся потерь и рисков.

Список литературы:

1. Секерин В.Д. Инновационный маркетинг: Учебник. М.: ИНФРА-М, 2012.
2. Перерва П. Г. Управление сбытом промышленной продукции в системе маркетинга. Практический маркетинг. - М.: НПО "Рим", 2002. - Вып. 6.
3. Берн Р. Эффективное использование результатов маркетинговых исследований: Как принимать и осуществлять на практике наиболее оптимальные решения / Пер. с англ. - Днепропетровск. 2005. – 256 с.

СОКРАЩЕНИЕ ТЕКУЧЕСТИ КАДРОВ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аблязов Д.Х.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)
Научный руководитель: ст. преп. Духанина Н. Ю.

Основными проблемами, существующими на современных российских машиностроительных предприятиях, являются высокая степень износа основных производственных фондов, недостаточность инвестиций в производственную базу, низкая конкурентоспособность выпускаемой продукции по сравнению с иностранной.

Помимо этого, в машиностроительной отрасли существуют трудности и с кадрами предприятий: высокая степень текучести, отсутствие работников необходимой профессиональной подготовки – причинами данных проблем являются низкий среднеотраслевой уровень оплаты труда, неудовлетворительные условия труда, снижение качества высшего технического образования, разрыв партнерских связей между вузами и промышленностью.

По данным Росстата, в декабре 2012г. численность выбывших работников предприятий обрабатывающих производств превысила численность принятых работников на 47,0 тыс. человек. В общей численности выбывших работников 67,2% составляют уволившиеся по собственному желанию, 7,4% – по соглашению сторон, 2,7% – в связи с сокращением численности. В декабре 2012г. было принято на работу 1,8% списочной численности, выбыло по различным причинам 2,6% списочной численности работников.

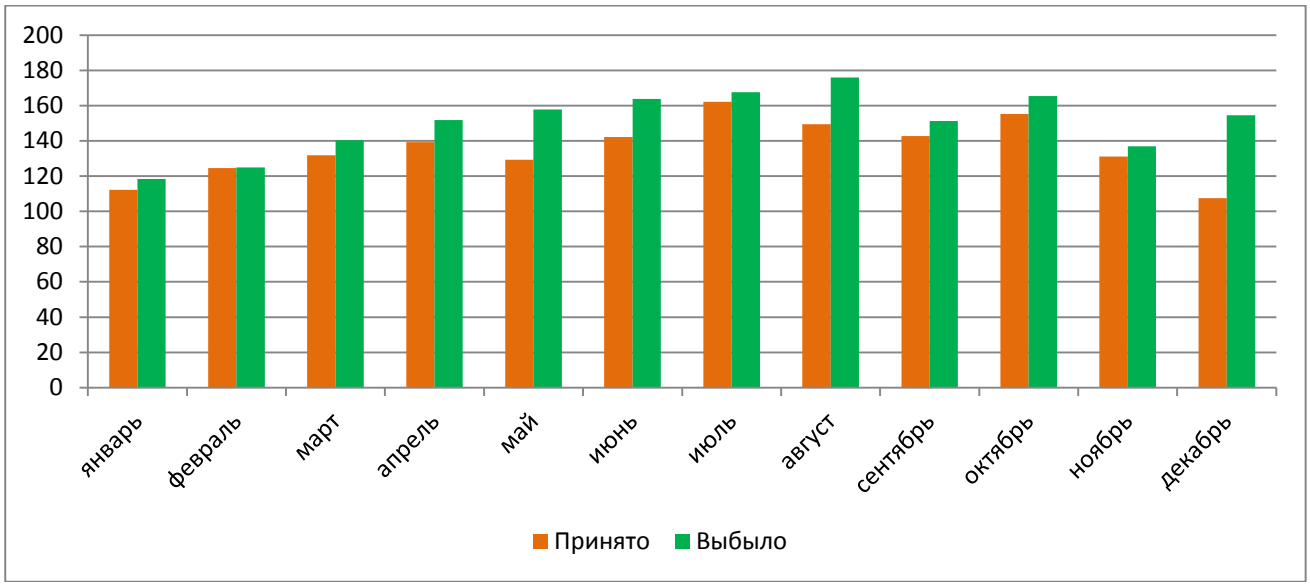


Рисунок 1. Диаграмма динамики изменения численности принятых и выбывших работников предприятий обрабатывающих производств в 2012 году, тыс. человек

Повышенная текучесть кадров негативно сказывается на деятельности предприятия. Экономические потери от текучести кадров связаны с перерывами в работе, с низкой производительностью труда у рабочих в период перед увольнением, низким уровнем производительности труда вновь принятых работников и затратами предприятия на проведение набора персонала в результате текучести кадров.
Процедуру управления текучестью кадров можно разбить на 3 этапа. На первом происходит оценка текучести кадров, включающая в себя: количественную оценку текучести, экономическую оценку текучести, оценку мотивов и причин текучести. Второй этап –

разработка мероприятий по снижению текучести кадров, которая включает в себя: технико-экономические мероприятия, организационные мероприятия и социально-психологические мероприятия. На третьем этапе происходит внедрение мероприятий и оценка их эффективности.

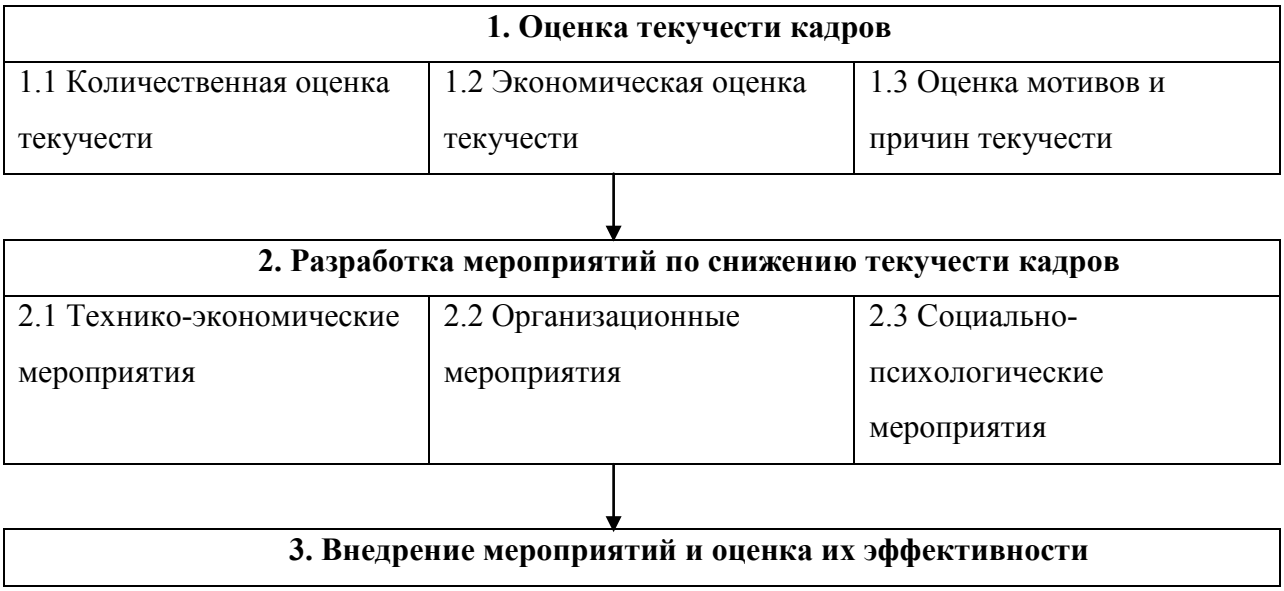


Рисунок 2. Схема процедуры управления текучестью персонала

При количественной оценке текучести кадров применяют следующие показатели:
1) коэффициент текучести, который определяется отношением числа выбывших по собственному желанию и за нарушение трудовой дисциплины работников предприятия к среднесписочной численности работников за определенный период;
2) частный коэффициент текучести, который рассчитывается как отношение числа выбывших по собственному желанию и за нарушение трудовой дисциплины работников отдельной группы к среднесписочной численности работников данной группы;
3) коэффициент интенсивности текучести, рассчитывается как отношение частного коэффициента текучести работников определенной категории к общему коэффициенту текучести. Коэффициент интенсивности текучести показывает, по какой категории работников предприятия наиболее высокая текучесть.

На выбранном для примера предприятии ОАО «Завод корпусов», выпускающем машиностроительную продукцию для Министерства обороны, проблема текучести кадров стоит на первом месте. Для анализа был рассмотрен механический цех данного предприятия, где коэффициент текучести составляет 8,6%. Высокий процент текучести получается за счет увольнения основных производственных рабочих, возраст которых колеблется в пределах 20-30 лет, непрерывный стаж работы уволенных в цехе составляет менее 5 лет.

Экономические потери в механическом цехе, связанные с текучестью кадров, в 2012 году составили 1454 тыс. руб. Итоговое значение потерь получено путем суммирования следующих показателей: потери, связанные с перерывами в работе – 585 тыс. руб., потери, связанные с низкой производительностью труда у рабочих в период перед увольнением – 468 тыс. руб., потери, связанные с низким уровнем производительности труда вновь принятых работников – 376 тыс. руб., затраты предприятия на проведение набора персонала в результате текучести кадров – 25 тыс. руб.

Таблица 1 – Экономические потери, связанные с текучестью кадров

№ п/п	Показатель	Расчетная формула	Условные обозначения
1	Потери, связанные с перерывами в работе	$П_{пер} = В * Т * Ч_т$	В – среднедневная выработка на одного человека; Т – средняя продолжительность перерыва, вызванного текучестью; $Ч_т$ – число выбывших работников по причине текучести.
2	Потери, связанные с низкой производительностью труда у рабочих в период перед увольнением	$П_{пр} = В * К_{сп} * Ч_у$	В – среднедневная выработка на одного человека; $К_{сп}$ – коэффициент снижения производительности труда перед увольнением; $Ч_у$ – количество дней перед увольнением, когда наблюдается падение производительности труда.
3	Потери, связанные с низким уровнем производительности труда вновь принятых работников	$П_{пр/нов} = В - (В * К_м) * Ч_м * Ч_п$	В – среднедневная выработка на одного человека; $К_м$ – помесячный коэффициент снижения производительности труда в период адаптации; $Ч_м$ – количество дней в периоде адаптации $Ч_п$ – число вновь принятых работников
4	Затраты предприятия на проведение набора персонала в результате текучести кадров	$З_{наб} = З_{об} + З_{соб} + З_{оф}$	$З_{об}$ – затраты на объявления о наборе персонала; $З_{соб}$ – затраты на проведение собеседований; $З_{оф}$ – затраты на оформление новых работников

Наиболее типичными причинами текучести кадров на предприятиях являются: неудовлетворенность оплатой труда, неподходящий график работы, проблема контакта руководства и коллектива, отсутствие или недостаточный социальный пакет, отсутствие карьерного роста, тяжелые условия труда, местоположение места работы.

На ОАО «Завод корпусов» применяются повременно-премиальная и сдельно-премиальная системы оплаты труда. Оплата труда руководителей, специалистов и служащих производится на основе должностных окладов. Установленная работникам премия: руководителям, специалистам и служащим – в размере 30% к должностным окладам за фактически отработанное время, основным производственным рабочим – в размере 30% к сдельной оплате труда за фактически выполненный план, рабочим по подготовке производства – в размере до 30% к тарифным ставкам.

Всем работниками завода обеспечиваются доплаты: за работу во вредных и тяжелых условиях труда до 12% тарифной ставки или оклада, а в особо тяжелых и особо вредных условиях труда до 24% тарифной ставки или оклада; осуществляются доплаты за работу в ночное время в размере 40% тарифной ставки или оклада. Производятся доплаты за совмещение профессий, временное заместительство, профессиональное мастерство, личное клеймо, за руководство бригадой по согласованию сторон. Также на заводе существует

положение о выдаче компенсаций за общежитие, оплате расходов на медосмотр, льготных путевках сотрудникам или их детям.

На заводе существует положение о единовременном материальном поощрении в зависимости от продолжительности непрерывного стажа работы на предприятии. Размер единовременного поощрения в процентах к среднему заработку составляет: 100% – за непрерывный стаж работы 20 и более лет, 75% – за стаж от 10 до 20 лет, 50% – за стаж от 5 до 10 лет. К поощрению представляются работники, добросовестно выполняющие свои трудовые обязанности, не допускающие нарушения трудовой и производственной дисциплины, не совершающие преступления за период работы на заводе.

Опрос работников, уволенных по собственному желанию, дает понять, что основным мотивом ухода является то, что рабочие не чувствовали дополнительную заинтересованность предприятия в них; у них не было мотивации на внедрение изменений и улучшений в своей работе. Также причинами ухода являются недостаточный социальный пакет и отсутствие поощрений за стаж работы на заводе для работников, отработавших от одного до четырех лет.

Первым мероприятием, направленным на снижение текучести кадров механического цеха, предлагаем внедрение новых пунктов в уже существующее положение о материальном поощрении за непрерывный стаж работы на предприятии: работникам, отработавшим 1 год на предприятии установить единовременное материальное поощрение в размере 20% от среднего заработка, отработавшим 2-3 года – 30%, отработавшим 4 года – 40%. Такие надбавки и перспектива их роста в случае непрерывной работы на одном предприятии должны повлиять на сокращение текучести кадров цеха. Это особенно важно для работников, отработавших на предприятии от одного до четырех лет. Величина годовых надбавок таким работникам в итоге должна составить примерно 90 тыс. руб.

Вторым мероприятием предлагаем внедрение положения о премировании персонала за идеи по совершенствованию рабочих мест, технологий и производства. Идея работника будет признана полезной, если ее использование позволит получить экономический или иной положительный эффект. Размер единовременного вознаграждения составит 2000 рублей за каждую реализованную идею. Предположим, что в год будет выдвинуто порядка 30 таких идей, общее вознаграждение составит 60 тыс. руб.

Следующие мероприятия предлагаем направить на расширение социального пакета: введение частичной компенсации работникам оплаты питания в столовой из расчета 30 рублей на человека в день. Затраты в этом случае составят 527 тыс. руб. Также предлагаем производить оплату проезда иногородним работниками предприятия к месту работы и обратно пригородным транспортом общего пользования, затраты предприятия в данном случае составят 265 тыс. руб.

Общие затраты на мероприятия по сокращению текучести кадров составят 942 тыс. руб.

Эффективность от предложенных мероприятий заключается в следующем: текучесть кадров сократится до 2% в год, экономические потери от текучести составят 364 тыс. руб., что на 1090 тыс. руб. меньше потерь, которые были в случае прежней текучести кадров в объеме 8%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Захаров Д., Митрофанова А. Управляй текучестью персонала – или проиграешь // Кадровик. – 2011. № 4. – С. 113 – 121

2. Мельковская К.Р. Проблемы функционирования российских машиностроительных предприятий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://uecs.ru/uecs-36-122011/item/928-2011-12-27-11-47-15

3. Пластинина Н. Текучесть кадров: причины и следствие, пути выхода из ситуации // Кадровик. – 2011. № 4. – С. 44 – 51

4. Прием и увольнение работников организаций и неполная занятость в декабре 2012 года. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://www.gks.ru/bgd/free/B04_03/IssWWW.exe/Stg/d01/15.htm

5. Материалы преддипломной практики на ОАО «Завод корпусов»

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИНОСТРАННЫХ КОМПАНИЙ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЗАО "GM-АВТОВАЗ" ИНОСТРАННАЯ ИНВЕСТИЦИЯ

Смирнова А.В.
Московский государственный машиностроительный университет, Институт экономики и управления, кафедра «Экономика и организация производства».
Научный руководитель: зав.кафедрой, д.э.н., проф. Секерин В.Д.

Введение

Автомобильная промышленность является одной из основных отраслей мирового хозяйства, которая также относится к наиболее капиталоемким областям мировой экономики. Во всем мире в производстве автомобилей и комплектующих занято около 9 миллионов человек, которые каждый год собирают 67 миллионов автомобилей. формируют 15% мирового ВВП. Каждый рабочий на автомобильном заводе обеспечивает работой еще 14 человек в смежных отраслях.

Потребители ежегодно расходуют на автомобили до 15% своего бюджета.

Автомобильную промышленность относят к локомотивным отраслям экономики. Многие страны, такие как Япония, Германия, Южная Корея и США никогда бы не смогли добиться имеющегося уровня развития без планомерного развития автомобильной промышленности, которое давало стимул к развитию всех сфер производства и общества - от химической промышленности и металлургии до системы высшего образования и банковских институтов. Благодаря этому национальную автомобильную промышленность считают показателем экономической конъюнктуры страны.

В данный момент мировое легковое автомобилестроение столкнулось с серьезными проблемами. Главные рынки сбыта: США, Западная Европа, Япония, достигли высокого уровня насыщения.

Рост этих рынков вынуждает компании-автопроизводители главным образом пересмотреть свои издержки. Основной сложностью является то, что данные области являются не только основными рынками сбыта, но и основными производственными площадками, в них сосредоточены все исследовательские центры отрасли. При этом они быстро теряют свою конкурентоспособность из-за высоких издержек на персонал, т.к. трудовое законодательство и значительная роль профсоюзов, защищающих интересы наемных работников, не позволяют жестко эксплуатировать рабочих.

Эти проблемы вынуждают автопроизводителей к активному поиску стран и регионов, которые могли бы обеспечить компаниям дешевую и квалифицированную рабочую силу и обеспечить уровень сбыта. Эти обстоятельства выгодны странам, которые могли бы стать реципиентами инвестиций в их автомобильное производство. Автомобильные ТНК могут обеспечить приток капитала в экономику, и инвестировать значительный капитал в область технологий, производственных, логистических сбытовых процессов. Это будет также способствовать развитию смежных секторов экономики, улучшит качество автопарка стран. По причине своего транснационального характера ТНК обеспечат большую вовлеченность стран в международную торговлю и т.д. Сегодня уже существует несколько примеров позитивного влияния зарубежных автопроизводителей на национальные экономики: Индия, Бразилия, страны Восточной Европы, Китай.

Россия также довольно заманчива для автомобильных ТНК. Страна располагает большим рынком с большими возможностями дальнейшего развития, с высокой динамикой роста.

Издержки на персонал достаточно низки, трудовые ресурсы высоко квалифицированы. Россия имеет собственную автомобильную промышленность, которая нуждается в инвестициях и современных технологиях. Вследствие чего активность мировых автопроизводителей в поиске новых производственных площадок и рынков сбыта является актуальной для нашей страны.

Целью данной работы является исследование особенностей деятельности международных компаний на российском рынке на примере ЗАО «GM-АвтоВАЗ».

Американский автоконцерн General Motors в течение 80 лет был крупнейшим производителем автомобилей в мире. Компания производит пассажирские и грузовые автомобили в 33 странах мира и продает автомобили под брендами: GMC, Chevrolet, Cadillac, Cadillac,, Holden, Cadillac, Pontiac, Buick и др.

General Motors владеет автосборочным заводом в Шушарах, введенным в строй в ноябре 2008 года в Санкт-Петербурге. Общие инвестиции GM оцениваются в $300 млн.

Строительство завода началось 13 июня 2006 года. На первом этапе (сборка 70 000 машин в год) сумма инвестиций в проект составил $115 млн. Монтаж оборудования начался в январе 2008 года, пробное производство состоялось в сентябре, запуск предприятия — 7 ноября 2008 года.

General Motors является партнёром (владеет 41,6 % акций) ОАО «АвтоВАЗ» по совместному предприятию — СП «GM-АвтоВАЗ», выпускающему легковые автомобили Viva, внедорожники Chevrolet Niva.

Деятельность ЗАО «GM-АвтоВАЗ» на Российском рынке автомобилестроения.

ЗАО «GM-АвтоВАЗ» существует с 27 июня 2001 года, когда представителями Дженерал Моторс, АВТОВАЗа и Европейского Банка Реконструкции и Развития было подписано Генеральное рамочное соглашение о создании предприятия. СП было создано на учредительном заседании, которое прошло 30 июля 2001 года и было зарегистрировано в Минюсте России 2 августа 2001 года.

Вклад сторон в уставный капитал СП составил 238,2 миллиона долларов США:

- Дженерал Моторс – 99,1 миллиона денежными средствами и оборудованием (41,61%);
- АВТОВАЗ – 99,1 миллиона интеллектуальной собственностью (патенты, свидетельства и торговая марка на автомобиль Нива, модель 2121), инженерными системами, зданиями и сооружениями (41,61%);
- Европейский Банк Реконструкции и Развития (ЕБРР) – 40 миллионов долларов денежными средствами (16,78%) и кредит на 100 миллионов долларов.

Сумма инвестиций в проект составляет 338, 2 миллиона долларов США.

Из них:

- 82,3 миллиона – денежные средства;
- 63,6 миллиона – интеллектуальная собственность;
- 92,3 миллиона – стоимость оборудования;
- 100 миллионов – кредит ЕБРР.

Общая площадь СП составляет более 142 тысяч квадратных метров. Производственные мощности включают:

- цех сборки черного (неокрашенного) кузова;
- цех финишной сборки черного кузова, в том числе, линию штамповки деталей кузова (на АВТОВАЗе), линию сварки каркаса кузова (на АВТОВАЗе);
- цех окраски;
- цех сборки и вспомогательные цеха;
- экспедицию (подготовка к отгрузке автомобилей);
- административный корпус.

Управление проектом и инженерную поддержку осуществляла американская фирма «Hanscomb», контролирующая многие строительные проекты по всему миру. На рынке России «Hanscomb» присутствует уже более 10 лет.

23 сентября 2002 года с конвейера СП сошел первый автомобиль Шевроле Нива – комфортный, надежный и безопасный российский внедорожник, добившийся успеха у автомобилистов. По результатам теста на безопасность по европейским стандартам EuroNCAP автомобиль заработал 4 звезды.

В 2002 году на заводе было собрано 456 автомобилей, в 2003 году было произведено 25 235. В сентябре 2004 года на той же сборочной линии предприятие запустило в производство новый переднеприводной автомобиль Шевроле Вива класса С, основывающийся на платформе Opel Astra T-3000. И является одним из лучших европейских автомобилей. В сумме в 2004 году с конвейера СП сошло 55150 автомобилей, которые были проданы как в России, так и в странах СНГ.

Итоги производства за 2005 год - 51810 автомобилей. Продажи на территории России и стран СНГ осуществляются через сеть собственных дилеров, отвечающих всем требованиям и стандартам СП. До конца 2002 года с дилерами были заключены 16 соглашений. В 2003 году дилерская сеть расширилась до 38 дилеров, в 2004 до 98, а к концу 2010 года она составила 119 дилеров в 73 городах России и 11 в странах СНГ (Украину, Белоруссию, Казахстан, Узбекистан, Киргизию, Азербайджан, Армению, и т.д.). План расширения дилерской сети в 2011 году предусматривает работу 125 дилеров в России, а также открытие дилерских центров в Таджикистане и Туркменистане.

Как и на всех заводах GM производственный процесс строится на основе внедрения гибкой системы GM-GMS, которая обеспечивает низко затратное ресурсосберегающее производство и максимально сокращает любые издержки, при этом выпуская продукцию высокого качества. Оно достигается из-за строгого входного и выходного контроля, и отработанной системы типизированных процедур такого контроля, а также соответствующего обучения и мотивации персонала. С 1 июля 2002 года на предприятии введена и успешно действует современная система автоматизированного управления – SAP.

Политика в области охраны окружающей среды:

- предотвращение загрязнения окружающей среды;
- осуществление деятельности в соответствии с требованиями Федерального, регионального и местного законодательства в области охраны окружающей среды, требованиями Системы менеджмента окружающей среды СП «GM-АвтоВАЗ»;
- постоянное улучшение Системы управления по охране окружающей среды;
- рациональное использование природных ресурсов;
- требование от персонала компании исполнения работ в соответствии с действующими правилами и нормами охраны окружающей среды;
- обучение персонала с целью повышения уровня его экологической осознанности и понимания личной ответственности за состояние окружающей среды;

– организация работы по принципу: проще предвидеть и предотвратить загрязнение, чем устранять его последствия;
– планирование и контроль экологических показателей своей деятельности с целью снижения воздействия на окружающую среду.

Основные задачи:
– Совершенствование культуры производства;
– повышение качества выпускаемой продукции;
– упрочение доверия западных компаний к российскому бизнесу;
– дальнейшее привлечение современных технологий и инвестиций в автомобильную промышленность, и через создание СП по производству комплектующих;
– построение собственной дилерской сети.

Главным образом, важная задача предприятия состоит в том, чтобы стать полноправным производителем высококачественных, конкурентоспособных, доступных по цене автомобилей на рынках России и СНГ.

Пути развития ЗАО «GM-АвтоВАЗ»

21 сентября 2012г. Советом директоров было ратифицировано соглашение, в соответствии с которым ЗАО "Джи Эм-АВТОВАЗ" выкупает акции, принадлежащие ЕБРР, с их последующим погашением. В следствии, количество акций, принадлежащих компании "Дженерал Моторс" (в лице "GM Аусландзпроекте ГмбХ") и ОАО "АВТОВАЗ", остается прежним, при этом доля каждого в уставном капитале ЗАО " GM-АВТОВАЗ" возросла до 50%. Сделка была завершена в конце сентября 2012 г.

По итогам 2012г. с конвейера СП сошло 62 981 автомобилей Chevrolet NIVA, что на 9% превышает показатели 2011г.

Дилерам отгружено 63 023 автомобиля. В количестве 2 744 автомобилей - в страны СНГ, что на 9% больше, чем в прошлом году.

Всего с начала производства (23.09.2002г.) продано 469 220 автомобилей Chevrolet NIVA, и в страны СНГ — 34 332 (данные на 01.01.2013г).

По итогам продаж 2012г. внедорожник Chevrolet NIVA стал самым продаваемым в России в сегменте SUV.

Торговлю автомобилями Chevrolet NIVA осуществляют 154 дилера в Российской Федерации, 8 дилеров и 3 дистрибьютора в странах СНГ.

16 ноября 2012г. экспертным советом по промышленно-производственным ОЭЗ при Минэкономразвития РФ был одобрен бизнес-план ООО «Джей Ви Системз», являющегося подразделением ЗАО «GM-АВТОВАЗ».

Компания создаст на территории особой экономической зоны «Тольятти» корпуса кузовного и прессового производств. Затем сформирует инженерную лабораторию и логистический центр, предназначенные для выпуска внедорожника Chevrolet NIVA нового поколения.

Сумма объема инвестиций в проект составит 6,2 млрд. рублей. Дополнительно будет создано более 1000 новых рабочих мест.

Строительные работы по возведению производственного корпуса на территории ОЭЗ «Тольятти» начнутся весной 2013г.

Запуск в производство внедорожника Chevrolet NIVA нового поколения запланирован на 2015 год.

Одной из главных задач GM-AVTOVAZ является обеспечение предприятия квалифицированными кадрами. Поэтому компания сотрудничает с рядом рекрутинговых агентств, и в Тольятти, и в иных регионах России, оказывающих помощь в подборе персонала. При возникновении вакансии должная информация с запросами к кандидату на должность находятся в компании в общем доступе, чтобы дать возможность заинтересованным сотрудникам СП принять участие в отборе. Решение о предпочтении кандидата принимается по итогам собеседования коллегиально руководителем структурного подразделения и представителем дирекции по персоналу.

Что касается обучения персонала, то в 2010 году на GM-AVTOVAZ был запущен «симулятор конвейерной линии или моделирование рабочего процесса» с целью обучения и адаптации нового персонала. Так и для более глубокого ознакомления уже работающего персонала с организацией производства. Это учебная среда, имитирующая работу производственной линии на GM-AVTOVAZ, и сотрудник узнает о стандартизированной работе и правилах «встроенного качества». Также тренинг направлен на обучение навыкам работы в команде, доведение целей и ценностей компании в практической форме, максимально приближенной к реальности. Компания развивает персонал, обучая и повышая его квалификацию. Главным направлением планирования и организации ежегодных видов обучения является стратегия, ориентированная на потребности организации. Например, в 2010г. руководящий состав и ключевые специалисты предприятия прошли обучение на тему «Управление конфликтами». Компания продолжает привлекать к обучению внутренние ресурсы – специалистов, являющихся экспертами в своей области. По состоянию на 1 января 2013 года сумма численности работников GM-AVTOVAZ составляет около 1600 человек.

Перспективы деятельности и развития иностранных компаний на российском рынке автомобилестроения

Сейчас становится все нагляднее, что выбор между двумя путями развития российского автомобилестроения - производством отечественных машин или сборкой иномарок в России - сделан в пользу последнего. Политика защиты отечественных производителей посредством создания торговых барьеров в виде высоких таможенных пошлин на подержанные и новые иномарки, реструктуризации налоговых обязательств и отказов иностранным автомобильным компаниям в организации производства в России оказалась неэффективной. Правительство не находит автомобилестроение отраслью, имеющей стратегическое значение для страны и требующей особого внимания и дают свободу действий.

Для завоевания автомобильного рынка России, мировые автомобилестроительные корпорации используют три стратегии.

Первая состоит в создании совместных предприятий с российскими партнерами: примером является GM-АвтоВАЗ.

Вторая стратегия - это организация сборки автомобилей по лицензии с использованием производственной площадки российского предприятия. Например, Hyundai Motor Co. наладила такое производство на заводе «ТагАЗ», а Kia Motors - на заводе «ИжАвто».

Третья стратегия, которая становится все более популярной, заключается в создании собственных сборочных заводов на реконструированных площадках. Пример, компания Ford Motor Co. и Toyota, организовавшие сборку автомобилей своих марок под Санкт-Петербургом.

Министерство по экономическому развитию Российской Федерации только с 2009 г. реализовало 60 проектов по новому строительству и созданию сборочных производств с иностранным и российским капиталом по производству автомобилей и комплектующих, в том числе с компаниями Peugeot S.A., Suzuki Motor Corp., Honda Motor Co.Ltd., «Северсталь-Авто», Toyota, Magna International Europe (дочернее предприятие Magna International Inc.

В число этих соглашений входят 13 обязательственных договоров, предусматривающих инвестиции на общую сумму примерно в 1,8 млрд. долл. Остальные соглашения являются предварительными, а общая сумма инвестиций в случае их реализации может составить до 1,6 млрд. долл.

Создание нового производства открывает наибольшие возможности для наращивания бизнеса. Иностранные автомобильные компании в ближайшие годы планируют создать в России «с нуля» новые сборочные заводы, которые позволят дополнительно выпускать до 770 тыс. автомобилей в год.

За счет новых производственных мощностей, которые планируют организовать иностранные и российские производители, совместные предприятия, общая установленная мощность автомобилестроительных предприятий на территории России может достичь 2 млн. машин к 2015 г. Каков долгосрочный потенциал России с точки зрения прибыли?

Прибыль мировых автопроизводителей в значительной степени зависит от возможностей наращивания бизнеса на развивающихся рынках. Однако потенциал России с этой точки зрения представляется сомнительным. Одна из причин состоит в том, что сборочное производство в России не обеспечивает значительной экономии, потому что автомобили собираются в основном из импортируемых компонентов. Значительного уменьшения стоимости сборки не произойдет из-за сниженных импортных пошлин на автомобильные компоненты. Российские компании поставляют всего 10% комплектующих, необходимых для иномарок, производимых в России. Например, машина Kia Spectra, производимая на заводе «ИжАвто» на 70% производится из корейских комплектующих. Такая же ситуация обстоит и с другими иномарками, собираемыми в России.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вышеизложенные решения перспективны для России. С одной стороны, вклад таких инвестиций позволит уменьшить одностороннее развитие российской экономики, составляющее добычу и переработку энергоресурсов и других видов сырья. С другой стороны, Россия располагает собственным автомобильным производством, играющим важную роль в экономике страны: в данной отрасли работают около 250 крупных и средних предприятий, она обеспечивает 4% промышленного производства, 3% налоговых поступлений, в ней занято 720 000 человек. В смежных отраслях автомобилестроение обеспечивает до 5 млн. рабочих мест. Несмотря на свое большое значение для России, отечественное автомобилестроение имеет низкий уровень развития и множество проблем, связанных, с низкими инвестиционными возможностями. Все это делает необходимым увеличение притока зарубежного капитала в российскую автомобильную промышленность.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция развития автомобильной промышленности России, Распоряжение правительства № 978р от 16 июля 2007 года.
2. Постановление правительства РФ «О режиме промышленной сборки» от 29 марта 2005 г. № 166 и его дополнения/изменения (Собрание законодательства Российской Федерации, 2012 г.)
3. Федеральный закон «Об особых экономических зонах в Российской Федерации» от 03.06.2006 N76-ФЗ (Собрание законодательства Российской Федерации, 2012 г.)
4. Сайт компании WWW.GM-AVTOVAZ.RU

РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ СО ВСТУПЛЕНИЕМ РОССИИ В ВТО.

Калашников А. А.
Финансовый Университет при Правительстве РФ, факультет "Финансовый менеджмент"
Научный руководитель: к.э.н., доцент Пономарёва М. А.

Практически во всех статьях, где обсуждаются плюсы и минусы вступления России во Всемирную торговую организацию, машиностроение входит в число отраслей, которые должны пострадать в первую очередь. На первый взгляд, потери могут показаться незначительными, но в перспективе они являются катастрофичными для машиностроения.

Ни для кого не секрет, что со вступлением в ВТО пошлины на ввоз в нашу страну продуктов машиностроения значительно снижены. Очевидно, что это ведёт к навязыванию иностранными компаниями конкурентной борьбы отечественному производителю, который находится совсем не в выигрышном положении. Если посмотреть на рынок автомобилей, то отечественная автопромышленность уже давно испытывает серьёзный натиск со стороны зарубежных конкурентов. Качество отечественных автомобилей значительно хуже, а их престиж продолжает падать из года в год. Иномарок на дорогах становится всё больше, и это серьёзная проблема.

Пошлины на ввоз легковых автомобилей снижены с 30% до 25%, поэтому явственных изменений пока не видно. В течение 7 лет они будут снижены до 15%, зарубежным фирмам будет ещё легче проникать на российский рынок, на котором они, несомненно, будут теснить отечественного производителя, в результате чего многие предприятия закроются, а люди останутся без работы. Вследствие снижения импортных пошлин прогнозируется спад цен на автомобили, однако неизвестно, не будут ли дилеры искусственно завышать их, забирая часть прибыли себе. Пошлины на ввоз грузовых автомобилей снизятся ещё сильнее, чем для легковых, хотя уже сейчас наравне с нашими грузовиками на дорогах встречаются иностранные. «КамАЗ» потеряет определённую долю рынка (по прогнозам около 20%, цифра огромная!). Среди крупных производителей легковых автомобилей большие потери по прогнозам ожидают Горьковский автомобильный завод.

Если взглянуть на крупнейшую российскую авиакомпанию "Аэрофлот", более половины акций которой принадлежат государству, то мы увидим, что авиапромышленность также испытывает серьёзные трудности. "Аэрофлот" обладает самым крупным воздушным флотом в СНГ, состоящим из почти 130 пассажирских авиалайнеров, в числе которых преобладают боинги и аэробусы. Наши деньги текут в Америку, Германию, Францию и другие западные страны. Вступление в ВТО только усугубляет сложившуюся ситуацию, после семилетнего переходного периода пошлины на импортные самолёты будут составлять 7,5-12,5% против бывших 20%.

Но существует мнение и о том, что российское гражданское авиастроение сумеет сохранить конкурентоспособность на рынке при проведении грамотной экономической политики. Авиационное строение нуждается в укреплении, а, значит, правительству следует принять ряд серьёзных мер в этой области. Необходимо финансирование гражданского авиапрома, так как он является одним из показателей силы и стабильности экономики страны. Государство должно стимулировать создание новых самолётов и внедрение их в производство, а никак не закупку самолётов из-за рубежа.

Ситуация в железнодорожном строительстве лучше. "Российские железные дороги" можно даже похвалить. Большая часть железнодорожного транспорта производится у нас, в частности 95% пассажирских вагонов – на Тверском вагоностроительном заводе. Однако

самым успешным и полезным поездом "РЖД" является знаменитый "Сапсан", за который мы также платим немцам (компания Siemens). А за высокоскоростной поезд "Аллегро" (компании Alstom), курсирующий из Санкт-Петербурга в Хельсинки, - французам. Это естественно наводит на мысль о том, что отечественный производитель не в состоянии произвести нечто подобное, что опять-таки свидетельствует об отсталости науки и неспособности навязать конкурентную борьбу европейцам.

Пошлины на продукты сельскохозяйственного машиностроения не являются исключением и также снижены со Вступлением в ВТО с 15% до 5-10%. Долю отечественных производителей на российском рынке сельхозтехники удавалось удерживать на приемлемом уровне за счёт высоких пошлин и господдержки, в частности субсидирования процентных ставок по кредитам исключительно на сельхозтехнику российского производства. Однако механизмы господдержки со вступлением в ВТО действовать перестали. В будущем это не просто негативно скажется на отечественном производстве сельхозтехники, но буквально уничтожит его. Это при том, что сельское хозяйство - важнейшая отрасль экономики, на которой базируется её продовольственная оснащённость.

Немногим лучше ситуация в других отраслях, да и то только при максимально эффективной государственной поддержке, которая сейчас катастрофически необходима предприятиям машиностроения. Несмотря на то, что машиностроение самостоятельно составляет небольшой процент во внутреннем валовом продукте страны, вклад в ВВП отраслей-потребителей машиностроения в разы больше, поэтому для государства жизненно важно развитие данной отрасли. К тому же с машиностроением связана занятость населения. Гибель машиностроения может оказаться губительной для всей экономики страны.

На основе проделанного анализа можно выявить ряд общих проблем и рассмотреть методы борьбы с ними.

Во-первых, снижение импортных пошлин означает массивный приток на российский рынок зарубежной продукции, способной навязывать нашим компаниям сильнейшую конкуренцию.

Не имея средств к существованию и развитию, отечественный производитель, очевидно, будет терять позиции на рынке, а в некоторых случаях окажется вынужден и вовсе уйти с него.

Во-вторых, закупка импортных товаров вызывает отток денежных средств на запад, что неоспоримо увеличивает финансовую зависимость России от других государств.

В-третьих, упадёт занятость населения, потому что наши предприятия станут закрываться, что чревато, если не социальными волнениями, то как минимум недовольством граждан.

В-четвёртых, возникает зависимость не только финансовая, но и товарная, потому как отечественная промышленность не способна производить машины на уровне зарубежного качества.

В результате начнётся деградация машиностроения, а также деградация исследовательских разработок в этой области, а наши учёные, оказавшись ненужными своей стране, помогут нашей науке ещё больше отстать от зарубежных стран. В складывающейся ситуации России будет очень легко при необходимости «перекрыть кислород». А так как мы ничего, кроме сырья предложить на мировом рынке не можем, под давлением нам придётся идти на уступки и соглашаться с чужими требованиями.

Как видно из этого списка проблем, складывается совсем не хорошая картина. Возникает серьёзный вопрос, действительно ли правильным шагом стало для нашей страны вступление во Всемирную торговую ситуацию?
Какими же способами необходимо бороться с указанными проблемами? Решение действительно есть, за него надо только основательно взяться.

В первую очередь необходима серьёзная государственная поддержка, выражающаяся в нескольких факторах. Государство должно всевозможными способами стимулировать спрос на продукцию именно отечественного производителя, например, предоставлять льготы по кредитам, как это было сделано с сельхозтехникой. Из государственного бюджета должны регулярно выделяться средства на финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области машиностроения. Также должны создаваться научные центры, конструкторские бюро, заводы, обеспечиваться необходимые условия для разработок. В противном случае наше машиностроение вполне может оказаться на грани гибели.

Если государство не начнёт активно проводить правильную экономическую политику, в ближайшем будущем наше машиностроение, как и другие отрасли, ожидают серьёзные трудности. С каждым годом отрасль будет терять обороты и, в конце концов, практически перестанет существовать, принося крохотные прибыли. Затухание машиностроения, как было сказано выше, непременно повлечёт за собой сокращение занятости. Чтобы этого не допустить, необходимо развивать отечественное производство. На начальном этапе этим должно заняться государство, так как сегодня только оно способно дать машиностроению серьёзный толчок вперёд.

Сначала нужно вложить деньги в усовершенствование старых и разработку новых моделей. Затем необходимо проведение ряда программ по рекламе отечественного производителя. Когда появиться спрос на продукцию, предложение уже не заставит себя ждать. Когда у производителей появиться больше денег, производство станет усовершенствоваться и расширяться. Очевидно, машиностроение сейчас нужно «поставить на рельсы», а дальше оно продолжит развиться по инерции. Однако это не значит, что государство может перестать контролировать отрасль. На определённом уровне оно постоянно должно участвовать в её регулировании, чтобы не допустить воплощения в жизнь той ситуации, которая сейчас угрожает российскому машиностроению.

А на сегодняшний день оно находиться в достаточно плачевном состоянии. Навязать конкуренцию на мировом рынке мы не можем, потому что наша техника хуже европейской, следовательно, за рубеж мы практически ничего не поставляем. Обеспечит себя и то, как следует, не удаётся. Например, из-за хронического дефицита средств, начиная с 1990-х годов, своевременного обновления локомотивного и вагонного парка в России не производилось. В результате к настоящему времени большая часть подвижного состава, как и прочих основных фондов ОАО РЖД, находится в сильно изношенном состоянии и требует замены.

В любом случае это не повод переправлять деньги на запад и закупать там товары, а повод в первую очередь серьёзно задуматься о собственном машиностроении и строго следовать стратегии его развития с упором на государственную поддержку, основные ступени и рычаги которой рассмотрены выше. Трудно сказать, какие именно последствия ожидают нашу страну и её граждан в том случае, если машиностроение всё-таки пойдёт по пути деградации, однако можно с полной уверенностью уверенно утверждать, что ничего хорошего нам это не сулит. После всего сказанного явственно напрашивается вывод: развивать машиностроение на современном этапе для России не просто важно, а жизненно необходимо!

ПРОИЗВОДСТВО МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СЕТЕВОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

Николин А.С.
Группа: 12-ВЭФЭ-1
Научный руководитель: к.э.н. Бойко Ю.А.

1. Резюме проекта

Наименование проекта: производство многофункциональных сетевых метеорологических станций (метеостанция) и развертывание информационной метеорологической сети.

Миссия: информационное обеспечение населения, государственных и коммерческих предприятий актуальной информацией о погодных условиях и предоставление достоверных прогнозов.

Цель проекта: организация процесса компоновки, сборки, установки и введения в эксплуатацию многофункциональных сетевых метеорологических станций для федеральной метеорологической сети в количестве 2000 шт. в течение четырех лет (500 шт./год).

Финансовые ресурсы, необходимые для осуществления предпринимательского проекта:

Всего: 11 948,52 тыс. руб.,

в том числе:

- собственные средства – 5948,52 тыс. руб.;
- средства инвесторов – 6000,00 тыс. руб.

2. Предпосылки к созданию автоматизированной метеорологической сети федерального уровня

Основной задачей проекта является создание общероссийской сети автоматических метеостанций для мониторинга окружающей среды на базе сетей операторов подвижной связи.

Здоровье большой группы людей находится в прямой зависимости от колебаний температуры воздуха, влажности и атмосферного давления. Все больше и больше распространяются новые экстремальные виды спорта, для которых фиксированные параметры погоды в определенной точке, являются гарантией безопасности. Появились новые профессии, для которых знание погодных условий, является насущной необходимостью. Зарождение новых форм землепользования, таких как фермерские хозяйства, привело к организации системы агрострахования, которая невозможна без точных прогнозов. Урбанизация породила настолько протяженные города (протяженность некоторых из них насчитывает десятки километров), что в пределах одного города есть районы с разными климатическими условиями (например, Большой Сочи). Для некоторых регионов, таких как Дальний Восток, мониторинг окружающей среды и точный прогноз опасных метеоявлений являются насущной необходимостью для сохранения тысяч человеческих жизней.

В последнее время количество чрезвычайных ситуаций столь велико, а человеческие и материальные потери от их возникновения столь значительны, что сам собой напрашивается

вопрос: что было бы, если бы все эти люди знали заранее о приближающейся угрозе. Вполне вероятно, что имей они мобильное предупреждение, многих жертв удалось бы избежать.

Поэтому, одна из основных целей проекта – заблаговременное информирование через мобильную телефонную сеть физических и юридических лиц о возможных неблагоприятных изменениях окружающей среды, мониторинг и предупреждение чрезвычайных ситуаций и техногенных катастроф.

3. Описание продукции

Мультифункциональная сетевая метеорологическая станция представляет собой программно-аппаратный комплекс, выполняющий задачи по сбору, обработке и передаче данных при помощи сетей мобильной связи 3G/4G, с возможностью модернизации для использования с прочими беспроводными и проводными технологиями передачи данных. В состав программно-аппаратного комплекса входят:

- метеорологические датчики, снимающие информацию о влажности, температуре, давлении воздуха, а так же скорости и направлении ветра;

- видеокамеры, осуществляющие съемку окрестностей;

- Программно-Аппаратный комплекс WeatherBOX на базе компактного компьютера DMP Vesa PC Ebox-2300SXA. Данное устройство выполняет функцию связующего звена между активными компонентами метеостанции (преобразователь метеоданных, IP-камера). Устройство комплектуется модемом 3G/4G, SIM – картой, USB flash накопителем, специализированным ПО WeatherBox.

- металлический антивандальный шкаф, в котором размещается указанное оборудование.

4. Классификация пользователей

Рис 1 – Классификация пользователей метеоданными

5. Этапы производства

На рисунке 2 представлены связи между участниками производственного процесса. От поставщиков на склад производителя поступают материальные ценности, происходит взаимный обмен бухгалтерскими документами. Затем следует выдача комплектующих в производство и оформляются внутренние документы, фиксирующие движение оборудования на предприятии. По окончании сборки, настройки и тестирования метеостанции подготавливают к отправке на место установки. Представленный процесс цикличен. Длительность цикла стремится к календарному месяцу.

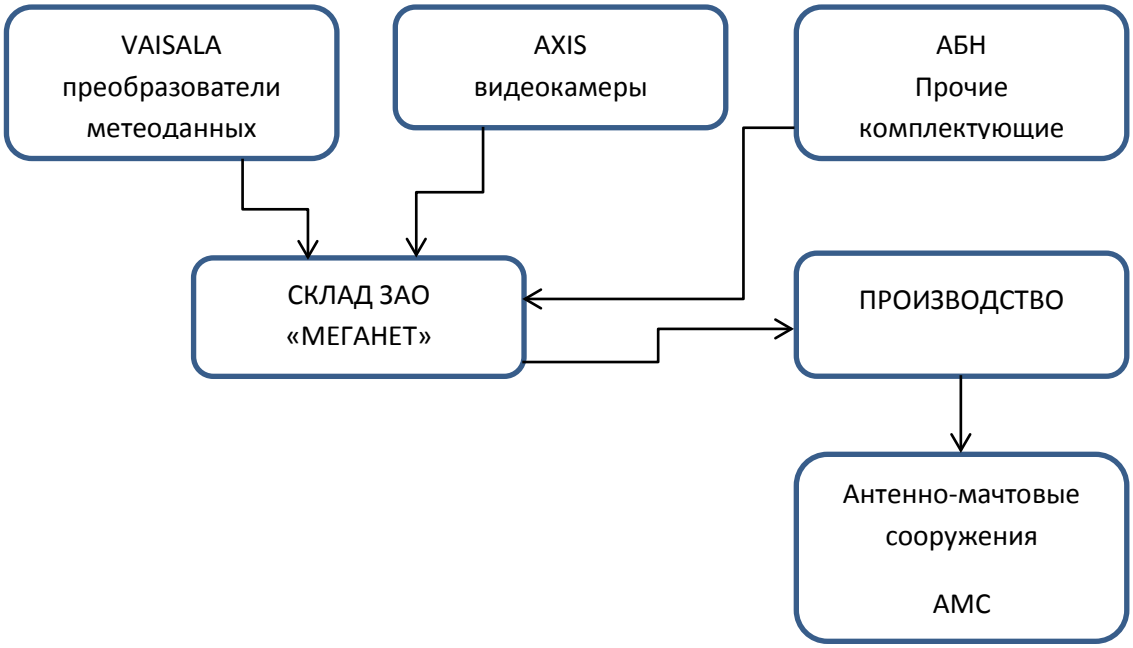


Рис. 2 – Движение материальных потоков

Таблица 1 – Этапы производственного процесса

Этап	Зависимость	Срок исполнения, раб. дни
a. Оформление заказов на комплектующие, получение счетов от VAISALA, AXIS, АБН		1
b. Оплата счетов	a	2
c. Поставка камер AXIS	b	5
d. Поставка преобразователей метеоданных VAISALA	b	7
e. Поставка прочих комплектующих	b	5
f. Первая стадия сборки метеостанции	c, e	1
g. Вторая стадия сборки метеостанции	d	0,5
h. Тестирование метеостанции – выявление и устранение дефектов монтажа, а так же проверка правильности настроек и получения данных	g	0,5
i. Подготовка к отправке, упаковка	h	1
j. Транспортировка метеостанций к месту установки*	i	3
k. Транспортировка бригад к месту установки	i	1
l. Монтажные работы по установке станции на АМС	j, k	0,25

Этап	Зависимость	Срок исполнения, раб. дни
m. Пусконаладочные работы и ввод в эксплуатацию	l	0,25

*Срок доставки может варьироваться, по умолчанию взят срок доставки до места в радиусе до 2000 км от Москвы.

Первый заказ формируется на 40 комплектов, из которых 10 находятся в резерве. Все последующие заказы состоят из 10 комплектов. Каждый последующий заказ оформляется при наступлении этапа “I”. Пять сборщиков соберут 10 метеостанций за 4 рабочих дня. На пятый день со склада в производство выдается очередная партия из 10 комплектов и вновь запускается Этап “a”. С момента выставления счета до получения комплектующих, необходимых для первой стадии сборки (f), проходит 8 рабочих дней. К этому моменту в производство поступит третья партия комплектующих и на складе останется 10 резервных комплектов.

Произведенная и введенная в эксплуатацию продукция реализуется ежемесячно. Объем производства равен объему реализации.

6. Финансовое резюме

Для реализации проекта планируется привлечение инвестиций в размере 12 000,00 тыс. рублей.

Расходы распределяются по следующим статьям

Основные производственные фонды 2020,00 тыс. руб.;

- проектирование 55 тыс. руб.;

- объекты общезаводского хозяйства 564 тыс. руб.;

- транспортные средства 1401,00 тыс. руб.

План производства

- выпуск продукции 144366,10 тыс.руб./год;

- переменные расходы 118132,80 тыс. руб./год;

- постоянные расходы 1010,26 тыс. руб./год.

Эффективность инвестиций

- срок окупаемости инвестиций 5 месяцев;

- срок возврата инвестиционного кредита 4 года;

- рентабельность продукции 21 %;

- среднегодовая чистая прибыль 15 180,32 тыс. руб.;

- чистый дисконтированный *доход* (ЧДД) 40 709,58 тыс. руб.

7. Оценка рисков

Проект находится в условиях, при которых достигаются высокие показатели окупаемости инвестиций, а так же быстрое достижение точки безубыточности. Это происходит из-за незначительных инвестиций в основные средства, а так же соотношения постоянных и переменных затрат 0,8/99,2.

Залог успешности проекта – достижение планируемого срока реализации и сохранение спроса на продукцию. Это же является и его слабой стороной. Производитель находится в зависимости от заказчика продукции. Возможно возникновение внешнего неблагоприятного инвестиционного фона, ведущего к сокращению инвестиций. Инвестиционные колебания могут повлечь за собой сокращение объемов производства или его приостановку. Перезапуск проекта потребует дополнительные вложения, что отразится на основных показателях.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ РАБОТЫ С ПЕРСОНАЛОМ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «ПРОМТРАКТОР»)

Завьялова Е.А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Автомобильный институт, факультет «Экономический»
Научный руководитель: Духанина Н. Ю.

Машиностроительный сектор является основой промышленного производства Российской Федерации, его важность обусловлена следующими факторами:

- машиностроительный комплекс, выступая в качестве катализатора научно-технического прогресса в различных отраслях народного хозяйства, является по сути одной из немногих отраслей обрабатывающей промышленности, развитие которой оказывает самое непосредственное влияние на техническую оснащенность всех секторов экономики, насыщая их основными фондами высокого технического уровня;

- машиностроение принято считать самой сложной отраслью промышленности, производящей широко дифференцированную продукцию: от наиболее активной части основных фондов (орудий труда) до привычных всем бытовых приборов и автомобилей;

- многие машиностроительные предприятия работают на оборонный комплекс, поэтому развитие данной отрасли определяет обороноспособность страны;

- большинство российских предприятий машиностроения, выпуская свыше 75% продукции своей специализации, достигли монополистического положения в занимаемом секторе экономики, что определяет необычайную экономическую и социальную значимость данных субъектов хозяйствования;

- по числу занятых (порядка 35% от трудоспособного населения) и по стоимости выпускаемой продукции машиностроительный комплекс, который насчитывает тысячелетнюю историю величайших научных побед, до сих пор занимает первое место среди всех отраслей промышленного производства;

- в среднем 15% ВВП РФ , порядка 20% производимой российскими промышленными отраслями продукции и 25% стоимости их основных фондов приходится на долю машиностроения.

Современный машиностроительный комплекс имеет ряд проблем:

- нехватка квалифицированного персонала
- низкий уровень зарплаты
- низкие объемы выпуска продукции.

Рассмотрим каждый пункт более подробно.

Первая проблема – это нехватка квалифицированного персонала. Ее важность обуславливается тем, что точки зрения многих специалистов человек становится главным фактором экономического развития и движущей силой производственного процесса. Процессы динамичного обновления научно-технического базиса современного общества вызвали глубокие преобразования во всех его секторах, привели к изменению роли человека в общественно-воспроизводственном процессе. В современных условиях преобладает убеждение, что эффективность работы определяют люди. На современных предприятиях

отсутствуют работники с необходимым уровнем профессиональной подготовки. В четвертом квартале 2012 года мониторинг Института экономической политики им. Е.Т. Гайдара (ИЭП) показал, что в промышленности вновь образовался недостаток работников, с данной проблемой столкнулись порядка 37% предприятий. Самым массовым следствием кадрового голода в российской промышленности в 2012 году стало снижение качества выпускаемой продукции. Об этом заявили 49% предприятий.

Вторая проблема – низкий уровень зарплаты. Уровень оплаты труда в машиностроении приблизительно на четверть ниже, чем в среднем по промышленности. Дело в том, что выработка продукции на одного рабочего в машиностроении продолжает оставаться одной из самых низких. Это и приводит к нехватке квалифицированного персонала.

Следующая проблема – низкая производительность труда. Машиностроение – наиболее пострадавшая в период последнего кризиса отрасль промышленности РФ. Такое положение дел обусловлено в первую очередь тем, что результаты хозяйственной деятельности предприятий машиностроения находятся в глубокой зависимости от платежеспособности отраслей, на спрос которых они ориентируются. Так, неся потери в финансовой устойчивости, субъекты различных отраслей российской промышленности были вынуждены с конца 2008 года значительно сократить объемы заказов машиностроительной продукции. На сегодняшний момент прослеживается тенденция замедления темпов роста объемов производства, которые лишь в выпуске транспортных средств и оборудования смогли достичь докризисного уровня, что объясняется запуском программы утилизации изношенных автомобилей.

Данные проблемы характерны и для машиностроительного предприятия « ОАО Промтарктор» - ведущего производителя производственных тракторов, на производство поставлено 6 базовых моделей бульдозерно-рыхлительных агрегатов и 34 модификации на их базе, 4 модели трубоукладчиков и 3 модели колесных тракторов. Промышленные трактора используются для тяжелых землеройных работ в промышленном, дорожном, нефтегазовом и гидротехническом строительстве, а также для выполнения плантажных, мелиоративных и аварийно-спасательных работ и прокладки нефте - и газопроводов.

Для примера рассмотрим цех трансмиссий, входящий в четверку цехов основного производства завода. Он специализируется на выпуске узлов трансмиссии промышленных тракторов (коробки перемены передач, гидротрансформаторы, бортовые и конические редукторы, узлы управления гидротрансмиссией, навесное гидравлическое оборудование и т.д.).

В данном цехе прослеживается низкий уровень квалификации основных и вспомогательных рабочих. Средний уровень рабочих составляет 4,2. Несоответствие разряда рабочих разряду работ можно увидеть на следующих формулах:

$$\overline{\text{Р}}_{\text{рабочих}} = \frac{\sum P_i \text{Ч}_i}{\sum \text{Ч}_i} = 4{,}20$$

где $\overline{\text{Р}}_{\text{рабочих}}$ – средний разряд рабочих;

P_i – разряд *i*-ой работы;

Ч_i - численность рабочих *i*-го разряда.

$$\overline{\text{Р}}_{\text{работ}} = \frac{\sum P_i T_i}{\sum T_i} = 4{,}60$$

где $\overline{\text{Р}}_{\text{рабочих}}$ – средний разряд работ;

P_i – разряд *i*-ой работы;

T_i - трудоемкость *i*-ой, нормо-часы.

Как мы видим, средний разряд рабочих составляет 4,2, что является более низким показателем, чем средний разряд работ в цехе 4,6. Соотнесение этих показателей в следующем формуле демонстрирует, что коэффициент квалификации ниже 1.

$$К_{квалификаци} = \frac{\text{Ср разряд рабочих}}{\text{Ср разряд работ по основному производству}} = 0{,}91$$

Из приведенной выше формулы следует необходимость повышения квалификации рабочих, количество которых рассчитывается ниже.

$$Ч_{р.к.} = (Р_{работ} - Р_{рабочих}) * Ч_{р.о.п.} = (4{,}60 - 4{,}20)*555 = 222$$

где $Ч_{р.к.}$ – численность рабочих, которым надо повысить квалификацию;

$\overline{Р}_{работ}$ – средний разряд работ;

$\overline{Р}_{рабочих}$ – средний разряд рабочих;

$Ч_{р.о.п.}$ – общая численность рабочих в цехе.

Рассматривая проблему низкой оплаты труда в цехе трансмиссий можно сказать, что ее фактический уровень составляет 16 198 р, что чуть выше среднего уровня по заводу в целом 15 407, но ниже планируемого 17 571р и ниже среднего уровня оплаты труда по г. Чебоксары, в котором расположен завод 18 793р. Предприятие не может повысить оплату труда вследствие несоответствия требуемой квалификации рабочих уровню квалификации работ в цехе.

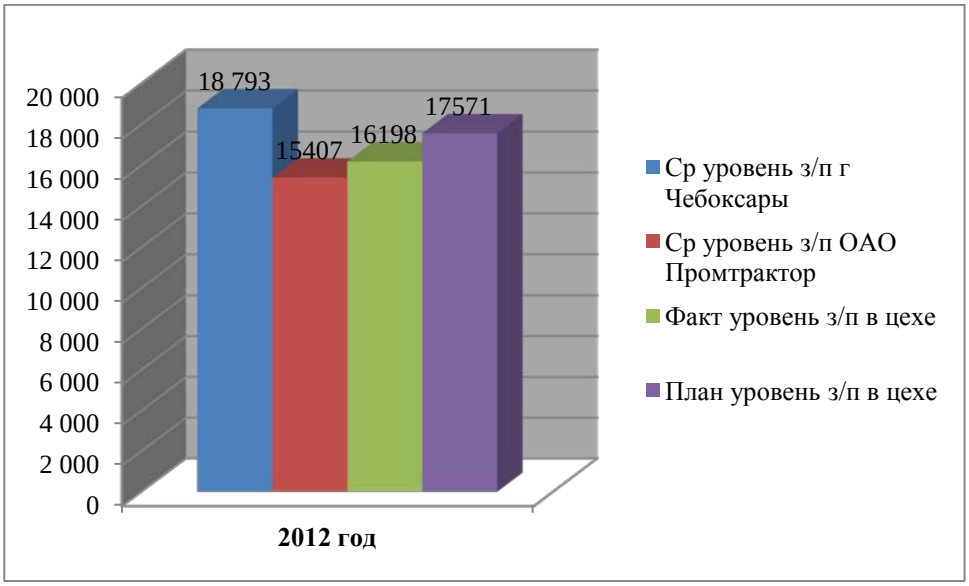


Рисунок 1 – Диаграмма уровней заработной платы

Цех трансмиссий постоянно сталкивается с проблемой невыполнения плана по объему выпуска продукции, большое влияние на которую оказывает нехватка квалифицированного персонала. Фактические показатели не достигают запланированных. Объем товарной продукции в стоимостном выражении в 2012 году по плану 1 278 896,6 т. руб, а фактический показатель 1 025 231 т. руб. Таким образом, объем выпускаемой товарной продукции составляет 80% от плана.

После анализа имеющихся проблем на предприятии видно, какое влияние оказывает человеческие ресурсы на производство. Необходимо чтобы уровень квалификации рабочих соответствовал предъявляемым требованиям. В случае, когда квалификационный уровень рабочих превышает требования производства, возникает опасность утраты интереса к работе, для рабочих этих цехов отсутствует возможность полной реализации своих знаний и способностей. В итоге может снизиться интенсивность и производительность труда. Также производительность труда будет снижаться, если квалификация рабочих будет ниже квалификации работ.

В условиях острой конкуренции между производителями за рынки сбыта и потребителей при одинаковой технической и технологической оснащенности добиться успеха может только тот, кто лучше использует имеющиеся у него человеческие ресурсы. Люди создают новые продукты, контролируют качество, аккумулируют, используют финансовые ресурсы, становясь ключевым ресурсом, способным к постоянному совершенствованию и развитию. Для успешного развития необходимо, чтобы сотрудники идентифицировали цели и задачи предприятия со своими собственным, важен процесс их интеграции. Работа с персоналом призвана объяснить необходимость обучения и наглядно показать, что приобретут работники для себя.

Повышение уровня оплаты труда является важным стимулом для персонала.

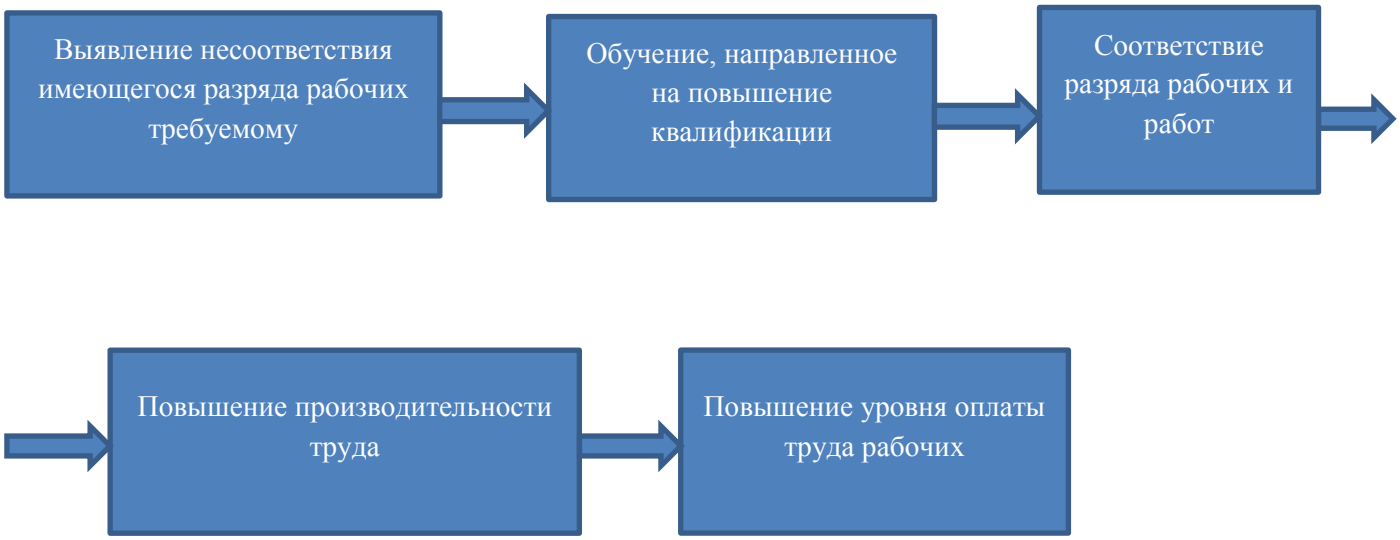


Рисунок 2 – Схема этапов проведения обучения

При повышении уровня квалификации рабочих, прошедших обучение, происходит повышение качества трудовой жизни, которое достигается за счет увеличения вознаграждения за труд, обеспечения работнику возможностей использовать свои способности, удовлетворять потребности в самореализации, профессиональном росте. Реализуется концепция “обогащения труда”, согласно которой человек в процессе своей производственной деятельности выполняет новые задания, разносторонне развивает свою личность.

Рассмотрим прогнозируемую ситуацию после повышения уровня квалификации рабочих цеха трансмиссий ОАО «Промтрактор»:

Средний разряд работ остается неизменным.

$\overline{Р}_{работ} = \frac{\sum P_i T_i}{\sum T_i} = 4{,}60$

Однако теперь средний разряд рабочих повысился до требуемого:

$\overline{Р}_{рабочих} = \frac{\sum P_i Ч_i}{\sum Ч_i} = 4{,}60$

$К_{квалификаци} = 1{,}00$

Коэффициент квалификации равен 1, что свидетельствует об успешности проведенного обучения.

В связи с изменением квалификации с 4 разряда на 5 меняется и часовая тарифная ставка с 92,03 руб., до 104,7 руб. и заработная плата с 16 198 руб. в месяц до 18 427,2 руб. в месяц, что почти соответствует среднему заработку в г. Чебоксары.

Меняется производительность труда в цехе за год (2013год):

$П_т = \frac{V_{тов\ прод.}}{Ч} = 2304$ т. руб.

где $П_т$ – производительность труда;

$V_{тов\ прод.}$ – объем выпуска товарной продукции в цехе в стоимостном выражении в год;

Ч – среднесписочная численность рабочих.

Вследствие повышения производительности труда увеличивается объем выпускаемой продукции с 1 025 231 т. руб. до 1 278 896,6 т. руб. в год вследствие повышения квалификации и установлении ее в требуемом значении.

Таким образом, рост квалификации работников положительно влияет на увеличении объема выпущенной продукции на предприятии.

Список использованной литературы:

1. Бородин А., Шаш Н. - Сравнительный анализ базовых характеристик моделей управления трудовыми ресурсами в организациях // Человек и труд. – 2012. № 6.
2. Цухло С.- Рабочих в российской промышленности не хватает даже для стагнации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rbcdaily.ru/politics/562949985251003
3. Мельковская К.Р. – Проблемы функционирования российских машиностроительных предприятий [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://uecs.ru/uecs-36-122011/item/928-2011-12-27-11-47-15
4. Материалы преддипломной практики на ОАО «Промтрактор»

СЕКЦИЯ «МЕНЕДЖМЕНТ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Соболева Е. А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт экономики и управления
Научный руководитель: проф. В. П. Павельев

Машиностроительный комплекс (МСК) включает в себя более двадцати отраслей производства и должен стать ключевым фактором, влияющим на эффективность инновационного сценария развития экономики РФ. МСК призван обеспечить производственным оборудованием ключевые сектора экономики и, в первую очередь, обрабатывающие отрасли промышленности и тем самым определяет состояние производственного потенциала Российской Федерации. От уровня развития машиностроения зависят материалоёмкость, энергоёмкость валового внутреннего продукта, производительность труда, промышленная безопасность и обороноспособность государства [1].

По данным мировой статистики, машиностроительный комплекс дает наибольший прирост добавленной стоимости по сравнению с другими видами экономической деятельности - 13,3% (для сравнения - транспорт - 9,9%, электроника и электротехника - 9,5%) [2]. Нынешняя доля машиностроения в общем объёме промышленного производства РФ составляет около 20 %, уступая по меньшей степени в 2 раза показателям промышленно развитых стран. По подавляющему большинству позиций в мировом экспорте машин, оборудования и транспортных средств вклад РФ составляет десятые и сотые доли процента (относительное исключение представляет энергетическое оборудование – около 2,5 процентов) [1].

Среди главных проблем отечественного машиностроения можно выделить следующие [1]:
1) наличие избыточных производственных мощностей, как правило, устаревших, и крайне высокие издержки на их содержание;
2) критический моральный и физический износ оборудования и технологий;
3) дефицит денежных ресурсов (низкая кредитная и инвестиционная привлекательность предприятий) для реализации программ стратегических преобразований.

В таблице 1 представлены данные по уровню износа основных производственных фондов МСК, откуда видно, что значительная часть оборудования в отечественном машиностроении имеет средний возраст 20 и более лет. Это означает, что подавляющая часть основных фондов устарела не только морально, но и физически.

Таблица 1_Уровень износа основных производственных фондов в промышленности (в % от общей стоимости фондов на конец года) [3]

	1992	**1995**	**1998**	**2000**	**2002**	**2003**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
Вся обрабатывающая промышленность	45,2	48,5	52,9	51,3	51,8	49,5	48,1	46,0	45,7	42,2	42,9
Машиностроение и металлообработка	45,5	47,5	53,2	55,3	53,1	49,9	47,6	47,1	45,6	45,0	44,3

С учетом того, что машиностроение играет ведущую роль в экономике страны (а также присущего данному отраслевому комплексу свойства давать импульс для инновационного развития практически всех отраслей), объективной и безотлагательной задачей является немедленное проведение модернизации, реструктуризации и инновационного развития отечественного машиностроения.

Автомобильная индустрия, являющаяся одной из важнейших отраслей машиностроительного комплекса страны, стоит на пороге коренных изменений. Ключевыми задачами автомобильной промышленности являются сохранение в перспективе позиций на внутреннем рынке легковых автомобилей (в том числе, за счет промышленной сборки) и ускоренное развитие локализации производства иномарок в России [4].

Реализация государственной стратегии развития национальной автомобильной промышленности России путем обеспечения качественного роста эффективности процессов производств и продукции, востребованной рынком, выведением на рынок продукции (товаров и услуг) с улучшенными или новыми потребительскими свойствами требует качественного повышения эффективности производственных систем, которое может быть обеспечено постоянным обновлением производственных фондов предприятия, диверсификацией производства путем реализаций инновационных проектов развития предприятия [4].

Поэтому инновационная деятельность предприятия представляет собой один из наиболее важных аспектов его функционирования. Для реализации национальной стратегии развития отечественной автомобильной промышленности определены прогнозные суммарные объемы инвестиций, представленные в таблице 3.

Таблица 3_ Прогнозный суммарный объем инвестиций по годам в развитие отечественной автомобильной промышленности [1]

protown.ru **Общая инвестиционная программа ключевых предприятий отрасли по годам, включая НИОКР (млн.руб.)**

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Итого
	7 042	35 543	18 642	7 615	25 240	12 232	4 501	450	0	0	0	111 265
ГРУППА ГАЗ	22 227	29 929	20 859	15 563	6 561	5 124	4 205	2 672	1 996	2 055	869	111 511
KAMAZ	7 627	14 753	22 858	22 730	16 250	10 739	6 483	0	0	0	0	101 440
sollers	18 054	56 652	28 273	7 952	445	0	0	0	0	0	0	111 375
Всего потребность в проектном финансировании	54 950	136 877	90 672	53 850	48 496	28 095	15 189	2 522	1 996	2 055	869	435 591

В настоящее время перед многими российскими предприятиями стоит проблема поиска и привлечения долгосрочных инвестиций для развития производства, приобретения современного оборудования и внедрения новых технологий, диверсификации производства. Кроме капитальных вложений в средства производства предприятия должны так же инвестировать в человеческий капитал (повышение квалификации сотрудников).
В качестве инструментов финансового обеспечения реализации инновационного проекта могут рассматриваться такие виды привлекаемых инвестиций как банковское кредитование, лизинг (финансовая аренда) основных средств и меновые отношения.

В работе [5] предложена методика оценки показателей производственно – финансовой деятельности предприятия с использованием стоимостной модели, построенной на основе бухгалтерских проводок как наиболее полно и достоверно отражающих хозяйственную деятельность предприятия, и позволяющая оценивать эффективность привлечения инвестиций для реализации инновационного проекта развития машиностроительного предприятия[6].

Оценка эффективности инновационной деятельности в процессе модернизации и диверсификации производства с привлечением инвестиций в форме банковского кредита, финансовой аренды оборудования (лизинга) и приобретения оборудования по договору мены производилась путем сопоставления результатов деятельности анализируемого предприятия с производственно – финансовыми показателями деятельности предприятия без модернизации и диверсификации производства в течение пяти лет.

На рисунках 1 и 2 показано изменение среднегодовой стоимости ОПФ и его активной части относительно исходного варианта функционирования предприятия (без реализации инновационного проекта), а также доли активной части ОПФ (рис.3) в течение 5 лет при различных вариантах привлечения инвестиций. Анализируя представленные данные можно видеть, что если при использовании кредита и мены стоимость и доля активной части в течение анализируемого периода возрастает, то при финансовой аренде и учете объекта лизинга на балансе лизинговой компании она уменьшается вследствие изменения величин амортизационных отчислений.

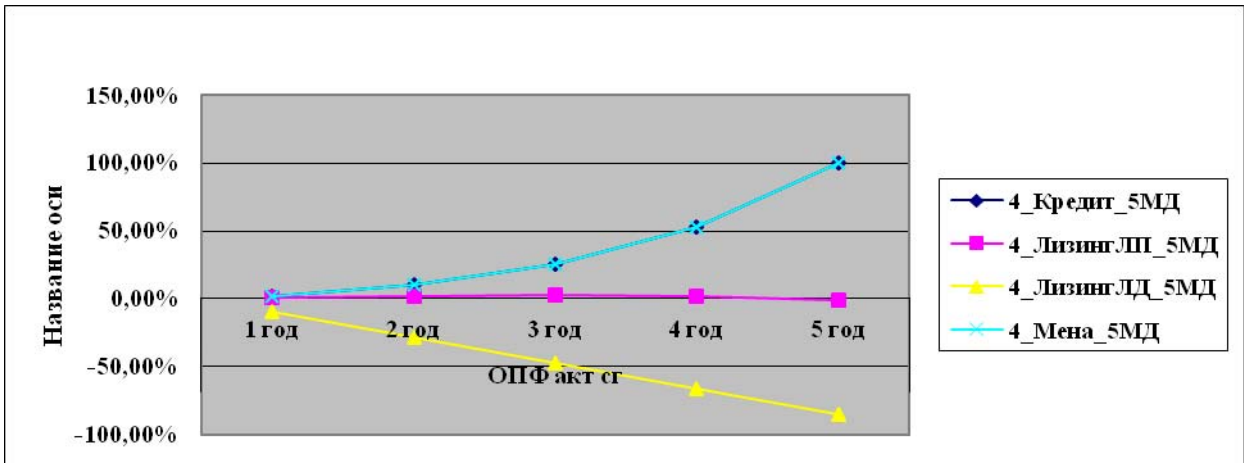
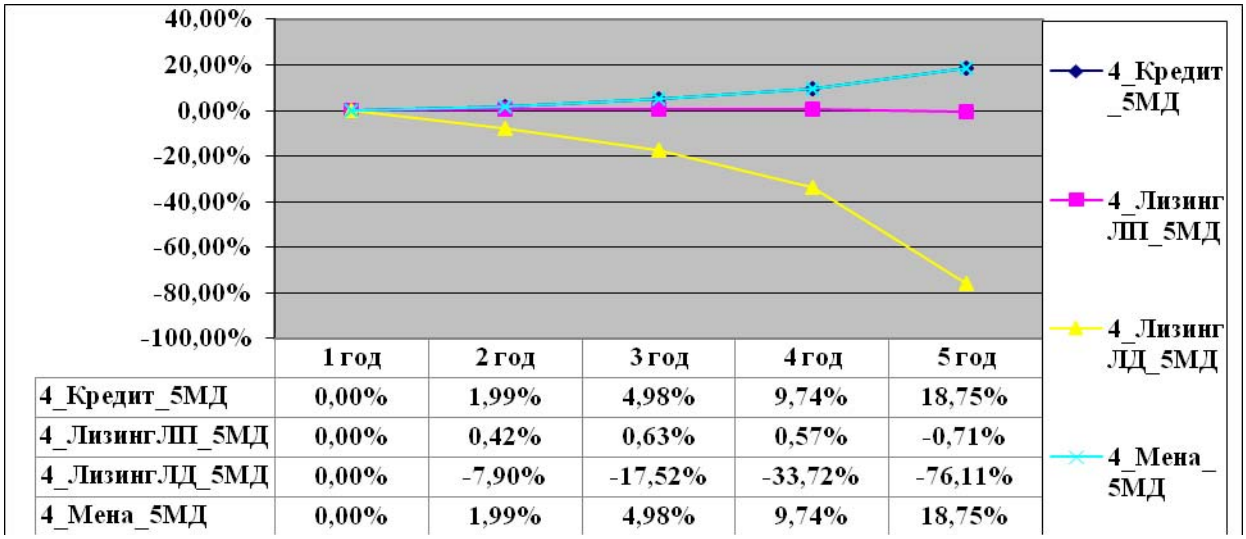
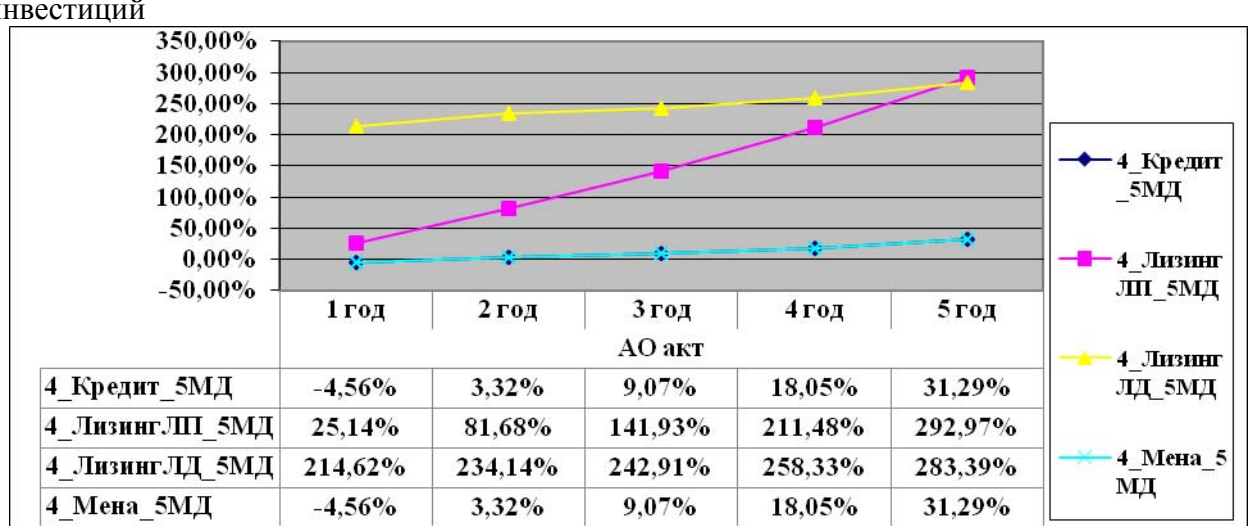


Рис. 1_ Изменение среднегодовой стоимости активной части ОПФ относительно исходного варианта функционирования предприятия при равномерной модернизации основных средств в течение 5 лет и различных вариантах привлечения инвестиций



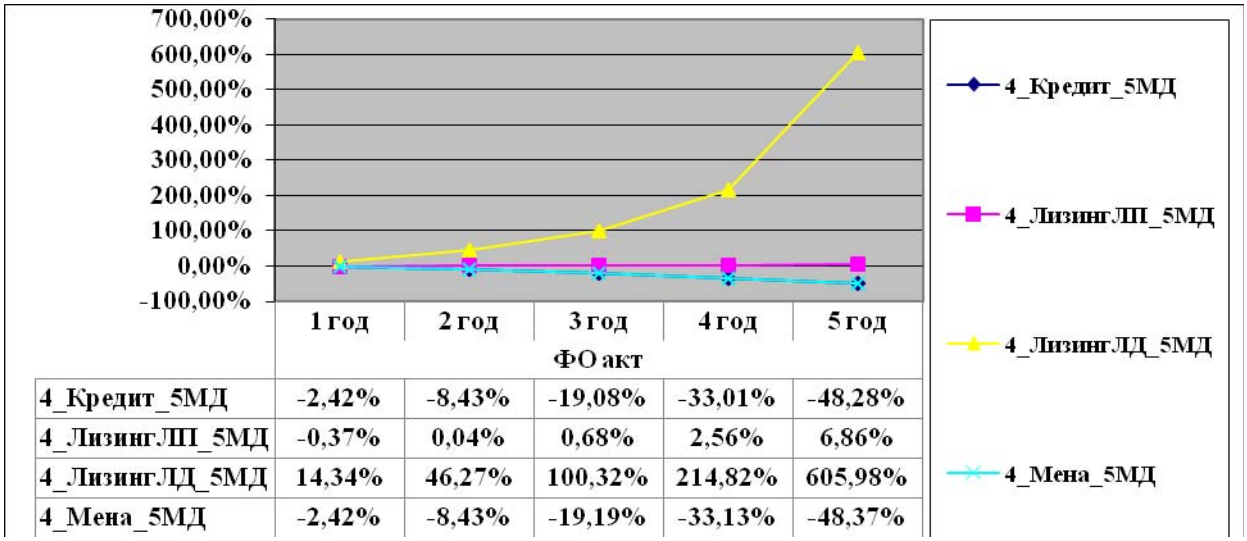
	1 год	2 год	3 год	4 год	5 год
4_Кредит_5МД	0,00%	1,99%	4,98%	9,74%	18,75%
4_ЛизингЛП_5МД	0,00%	0,42%	0,63%	0,57%	-0,71%
4_ЛизингЛД_5МД	0,00%	-7,90%	-17,52%	-33,72%	-76,11%
4_Мена_5МД	0,00%	1,99%	4,98%	9,74%	18,75%

Рис. 2_ Изменение доли активной части ОПФ относительно исходного варианта при модернизации основных средств в течение 5 лет и различных вариантах привлечения инвестиций



	1 год	2 год	3 год	4 год	5 год
	АО акт				
4_Кредит_5МД	-4,56%	3,32%	9,07%	18,05%	31,29%
4_ЛизингЛП_5МД	25,14%	81,68%	141,93%	211,48%	292,97%
4_ЛизингЛД_5МД	214,62%	234,14%	242,91%	258,33%	283,39%
4_Мена_5МД	-4,56%	3,32%	9,07%	18,05%	31,29%

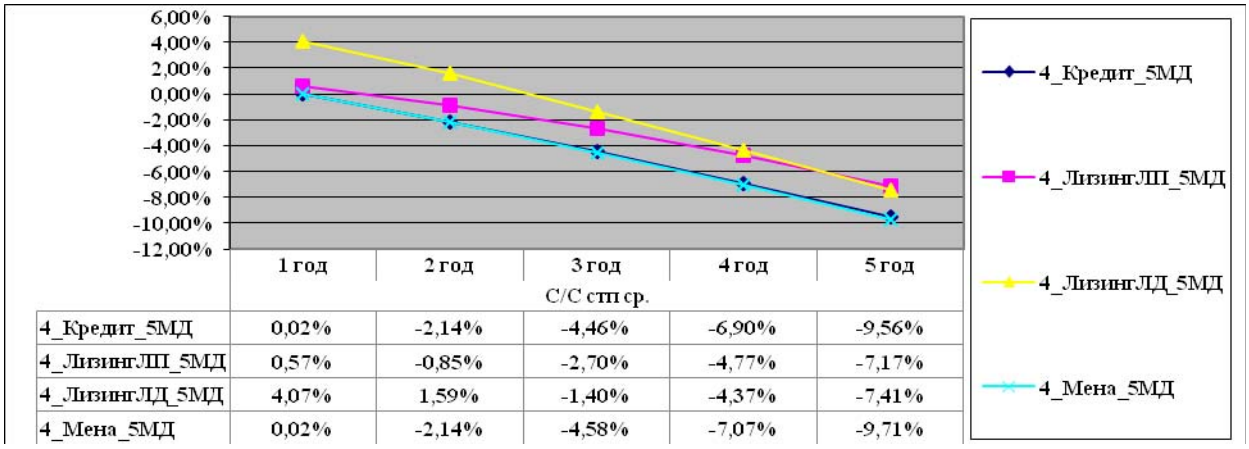
Рис. 3_ Изменение величины АО акт относительно исходного варианта при модернизации основных средств равномерно в течение 5 лет и различных вариантах привлечения инвестиций



	1 год	2 год	3 год	4 год	5 год
	ФО акт				
4_Кредит_5МД	-2,42%	-8,43%	-19,08%	-33,01%	-48,28%
4_ЛизингЛП_5МД	-0,37%	0,04%	0,68%	2,56%	6,86%
4_ЛизингЛД_5МД	14,34%	46,27%	100,32%	214,82%	605,98%
4_Мена_5МД	-2,42%	-8,43%	-19,19%	-33,13%	-48,37%

Рис. 4_ Изменение фондоотдачи активной части ОПФ относительно исходного варианта функционирования предприятия при модернизации основных средств равномерно в течение 5 лет при различных вариантах привлечения инвестиций

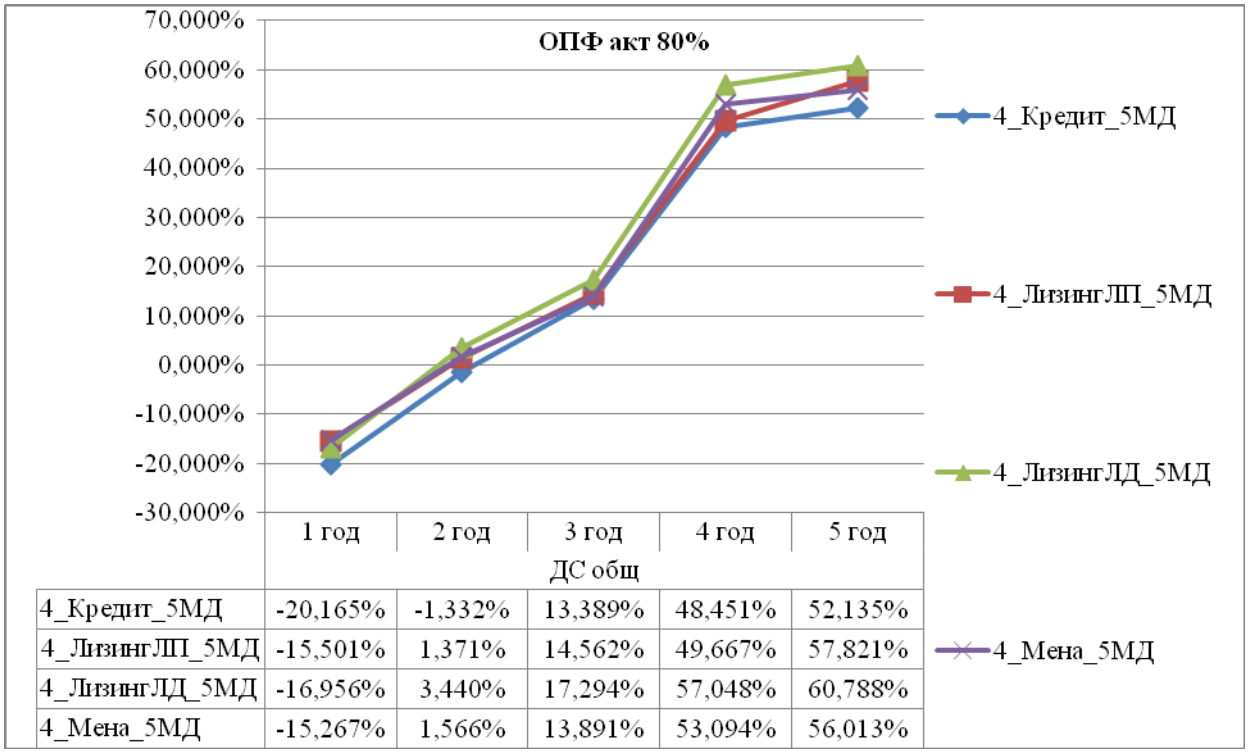
Наибольшее изменение фондоотдачи наблюдается при использовании финансовой аренды основных средств при учете их на балансе лизингодателя



	1 год	2 год	3 год	4 год	5 год
	С/С стп ср.				
4_Кредит_5МД	0,02%	-2,14%	-4,46%	-6,90%	-9,56%
4_ЛизингЛП_5МД	0,57%	-0,85%	-2,70%	-4,77%	-7,17%
4_ЛизингЛД_5МД	4,07%	1,59%	-1,40%	-4,37%	-7,41%
4_Мена_5МД	0,02%	-2,14%	-4,58%	-7,07%	-9,71%

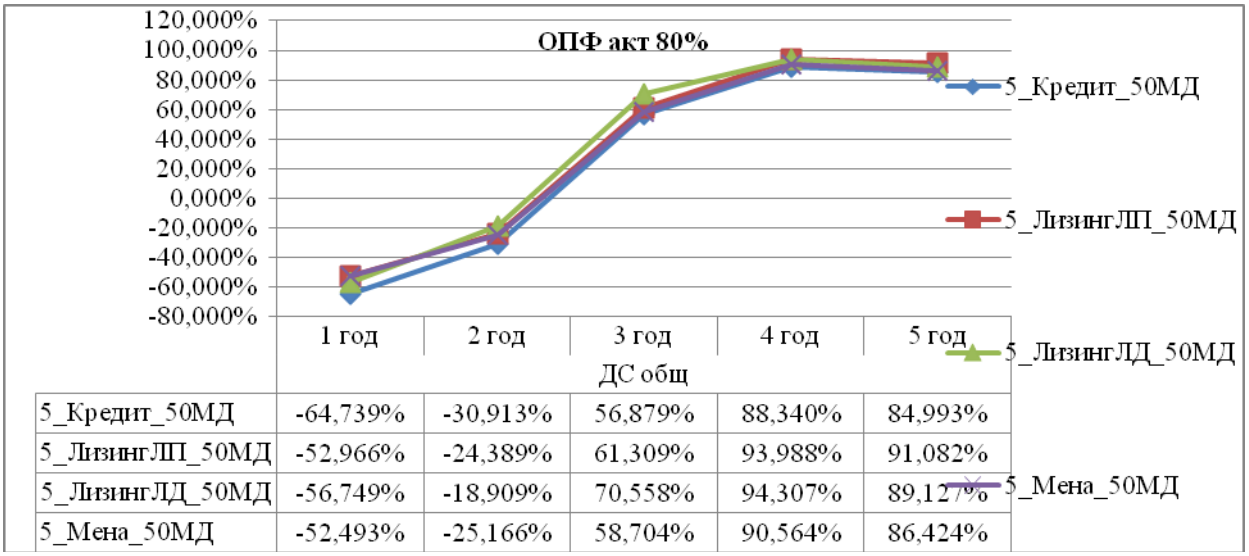
Рис. 5_Изменение средней себестоимости единицы продукции предприятия относительно исходного варианта

На рисунках 6 – 8 показано изменение общего денежного потока предприятия при привлечении инвестиций для реализации инновационного проекта и различных вариантах модернизации основных производственных фондов предприятия с различной долей активной их части (ОПФ акт) относительно общего денежного потока предприятия без модернизации и диверсификации производства.



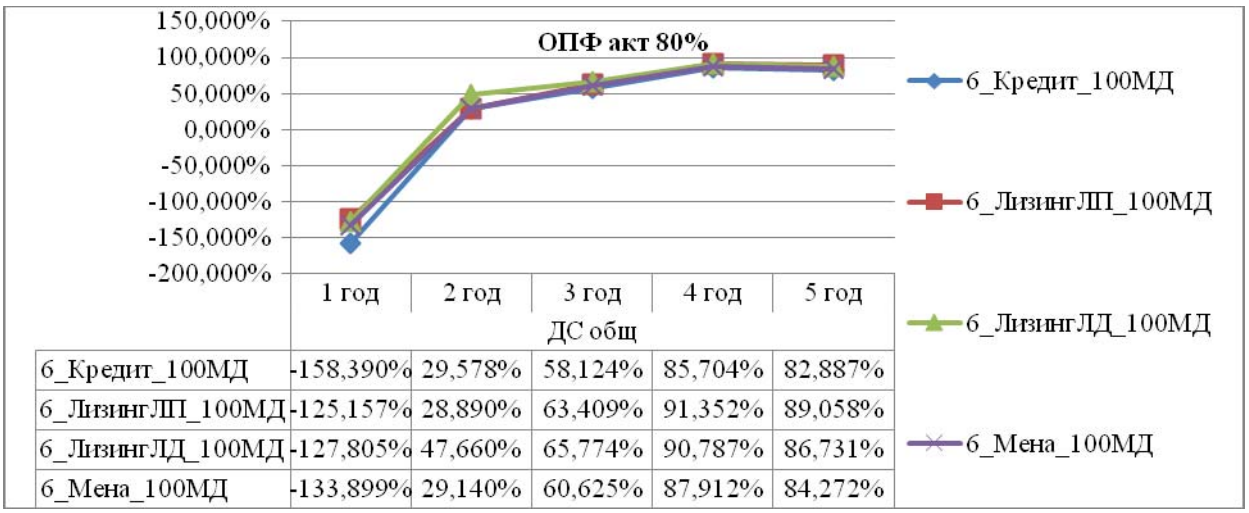
	1 год	2 год	3 год	4 год	5 год
	ДС общ				
4_Кредит_5МД	-20,165%	-1,332%	13,389%	48,451%	52,135%
4_ЛизингЛП_5МД	-15,501%	1,371%	14,562%	49,667%	57,821%
4_ЛизингЛД_5МД	-16,956%	3,440%	17,294%	57,048%	60,788%
4_Мена_5МД	-15,267%	1,566%	13,891%	53,094%	56,013%

Рис. 6_ Изменение общих годовых денежных потоков предприятия при реализации инвестиционного проекта равномерно в течение пяти лет относительно показателей существующего предприятия



	ДС общ				
5_Кредит_50МД	-64,739%	-30,913%	56,879%	88,340%	84,993%
5_ЛизингЛП_50МД	-52,966%	-24,389%	61,309%	93,988%	91,082%
5_ЛизингЛД_50МД	-56,749%	-18,909%	70,558%	94,307%	89,127%
5_Мена_50МД	-52,493%	-25,166%	58,704%	90,564%	86,424%

Рис. 7_Изменение общих годовых денежных потоков предприятия при реализации инвестиционного проекта в течение первых двух лет относительно показателей существующего предприятия



	ДС общ				
6_Кредит_100МД	-158,390%	29,578%	58,124%	85,704%	82,887%
6_ЛизингЛП_100МД	-125,157%	28,890%	63,409%	91,352%	89,058%
6_ЛизингЛД_100МД	-127,805%	47,660%	65,774%	90,787%	86,731%
6_Мена_100МД	-133,899%	29,140%	60,625%	87,912%	84,272%

Рис. 8_Изменение общих годовых денежных потоков предприятия при реализации инвестиционного проекта в течение одного первого года относительно показателей существующего предприятия

Анализ изменения общего денежного потока предприятия с различной долей активной части ОПФ (рисунки 6 – 8) при реализации инновационного проекта развития предприятия с привлечением внешних инвестиций показал:

1) оборачиваемость инвестиций, привлекаемых в модернизацию и диверсификацию производства составляет от 2,5 до 3 лет в зависимости от варианта реализации инновационного проекта;

2) наиболее эффективной с точки зрения срока окупаемости является модернизация и диверсификация производства с использованием лизинга (финансовой аренды) оборудования, числящегося на балансе лизинговой компании.

3) наименее рискованным вариантом модернизации производства является равномерная замена оборудования и диверсификация производства в течение пяти лет, но и приращение денежного потока относительно показателей немодернизируемого предприятия не более 30%;

4) наибольшее приращение суммарного денежного потока имеет место при реализации наиболее рискованного варианта модернизации оборудования в течение первого года, в

течение которого уменьшение денежного потока может составлять до 150% относительно немодернизируемого производства.

В заключение следует отметить, что условиях глобального экономического и финансового кризиса, последствия которого могут негативно влиять на экономику России, наиболее предпочтительным вариантом модернизации и диверсификации производства является равномерная модернизация и диверсификация производства в течение пяти лет.
Выбор конкретного варианта модернизации и диверсификации производства и способа финансирования должен решаться руководством предприятия комплексно с позиций системного подхода с привлечением данных оценки, анализа и прогнозирования показателей производственно – финансовой деятельности конкретного предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

Перспективы развития российского машиностроения. Электронный ресурс. // URL: http://www.protown.ru/information/hide/4486
www.economy.gov.ru – сайт Министерства экономического развития и торговли.
Промышленность России . Электронный ресурс. // http://www.gks.ru /wps/ wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/enterprise/
Стратегия развития автомобильной промышленности Российской Федерации до 2020 года. Приказ Минпромторга России от 23.04.2010 № 319.
Павельев В.П., Титова О.Н. Бухгалтерский учет как средство моделирования производственно - финансовой деятельности предприятия. Сборник научных трудов Международной научно - практической конференции «Стратегическое управление организацией: особенности малых предприятий», СПб:, СПб ГПУ, 2010
Павельев В.П. Сивов А.В. Лизинг как эффективный инструмент обновления основных фондов предприятия. Сборник статей 2 Всероссийской научной конференции «Научное творчество XXI века» с международным участием. Красноярск:, 2010 г.

Последствия для конкурентоспособности отрасли сельхозмашиностроения РФ при вступлении в ВТО

Воронина А.А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт экономики и управления.
Научный руководитель: к.э.н., доцент Шарян Э.Г.

В настоящее время, сельскохозяйственное машиностроение не в силах полностью решить задачи технического обновления аграрной сферы и стать более конкурентоспособным при вступлении в ВТО. Однако общественность широко информирована, что в государственных программах развития отрасли уделяется значительное внимание, осуществляются значительные инвестиции, которые потенциально позволят увеличить объемы, а также технические и технологические уровни сельхоз производства.

Цифры статистики, в свою очередь, говорят о том, что крупнейшие мировые сельхозмашиностроительные концерны серьезно впереди по всем финансовым показателям. В нашей стране объемы реализации даже самых значительных российских производителей намного меньше иностранных конкурентов.

В условиях вступления России в ВТО нельзя допустить негативные тенденции в данной сфере которые, как следствие, могут повлиять на развитие экономики в целом. Поэтому, для исследования была выбрана такая актуальная на сегодняшний день тема, как последствия для конкурентоспособности отрасли сельхозмашиностроения РФ при вступлении в ВТО. Сельхозмашиностроение России обеспечивает национальную продовольственную безопасность страны и является важным звеном крупного агропромышленного и машиностроительного сектора, технологическая цепочка которого начинается с металлургии.

Сельхозмашиностроение играет важную роль в российской экономике, обслуживая связанные с производством продуктов питания отрасли общим объемом 14 трлн. руб. При этом численность занятых в отрасли составляет около 60 тыс. человек, а выручка производителей на территории России за последние 5-7 лет в среднем - более 30 млрд. руб. Начиная с 2005 года емкость отечественного рынка сельхоз оборудования ежегодно увеличивалась на 45%. При этом отечественное производство росло только на 22% в год, и даже с учетом отверточной сборки иностранной техники на территории России доля импорта техники к 2011 г. составляла более двух третей.

Российское сельхозмашиностроение по-прежнему эксплуатирует традиционные идеологии работы, основанные на технологиях не самого современного поколения. В свою очередь, конкуренты только рады занять наш рынок техникой абсолютно иного уровня, а именно в части эффективности, производительности и продуктивности. У наших сельхозмаш-гигантов отсутствует мотивация для развития и роста, в связи с этим конкурентов им догнать не удается. Направления для российского агромаша зафиксированы Министерством промышленности и торговли РФ в опубликованном в 2011 году документе под названием «Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения до 2020 года»1.

[1] Для анализа отрасли в Стратегии развития сельхозмашиностроения России до 2020 года использовались производственные и финансово-экономические показатели 55 ведущих российских предприятий, на долю которых приходится около 90% производимой в стране сельхозтехники. При подготовке Стратегии были выявлены и учтены основные группы интересов: потребители сельхозтехники, ее производители и государство.

Основными приоритетами стратегии являются: стимулирование спроса на сельхозтехнику, увеличение экспорта, стимулирование модернизации производственных мощностей сельхозтехники, повышение конкурентоспособности, повышение уровня обеспеченности агропромышленного комплекса и сельхозмашиностроения профессиональными кадрами. Если говорить о конкурентоспособности, то главное преимущество нашей сельхозтехники - низкая стоимость владения. С повышением технологичности и усовершенствованием модельного ряда, цена близка к уровню заграничных конкурентов (в некоторых сегментах). Одновременно уступает по характеристикам важным для потребителя (см. табл. 1). Причина в недостатке инвестиций в модернизацию, новые научные разработки, подготовку персонала и пр.

Таблица 1 - Сравнение основных показателей российской и импортной техники

	Показатель	Импортная техника	Российская техника
Тракторы	Мощность двигателя, л.с.	80-670	30-420
	Количество моделей, шт.	681 (Европейский рынок)	около 30
	Экологический стандарт двигателя	Евро 3-4	Евро 2-3
	Агрегатируемость	Зарубежная техника, не все виды российской	Любая прицепная техника производства России и СНГ
	Стоимость владения, оценка	100%	60-70%
Комбайны	Мощность двигателя, л.с.	<820	<500
	Количество моделей, шт.	147	23
	Классы по производительности	3,4,5,6,7	3,4,5,6,7
	МСУ	Классические, роторные, классические с роторным сепаратором, гибридные	Классические, роторные, классические с роторным сепаратором
	Емкость бункера, куб.м	<12	<10,5
	Ширина жатки, м	<12, бывают 18	<9
	Убираемые культуры	Пшеница, рапс, соя, кукуруза, подсолнечник, рис, хлопок, лен, свекла, картофель, виноград, орехи, морковь, лук, чеснок, овощи	Пшеница, рапс, соя, кукуруза, подсолнечник, рис, хлопок, лен, картофель, свекла
	Ширина кукурузных адаптеров	<24	<9
	Стоимость владения	100%	65-70%
Почво-обработка	Ширина захвата, м	<15	<12
	Рабочая скорость, км/ч	<18	<16
	Качество обработки	100%	100%
Сеялки точного высева	Ширина захвата, рядков (м)	<48(36)	<16 (11)
	Емкость бункера, куб.м	<8	<3
	Рабочая скорость, км/ч	<15	<12
Посевные комплексы	Ширина захвата, м	<18	<16
	Емкость бункера, куб.м	<15	<9
	Рабочая скорость, км/ч	<18	<15
	Надежность работы	100%	40-70% (наработка на отказ ниже)
	Комплектующие	За пределами России производятся практически все необходимые комплектующие, включая системы GPS и электроники	Многие комплектующие не производятся; не производятся современные трансмиссии (Powershift, CVT) и мосты для мощных тракторов и комбайнов; практически не

	Показатель	Импортная техника	Российская техника
			производится электроника и системы GPS для самоходной и прицепной с.х. техники; не производится вся необходимая гамма шин
	География продаж	Ориентация на мировой рынок	Ориентация на рынок России и СНГ

В результате вступления в ВТО наш рынок сельхоз техники ожидают серьезные изменения. Например, сократятся в 3 раза ввозные пошлины на зарубежные комбайны (от 15 до 5%). На прицепную технику их тоже ограничат. На импортную сельхоз технику распространятся процентные ставки по кредитам, которые сегодня доступны только отечественным предприятиям. Это значит, что все крупные конкуренты смогут воспользоваться преимуществами наших и без того, на ладан дышащих предприятий.

Членство в ВТО означает снижение пошлин на сельхозтехнику с 15% до 5% и изменение правил кредитования покупки отечественной техники - это нельзя будет делать напрямую, как сейчас. Если не будут приняты меры, призванные компенсировать снижение пошлин, и если не будет разработана новая программа поддержки спроса на сельскохозяйственную технику, есть серьезный риск развития отрасли по пессимистичному сценарию. В этом случае негативный эффект для отрасли составит 0,19 трлн. руб., в том числе эффект упущенных возможностей роста - 0,17 трлн. руб. (рисунок 1).

В результате анализа стратегии, можно определить, что для определения вариантов развития конкурентоспособности сельхозмашиностроения РФ рассматриваются 4 ведущих сценария. В их основе заложены ключевые показатели рынка: соотношения импорта и экспорта сельхоз оборудования внутри страны.

Модель под названием «Локальный монополист» предусматривает закрытый внутренний рынок. Плюс обозначена отдельно «госпром» политика по направлению улучшений нацпроизводства для внутреннего рынка. Это подразумевает использование заградительных мер и других барьеров для ограничения проникновения импортных товаров (Бразилия и США).

Моделью «Локальный игрок» можно описать страны, где местные недостаточно сильны как конкуренты. Характерен рынок с высокой открытостью для импорта, поддержка государства низка (или неэффективна) и отечественные производители ориентированы подавляюще на внутренние операции (Россия, Аргентина).

В случае «Глобальный игрок» - внутренний рынок открыт и ориентирован на экспорт в части нац производства (Канада, Германия, Франция), возникновение мировых компаний, которые реализуют свои товары всех рынках. Это возможно в случае высокого уровня инвестирования в развитие конкурентоспособности.

Если внутренний рынок «закрыт» «Глобальный экспортер» экспортно-ориентирован. (Китай, Белоруссия и, возможно, в будущем Бразилия). Государством применяются серьезные таможенно-тарифные и административные меры регулирования рынка по ослаблению импорта и содействию развитию экспорта внутренними производителями.

Рисунок 1 - Потери сельхозмашиностроения от вступления в ВТО

Основные факторы, влияющие на конкурентоспособность сельскохозяйственного машиностроения:

- тесные связи с аналогичными компаниями СНГ, вследствие производственно-технологических взаимосвязей;
- существование крупных и средних организаций, которые задают динамику отрасли и имеют значительный потенциал;
- научно-технический потенциал вузов, которые готовят кадры и занимаются наукой в машиностроении;
- сильная связь с агрохозяйством, которое и есть главный потребитель продукции сельхозмашиностроения.

ВЫВОДЫ

Недостатки в конкурентоспособности отечественного сельскохозяйственного машиностроения вызваны научно-технической отсталостью. Конкуренты делают упор на high-tech последнего поколения: в агротехнике применяются робототехнические системы, искусственных интеллектов.

Ведущие приоритетные тенденции для сельхозмашиностроения:
-создание конструкций машин с применением высокоэффективных технологий для повышения производительности труда;
-повышение урожайности и продуктивности животных, сокращение потерь
-обеспечение экологической безопасности и безопасности условий труда.
По итогам исследования, можно предложить следующие пути по повышению конкурентных преимуществ сельскохозяйственного машиностроения в рамках вступления в ВТО, а именно реализацию комплекса мер по направлениям:
– маркетинг: организация совместного производства сельхозмашин на базе ведущих предприятий отрасли в странах СНГ, создание сети сервисных центров;
– менеджмент: организация комплекса мер оптимизации бизнес-процессов, повышение эффективности управления, обеспечение информ – прозрачности, вовлечение нац институтов развития.
– финансы: проведение комплекса по улучшению финпоказателей.

Важно реализовать необходимые меры по защите производителей сельхозтехники и модернизации технологий. Только наличие собственного конкурентоспособного машиностроения в агрохозяйстве даст возможность организовать независимую самостоятельную политику по импортозамещению машин и оборудования, продуктов питания и товаров, обеспечению безопасности страны в продовольственном секторе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Доклад «ВТО Информ» и Strategic Business Solutions (SBS) Последствия присоединения России к Всемирной торговой организации.
2. Доклад Российской ассоциации производителей сельхозтехники «Росагромаш» «Последствия для сельхозмашиностроения. Вступление России в ВТО.
3. «Стратегия развития сельхозмашиностроения России до 2020 года», утверждена приказом Минпромторга России № 1810 от 22.12.2011 г.
4. Тематическая статья «Сельское хозяйство в ВТО: неизбежность провала или новые возможности?», газета «Торгово-промышленные Ведомости» (ТПВ) Торгово-промышленной палаты Российской Федерации от 23.12.12 стр. 13, выпуск 12/2012.
Интернет-ресурсы:
-Официальный сайт аналитического центра «ВТО-ИНФОРМ» - М. - Режим доступа: www.wto-inform.ru;
-АгроМедиаХолдинг «Светич» - М. - Режим доступа: www.NivaNews.ru;
-Росстат (Российская государственная статистика) - М. - Режим доступа: www.gks.ru;
-Российская ассоциация производителей сельхозтехники «Росагромаш» - М. - Режим доступа: www.rosagromash.ru;
-Компания «Союзагромаш» - М. - Режим доступа: www.soyuzagromash.info;

ПРИМЕНЕНИЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ БАНКРОТСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Назаркова Е. А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт экономики и управления
Научный руководитель: д.т.н., проф. Катанаев Н. Т.

За последние 20 лет роль машиностроения в российской экономике заметно снизилась. В журнале «Промышленные ведомости», выпуск №6 от 2009 года, отмечают, что «падению выпуска отечественной промышленной продукции в первую очередь способствовали экономические причины, в том числе долгосрочная неопределенность в государственной инновационной и технической политике и переориентация финансовых ресурсов на сырьевой сектор экономики, который так и не стал, как это первоначально декларировалось, катализатором развития смежных отраслей. Кроме того, государство в процессе формирования рыночных отношений явно недостаточно участвовало в регулировании экономической деятельности хозяйствующих субъектов, принимая определенные законодательные и нормативные акты». В итоге мы имеем более 1000 машиностроительных предприятий по всей стране, ликвидированных в течение периода с начала 90-х по наше время. Рушатся и смежные с машиностроением отрасли – тяжелая, оборонная, легкая промышленность, сельское хозяйство. И все это, как снежный ком, накапливается и оказывает друг на друга взаимовлияние.

Данная работа посвящена анализу ситуации в тракторостроении. В своей книге «Белая книга. Экономические реформы в России 1991—2001», С. Г. Кара-Мурза утверждает, что «самой важной и самой массовой машиной, главным элементом всей технологической системы сельского хозяйства, базой для многих специализированных машин является трактор. Развитие, начиная с 30-х годов, мощного отечественного тракторостроения стало одним из важных условий выхода всего народного хозяйства СССР и РСФСР на уровень, соответствующий жизненным потребностям страны, – как в сфере производства, так и в обороноспособности». В настоящее время с уверенностью можно констатировать, что тракторная промышленность России развалена. Множество предприятий обанкротилось в период новейших реформ, другие признают себя финансово несостоятельными сейчас.

Цель работы – выявить причины банкротства тракторостроительных предприятий, проанализировав модели факторного анализа.

Начнем с того, что проясним понятие банкротства предприятий. Основными законодательными актами в области регулирования процедуры несостоятельности юридических лиц являются Гражданский кодекс РФ (статья 65) и Федеральный Закон 127-ФЗ. Как можно объявить предприятие банкротом? Для этого должны выполняться два условия:

1) Задолженность предприятия перед кредиторами составляет более 100 тысяч рублей;
2) Обязательства по выплате долга не исполняются в течение 3-х месяцев.

Значит, основной причиной банкротства предприятий называем неплатежеспособность.

В представленной работе проанализирована ситуация с банкротством заводов тракторной промышленности. Выбор здесь не случаен. Автомобильная промышленность полностью зависит от развития частного сектора экономики, т.е. от величины капитала населения страны. Обратная ситуация с тракторной промышленностью. Она относится к реальному сектору экономики, т.е. к производящим отраслям. Прогресс тракторной промышленности целиком и полностью зависит от состояния сельского хозяйства. За период с 80-х годов

прошлого века до нашего времени разорилось огромное количество тракторостроительных предприятий. В первую очередь, это произошло из-за развала сельского хозяйства – отрасли-потребителя продукции тракторной промышленности. Но каковы другие причины? Попытаться разобраться в этом можно, проанализировав модели факторного анализа вероятности банкротства. Существует множество разнообразных подходов, в данной работе будут рассмотрены методики многомерного дискриминантного анализа и методика рейтингового анализа.

Начнем с наиболее распространенной за рубежом и часто применяемой в России пятифакторной модели Эдварда Альтмана:

$$Z = 1.2x_1 + 1.4x_2 + 3.3x_3 + 0.6x_4 + x_5 \quad (1), \text{ где}$$

x_1 – доля оборотного капитала в активах;
x_2 – доля нераспределенной прибыли в активах предприятия (рентабельность активов);
x_3 – отношение прибыли от реализации к активам предприятия;
x_4 – отношение рыночной стоимости обычных и привилегированных акций к пассивам предприятия;
x_5 – отношение объема продаж к активам.

Рассмотрим подробнее каждый из пяти факторов.

1) *Доля оборотного капитала в активах*
   Оборотные средства есть денежные средства, вложенные в сырье, материалы, топливо. Нормативное значение этого коэффициента установлено постановлением Правительства Российской Федерации от 20 мая 1994 года № 498 "О некоторых мерах по реализации законодательства о несостоятельности (банкротстве) предприятий" и равно 0,1. Для тракторной промышленности наибольшую величину оборотных средств составляет незавершенное производство. По данному коэффициенту заключаем, что каждое предприятие должно самостоятельно регулировать наличие сырья и материалов, чтобы сбалансировано вести свою деятельность.
   Однако стоит отметить, что оборотные средства – это денежные средства каждого конкретного тракторного завода, т.е. какая-то часть денежной массы страны.
2) *Рентабельность активов*
   Коэффициент показывает способность предприятия генерировать прибыль без учета структуры его капитала. Рассчитывается делением чистой прибыли на величину всех активов. Грубо, чистая прибыль зависит от цены и количества реализованной продукции. Относительно тракторной промышленности, имеем, что спрос на продукцию падает, соответственно объемы реализации снижаются, аналогичная ситуация с ценой продукции. Что есть чистая прибыль? Опять же, денежные средства предприятия, т.е. какая-то часть денежной массы страны. А что такое спрос? Он формируется, как уже было отмечено ранее, потребителем, для тракторной промышленности – это сельское хозяйство. От чего он зависит? От финансового состояния государства в целом, конкретнее от монетарного механизма регулирования денежной массы.
3) *Отношение прибыли от реализации к активам предприятия*
   В числителе здесь имеем прибыль от реализации, которая вычисляется как разница между нетто-выручкой от реализации и себестоимостью. Для тракторостроения получаем, что себестоимость производства высока, а выручка и, соответственно, прибыль малы. Причина, опять же, кроется в упадке сельского хозяйства в России.
4) *Отношение рыночной стоимости обычных и привилегированных акций к пассивам предприятия*

Стоимость акций будет зависеть от доходности предприятия. Что такое пассивы? Это собственный капитал плюс заемный, т.е. опять приходим к макроэкономическому параметру – денежная масса в обращении.

5) *Отношение объема продаж к активам*
Опять-таки, объем продаж обуславливается спросом. За выбранный период спрос на продукцию тракторных заводов падал.

Также хотелось бы остановиться на модели Давыдовой-Беликова, которая стала первым российским опытом применения подхода Альтмана. Обратимся к уравнению:

$$Z = 8.38x_1 + 1.0x_2 + 0.054x_3 + 0.63x_4 \quad (2), \text{ где}$$

x_1 – доля оборотного капитала в активах;
x_2 – рентабельность собственного капитала;
x_3 – характеристика оборота активов;
x_4 – рентабельность продукции.

Здесь сконцентрируем свое внимание на последнем, четвертом коэффициенте – показателе рентабельности продукции. Она вычисляется как отношение чистой прибыли к полной себестоимости. Таким образом, получаем, что этот коэффициент устанавливает зависимость результатов реализации от результатов производства. Касаемо тракторостроения, получаем, что обе эти величины стремятся к нулю за период с конца 80-х по наши дни. Причиной можно назвать неграмотную денежно-кредитную политику государства.

К Z-методам также относят методики Р. Тафлера, Р. Лиса, М. А. Федотовой и других. В принципе, различаются в них лишь количество коэффициентов и числовые значения перед ними, поэтому не будем останавливаться на дискриминантном анализе и перейдем к рейтинговому.

Рассмотрим модель Сайфулина-Кадыкова:

$$R = 2K_0 + 0.1K_1 + 0.08K_2 + 0.42K_3 + K_4 \quad (3), \text{ где}$$

K_0 – коэффициент обеспеченности собственными средствами;
K_1 – коэффициент текущей ликвидности;
K_2 – интенсивность оборота авансируемого капитала;
K_3 – коэффициент менеджмента;
K_4 – рентабельность собственного капитала.

Обратимся теперь к каждому из пяти факторов.

1) *Коэффициент обеспеченности собственными средствами*
Это отношение собственных оборотных средств к величине оборотных активов предприятия. Коэффициент аналогичен x_1 в модели Альтмана. Добавим, что наличие у предприятия достаточного объема собственных оборотных средств является одним из главных условий его финансовой устойчивости, а соответственно и платежеспособности.
2) *Коэффициент текущей ликвидности*
Он вычисляется как отношение оборотных активов к краткосрочным обязательствам. Коэффициент характеризует платежеспособность предприятия. Рассчитывая величину оборотных активов, вновь приходим к денежной массе – макроэкономическому показателю, регулируемому Центробанком.

Показатель характеризует объем реализованной продукции (выручка), приходящейся на один рубль средств, вложенных в деятельность предприятия. Вновь подтверждаем наши суждения о влиянии денежной массы в обращении на финансовое состояние предприятия.

4) *Коэффициент менеджмента*
Выражается отношением прибыли от реализации к величине выручки от реализации. Приходим к финансам предприятия, которые зависят от наличия спроса и от общего объема денег в обороте всей экономики, то есть от макроэкономических показателей.
5) *Рентабельность собственного капитала*
Этот коэффициент рассчитывается как отношение балансовой прибыли к собственному капиталу. Что есть балансовая прибыль? Это все средства, как от реализации продукции, так и доходов (убытков), не связанных с ее производством и реализацией, величина которых зависит от спроса, состояния экономики вокруг предприятия.

Итак, рассмотрев несколько моделей факторного анализа вероятности банкротства, заключаем, что помимо собственных факторов тракторостроительных предприятий (их активов, обязательств), огромное влияние на их деятельность оказывает макроэкономическая величина – денежная масса.

Цены и количество денег в обращении находятся в прямой зависимости. Эту зависимость отражает формула Фишера:

$$\text{М} * V = P * Q \text{ (4), где}$$

V–скорость оборота денег;
P–цена товаров;
Q–количество товаров.

Скорость оборота денег – величина обратная коэффициенту монетизации, который фиксирует ситуацию того, сколько денег приходится на рубль ВВП. Принцип монетарной политики государства основывается на регулировании количества денег в обращении при помощи различных механизмов. Среди них видим коэффициент монетизации. Запишем формулу его нахождения:

$$\text{К}_\text{м} = \frac{\text{М}}{\text{ВВП}} \text{ (5), где}$$

М – денежная масса, совокупность наличных денег, находящихся в обращении, и остатков безналичных средств на счетах, которыми располагают физические, юридические лица и государство;
ВВП– макроэкономический показатель, отражающий рыночную стоимость всех конечных товаров и услуг (то есть предназначенных для непосредственного употребления), произведённых за год во всех отраслях экономики на территории государства, вне зависимости от национальной принадлежности использованных факторов производства.

Логично, что чем больше денег в обращении, тем выше коэффициент монетизации и тем, соответственно лучше функционирует экономика. Но нельзя забывать про и производственный цикл продукции, для тракторной промышленности он длится от 300 дней и выше. Тем самым, чем больше денежной массы находится в обороте, тем лучше ситуация для предприятий тракторостроения.

Однако также необходимо помнить об отрасли-потребителе тракторной продукции – сельском хозяйстве. Восстановление промышленности должно начаться именно с оживления

и выше. Тем самым, чем больше денежной массы находится в обороте, тем лучше ситуация для предприятий тракторостроения.

Однако также необходимо помнить об отрасли-потребителе тракторной продукции – сельском хозяйстве. Восстановление промышленности должно начаться именно с оживления аграрного сектора экономики. Как этого добиться? Опыт показывает, что, только вернувшись к административно-командной экономике, потому как рыночный механизм установления цен на топливо, энергию, сельскохозяйственную продукцию себя не оправдывает.

В завершении хотелось бы отметить, что проанализировав выше изложенные модели, приходим к выводу, что причина банкротства тракторных предприятий – невозможность реализовать продукцию. Несостоятельность тракторостроительной промышленности явилась следствием полной деградации и разорения сельского хозяйства. Кроме того, при помощи факторных моделей прогнозирования вероятности банкротства был сделан вывод, что такой макроэкономический фактор как коэффициент монетизации непосредственным образом влияет на деятельность любого предприятия.

EXTERNAL COSTS OF CARS - OVERVIEW ON EXISTING ESTIMATES IN EU-27: PRESENTATION OF A STUDY COMMISSIONED BY THE EUROPEAN PARLIAMENT

Thilo Becker, Julia Gerlach, Udo Becker
TU Dresden, "Friedrich List" Faculty of Transport and Traffic Science, Chair of Transport Ecology, Germany

INTRODUCTION, SCOPE AND APPROACH

Transport in two perspectives: Individual User vs. Society

(1) Transport is an important part of daily life and of our society. Without any doubt, transport creates huge benefits. As in all aspects of our life, we have to differentiate between the perspective of the individual (a transport user) and that of society (which is the set of all other people, all future times (generations) and all other regions (countries).

(2) Starting with the perspective of the individual, one has to recognize that transport is an essential part of everybody´s life. With the help of the instrument "transport" (which comprises all vehicles, infrastructures, rules and organisations in "transport"), individuals can reach destinations and services to satisfy their individual needs. From an individual´s perspective, the benefits of transport are huge and for each and every trip, the benefits are higher than the costs; otherwise the trip would not have been made. In all further and in all public discussions, this needs to be said first: the benefits of transport for transport users are huge, and there is always an individual´s surplus of benefits over costs, depending on the nature of the trip and on the framework conditions which are set by society (e.g.: subsidies for a certain trip).

(3) Switching to the perspective of society, however, a completely different picture arises. The fact that a trip has an individual surplus of benefits over costs does not automatically mean that benefits to society of this trip are higher than the costs for society. An example may prove that point: if an airport is built using money from EU-cohesion funds and if a Low-Cost-Airline offers cheap flights to far-off destinations, an individual person may very well use this opportunity to travel to that destination "just for fun" – If the fun outweighs the small cost. For society, however, the benefits are not so obvious: what are benefits – to other people, other countries and future generations – of this individual having taken this flight just to have a party at the destination? At the same time, the costs to society may be much higher: the costs have to include for instance costs covered by taxpayers for airport construction; costs for taxpayers because air travel usually does not pay fuel taxes (other modes of transport do, so there is a level of discrimination); noise costs for residents living near the airport; pollution costs such as people getting sick from airplane exhaust gases; and costs to future generations from airplane greenhouse gas (GHG) emissions. From the perspective of society, a much more detailed analysis of "total social costs" and "total social benefits" is needed.

(4) Such an analysis at the level of a society is a much more complex task than at the level of the individual. For an analysis at the level of society, all "external costs and benefits" have to also be included. The European Commission has been discussing the external effects of transport (and of other sectors, such as energy) for many years. The negative influences on uninvolved people, regions and generations generated by transport activities are usually called externalities. Transport externalities are defined by the European Commission as follows:

"Transport externalities refer to a situation in which a transport user either does not pay for the full costs (e.g. including the environmental, congestion or accident costs) of his/her transport activity or does not receive the full benefits from it." (European Commission, 1995, p. 4)

For the common good it is necessary to internalise all currently external costs, because transport users can only act efficiently when price levels represent scarcity. To develop these steps, we have to balance all costs for society (i.e. the costs from a certain trip to all people, all countries and all generations) against the benefits of this trip for society (also to all people, all countries and all generations).

(5) This task seems to be - and in fact is - impossible to achieve in a purely scientific way. It is impossible to calculate, for instance, the detailed benefits for future generations from a trip today, and it is also impossible to calculate the costs for future generations arising from climate change and weather pattern changes from a certain CO2 emission today. However, it is not necessary to calculate detailed cost balances, it is only necessary to initiate a continuous process for monitoring and updating cost (and benefit) estimates for other people, other countries and other generations, and to make these signals clear to the user. To sum up:

Under real world conditions, it is completely sufficient to establish a process of constant monitoring and estimating external effects, to estimate them "as well as possible" at every time – and to adjust the price signals to the users accordingly. It is obvious that we will never arrive in a perfect state of true prices (where price signals include fully internalised costs and benefits) but it is absolutely necessary that we try to achieve less inaccurate prices constantly year after year.

(6) To make things even easier, the task of estimating external costs and benefits is not as tiresome as it seems: All recent economic literature shows that there are both external costs and external benefits of transport – but the majority of benefits from transport apply to the individual and are internalised in nature. Even after many years of seeking external technological benefits, only very few have been identified. The external technological benefits that have been identified can be quantified at approximately one hundredth of the external (i.e. non- internalised) technological costs. In the first stage of a process of internalisation of external effects it is sufficient to concentrate on external costs.

(7) The volume of external costs from transport, however, is considerable. Today's transport users are not covering large parts of the costs of noise emissions, pollutants emissions, greenhouse gas emissions and other cost factors. Costs of accidents are covered in part (mostly through the mechanism of insurances), but still some part of accident costs are paid for by society. In the first stage of a process of internalisation of external effects it is necessary to identify the most relevant external costs from transport and to estimate them. Today's transport causes considerable damage to the environment. Even though external costs do not have an explicit market value, they can be observed in expenditures on police and infrastructure management, hospital charges, public health spending and the loss of quality of life. (European Commission, 2008, p. 3)

(8) This report analyses the external costs of car use within the EU-27 by evaluating the existing literature in the field and developing a database from these figures. No own field research has been carried out for the preparation of this report; all input data has been published and discussed previously. The data used is described in more detail below.

(9) The results of this report can (and should) be used for political discussions and for decision making at European level. The results identify fields in which the market mechanism in transport is not working currently; here, political action is needed. The importance of this conclusion cannot be overestimated; this is the crucial and essential key to a fair and efficient economy and society:

The question of how to build an innovative and efficient European Union cannot be answered fully without continuous estimates of uncovered external costs and corresponding political framework-setting (mostly through prices and regulations). More realistic and accurate prices are the key element of any agenda for an innovative and efficient development which is economically, socially and environmentally more sustainable than the situation we have today.

(10) There is no longer any scientific debate that holds that any considerable non-internalised external effects exist in the transport area. However, steps to reduce external factors are often rejected "because transport benefits are much larger (Point A) and because transport is contributing much more to society through taxes and fees (Point B)". The answer to Point A has already been discussed above: yes, there are huge benefits, but these are internal to transport users (US Department of Transportation - Federal Highway Administration, 1982, p. E9) and these should not initiate any political action. (Victoria Transport Policy Institute, 2009, p. 6) Point B, however, needs more consideration. Is it really a fact that either transport in general, or road or air transport "are the cash cows of our society"?

(11) Again, it is clear that in all member states of the EU transport users pay a fairly large number of costs: taxes, charges, fees etc. Infrastructure operators, cities, states, governments, companies etc. receive charges, fees, tolls, taxes and many other types of revenue from transport users. Here, a strict distinction is necessary:

- Fees, charges, tolls and all other types of cost which are connected to a special service or good or use of infrastructure are not taxes – and all these payments are in direct connection to the service granted. Hence, all these costs could not be "used a second time" to make up for other types of external cost. A congestion charge, a road toll or a parking fee is specifically for that type of service; and these charges cannot be deducted from the balance of external costs. This holds also true for infrastructure costs, no matter in which form users pay for it (directly or indirectly).
- Taxes, however, are all types of payment in which the taxpayer is not entitled to receive any service in exchange. Taxes are needed for many services in which no connected revenue could be generated. Taxes are needed to grant services to the public; consequently, this money could never be used to pay external costs. There is scientific consensus that "general taxes" like fuel taxes or VAT or labour taxes cannot be seen as a contribution of transport users, for instance to offset environmental damage from their travel.
- Another, specific form of taxes comprises "Taxes with earmarking or hypothecation". These are taxes that need to be used for a special purpose by the government (or an agency). Usually, in the tax regulation it is stated that part or all of these taxes has to go into a special fund which is used to cover expenses for a specific purpose. Here, again, a special service is provided so that revenues and expenses for this purpose can be balanced against each other.

(12) To sum up: money which is used for a specific purpose cannot be used a second time, for instance to cover external costs. In addition, (general) taxes cannot be used to balance external costs of transport. The external costs of transport which are analysed in this study (GHG, noise, pollution, accidents, etc.) could only be balanced against a specific "earmarked revenue" (be it fee, charge, toll or "earmarked tax") for this revenue to compensate or to reduce these cost types. This implies:

The figures that are estimated in this study as "external costs of transport" should, in efficient societies and in market economies, be internalised as completely and as quickly as possible. The reduction of these figures based on the fact that transport is paying other types of charges, fees or taxes should not take place unless this special type of revenue is dedicated to cover the cost types discussed here.

(13) It may be noted that this line of argument follows both theoretical principles of taxation and common knowledge; not only is there widespread scientific consensus, but also if they are explained properly to them, the "average Joe and Jane" can connect these positions with their own personal experiences ("money cannot be spent twice", etc.). So, if an association comes forward with a position "transport taxes, charges, fees, tolls etc. are too high anyway!" it must be made clear that appropriate positions are at hand to counter this approach: "Taxes are taxes, they are meant to support society – and you can never balance them against any environmental damage!" may serve as an example. In the case of charges with "earmarking or hypothecation", it has to be made clear that this money is balanced for a particular benefit that is received or to compensate for clearly defined damages; the money can only be attributed for these purposes, never for other purposes. 5

(14) This summary of the results is structured as follows: The overview of the most important literature in this field is skipped and can be found in chapter 2 of the original report. Also, the Chapters 3 and 4, with the methodology used to estimate uncovered external costs is not included in this summary. The original Chapter 3 is dedicated to costs from noise, accidents, pollution, up- and downstream-effects etc. These costs are usually damage costs. Chapter 4 deals with CO2 and climate change costs. As these costs occur mainly in the (far) future, a specific approach is needed here. Additionally, these costs are of high political importance. Only Chapter 5 with all results is included. It will sum up the magnitude of external costs and identify approaches for political action.

EXTERNAL COSTS OF CAR USE: RESULTS SECTION

(1) Having described the method and the data, it is now possible to proceed to results. The following chapter consists of an overview of the results on the average and total external costs for cars. In the first part, the

total and average costs for the EU-27 countries are compared to each other. Then, the distribution of cost categories is presented. The figures in this chapter generally reflect the high cost scenario for climate change and the up- and downstream effects. Table 4 also states the values for the lower boundary chosen for climate costs and up- and downstream effects. All costs are in Euro and for the base year 2008.

(1) Table 4 provides a detailed summary of the main results of the study. For all 27 EU member states and all the external cost types the sum of the uncovered costs is given. The grand total is 373 billion Euro per year, roughly 3.0% of the GDP of the EU. It has to be noted that total external costs of car use per country differ from the values stated in the CE Delft study due to the use of different climate change cost factors. Additionally, accident figures for Ireland are implausible in this study, and we have also corrected this value.

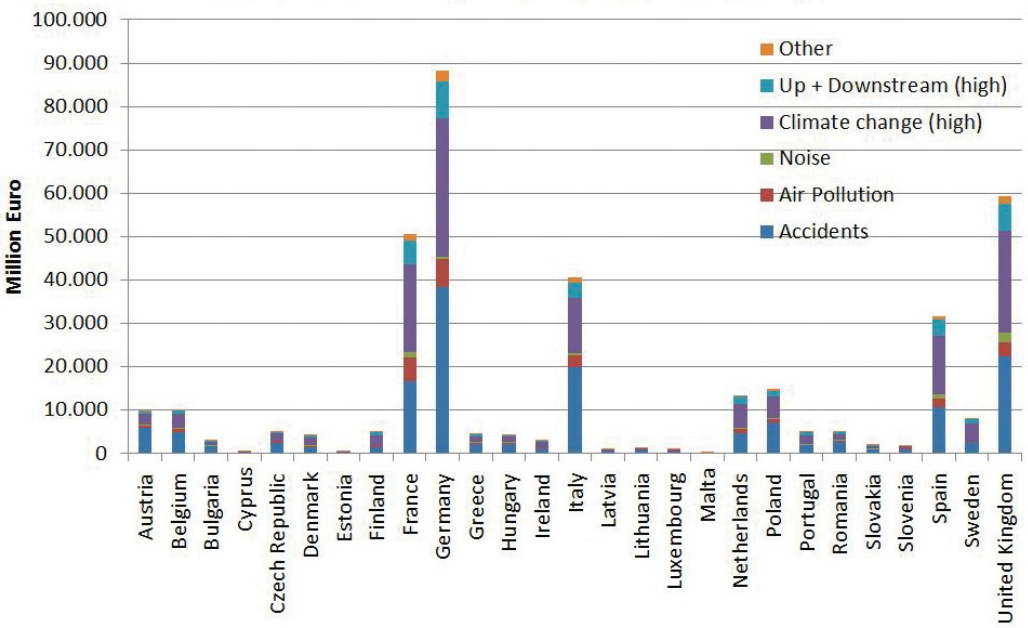
Table 4: Total external costs of cars 2008 for EU-27 by cost category and country

	Accidents	Air Pollution	Noise	Climate change (low)	Climate change (high)	Up + Downstream (high)	Up + Downstream (low)	Other	Total
	Mio €a	Mio €a	Mio €a	Mio €a	Mio €a	Mio €a	Mio €a	Mio €a	Mio €a
Austria	5,811	0,674	0,177	0,683	2,384	0,646	0,362	0,296	9,988
Belgium	4,790	0,851	0,174	0,928	3,240	0,877	0,492	0,290	10,222
Bulgaria	1,647	0,078	0,085	0,224	0,782	0,212	0,119	0,084	2,888
Cyprus	0,185	0,032	0,010	0,017	0,101	0,027	0,009	0,012	0,368
Czech Republic	2,416	0,394	0,174	0,446	1,559	0,422	0,237	0,146	5,112
Denmark	1,504	0,250	0,073	0,510	1,780	0,482	0,270	0,112	4,200
Estonia	0,191	0,019	0,004	0,052	0,183	0,049	0,028	0,012	0,459
Finland	1,331	0,347	0,037	0,704	2,460	0,666	0,373	0,126	4,968
France	16,756	5,402	1,093	5,832	20,369	5,516	3,091	1,362	50,498
Germany	38,366	6,351	0,621	9,121	31,856	8,628	4,834	2,442	88,263
Greece	2,234	0,111	0,239	0,388	1,354	0,367	0,206	0,127	4,432
Hungary	2,128	0,345	0,122	0,366	1,280	0,347	0,194	0,125	4,346
Ireland	1,221	0,142	0,148	0,300	1,050	0,284	0,159	0,045	2,890
Italy	19,977	2,578	0,685	3,634	12,694	3,438	1,926	1,153	40,525
Latvia	0,392	0,038	0,041	0,103	0,360	0,098	0,055	0,026	0,955
Lithuania	0,679	0,055	0,022	0,106	0,372	0,101	0,056	0,036	1,265
Luxembourg	0,447	0,098	0,006	0,070	0,245	0,066	0,037	0,026	0,889
Malta	0,069	0,012	0,004	0,006	0,038	0,010	0,003	0,005	0,137
Netherlands	4,620	1,038	0,220	1,613	5,634	1,526	0,855	0,357	13,396
Poland	7,180	0,775	0,259	1,405	4,908	1,329	0,745	0,419	14,870
Portugal	1,828	0,192	0,125	0,597	2,085	0,565	0,316	0,131	4,925
Romania	2,766	0,171	0,189	0,389	1,360	0,368	0,206	0,146	5,000
Slovakia	0,857	0,174	0,092	0,180	0,628	0,170	0,095	0,056	1,978
Slovenia	0,943	0,106	0,017	0,146	0,508	0,138	0,077	0,051	1,764
Spain	10,695	2,035	0,987	3,868	13,509	3,659	2,050	0,844	31,728
Sweden	2,610	0,320	0,080	1,085	3,789	1,026	0,575	0,208	8,032
United Kingdom	22,396	3,174	2,222	6,712	23,443	6,349	3,558	1,603	59,188
Total EU-27	153,003	25,762	7,905	39,486	137,969	37,366	20,930	10,240	373,284

(2) Figure 11 shows the total external costs of cars for each of the EU-27 countries. It can be seen that climate change costs and uncovered accident costs are of similar size, followed by air pollution costs (where reductions from previous estimates can be clearly identified). The total costs for all countries add up to 373 billion Euro for 2008. With close to 500 million people living in the EU-27 in 2008, this translates into 750 Euro of externalized transport costs per European Union resident per year. In other words:

(3) Every citizen of the EU-27 pays for his or her private transport. On average, however, every person living in the EU-27, old or young, male or female, externalizes 750 Euro per year on to other people, other countries or other generations. Over a period of 10 years, a family of four accumulates a “debt” of 30,000 Euro.

Figure 11: Total external costs from cars per year (2008) by country



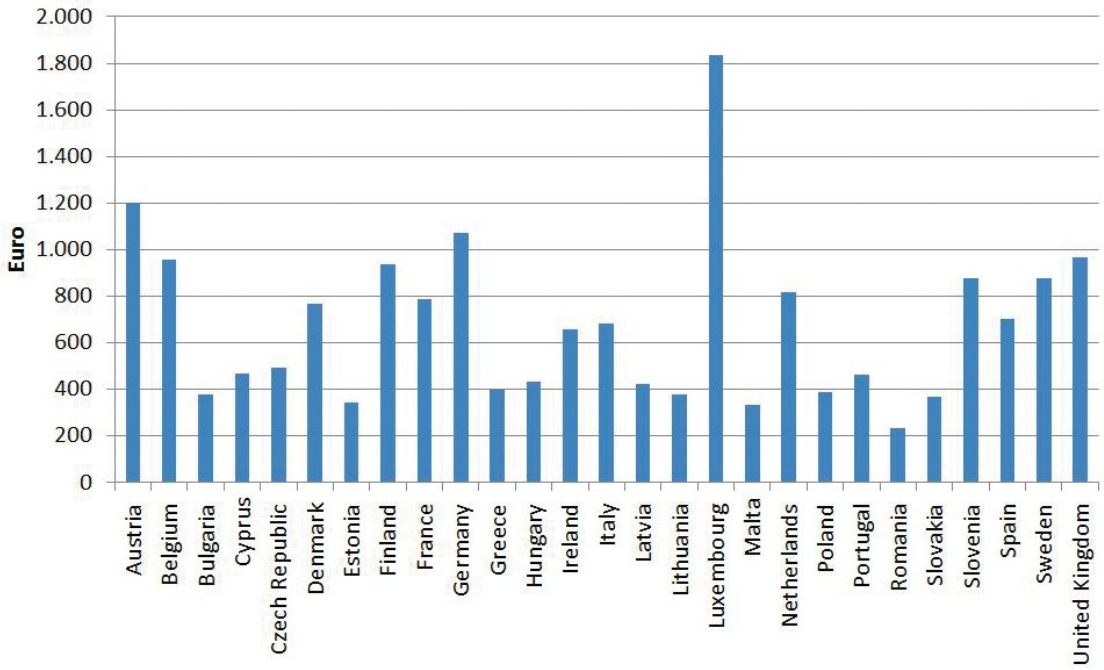
(4) Clearly, country size and economic influence have an impact on the results, with the large countries – Germany, United Kingdom, France, Italy and Spain – dominating the picture. To take the country size into consideration, Figure 12 presents the external costs per inhabitant. Most of the newer member states have relatively low per capita costs, at less than 500 Euro per year. Germany, Austria and Luxembourg have the highest per capita costs, in the range between 1,000 Euro and 2,000 Euro.

Beyond actual differences in the environmental impact of transport in the member states, there are other reasons for the variation in cost figures:

- Several cost components (e.g. accidents) are based on cost factors which have been weighted by the GDP per capita. This means for example that costs associated with a specific accident outcome will be higher in Luxembourg by a factor of around 2.3 than they would be for example in Germany. This alone makes comparisons between individual countries difficult, if not impossible. On the other hand, it ensures that cost figures correctly reflect the impact of transport related damages within each country and for the inhabitants of this country.
- In transit countries, an additional uncertainty occurs: although calculations in the CE Delft study are based on the nationality perspective, the calculation methodology for some cost categories does not allow an accurate cost assignment according to this principle. This is true for instance for noise, since noise costs are calculated depending on the number of exposed people, without considering whether the noise emitters are nationals of the country in question or not. For most countries, aggregated costs calculated according to nationality vs. territorial perspective will not differ significantly; however results have to be interpreted with caution in the case of smaller transit countries, such as Austria.
- Besides the effect of the high GDP, a possible contribution to the high value of Luxembourg may be the effect of many commuters from the neighbouring countries. In addition, low fuel taxes encourage lorries to make a detour through Luxembourg, which influences the traffic performance statistics. For EU-wide analyses this figure is negligible, for a national analysis it needs more consideration.
- In the case of Austria (and also Luxembourg), it has to be added that traffic safety is still a little below European average. In combination with the comparably high GDP values, this triggers high external costs per inhabitant.

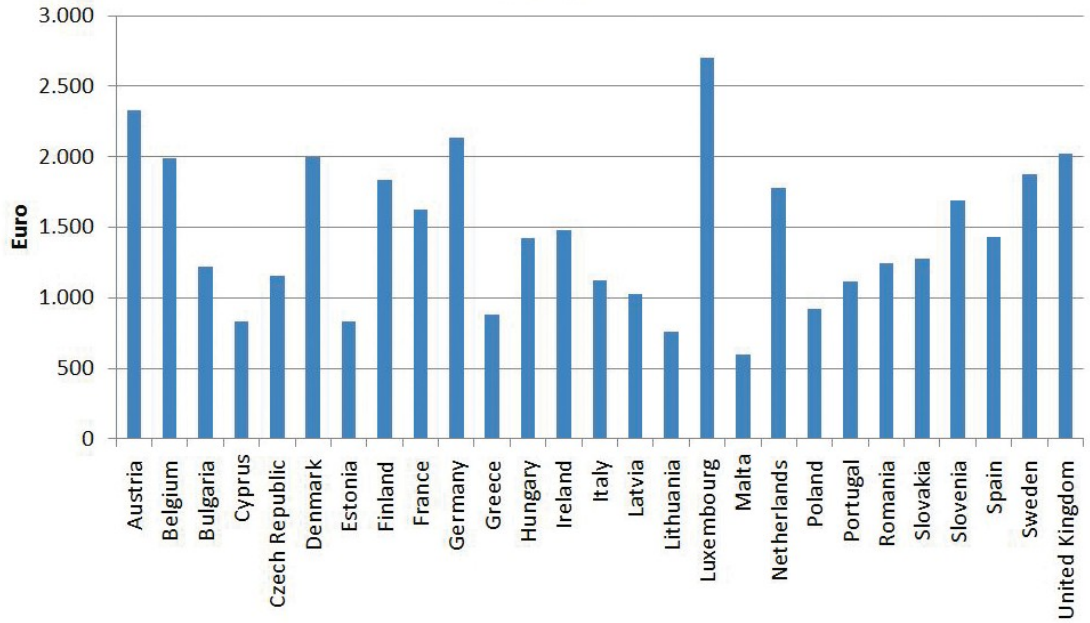
An average European citizen causes a cost of about 750 Euor per year.

Figure 12: External costs from cars per inhabitant and year (2008) by country



(5) Car ownership rates differ widely between the EU countries. Figure 13 shows the total external costs in each country per each registered vehicle and year. Malta, Lithuania, Estonia and Cyprus have the lowest ratio (<850 Euro); five countries have more than 2,000 Euro uncovered costs for every one of their registered cars. For an average European car, about 1,600 Euro external costs are accumulated every year. Given a lifespan of around 10 years (in later years, not so many kilometres are driven), the cost to society per new car sold may be in the range of around 16,000 Euro per car. In some countries (e.g. Singapore) vehicle purchase taxes are in that price range or even above.

Figure 13: External costs from cars per registered vehicle and year (2008) by country



(6) Figure 14 and 15 show the distribution of external costs to the separate cost categories in the high climate cost scenario and in the low climate cost scenario respectively. Accident costs and climate costs are the main cost elements in the high climate cost scenario, contributing 41% and 37% respectively to the total external costs. Accident costs play the largest role in the low climate cost scenario.

Figure 14: Share of cost categories for cars in EU-27 (high climate costs)

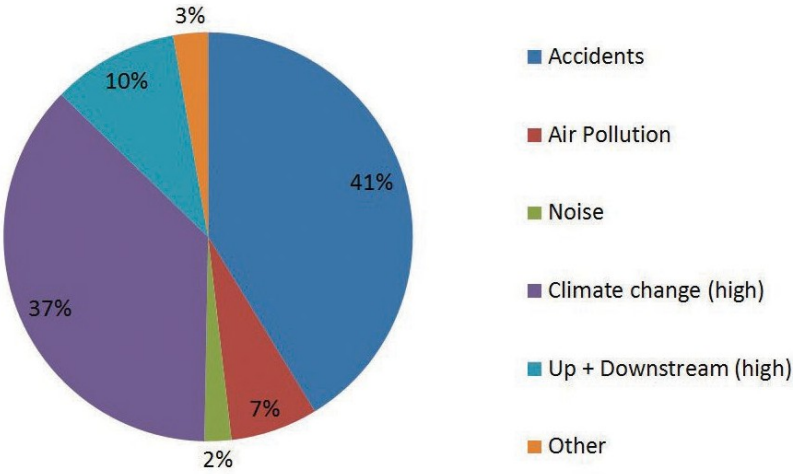
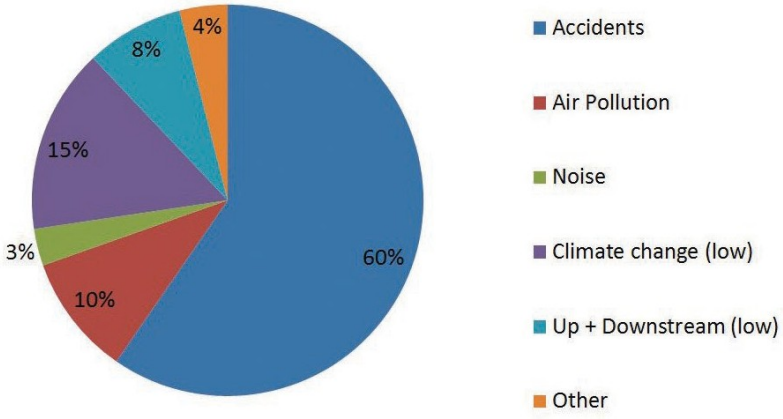
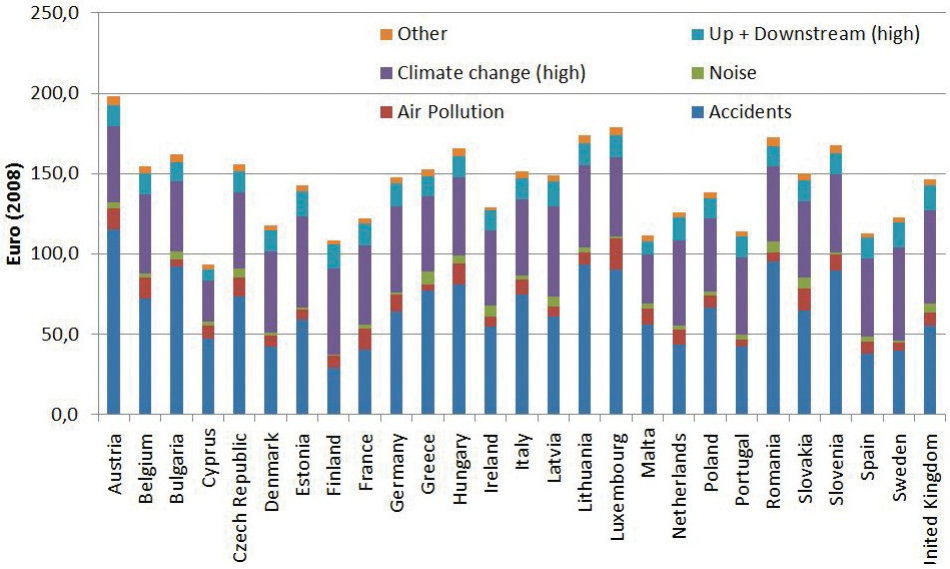


Figure 15: Share of cost categories for cars in EU-27 (low climate costs)



(7) Figure 16 presents the average external costs per 1,000 vehicle kilometres driven. This figure is useful as it corresponds to actual vehicle usage. All values are given for a driving distance of 1,000 vehicle kilometres. The lowest value – below 100/1,000 Euro vkm – occurs for Cyprus. Romania, Lithuania, Luxembourg and Austria have the highest costs; between 150 Euro and 200 Euro. Average climate change costs with their constant CO2 cost factor are fairly stable for all countries, varying around 50 Euro per 1,000 vkm. Using this figure of 50 Euro per 1,000 vkm, we arrive at a proposed level of 5 eurocents per kilometre for a car charge depending on distance. In all European countries, a “Climate protection Charge” of around 5 eurocents per km would need to be established in order to move forward towards “user pays principles”. The largest cost component, again, is the cost of uncovered accidents. Accident costs are country specific (GDP-weighted); consequently variation is high.

Figure 16: Average external costs from cars per 1,000 vkm by country



(8) The database allows comparisons along many different lines. It must be stated as above, however, that comparisons between different countries are sometimes not directly possible for the following methodological reasons:

- Structural specifications of a country (e.g. accident levels) or strong differences within a country (e.g. rural/urban ratio) restrict the explanatory power of the average values we have calculated.
- Cost factors for accidents, noise and air pollution are weighted by national GDP. In any given situation, these factors should be taken in line with the specific situation in that country to make it comparable to other economic data.
- The methodology applied by CE Delft tries to avoid biased cost allocations between countries by using the nationality perspective. Uncertainties in the calculation based on this principle might however still influence the results for some countries. Examples are countries with a large degree of transit traffic (e.g. Austria) or a large number of commuters into/out of a country (e.g. Luxembourg); as well as very small countries, where small case numbers might possibly lead to artificial results. Therefore it is suggested that close analysis of the individual figures of each country is made before discussions are started in individual countries.

(10) Although comparisons between countries are not recommended without looking closely at the details, the results for a single country are nevertheless valuable and helpful. Each country value gives the national stakeholders and citizens a good impression of the magnitude of external car costs in their specific country.

CONCLUSIONS: MAGNITUDE OF EXTERNAL COSTS, APPROACHES FOR POLITICAL ACTION

(1) Based on the assumptions described in this study, the cars used within the EU-27 externalize about 373 billion Euro per year (high estimate) on to other people, other regions and other generations (low estimate: 258 billion Euro. This is a considerable sum, and it leads to a level of car use that is inefficient from the perspective of society. Because “others” pay for large parts of the costs of transport, Europeans travel by car too much to enable an efficient situation. This in part also explains why there is a high level of congestion in parts of the EU.

(2) The findings of this study clearly show that the frequent claim “that cars cover all their internal and external costs” cannot be sustained. Although no detailed estimation of charges and earmarked taxes of cars attributable to external costs has been made in this study, it is obvious that a sum in the range of 300 to 400 billion Euro of earmarked funds against these costs cannot be reached. On the contrary; it must be stated that car traffic in the EU is highly subsidized by other people and other regions and will be by future generations: residents along an arterial road; taxpayers; elderly people who do not own cars; neighbouring countries; and children, grandchildren and all future generations subsidize today´s traffic. They have to pay, or will have to pay, part of the bill.

(3) These findings suggest that political action is urgently needed. The sooner this happens, the more the transition process can be designed in a smooth, efficient, socially acceptable and environmentally friendly manner. The longer that action is delayed, the stricter, more severe and more expensive this process will be.

The results of this study advocate that the European Union should embark as soon as possible on a process that estimates external costs regularly and develops a smooth integration path of these costs into transport prices: Slowly and steadily, designed well in advance of implementation, with accompanying measures to support adaptation. Let it be remembered that there is no intention of creating additional revenue from transport users: the intention is to give price signals so that everybody adapts and hopefully nobody has to pay these prices. Then, all costs would be reduced, efficiency would be increased.

(5) Economic price settings and regulatory measures, framework settings and (land use) planning measures need at least as much political attention as technology. User price increases by internalising the external costs in consumer prices, while offering alternatives to car use, can change behaviour substantially – and this may be the cheapest option. Reducing the total number of vehicle kilometres travelled has the greatest effect on greenhouse gas emissions, and there is no risk of recoupling effects.

(6) Technology measures such as biofuels or electric vehicles focus mostly on higher energy efficiencies and on reduction of greenhouse gases. Their effects on all other cost components of external costs are smaller. Noise and air pollution, as well as the large cost component of accidents, remain high, causing ongoing negative effects on society.

(7) Many projections of avoidance curves are based on new technologies aimed only at achieving greenhouse gas emission reductions. The discussion about greenhouse gas reductions in transport is primarily left to automobile technology experts. This approach is misleading because other fields (like economic approaches or land use approaches or behavioural changes) are neglected; and these are fields in which reductions come at a much cheaper price. The TransPoRD-project as a key research project on European greenhouse gas reduction measures in the transport sector concludes: “Technologies known today will not be sufficient to achieve GHG reduction targets of -60% to -80% by 2050”. Consequently, a combination of all possible approaches is needed: internalisation of external costs, pricing measures, technology development, land use changes, strong regulation (e.g. banning fossil fuel cars in certain regions after certain years). Modal split changes are needed to tackle the problem.

Full study available at: http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/vkw/ivs/oeko/news/externe%20kosten%20fuer%20die%20nutzung%20von%20autos%20in%20der%20EU-27

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ЦИКЛ АВТОТРАКТОРНОЙ ОТРАСЛИ

Лаврентьева К. А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт экономики и управления
Научный руководитель: д.т.н., проф. Катанаев Н. Т.

Особенность рыночной экономики, проявляющаяся в склонности к повторению экономических явлений, была замечена еще в первой половине XIX в. Изучая причины перепроизводства, кризисы, экономисты обратили внимание на волнообразно-циклические колебания в динамике капиталистического хозяйства. И в данной работе мы проанализируем промышленные циклы производства тракторов и грузовых автомобилей, после чего сделаем соответствующие выводы.

Итак, рассмотрим промышленный цикл производства тракторов с 1970 года по настоящее время.

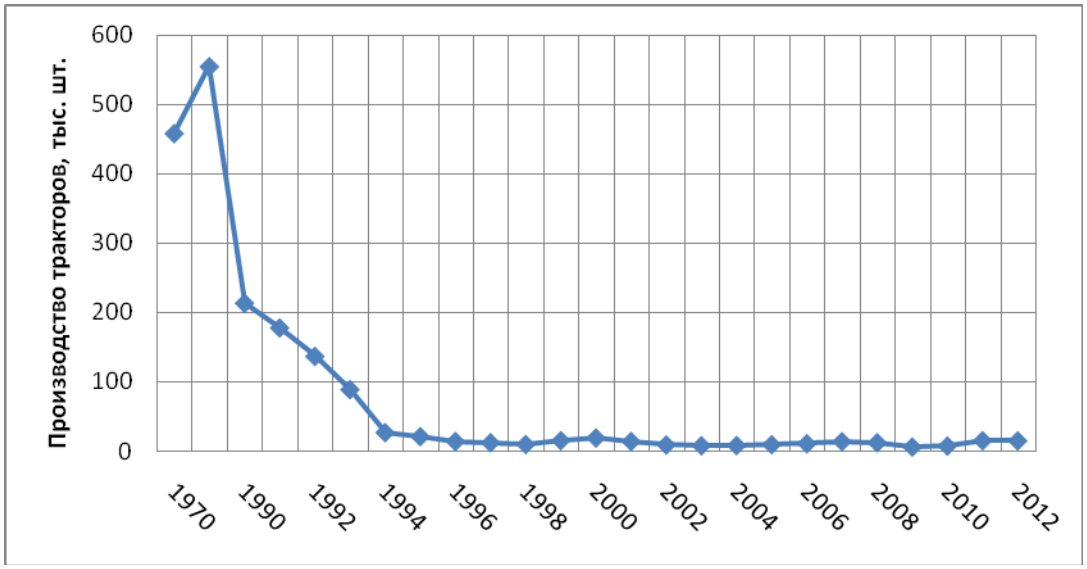


Рисунок 1 – Производство тракторов в период 1970-2012 гг.

В производстве тракторов наблюдается катастрофическая ситуация. Так, в 2012 году было произведено всего лишь 15 тысяч тракторов, в то время как до распада СССР, например, в 1990 году выпустили 213 тысяч штук. И даже это, кстати, был не рекорд. Был период, когда промышленность выдавала более выдающиеся результаты, так, например, в 1980 году было произведено 555 тысяч тракторов за год. Но после кризиса 1991 года, как видно, тракторная промышленность стала разрушаться и уже не выходит на предшествующие показатели. Стоит отметить и сходства кризисов 1991 и 2008-2009 годов. В обоих случаях вначале было оживление, подъем и после этого наступал резкий спад. В 2007 году, перед кризисом, наблюдался рост объема производства, было выпущено 14 тысяч тракторов, а в 2009 произошел спад и без того мизерного объема выпуска – до 6,2 тысяч тракторов. В настоящее время в сравнении с послекризисным показателем ситуация, конечно, улучшилась, но, несмотря на это, она по-прежнему остается плачевной. И что удивительно, всё это проходит на фоне разговоров правительства о подъеме сельского хозяйства.

Более положительная, но не менее печальная ситуация наблюдается и в производстве грузовых автомобилей.

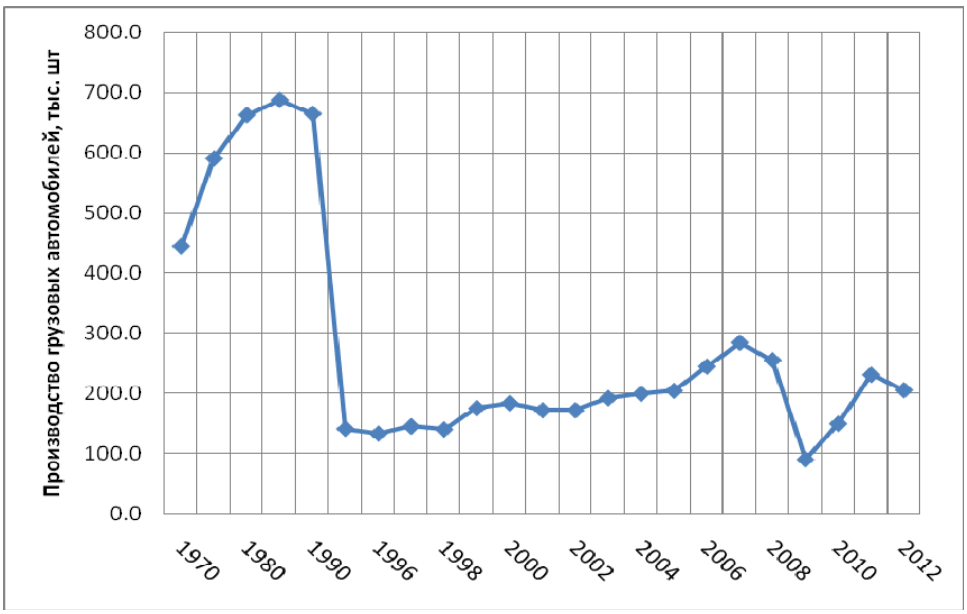


Рисунок 2 – Производство грузовых автомобилей в период 1970-2012 гг.

Как видно из рисунка 2, с 1990 по 2012 годы наблюдается снижение производства грузовых автомобилей. За 5 лет, с 1990 по 1995 объем производства упал больше, чем в четыре раза, с 665 тысяч штук в 1990 году, до 142 тысяч – в 1995 году. Причем до кризиса, как и в тракторной промышленности, наблюдалась стадия подъема, и в 80-ые годы был рекордный выпуск грузовых автомобилей около 700 тысяч штук. Такой же подъем наблюдался и перед кризисом 2008-2009 годов, в 2007 году объем производства достиг своего максимума за последнее десятилетие – 258 тысяч штук, а в 2009 году, этот показатель обрушился до 91 тысячи. В настоящее время вновь происходит оживление производства, но это явно не сравнится с показателями 80-ых годов.

Итак, встает вопрос: «Чем же были вызваны такие спады производства?». В этом и предстоит разобраться. Кризис 1990-1991 года по своему характеру был промышленным, как видно из рисунков 1 и 2 произошел коренной перелом и колоссальный спад производства. Стоит отметить, что велика вероятность того, что это сделано это было преднамеренно. С. Г. Кара-Мурза в своей книге «Потерянный разум» писал, что огромное значение в те годы перестройки приобрело утверждение официального руководителя экономической науки и советника М.С.Горбачева по вопросам экономики академика А.Г.Аганбегяна, который говорил об абсурдности плановой системы, из-за которой в сельском хозяйстве СССР имеется в два-три раза больше тракторов, чем необходимо. Дословно А.Аганбегян пишет: “Результат [этого абсурда] - разрыв между производством и социальными потребностями. Очень показателен пример с тракторами. СССР производит в 4,8 раз больше тракторов, чем США, хотя отстает от них в производстве сельскохозяйственной продукции. Необходимы ли эти трактора? Эти трактора не нужны сельскому хозяйству, и если бы их покупали за свои деньги и рационально использовали, хватило бы в два или три раза меньше машин”. Это утверждение произвело столь сильное впечатление на мировое сообщество экономистов, что цитировалось на Западе не только в прессе, но и в серьезных монографиях - А.Адамович пошел еще дальше, увеличил “избыток тракторов” уже до десяти раз. Он так проклинал промышленность: “Абсурдный процесс производства ради производства. Когда все больше стали выплавляется для строительства машин по выплавке стали, а народу и умыться нечем. В десять, что ли, раз больше, Юрию Черниченко это лучше знать, выпускается тракторов, комбайнов, а сельскохозяйственную продукцию покупаем”.

Этот случай особенно показателен тем, что интеллигентная публика приняла логику рассуждений А.Г.Аганбегяна, даже не поинтересовавшись фактами, хотя эта логика противоречит здравому смыслу. Разве не удивительно было слышать, что советским колхозникам хватило бы в три раза меньше тракторов, чем то, что они имели? Когда же наша промышленность успела так перенасытить село тракторами? Никто (из тех, кто мог и обязан был гласно высказаться по поводу утверждений А.Г.Аганбегяна) даже не заметил или сделал вид, что не заметил явного грубого нарушения логических норм. Хотя какова ситуация была в реальности? А в реальности средняя норма в тот момент (1988 г.) была равна около 100 тракторов на 1000 га пашни, в то время как в СССР имелось всего лишь 12 тракторов на 1000 га! Информацию о нормах и ситуациях в других странах можно было найти в любом справочнике и не верится, что руководитель науки не знал о действительном положении дел. Это и наталкивает на мысль о том, что спад производства был спланирован и ожидаем.

Для большей убедительности рассмотрим объем инвестиций в основной капитал отрасли машиностроения.

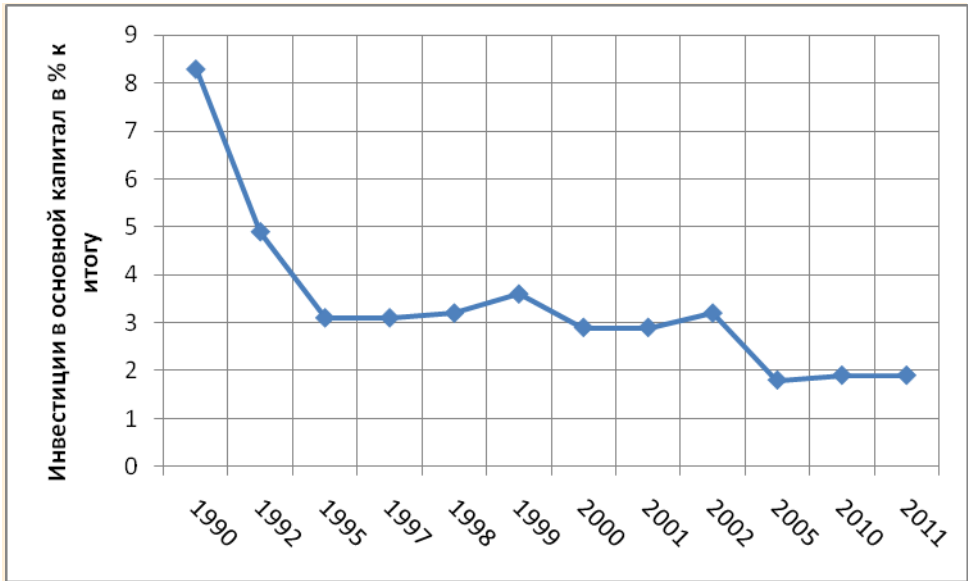


Рисунок 3 – Объем инвестиций в основной капитал отрасли машиностроения в процентном соотношении к общему итогу за период 1990-2011 гг.

Видно, что объем инвестиций в начале 90-ых годов резко сократился, практически в 2 раза. И к настоящему времени эта тенденция сохраняется. В сравнении с остальными видами экономической деятельности доля инвестирования машиностроения ничтожна мала – около 2% от общего объема инвестирования. В прочем, важно то, что рисунок 3 еще раз подтверждает вероятность целенаправленного разрушения машиностроительной отрасли, государство перестало поддерживать этот сектор после кризиса и в нынешней ситуации, когда для восстановления машиностроения необходима большая поддержка, требуемых мер не предпринимается. Помимо этого, снижение объемов производства, прибыли и инвестиций лишило предприятия возможности инвестировать капитал в научно-исследовательские работы по улучшению качества продукции, что, естественно, сказывается на возможности их выхода на докризисные показатели и существенному подъему и расцвету.

Теперь рассмотрим кризис 2008-2009 и перейдем к выпуску тракторов и грузовых автомобилей в денежном выражении. К сожалению, в открытом доступе не удалось найти данные за 90-ые годы для наглядного сопоставления кризисов. Но из рисунка 4 видно, что доля производства тракторов и грузовых автомобилей в ВВП страны крайне мала.

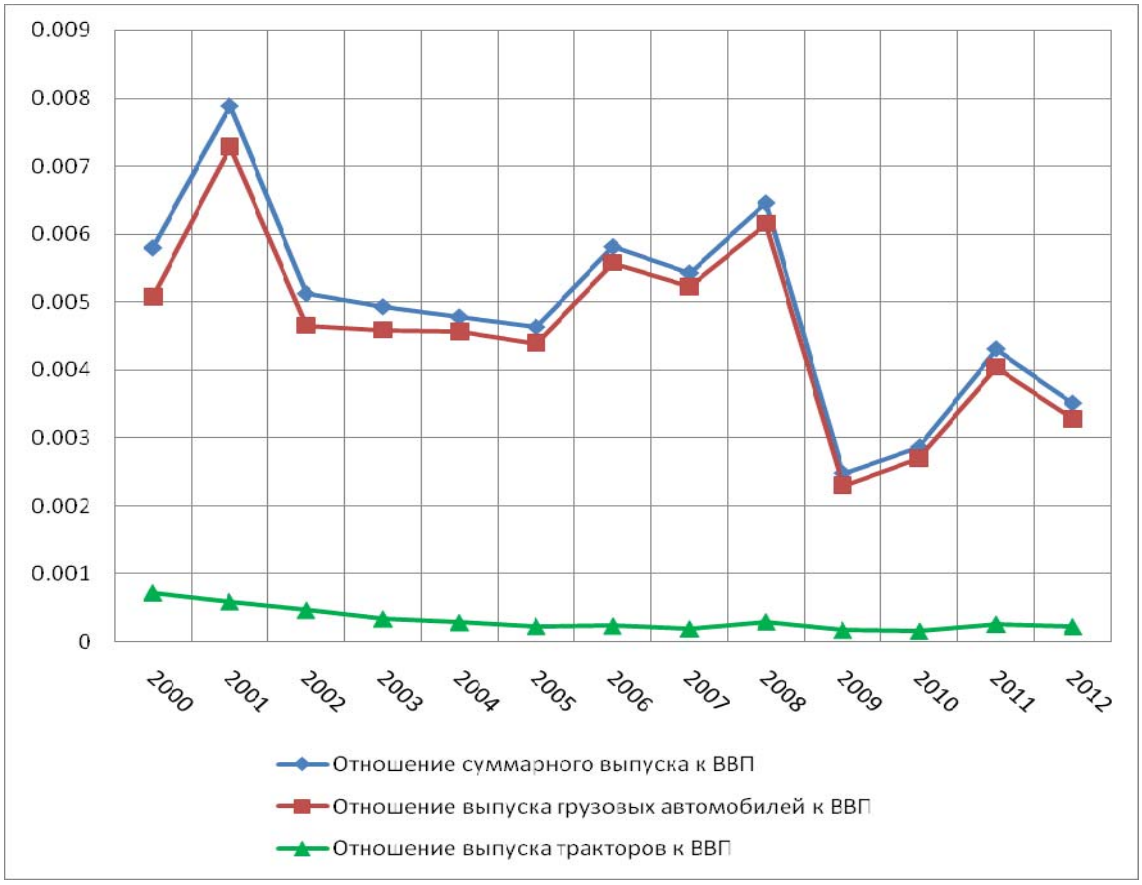


Рисунок 4 – Отношение объема выпуска тракторов и грузовых автомобилей (в денежном выражении) к ВВП

На рисунке 5 сопоставлено, как в целом отразился кризис, то есть, если рассматривать ВВП и отношение суммарного объема выпуска к ВВП относительно 2008 года, то мы видим, что ВВП снизился всего на 5%, в то время как и без того мизерная доля объема производства тракторов и грузовых автомобилей упала аж на 62%!

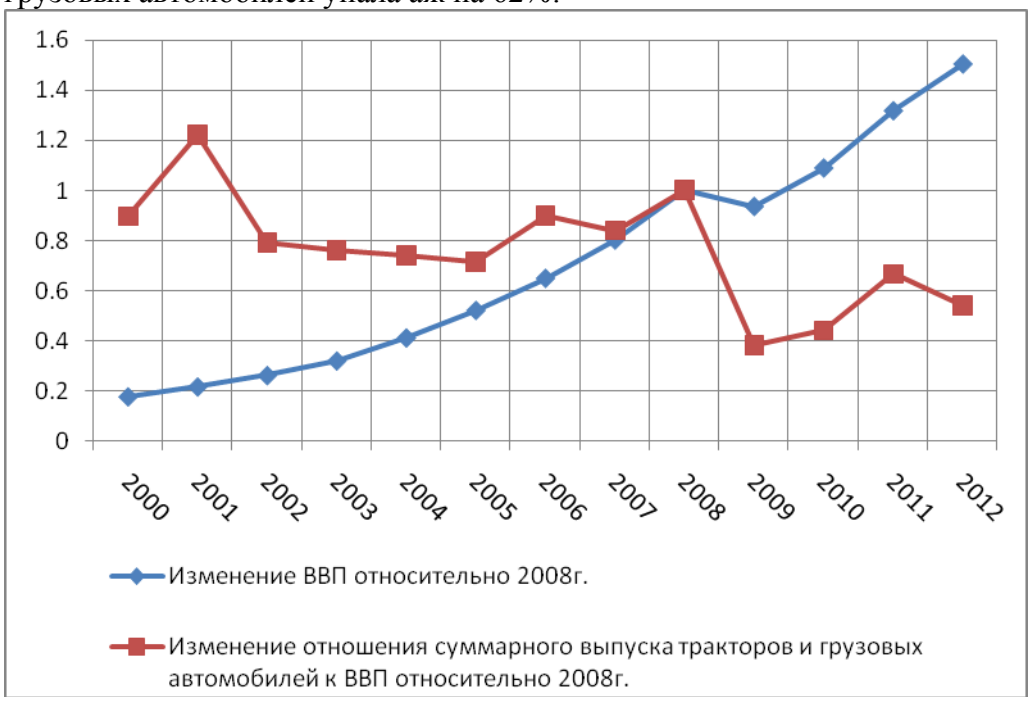


Рисунок 5 – Сопоставление изменения суммарного объема выпуска тракторов и грузовых автомобилей и изменения ВВП относительно 2008 г.

Ко всему прочему, как уже говорилось, ситуация осложняется тем, что значительно сократилась доля инвестиций в реальный сектор экономики, связанный непосредственно с производством, и в это же время выросла и продолжает расти доля инвестиций в финансовый сектор. В конце 2008 года банки получили от государства приличную сумму денежных средств (приблизительно в банковскую систему было влито около 5 трлн. руб.). Предполагалось, что значительная часть этих средств перейдёт в реальный сектор в качестве кредитов. Но банки, испуганные ростом невозвратов и уже столкнувшиеся с оттоком вкладов, предпочли держать их на валютных депозитах. А с мерами непосредственной поддержки предприятий правительство не спешило, даже несмотря на начало массовых увольнений и мрачные прогнозы социальных взрывов в моногородах, живущих за счёт крупных предприятий. Деньги в экономику практически не поступали, последствия чего мы уже рассмотрели ранее. Правительство и лица, стоящие у верхов, заинтересованы, в первую очередь, в личной выгоде и получении быстрых денег, вследствие чего, их интерес к поддержке промышленности не велик, ведь здесь требуется длительный период ожидания, в то время как на фондовом рынке можно получить прибыль практически «здесь и сейчас».

Таким образом, можно предположить, что при нынешнем положении дел, в кратко и среднесрочной перспективе производство и тракторов, и грузовых автомобилей вряд ли способно занять прочное место в российской экономике. Чтобы поднять эти отрасли промышленности, нужно поднять сельское хозяйство, то есть улучшить положение потребителя производимой продукции, тогда возрастет и спрос на саму продукцию. А сейчас же, с окончательным вступлением в ВТО ситуация может только усугубиться.

УПРАВЛЯЕМОСТЬ МИКРО- И МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА

Максимова Е. А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт экономики и управления
Научный руководитель: д.т.н., проф. Катанаев Н. Т.

В данной работе будет рассмотрена устойчивость промышленных систем на примере автотракторного производства в условиях кризиса. Устойчивость – это способность динамической системы сохранять движение по намеченной траектории (поддерживать намеченный режим функционирования) несмотря на воздействующие на нее возмущения. Автотракторная промышленность была выбрана потому, что она наиболее тесно связана с хозяйственной жизнью страны. Спрос, например, на легковые автомобили с незначительными колебаниями существует всегда. А спрос на трактора и тяжелую технику есть только тогда, когда развиты или развиваются сельское хозяйство и промышленность.

Рассматривая кризис в СССР середины 80-х - начала 90-х годов для понимания явлений и процессов необходимо сначала проанализировать ситуацию, сложившуюся в стране к этому моменту.

С 1965 по 1990 наблюдается постепенный рост объемов производства тракторов. И валовой продукт в это время развивался теми же темпами, поскольку оценивался по реальному продукту. То есть, имел под собой натуральную основу.

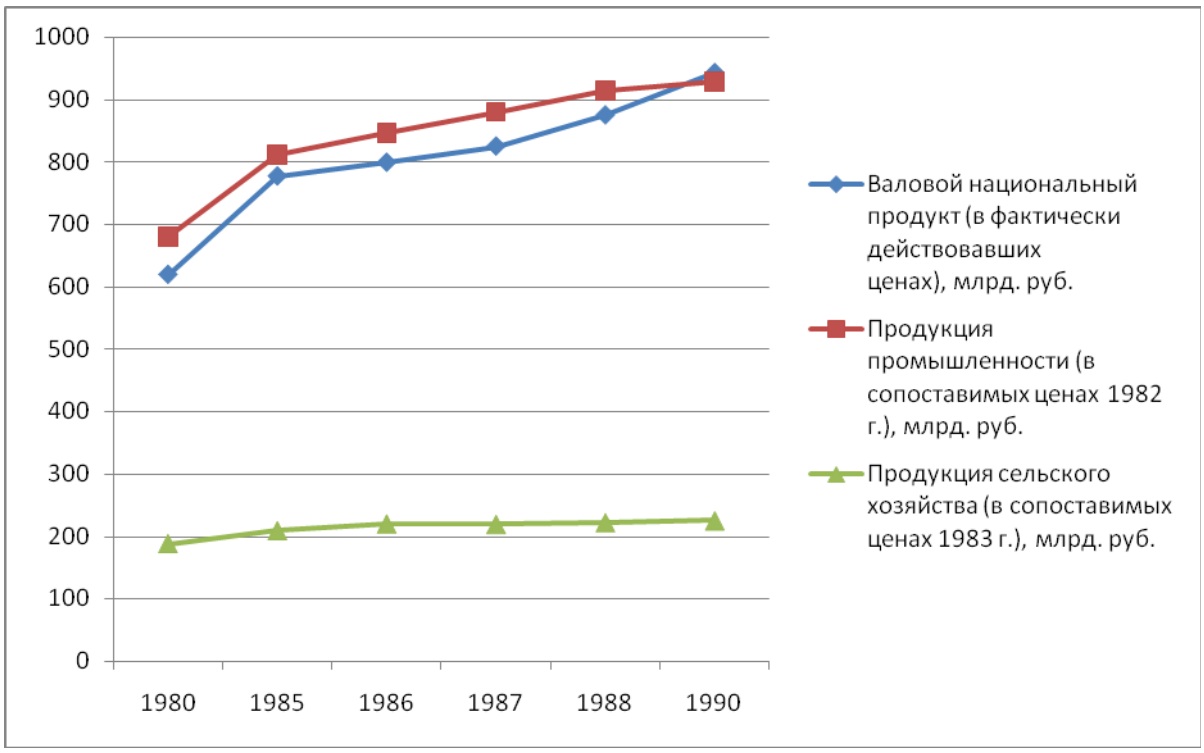


Рисунок 1 – Сравнение показателей выпуска продукции и ВНП.

Остановимся на выпуске тракторов в натуральных единицах. Анализируя развитие промышленного цикла и цикла развития экономики в целом, мы можем сделать вывод, что сама по себе экономика устойчива.

Рисунок 2 – Промышленный цикл производства тракторов.

В фазе оживления и подъема (с 1965 по 1985 годы) этот график описывается дифференциальным уравнением первого порядка. Y(t) = 572 * (1 – exp(– 0,57 t – 1))) + 50. Для подобных уравнений необходимым и достаточным условием устойчивости является отрицательный знак у экспоненты. Что мы и видим в уравнении.

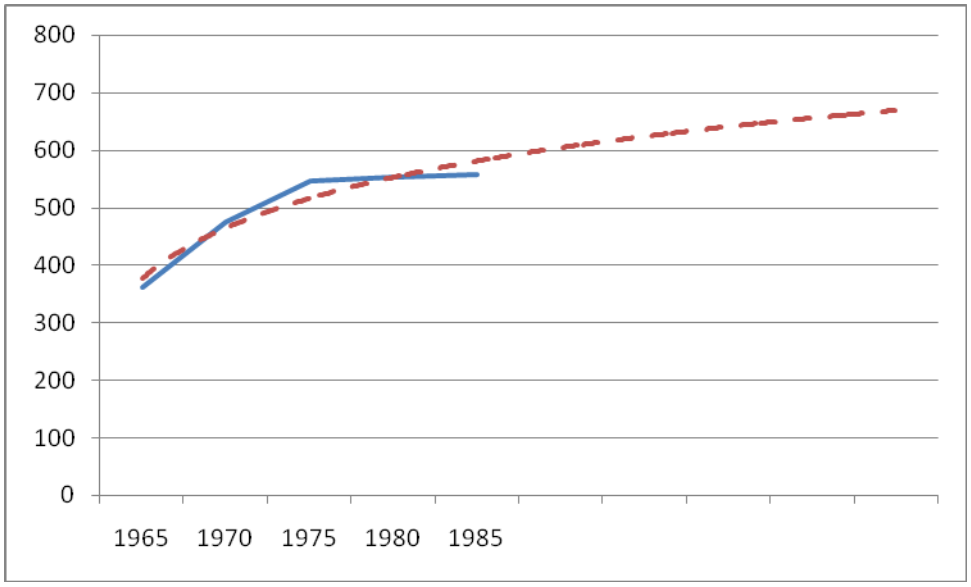


Рисунок 3 – Как должна была развиваться промышленность.

Так почему же вместо стабильного роста, пусть и постепенно замедляющегося произошёл резкий спад?

Общее решение линейного дифференциального уравнения определяется в виде суммы двух составляющих: $i(t) = i_{св}(t) + i_{вын}(t)$.

Первая составляющая называется свободной или собственной и определяется как общее решение соответствующего однородного уравнения. Вторая составляющая решения называется вынужденной и представляет собой частное решение неоднородного дифференциального уравнения.

Данная система органически, параметрически и системно устойчива по собственной составляющей решения. Но в редких случаях, устойчивое по собственной составляющей уравнение может оказаться неустойчивым по вынужденной. Именно вынужденная составляющая и сыграла свою роль в нашем случае.

Изменив натуральное выражение выпуска на ценовое, мы обнаружим появление многих дополнительных факторов, также влияющих на результат. Выручка от реализации продукции может быть представлена как доля денежной массы, находящейся в обращении. Тогда она оказывается в прямой зависимости от скорости оборота денежной массы или коэффициента монетизации.

Коэффициент монетизации экономики – обслуживаемая деньгами доля экономической деятельности страны. Рассчитывается обычно как отношение денежного агрегата М2 к объему валового внутреннего продукта. КМЭ = М2/ВВП. Денежный агрегат М2 представляет собой сумму наличных денег в обращении, депозитов населения до востребования и средств предприятий на текущих банковских счетах и срочных вкладов предприятий, организаций, граждан и местных бюджетов.

Рисунок 4 – Значения коэффициента монетизации в долях.

Приведенный коэффициент монетизации, учитывающий скорость оборота денежной массы, к середине 80-х годов прошлого века приближался к 1, что свидетельствовало о полной обеспеченности экономики денежной массой.

Такая его величина позволяла полностью удовлетворять потребности промышленных предприятий с маленькой скоростью оборота капитала, то есть с продолжительным оборотом этого капитала.

Любое сильное несоответствие между ростом денежной массы и ростом ВВП, приводит к росту уровня инфляции и, соответственно к кризису.

Не существует определенного перечня мер, которые могут помочь избежать кризиса. Если сложились определенные условия, и кризис, что называется, «назрел», то лучшей мерой, которую можно принять, является попытка сгладить последствия. Как для предприятий и населения, так и для экономики в целом.

Существуют две принципиально разные точки зрения на происходившие в 90-е годы кризисные процессы. Согласно первой, экономический кризис стал результатом регулярного циклического развития экономики. С той оговоркой, что фаза рецессии была более глубокая и длительная, чем обычно. В этом случае активная политика по поддержанию спроса и предотвращению необратимых потерь в промышленности позволит сохранить производственный потенциал.

Приверженцы второй, альтернативной точки зрения исходят из долгосрочного характера кризиса, вследствие чего изменилась сама структура потребления в глобальном масштабе на фоне перехода к другому государственному строю, к рыночной экономике. В таком случае любые попытки сохранить спрос на прежнем уровне искусственно, за счет мер государственного регулирования могут дать лишь кратковременный эффект. Не восстановив сельское хозяйство, то есть, не вернув естественного потребителя автотракторной продукции, невозможно обеспечить долговременный спрос без вливания излишнего количества денежных средств. Таким образом, сглаживание последствий этого кризиса было бы наиболее успешным, если бы помощь оказывалась не «изготовителям», а «потребителям», положение которых было столь же плачевно.

Но заново сформировавшееся правительство пошло другим путем. Видя нарастающие волнения в народе после обвала промышленности, политическая элита предпочла наращивать экспорт нефти и газа, доходы от продажи которых позволяли снижать социальную напряженность, сглаживать последствия кризиса в легкой промышленности и других сферах народного хозяйства. Да, ВВП опять пополз в гору, но с каждым годом в нем оставалось всё меньше реальной продукции, товаров промышленности.

АНТИМОНОПОЛЬНАЯ ПОЛИТИКА РФ НА ПРИМЕРЕ ОАО “РЖД”

Егурнов К.И, Блинов П.Ю
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Автомобильный институт
Научный руководитель: старший преподаватель Михайлова А.Р.

История создания ведомства ФАС

Предшественник Федеральной антимонопольной службы — Государственный комитет РСФСР по антимонопольной политике и поддержке новых экономических структур образован в соответствии с Законом Российской Советской Социалистической Федеративной Республики от 14 июля 1990 года «О республиканских министерствах и государственных комитетах РСФСР». Председателем Комитета был назначен Валерий Петрович Черногородский. Штатная численность работников аппарата определена в 150 единиц, введено Временное положение «О государственном комитете РСФСР по антимонопольной политике и поддержке новых экономических структур», которое было утверждено Постановлением Совета Министров РСФСР от 10 сентября 1990 года № 344 «Вопросы Государственного комитета РСФСР по антимонопольной политике и поддержке новых экономических структур».

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 24 августа 1992 года № 915 «О Государственном комитете Российской Федерации по антимонопольной политике и поддержке новых экономических структур» в целях обеспечения развития рыночных отношений и конкуренции в Российской Федерации, во исполнение Законов Российской Федерации «О конкуренции и ограничении монополистической деятельности на товарных рынках» и «О защите прав потребителей» утверждены новое Положение о Государственном комитете Российской Федерации по антимонопольной политике и поддержке новых экономических структур (добавлены задачи и функции), а численность работников центрального аппарата увеличена до 350 единиц (без персонала по охране и обслуживанию зданий).

9 марта 2004 г. Министерство было упразднено, а его полномочия переданы другим ведомствам. Принадлежавшие МАП России функции федерального антимонопольного органа, контроля над деятельностью естественных монополий и над соблюдением законодательства о рекламе перешли к вновь образованной Федеральной антимонопольной службе, руководителем которой стал Игорь Юрьевич Артемьев. Положение о Федеральной антимонопольной службе принято Правительством России 29 июля 2004 г.

Коротко о компании “ОАО” РЖД

Подробное описание:

ОАО «Российские железные дороги» - российская государственная компания, являющаяся одной из крупнейших в мире транспортных компаний, владельцем инфраструктуры, значительной части подвижного состава и важнейшим оператором российской сети железных дорог.

Образование РЖД произошло в 2003 году на базе Министерства путей сообщения Российской Федерации.

Единственным акционером «РЖД» является Российская Федерация, от её имени полномочия акционера осуществляются Правительством РФ, которое определяет президента компании и совет директоров, а также ежегодно утверждает годовые отчеты.

Основные направления деятельности ОАО «РЖД» - грузовые и пассажирские перевозки. Компания является владельцем 99% железнодорожных магистралей страны, общая протяженность которых - 85 тысяч километров. В состав РЖД входят более 20 тысяч локомотивов, что составляет 90% локомотивного парка страны. Тяговый подвижной состав РЖД включает тепловозы, электровозы, электропоезда, дизель-поезда, автомотрисы, дрезины и прочее самоходное оборудование, нетяговый подвижной состав — различные вагоны (пассажирские, грузовые), специальный подвижной состав.

Конфликт РЖД и частых локальных перевозчиков

В работе госкомпании "Российские железные дороги" наблюдается "антиконкурентная, промонополистическая линия". Об этом, как сообщает РИА Новости, заявил глава Федеральной антимонопольной службы (ФАС) Игорь Артемьев.

Руководитель ФАС признал, что по итогам прошлого года служба проиграла РЖД все антиконкурентные дела, тогда как у других компаний антимонопольщики обычно выигрывают около 85 процентов дел. "То, что железная дорога выиграла у нас в прошлом году все и тем самым показала, что статистика (...) в отношении них не работает - это означает, что здесь что-то неблагополучно", - отметил Артемьев.

Ранее глава ФАС , по его собственным словам, считал, что в работе РЖД нет целенаправленной линии против развития конкуренции на рынке. "Теперь, после событий этого года, мы видим, что есть такая линия. Ну, хорошо, значит будет адекватный ответ", - пригрозил Артемьев. По его словам, ФАС "стянет лучшие силы" на проверку РЖД, пока не добьется "какого-то результата".

Монополия выступает против появления на рынке частных локомотивов

Проект создания к 2015 году локальных перевозчиков, предполагающий появление на рынке частных локомотивов, может так и остаться на бумаге. РЖД, которые уже не раз выступали против подобной идеи, подсчитали, что из-за появления локальных перевозчиков прибыль монополии снизится почти на 30% и государству придется выделить ей дополнительные 20 млрд. руб. субсидий. Свои расчеты госкомпания уже направила в профильные ведомства.

Согласно Целевой модели рынка грузовых ж/д перевозок до 2015 года, уже в следующем году отрасль должна начать формировать сектор локальных ж/д перевозок. Предполагается, что операторы смогут использовать собственные локомотивы для перевозки грузов на магистральных путях (сейчас их приходится арендовать у РЖД). Глава РЖД Владимир Якунин неоднократно заявлял, что считает необходимым сохранение за его компанией локомотивов, поскольку они неотделимы от инфраструктуры, однако в правительстве почти никак не реагировали на это замечание. Теперь РЖД решили действовать более решительно.

В распоряжении РБК daily оказался подготовленный по заказу РЖД отчет консалтинговой компании ATKearney, касающийся либерализации рынка локомотивной тяги. В нем сообщается, что появление локальных перевозчиков может привести к простоям на сети, недозагрузке локомотивов, отправке поездов по минимальной весовой норме и, как следствие, снижению пропускной способности инфраструктуры. "Частные операторы в первую очередь будут заинтересованы в обслуживании лишь заведомо привлекательных маршрутов", - указывается в отчете монополии. Речь идет о направлениях на расстояния 50 - 350 км, по которым перевозятся высокодоходные грузы (вроде нефти, цветных металлов, руды) и обеспечивается стабильный грузооборот (от 250 млн. до 400 млн. ткм нетто). На эти маршруты приходится 7, 4% объема перевозок и 8, 2% всего грузооборота страны, посчитали в РЖД.

В монополии обеспокоены, что недостаток масштаба локальных перевозчиков приведет к невывозу грузов по другим направлениям и в результате РЖД придется обслуживать их самостоятельно. По оценкам РЖД, потеря наиболее рентабельных для компании направлений приведет к падению прибыли на 28% (по итогам 2011 года чистая прибыль РЖД составила 16, 8 млрд. руб.). Компенсировать недостающие доходы придется либо из госбюджета в виде субсидий в 20 млрд. руб., либо за счет роста тарифа на 2, 1%, следует из документа. В связи с этим РЖД рекомендуют отказаться от создания локальных перевозчиков. Взамен монополия обещает повысить эффективность своей работы, например "за счет долгосрочной индексации тарифов, повышения эффективности системы управления".

Соответствующие предложения РЖД уже разосланы в профильные ведомства и сегодня должны быть представлены на заседании комитета РСПП по транспорту и транспортной инфраструктуре.

Вчера в Минтрансе и Минэкономразвития не прокомментировали предложение РЖД. Свою позицию по этому поводу высказала лишь ФАС. Начальник управления контроля транспорта и связи ФАС РФ Дмитрий Рутенберг сообщил РБК daily, что антимонопольная служба приветствует появление локальных перевозчиков. "В ближайшее время Минтранс должен утвердить методику определения полигонов, на которых будут предоставлять услуги локальные перевозчики", - отметил Дмитрий Рутенберг.

В НП СОЖТ (партнерство объединяет крупнейших операторов на рынке) также считают необходимым появление на рынке частных локомотивов. Локальные перевозчики не только обновят устаревший подвижной состав (на начало 2011 года расчетный износ парка грузовых электровозов РЖД составлял 87%, грузовых магистральных тепловозов - 96, 1%), но и будут стимулировать конкуренцию на рынке, отметили в партнерстве. По оценке операторов, речь идет о ста направлениях перевозок, под которые операторы закупят как минимум 540 новых локомотивов. Что касается возможных финансовых потерь РЖД, подчеркнули в СОЖТ, первые годы работы объем деятельности локальных перевозчиков не превысит 3 - 5% от грузооборота, причем эта разница покроется ежегодным ростом объемов перевозок по железной дороге.

В Первой грузовой компании вчера сообщили РБК daily, что готовы начать перевозки собственными поездными формированиями и уже выбрали для этого стартовую площадку - полигон Юго-Восточной железной дороги для перевозки железорудного сырья НЛМК. Стоит отметить, что и сейчас частные компании могут формировать собственные поезда (СПФ), получив на это лицензию от Госжелдорнадзора. СПФ осуществляют только маршрутные отправки по выделенным направлениям, в основном перевозя нефтепродукты (до 90% грузопотока).

На данный момент разрешение на СПФ имеют только единицы, среди которых "Балттранссервис", "Трансойл", "Нефтетранссервис". В общей сложности на СПФ приходится 0, 5% всего объема перевозок по железной дороге.

Отношение к антимонопольной службе. Меры, предпринимаемые Антимонопольной службой против РЖД

Антимонопольщики регулярно предъявляют претензии к РЖД. В частности, в сентябре ФАС заподозрила железнодорожную компанию в создании неравных условия для строителей железнодорожных путей в районе порта Приморск в Ленинградской области. Также в сентябре служба возбудила дело в отношении РЖД, ПГК и ВГК; по мнению антимонопольщиков, компании не предоставляли вагоны потребителям и завышали

грузовые тарифы. В прошлом году по итогам проверки ФАС направила РЖД предписания, обязывающие последнюю при формировании расписания отдавать приоритет социальным электричкам.

Влияние монополиста на современную экономику

Монополия ОАО “РЖД” в сфере железнодорожных перевозок сдерживает развитие транспортно-логистической системы, считают специалисты гонконгского Логистического исследовательского центра (их выводы отражены в докладе, представленном во время заседания делового консультативного совета АТЭС, который проходит в эти дни в Гонконге).

“По качеству предоставления (этих) услуг Россия занимает третье место с конца среди стран-членов Азиатско-Тихоокеанского экономического сотрудничества. Хуже обстоят дела только в Индонезии и Перу”, – говорится в докладе.

Поскольку автодорожные сети плохо охватывают огромную территорию страны и имеют невысокое качество, а грузовые авиаперевозки неразвиты, основная масса товаров перемещается по железным дорогам, которые имеют ограниченную пропускную способность. “При этом иметь дело приходится с единственным оператором – РЖД, который пользуется монопольным правом на железнодорожные перевозки со всеми вытекающими отсюда последствиями”, – отмечают ученые. Переправка же грузов водным и морским транспортом не всегда целесообразна в силу географических причин.

В результате товары из Китая, например, в Европу бывает выгоднее отправлять морским или воздушным путем, нежели везти их напрямую через железные дороги РФ. При этом авторы исследования отмечают фактор бюрократизации, присущий всем государственным структурам, в том числе и ОАО “РЖД”. “Монопольное положение открывает российским железнодорожникам широкие коррупционные возможности, что также увеличивает издержки бизнеса”, – говорится в докладе.

Чтобы сократить коррупционную составляющую, в том числе в железнодорожных перевозках, требуется дальнейшая приватизация и демонополизация транспортного сектора, а также усилия и поддержка государства в развитии дорожной сети и сопутствующих объектов.

Между тем, авторы доклада отмечают, что по факту привлечение частного капитала остается под вопросом. “Несмотря на планируемую частичную приватизацию отдельных “дочек” РЖД (“Первая грузовая компания”, “ТрансКонтейнер” и других), о передаче материнской компании в частные руки и демонополизации отрасли речь не идет. Государственно-частное партнерство пока находится лишь в пилотном режиме – первые проекты только начинают реализовываться (например, скоростная трасса Москва – Санкт-Петербург), и пока неясно, насколько широкое распространение получит эта практика”, – говорится в докладе.
Несмотря на постоянные дотации ОАО “РЖД” со стороны государства и ежегодное увеличение тарифов на грузоперевозки, работа единственного оператора на этом рынке пока далека от совершенства: парк вагонов и инфраструктура характеризуются высокой степенью изношенности, качество услуг зачастую не соответствует цене, пропускная способность недостаточна и не увеличивается год от года, говорится в докладе.

ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ РОССИЙСКОГО АВТОПРОМА

Исмиханов Э.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Институт экономики и управления
Научный руководитель: Пасхина А.В.

Автомобильная промышленность – это ведущая отрасль машиностроения, влияющая на процессы экономического и социального развития Российской Федерации. Наличие развитой автомобильной промышленности является важным элементом обеспечения национальной безопасности государства [5]. В отрасли объединено около 250 крупных и средних предприятий и организаций, занято более 800 тысяч человек. Производство автомобильной техники осуществляется в тесной кооперации с предприятиями электротехнической, металлургической, химической, электронной, легкой и других отраслей промышленности, что обеспечивает занятость около 5 миллионов человек из числа трудоспособного населения.

Первый российский автомобиль с двигателем внутреннего сгорания был построен в 1896 году инженерами Фрезе и Яковлевым. Так как у России не было своего автопрома в начале 20-го века, первые модели серийных автомобилей были позаимствованы у таких концернов как Рено и Фиат. Чуть позже были открыты Российские заводы автомобилестроения: в 1932 завод ГАЗ, автомобили которого выпускались по лицензии и на платформе FORD, в 1933 году завод ЗиС (во время Великой отечественной войны переименованный в Урал и УАЗ), выпускающий грузовики по лицензии американской фирмы Autocar [4].

Настоящее автомобилестроение в Советском союзе стало развиваться с 70-х годов XX века, когда началось строительство совместно с Италией автозавода в Волжске, именуемого ВАЗ. Автомобили, выпускаемые на ВАЗе, были копиями некоторых моделей FIAT, а такой как ВАЗ 2101 являлся копией FIAT 124 и Ваз 2103, который считался копией класса люкс FIAT 125.

Рисунок 1 – Сходство моделей ВАЗ 2101 и Фиат 124 [7].

На ВАЗе стали выпускать 660 тысяч автомобилей в год, что послужило популяризацией данной отрасли, так как импорт автомобилей был запрещен по идеологии СССР. Автомобили на платформе FIAT, также именуемой классической, выпускались вплоть до 17 сентября 2012 года, они пользовались популярностью до самого последнего своего выпуска. Необходимо отметить, что после того, как было решено снять с производства «классику», спрос на автомобили ВАЗ упал на 40% [1].

Рисунок 2 - Сходство моделей ВАЗ 2103 и Фиат 125 [7].

В условиях плановой экономики конкуренции в автомобилестроении практически не было, однако в преддверии Перестройки, понимая тенденции Запада, ВАЗ принимает расширить свой ассортимент и запускает новую линию автомобилей на переднем приводе и в 1984 году выпускает новую модель 2018, разработанную совместно с Porsche. Этот автомобиль имел жесткую конструкцию и передний привод, что делало его более безопасным и управляемым. В 1987 году ВАЗ решает выпустить 4-х дверный вариант 2108 и именуют его 2109, после успеха которого утверждается выпуск ВАЗ 21099 в кузове седан. Было решено также выпустить первый российский внедорожник в 1977 году [4]. Перед инженерами была поставлена цель сконструировать легковой автомобиль повышенной проходимости, при этом было решено взять за основу ВАЗ 2106, в итоге получился самый лучший внедорожник за всю историю всемирного автопрома.

Авто ВАЗ вплоть до 1995 года выпускал автомобили на «классической» платформе Fiat, модели спроектированные совместно с Porsche и свою необычную модель Ниву.

Автомобили же завода ГАЗ продолжают выпускаться на платформе американских FORD-ов. В основном автомобили данной марки являлись правительственными флагманами. Первый советский легковой автомобиль с несущим кузовом и один из первых в мире крупносерийно выпускавшихся с кузовом полностью понтонного типа — без выступающих крыльев и их рудиментов, подножек и фар, ГАЗ Победа выпущенный в честь победы в Великой Отечественной Войне в 1946 году. По легенде этот автомобиль должен был называться ГАЗ Родина, но после вопроса Иосифа Виссарионовича Сталина: «Почем Родину продавать будем?», было решено переименовать в Победу. На замену победе пришел Газ 21 выпущенный в 1956 году пользующийся огромной популярностью в правительстве.

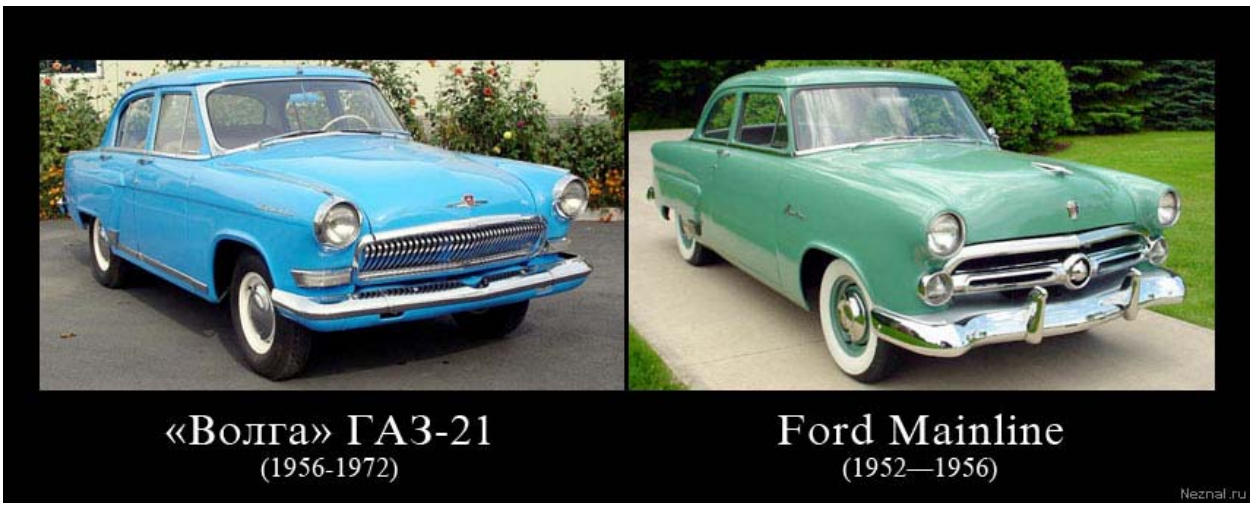


Рисунок 3 – Сходство советского ГАЗ-21 и американского Ford Mainline [7].

С началом рыночных реформ в 1992 году, автомобилестроение России попало в полосу затяжного кризиса. К середине 90-х выпуск грузовых автомобилей сократился в 5,5 раз, автобусов большого класса в 10 раз, легковых автомобилей на треть. Кардинальное обновление производственных программ российских автозаводов оказалось практически невозможным из-за слабой финансовой системы (дороговизна кредитов) и чрезмерного давления на производство расходов по социальной сфере, доставшейся автопрому со времен СССР, а также морального старения и физического износа оказавшихся избыточными производственных мощностей.

В то же время, лидеры отрасли АвтоВАЗ, ГАЗ и АМО ЗИЛ смогли выпустить в 90-х новые модели: ВАЗ-2110, ГАЗ 3110 Волга, ГАЗ-3302/-2705/-3221 «Газель» и ЗИЛ-5301 «Бычок», позволившие им пережить наиболее тяжёлую фазу кризиса. После дефолта и девальвации рубля 1998 года российский автопром, как и все отечественные производители, получил кратковременную передышку, были освоены новые модели ВАЗ-1118 «Калина», ГАЗ-31105 «Волга», ГАЗ-2217/2752 «Соболь» и ГАЗ-3310 «Валдай», но негативная тенденция сокращения доли рынка у отечественных производителей сохранилась [6]. Этому явлению во многом способствовало изменение структуры спроса, при котором российский покупатель выбирал более качественную и престижную иностранную автомашину, а отечественные производители предлагали рынку то, что выпускали в советское время, не следуя западным тенденциям.

Вместе с тем, начиная с 2002, в России нарастает сборка иномарок (в 2008 — 618,2 тыс. из 1 790 тыс. всех произведённых). Доля производства иностранных моделей составила в сегменте легковых автомобилей 41,3 % (увеличение производства на 29 % к 2007 году), в сегменте грузовиков 7,9 % (+19,6 %) и в сегменте автобусов 9,8 % (+12,7 %) [6]. С массовым открытием сборочных предприятий иностранных компаний, начиная с 2009 года, а их доля в национальном производстве должна ещё больше увеличиться, несмотря на разразившийся кризис сбыта. После 2010 в России предполагается сборка свыше 1 млн автомобилей иностранных брендов в год.

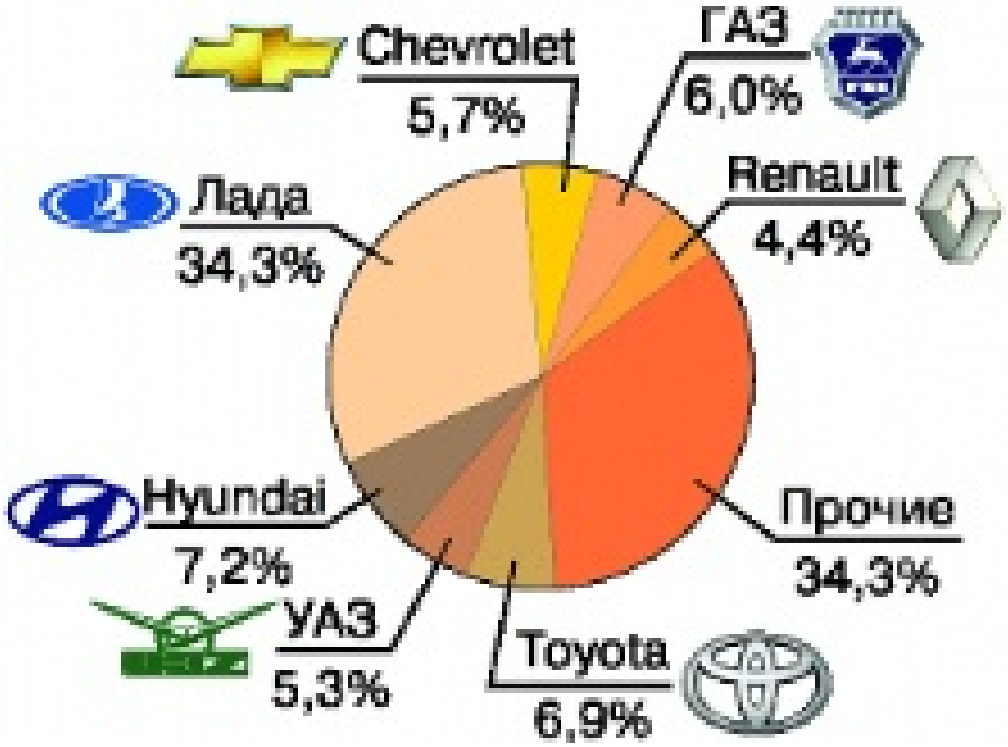


Рисунок 4 - Доля продаж автомобилей российских и зарубежных марок в период с 2002 года

Эта тенденция носит характер постепенного подавления национального автопрома в сегменте автомобилестроения. В настоящее время российские производители автомобилей (например, такие, как ВАЗ), имеют возможность развивать маркетинговые вертикально-интегрированные системы. Кроме того, на экранах телевизоров часто можно увидеть рекламу автомобилей АВТО ВАЗа, говорящую о том, что «ЛАДА – это та же иномарка, только «наша» и стоит дешевле». Однако, это не совсем так. Председатель правительства, а ныне президент России В.В. Путин пытался участвовать в кампании по продвижению продукции АВТО ВАЗа и личным примером показывал, что надо выбирать эту автомашину. Исход этой операции известен, и он конфузен не только для нас, но и являет собой падение имиджа российского автомобилестроения в глазах иностранцев.

Необходимо отметить, в последние годы в российском автопроме произошли серьезные изменения: появились и спорт кары и гибридные авто. Это произошло во многом благодаря современному пониманию рынка, маркетинговым исследованиям и новому взгляду на автомобиль будущего. Политик и бизнесмен Михаил Прохоров решил открыть завод по производству гибридных авто под маркой Ё-мобиль. Ё-моби́ль — проектируемый российский последовательный гибридный автомобиль, в конструкции которого предполагается использование электрической трансмиссии с комбинированным питанием от генератора, вращаемого газобензиновым двигателем внутреннего сгорания, и от ёмкостного накопителя энергии. По заявлениям разработчиков, промышленное производство машин запланировано на начало 2013 года, при этом стоимость автомобиля будет составлять, в зависимости от комплектации, от 450 до 490 тыс. рублей. Ранее декларировались начало производства в 2012 году и цена от 360 тыс. рублей. Ё-мобиль будет первым автомобилем с такой комплектацией, таким качеством и по приемлемой цене [2].

Так же известный шоумен Николай Фоменко запустил свою линейку автомобилей Marussia. Компания Marussia Motors основана в 2007 году Николаем Фоменко и Ефимом Островским. Специализируется на производстве спортивных автомобилей премиум-класса. Завод компании расположен в Москве, численность персонала компании составляет около 500 человек. По данным на ноябрь 2010 года, Marussia выпускается в двух версиях: B1 и B2. Marussia B1 впервые была представлена 16 декабря 2008 года в зале «Нового Манежа» в

Москве. Идейный вдохновитель и руководитель проекта — Николай Фоменко. Николай отмечал конкурентоспособность модели и ее успешность в первую очередь благодаря низкой стоимости. Облик обеих модификаций спорткупе Marussia разрабатывался в России отечественными дизайнерами. Основная масса деталей, 80 процентов машины, производится в России. По словам Фоменко, проведенные краш-тесты показали, что водитель и пассажиры Маруси останутся живыми даже при лобовом ударе, поскольку автомобиль устроен так, что кабина остается практически нетронутой.

При выработке стратегии развития российского автопрома Правительство РФ в марте 2010 рассмотрело вопрос о принципах сотрудничества с иностранными компаниями. Одним из основных принципов работы будет расширение локализации производства в России. В июне 2011 г. соответствующее соглашение было подписано с действующими в российском автопроизводстве компаниями Sollers-Ford, Volkswagen, General Motors и консорциум компаний АвтоВАЗ, Renault-Nissan.

Авто ВАЗ же после снятия с производства «классики» поставил на конвейер две новые модели LADA Priora и LADA Granta, первая пользуется популярностью в России и приносит не плохую прибыль, Granta же в силу своей высокой цены и не самым лучшем качеством сборки уступает во всем. Понимая прекрасно, что такими темпами Авто ВАЗ обанкротится, принимается решение о продаже контрольного пакета акций автоконцерну Renault-Nissan. На данный момент передано только 30% акций, но в дальнейшем планируется передать 70% [2]. Авто ВАЗ уже перешел полностью на платформы Рено, что увеличивает управляемость, комфорт и безопасность автомобилей. В скором будущем планируется выпуск новых моделей, которые будут соответствовать европейскому качеству и станут все-таки конкурентоспособными автомобилями.

Выводы

Таким образом, мы можем сделать вывод, что автопромышленность России необходима, так как обеспечивает население России многими рабочими местами, нашей стране выгодно производство иностранных автомобилей на территории РФ, но так же необходимо отметить что российские авто гиганты изжили себя и более не являются конкурентоспособными предприятиями автопрома, они вынуждены хозяйствующего субъекта на иностранные концерны, чтобы не обанкротиться.

Список использованной литературы

1. lada-auto.ru
2. auto.ru
3. autostat.ru
4. wikipedia.org
5. consultant.ru
6. mpra.info.ru /encyclopedia/
7. http://neznal.ru/20130118_sovietauto

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АВТОИНДУСТРИИ.

Хомутовская А.В.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), факультет Автоматизации»
Научный руководитель: ст. преподаватель Савостикова Оксана Геннадиевна

Введение

Актуальность. В большинстве случаев заинтересованность в прохождении сертификации ISO 14000 обусловливается предъявляемые со стороны потребителей и надзорных, органов требованиями. Также существенную роль играет и тот факт, что грамотно разработанная и внедрённая система менеджмента качества ISO 14000 благодаря становлению эффективному развитию результативной системы управления несет с собой целый ряд важных внешних и внутренних преимуществ.

Организация и сертификация системы экологического менеджмента (СЭМ) на предприятиях автоиндустрии имеет ряд сложностей, а зачастую неэффективность СЭМ обусловлена недостаточной поддержкой руководителей, связанной с некомпетентностью в этих вопросах организаторов предприятий.

СЭМ в первую очередь предполагает наличие комплекса внутреннего устройства организации и распределение ответственности и полномочий между отдельными функциональными структурными подразделениями. СЭМ, разработанные с привлечением консультантов, имеют квалифицированно разработанные документы системы, но реальную разработку должны осуществлять собственные специалисты, хорошо знающие процессы и особенности взаимодействия подразделений и персонала внутри организации.
Российские предприятия неохотно внедряют СЭМ, не оценивая выгод, которые будут получены от внедрения. В работе приведены доказательства эффективности разработки этих систем для самих предприятий и государства, и даны рекомендации по разработке СЭМ.
Внедрение СЭМ на российских предприятиях является средством экономической и экологической модернизации России, так как. позволит предприятиям повысить эффективность работы по охране окружающей среды, более эффективно планировать природоохранные мероприятия, контролировать соблюдения требований природоохранного законодательства, снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций.

Целью и задачами настоящего исследования является:
1. история возникновения экологической сертификации в мире и в России, этапы ее развития.
2. рассмотрение и изучение деятельности по установлению норм, выявление целей экологической сертификации и элементов системы экологического менеджмента.
3. анализ состояния по внедрению систем экологического менеджмента в России.
4. изучение эффективности внедрения систем экологического менеджмента для предприятий автоиндустрии и государства в целом.
5. разработка рекомендаций по внедрению элементов СЭМ.

Для осуществления поставленной задачи были использованы общенаучные методы исследования: изучение литературных и интернет источников, анализ и систематизация полученной информации, сравнение.

Экологические проблемы предприятий автоиндустрии

Одним из условий устойчивого развития общества является обеспечение экологической безопасности - безопасности человека и окружающей среды, их защищенности от воздействия вредных техногенных и природных факторов

В России финансирование программ, направленных на охрану окружающей природной среды, ограничено средствами бюджета. В то же время, Указом Президента РФ от 12.05.09 № 537 "О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года" определены стратегические цели обеспечения экологической безопасности:

• сохранение окружающей природной среды и обеспечение ее защиты;

• ликвидация экологических последствий хозяйственной деятельности в условиях возрастающей экономической активности и глобальных изменений климата.

В настоящее время автоиндустрия испытывает ряд проблем, связанных с охраной окружающей природной среды. Транспортный комплекс оказывает серьезное воздействие на природные ресурсы путем постоянного загрязнения токсичными веществами отработавших газов транспортных двигателей, выбросов вредных веществ в атмосферу, загрязнения поверхностных водных объектов, образования твердых отходов и воздействия транспортных шумов. Из всех видов транспортного комплекса автомобильный транспорт лидирует по степени всевозрастающего негативного воздействия на окружающую природную среду и здоровье населения.

Среди причин низкого уровня экологических характеристик эксплуатируемого автомобильного парка можно выделить следующие:

1) значительная часть автомобильного парка России с возрастом более 20 лет вообще не проходила экологической сертификации. Более новые отечественные автомобили проходят экологическую сертификацию в соответствии с требованиями правил, действовавших в Европе до 1992 года, то есть не отвечают современным мировым стандартам;

2) небольшое количество автомобилей с каталитическими нейтрализаторами отработавших газов, поступающих на дороги России, из-за отсутствия постоянного контроля, в эксплуатации быстро теряют свои высокие экологические характеристики;

3) российские автомобили, характеризуются низкой конструктивной надежностью, что в условиях некачественного технического обслуживания приводит к росту выбросов загрязняющих веществ в процессе их эксплуатации;

4) нехватка современного оборудования и квалифицированных кадров для осуществления качественного технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств;

5) плохие дорожные условия и сложные климатические условия (длинная зима) приводят к ускоренному износу узлов и агрегатов автомобилей и увеличению выбросов;

6) отсутствует или почти отсутствует система экологического контроля за количеством выбросов загрязняющих веществ. 7) производство и распространение некачественного топлива, не соответствующего принятым стандартам и приводящего к увеличению выбросов вредных веществ.

Практический опыт показывает, что эффективная экологическая политика и законодательство должны быть смешанными, то есть базироваться на использовании сочетания всех типов инструментов: экономических, командно-административных и других. Большим шагом вперед в развитии эколого-охранного законодательства явилось принятие стандартов ГОСТ Р ИСО 14000 «Экологическое управление», которые являются переложением широко применяемых в мировой практике стандартов ISO 14000.

Экологический менеджмент и системы экологического менеджмента

В России сейчас очень мало предприятий, сертифицированных по стандартам ISO 14000. . Многие организации о них просто не знают. К тому же в России еще недостаточно развито экологическое образование, что приводит к тому, что у потребителей еще не сформировалась потребность в приобретении товаров (продукции, работ, услуг) предприятий, сертифицированных по ISO 14000. В связи с этим, такие организации не имеют больших конкурентных преимуществ на российском рынке, нет и заинтересованности

применять эти стандарты на практике. С точки зрения государства, необходимо проведение комплексной политики в области популяризации стандартов ISO 14000.Для организации создание СЭМ дает эффективный инструмент, с помощью которого можно управлять всей совокупностью своих воздействий на окружающую среду и приводить свою деятельность в соответствие с разнообразными требованиями.

Экологический менеджмент представляет собой современный механизм управления природоохранной деятельностью, признанный на международном уровне и широко используемый большинством промышленных предприятий. В его основе лежит системный подход и использование комплекса управленческих решений, процедур, документации. В международных деловых кругах экологический менеджмент рассматривается как гарант обеспечения перехода человечества к устойчивому развитию, что нашло отражение в "Повестке дня на XXI век", принятой в Рио-де-Жанейро в 1992 г. и являющейся основополагающим международным документом, определяющим современную государственную стратегию в области охраны окружающей среды и устойчивого развития большинства стран мира. В этом документе подчеркнуто, что "экологический менеджмент следует отнести к ключевой доминанте устойчивого развития и одновременно к высшим приоритетам промышленной деятельности и предпринимательства".

Система экологического менеджмента — часть общей системы менеджмента предприятия, имеющая организационную структуру, элементы, механизмы, процедуры и ресурсы, необходимые для управления экологическими аспектами его деятельности посредством разработки, достижения целей экологической политики, ее пересмотра и корректировки. *Основные элементы СЭМ изображены на модели системы экологического менеджмента. В квадратных скобках приводится ссылка на соответствующий элементу СЭМ раздел стандарта ISO 14001. В основе модели СЭМ лежит цикл Деминга Plan-Do-Check-Act, сокращенно PDCA или "План-Действие-Проверка-Корректировка". Для наглядности, цикл Деминга и модель СЭМ совмещены на рисунке 1 (см. ниже).*

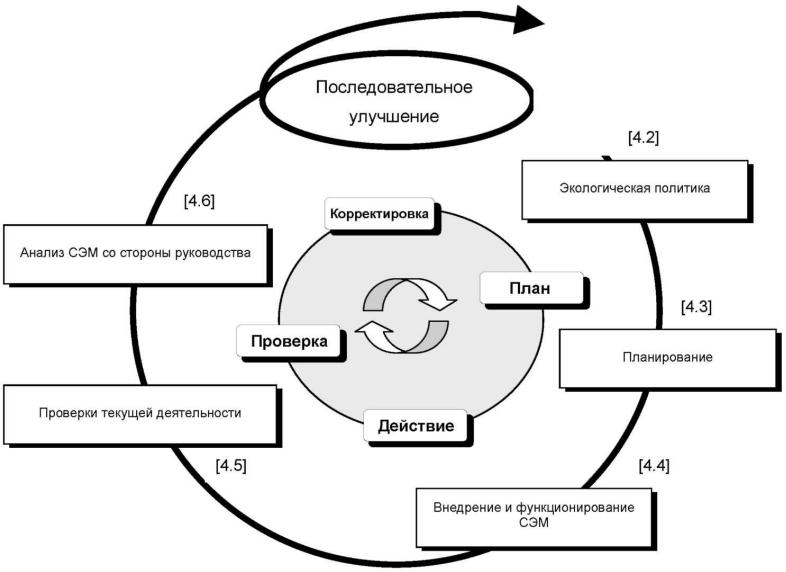


Рис. 1. Проявление цикла Деминга в модели СЭМ

Семейство стандартов ИСО 14000, можно разделить на три группы: 1)стандарты общего назначения — ГОСТ Р ИСО 14001—2007 (ИСО 14001:2004), ГОСТ Р ИСО 14004-98 ГОСТ Р ИСО 14050-99 2)стандарты на правила проверки и оценки СЭМ — ГОСТ Р ИСО 14010-98, ГОСТ Р ИСО 14011-98, ГОСТ Р ИСО 14012-98, ИСО 14031:1996, 3) стандарты,

ориентированные на продукцию — ИСО 14020:1998 , ИСО 14021:1998, ИСО 14024:1998, ГОСТ Р ИСО 14040-99, ИСО 14041:1998, ИСО 14042, ИСО 14043. Из серии ISO 14000 только стандарт ГОСТ Р ИСО 14001 содержит требования к системе экологического менеджмента. Сертификация проходит только по этому стандарту. Само по себе формальное внедрение стандарта ISO 14001 не гарантирует автоматического решения всех природоохранных задач на предприятии. Эффективность применения системы экологического менеджмента, зависит, прежде всего, от активности руководства предприятия и вовлечения всего персонала в данную деятельность.
Многие предприятия обеспокоены вопросами экономической эффективности деятельности в рамках СЭМ. В общем виде вопрос предприятий обычно выглядит так: "На внедрение СЭМ необходимы немалые затраты, перекрывают ли их выгоды в результате внедрения такой системы?" Затраты на внедрение СЭМ включают: затраты на консультационные услуги, затраты на организацию деятельности, в том числе обучение сотрудников. затраты на сертификацию по ISO 14001.

Внедрение СЭМ обеспечивает предприятие следующими преимуществами:
- систематическое снижение отрицательного воздействия на окружающую среду,
- систематическое сокращение производственных и эксплуатационных затрат,
- снижение природоохранных платежей и более эффективное выполнение требований природоохранительного законодательства.

Кроме этого, внедрение СЭМ обеспечивает комплекс дополнительных преимуществ:
- снижение рисков возникновения аварийных ситуаций и масштабов последствий в случае их возникновения;
- повышение конкурентоспособности предприятия на внутреннем и внешнем рынках;возможность освоения новых рынков;
- приобретение более благоприятного имиджа и улучшение отношений с потребителями, партнерами, инвесторами, государственными органами, общественностью;
- увеличение инвестиционной привлекательности;
- снижение процентных ставок по кредитам;
- снижение ставок платежей по экологическому страхованию т.д.

Необходимость внедрения СЭМ российскими предприятиями также определяется вступлением России во Всемирную торговую организацию, в странах-членах которой деятельность по экологическому менеджменту рассматривается как необходимый элемент деловой активности компаний.

Российских компаниях внедрение СЭМ идет очень медленно. В странах, «где относительная величина внешнеторгового оборота составляет 60-80% и более от величины валового внутреннего продукта», внедрение СЭМ идет более активно. На рисунке 2 показано Количество сертификатов на Системы экологического менеджмента, полученных в 2006-2007годах данные бюро сертификации Det Norske Veritas (DNV)

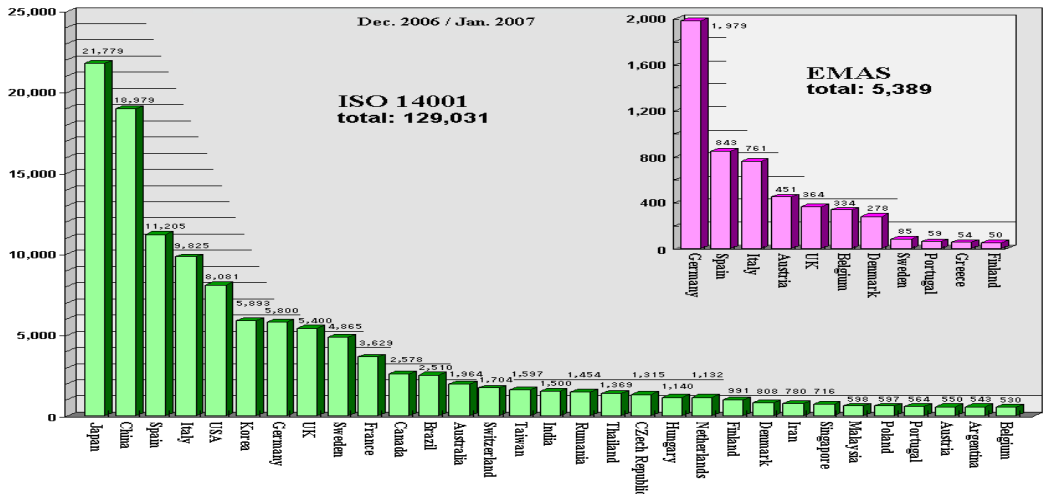


Рисунок 2

Рекомендации по разработке системы экологического менеджмента на предприятии автоиндустрии

Стандарт ГОСТ Р ИСО 14001-2007 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению» содержит требования к разработке и функционированию системы экологического менеджмента. Предприятия, решающие внедрять СЭМ, как правило, прибегают к услугам консалтинговых фирм, услуги которых стоят недешево. Компания, нацеленная на получение сертификата, готова к дополнительным расходам, т. к. впоследствии, при получении сертификата, все эти расходы окупятся. Тем предприятиям которые хотят построить работу по охране окружающей среды в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ Р ИСО 14001-2007 не для получения сертификата, а для повышения своей экологической эффективности необходимо самостоятельно разбираться с требованиями стандарта.

СЭМ является составной частью системы менеджмента предприятия, реализующей задачу охраны окружающей среды. Работа системы должна координироваться с работами в других областях (например, с управлением производством, финансами, качеством, охраной труда и т. д.). Сложность СЭМ, объем документации и выделяемые на систему ресурсы зависят от целого ряда факторов, таких как: размер организации и характер ее деятельности, продукции и услуг, области применения системы.

Для любой масштабной деятельности тщательное планирование является необходимым условием успеха. Планирование внедрения СЭМ опирается на несколько основных постулатов: 1)до начала планирования необходимо принять некоторые ключевые решения: определить область действия СЭМ - решить, будет ли СЭМ внедряться сначала в одном или некоторых подразделениях в качестве «пилотного» проекта, или во всей организации одновременно.

1) Первоначальная экологическая оценка.
2) Экологическая политика

Окончательная редакция политики утверждается высшим руководством. Она распространяется в организации, с ней знакомят подрядчиков. Доступность политики для общественности обеспечивается либо предоставлением по запросу, либо опубликованием в Интернет или периодических изданиях (обычно в местной или региональной газете).
Исходя из сформулированной политики предприятие устанавливает целевые и плановые показатели.

3) Экологические аспекты.
Под экологическим аспектом понимается элемент деятельности организации, ее продукции или услуг, который может взаимодействовать с окружающей средой. Экологическими аспектами являются выбросы в воздух, сбросы в воду, сбросы на землю, использование сырья и природных ресурсов, местные экологические аспекты. От правильности определения экологических аспектов зависит эффективность работы СЭМ.
Контроль экологических аспектов позволит контролировать и воздействие организации на окружающую среду.

4) Требования законодательства.
Наиболее распространенными на сегодня правовыми системами где можно найти требуемые документы являются «Консультант» и «Гарант». На предприятии должен быть сформирован перечень действующих нормативно-правовых актов применимых к его деятельности.

5) Приоритетные направления уменьшения загрязнения окружающей среды и соответствующие целевые и плановые экологические показатели.
В процессе разработки СЭМ предприятию необходимо установить экологические цели. Преимущественно цели следует ставить на период долгосрочного планирования (3 - 5 лет). При необходимости (особенно в первые годы внедрения и функционирования СЭМ) цели могут ставиться и на более короткий период.

Цели должны быть экологически значимыми, то есть ставиться, в первую очередь, в отношении воздействия на окружающую среду и/или приоритетных экологических аспектов. Достижение целей оценивается с помощью показателей. По каждому показателю устанавливаются конкретные сроки достижения.

Разработка экологических целей и задач взаимосвязана.
При формулировании экологических задач необходимо помнить, что задачи должны:

- быть конкретными и выполнимыми;
- описывать результаты, а не действия;
- быть измеримыми;
- предусматривать точные сроки выполнения;
- находиться в сфере контроля предприятия.

6) Программа реализации политики предприятия по охране окружающей среды. Сначала план разрабатывается, затем корректируется с учетом имеющихся ресурсов.

7) Система обучения персонала.
Для обучения персонала необходимо: определить потребности в обучении (выявить персонал, который необходимо обучить; определить направления обучения).Система обучения персонала показана в приложении 1.

8) Система управления документацией.
Организация документооборота и его контроль являются необходимыми элементами работы СЭМ. Система экологического менеджмента – документированная система. Все процедуры, действия, инструкции, экологическая политика предприятия, данные мониторинга, внутреннего и внешнего аудитов, инструкции персонала, процедуры, замечания о несоответствиях, все должно быть документировано.
Структура документации СЭМ представлена на рисунке 3.

9) Подготовка к чрезвычайным ситуациям.

Для этого необходимо: выявить имеющиеся планы действий в случае нештатных ситуаций и аварий; проанализировать их адекватность задаче минимизации воздействия на окружающую среду;

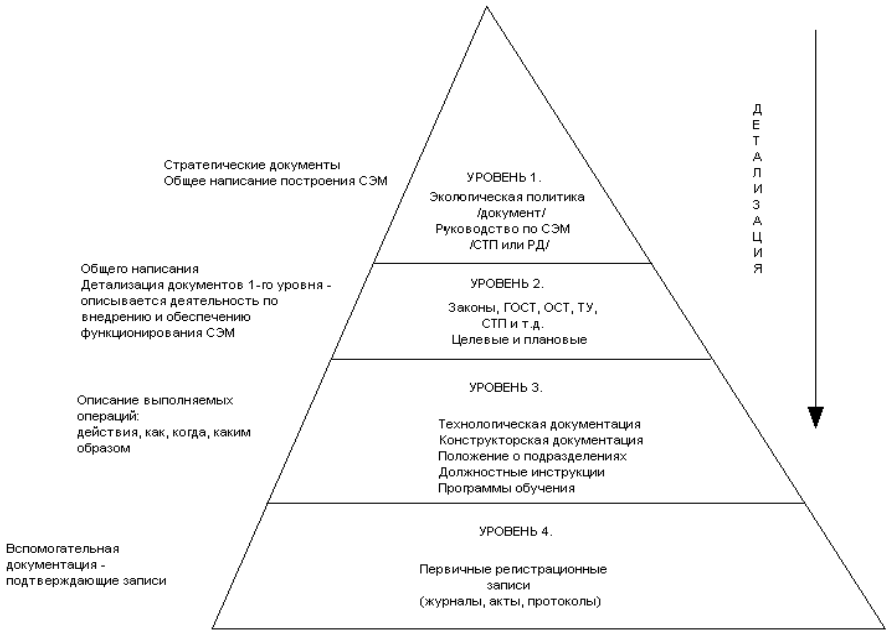


Рисунок 3

Основные этапы внедрения СЭМ в общем виде выглядят следующим образом:

- Проведение вводной презентации для руководства предприятия по системе экологического менеджмента и стандартам серии (ГОСТ Р ИСО 14001)
- Оценка исходного состояния существующей системы экологического управления предприятия. Результаты диагностической оценки служат основой для дальнейшего создания СЭМ
- Разработка, утверждение и распространение экологической политики предприятия
- Идентификация законодательных и прочих требований
- Определение экологических аспектов, разработка Реестра экологических аспектов, их ранжирование по значимости (очень важный этап, так как система экологического управления предприятия фактически является системой управления экологическими аспектами)
- Распределение ответственности в системе экологического менеджмента
- Подготовка в соответствии с требованиями стандарта ISO 14001 менеджеров и персонала, отвечающих за вопросы охраны окружающей среды и другие смежные вопросы
- Планирование деятельности в соответствии с утвержденной экологической политикой и целями, разработка программы экологического менеджмента Организация деятельности предприятия в СЭМ, включая экологический мониторинг, систему проверок и корректирующих действий, внутренний аудит СЭМ
- Разработка и активизация процедур анализа и пересмотра системы экологического менеджмента со стороны руководства предприятия
- Разработка системы взаимодействия предприятия с внешними заинтересованными сторонами с целью демонстрации результатов деятельности в области экологического менеджмента, включая разработку раздела, посвященного СЭМ на веб-сайте предприятия
- «Запуск» системы, сопровождение функционирования СЭМ
- Проведение предсертификационного аудита системы экологического менеджмента для контроля готовности к сертификации. Подготовка к проведению и сопровождение сертификационного аудита системы экологического менеджмента

По завершению последнего этапа СЭМ готова к сертификации. Порядок проведения сертификации СЭМ на соответствие ИСО 14001 аналогичен процессу сертификации систем качества по ИСО 9001. В настоящее время технические комитеты ИСО/ТК 176 и ТК 207 приступили к созданию стандарта по проведению совместной (одновременной) сертификации систем качества и СЭМ. Внедрение СЭМ и ее сертификацию для одного и того же клиента обязательно должны осуществлять две разные компании: консультационная и сертифицирующая соответственно. Нарушение процедуры может привести к дискредитации сертифицирующей организации и отзыву сертификата.

Заключение

Одним из методов повышения эффективности управления охраной окружающей природной среды является внедрение на предприятиях систем экологического менеджмента. Их внедрение позволит предприятию уменьшить загрязнение окружающей среды, снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций, сократить непроизводительные расходы, укрепить позиции предприятия на рынке и более эффективно вести маркетинг производимой продукции. На Российских предприятиях внедрение систем экологического менеджмента идет очень медленно. В работе приведены аргументированные доказательства эффективности внедрения систем экологического менеджмента для предприятий и государства и даны рекомендации по их разработке. Внедрение СЭМ и её элементов позволит решить часть экологических проблем.

Мы определяем внедрение СЭМ в России, прежде всего, как научно–образовательную, просветительскую и методическую деятельность, направленную на решение экологических задач.

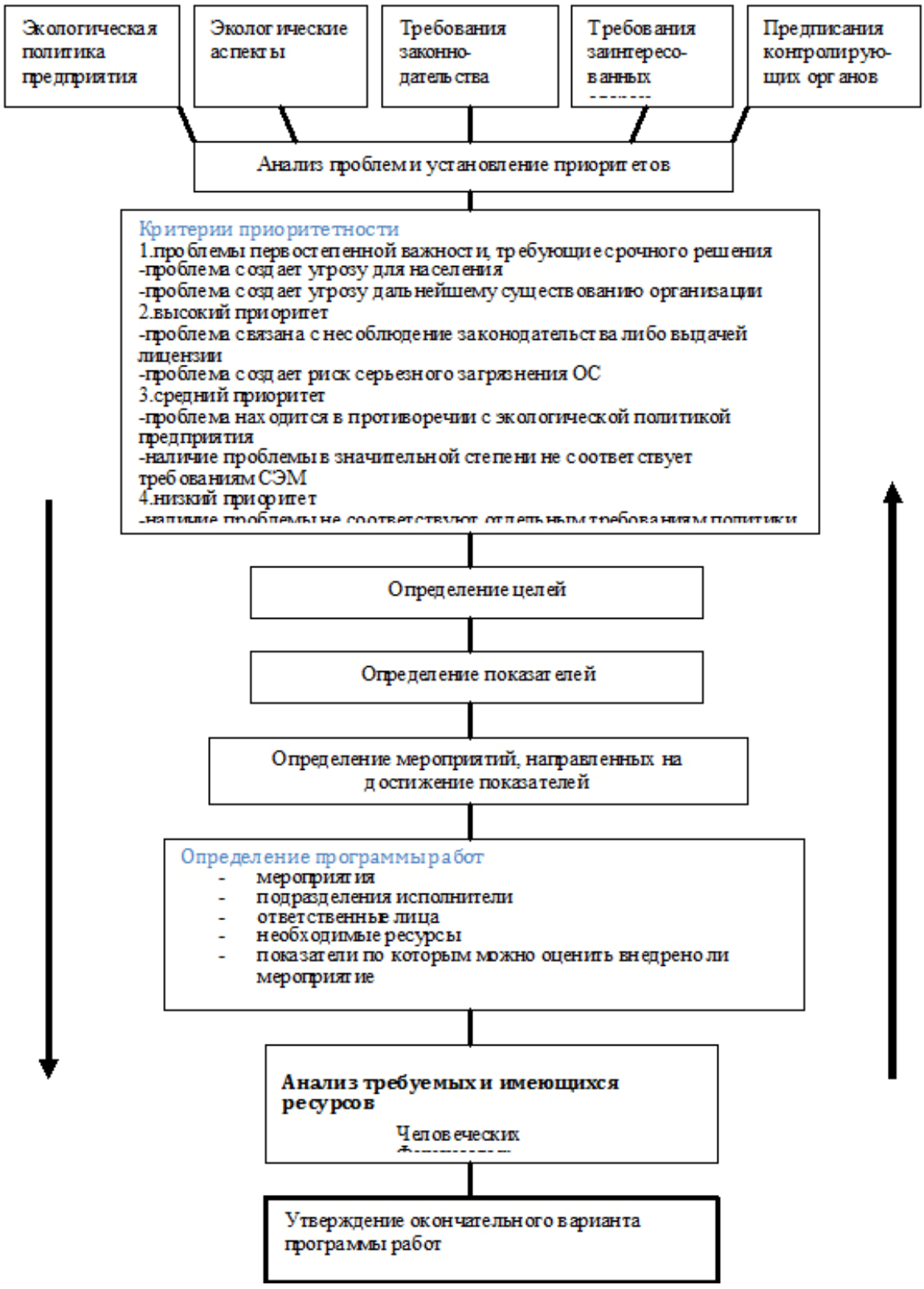
Ознакомление с результатами работы руководителей предприятий позволит повысить заинтересованность российских предприятий во внедрении систем экологического менеджмента, и будет способствовать их более широкому внедрению.

Список использованной литературы

1. Федеральный Закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 №184-ФЗ
2.ГОСТ Р ИСО 14001-2007 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению.
3. ГОСТ ИСО 14004-2007 Системы экологического менеджмента. Общее руководство по принципам, системам и методам обеспечения функционирования.
4. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология. 3-е издание/Учебник для высших учебных заведений. М.: ЮНИТИ, 2007.
5. Пахомова Н., Рихтер К., Эндерс А. Экологический менеджмент – СПб.: Питер, 2004 (Серия «Учебное пособие»).
6. Системы экологического менеджмента для практиков / С.Ю. Дайман, Т.В. Островкова, Е.А. Заика, Т.В. Сокорнова; Под ред. С.Ю. Даймана. — М.: Издательство РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. — 248 с.
7. Ольга Королева «Система экологического менеджмента на предприятии». Стандарты и качество. 2004.
8. Сергеев А. Г., Терегеря В. В., Метрология, стандартизация и сертификация. Учебник для вузов, М.:Издательство "Юрайт", 2010-820 с.
9. http://www.gost.ru/wps/portal/ Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (РОССТАНДАРТ)
10. http://standard.gost.ru/wps/portal/ Информационный портал по стандартизации
11. http://www.iso14001.ru/ Консалтинговая компания «Интеллектуальные решения»

Приложение 1

Планирование работ в системе экологического менеджмента.



ИССЛЕДОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В РОССИИ

Левшина М. С.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Институт экономики и управления, кафедра «Менеджмент»
Научный руководитель: к.э.н., доц. Терешкина О.С.

Главным фактором экономического и инновационного развития государства является высокая инвестиционная активность. Она способствует экономическому росту и, как следствие, повышению благосостояния общества. Инвестиционная активность находит свое выражение в инвестиционной деятельности предприятий.

Наращивание объемов инвестиций и эффективное их использование является основополагающим условием структурной перестройки хозяйства, создающим предпосылки экономическому росту. От оптимального использования инвестиций, как на микро, так и на макро уровне зависит производственный потенциал страны, его эффективность, отраслевая и воспроизводственная структура общественного производства.

Модернизация предприятия, закупка нового оборудования, расширение сферы деятельности приводит к увеличению предоставляемых рабочих мест, а, значит, как следствие, к уменьшению общего процента безработицы на рынке труда. За счет вложения средств в основной капитал (строительство и реконструкция зданий, новое оборудование и обучение сотрудников, разработка и использование новых технологий производства, повышение качества продукции) происходит увеличение потенциала производства и общее увеличение национального капитала отдельно взятой страны.

Значение инвестиций на уровне микроэкономики проявляется в своевременной модернизации оборудования, которая не допускает его преждевременного физического и морального износа, а это сказывается на количестве и качестве выпускаемой продукции. За счет инвестирования процесса производства происходит расширение сферы деятельности предприятия, повышение уровня безопасности труда, прирост благосостояния акционеров. Инвестиции позволяют использовать денежные средства не только для того, чтобы расширить и улучшить собственное производство, но и для того, чтобы приобрести финансовые активы подобных предприятий, с целью слияния компаний. Любые из этих действий, производимых с инвестициями, направлены, в конце концов, на обеспечение успешного функционирования производственной деятельности.

Сегодня повышение эффективности инвестиционной активности промышленных предприятий становится неотъемлемым звеном структуры общественного воспроизводственного процесса, без которого невозможно обеспечить успешное социально-экономическое развитие общества и рост эффективности производства.

Российский рынок относится к числу развивающихся рынков, для которых, как правило, характерны повышенные инвестиционные риски. По мере того, как такого рода рынки структурируются и на них стабилизируются правила функционирования, приток инвестиционных капиталов увеличивается.

На основе проведенного исследования статистической информации о динамике инвестиций в нефинансовые активы РФ (таблица 1) можно утверждать о положительном движении в этой области.

При этом наибольший рост наблюдается по инвестициям в основной капитал (с 2000г. по 2011 г. рост объем инвестиций увеличился в 8 раз.). Затраты на НИОКР составляют наименьшую долю от всех инвестиций в нематериальные активы (30% – 40%) и имеют рост в 3,85 раза за 6 лет. Такая тенденция негативно сказывается на развитии научно-технического потенциала страны.

Таблица 1 - Структура инвестиций в нефинансовые активы в Российской Федерации (по данным Росстата)

Год	Инвестиции в нефинансовые активы, всего (млрд.руб.)	в том числе				Темпы роста инвестиций в нефинансовые активы, в % к предыд. году	Темпы прироста, (%)
		Инвестиции в основной капитал (млрд.руб.)	Инвестиции в объекты интеллектуальной собственности (млрд.руб.)	Инвестиции в другие нефинансовые активы (млрд.руб.)	Затраты на НИОКР (млрд. руб.)		
2000	1071,2	1053,7	15,9	1,6		-	-
2001	1347,6	1335,9	9,0	2,7		125,8	25,8
2002	1476,3	1455,7	7,6	13,0		109,6	9,6
2003	1845,3	1824,9	9,1	11,3		125,0	25,0
2004	2267,0	2246,8	10,0	10,2		122,9	22,9
2005	2945,7	2893,2	24,4	19,4	8,7	129,9	29,9
2006	3858,6	3809,0	20,7	16,5	12,4	131,0	31,0
2007	5281,5	5217,2	28,1	20,5	15,7	136,9	36,9
2008	6794,9	6705,5	30,7	36,9	21,8	128,7	28,7
2009	6117,4	6040,8	23,6	32,5	20,5	90,0	-10,0
2010	6712,1	6625,0	23,6	36,7	26,8	109,7	9,7
2011	8581,5	8445,2	39,5	63,3	33,5	127,9	27,9

На графике (рисунок 1) хорошо виден стабильный рост объема инвестиций в нефинансовые активы с 2000г. по 2011 г. Следует отметить, что объем инвестиций снизился на 664,7млрд.руб. в 2008 году в связи с финансовым кризисом.

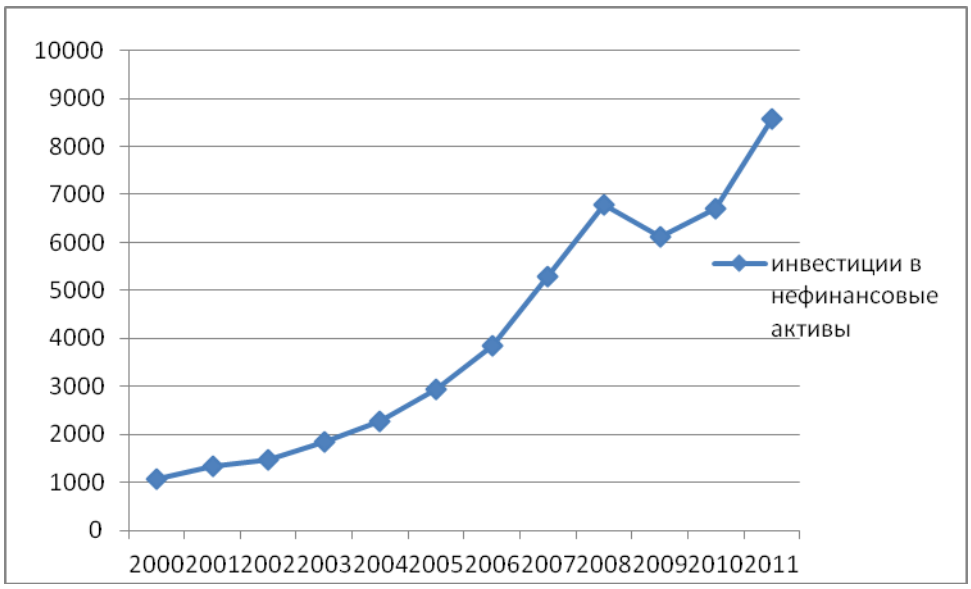


Рисунок 1 – Динамика инвестиций в нефинансовые активы.

На основе данных Федеральной службы государственной статистики по распределению организаций представляет интерес рассмотреть основные направления реального инвестирования российских предприятий.

По изученным статистическим данным основной целью инвестирования в основной капитал на протяжении последних десяти лет является инвестирование в замену изношенной техники и оборудования (на 2011 год 69% компаний) (рисунок 2). Этот факт является вполне очевидным, поскольку степень износа основных фондов на конец 2010 года в организациях по производству и распределению электроэнергии, газа и воды составляет 51,1%, транспорта и связи – 56,4%, в обрабатывающем производстве – 46,1%. Объективно необходимым звеном воспроизводственного процесса является замена изношенных основных средств новыми, которая осуществляется с помощью механизма аккумулирования амортизационных отчислений и их использования на приобретение нового оборудования и модернизацию действующих основных фондов. Вместе с тем существенное расширение производства может быть обеспечено только за счет новых вложений средств, направляемых как на создание новых производственных мощностей, так и на совершенствование, качественное обновление техники и технологии. Именно вложения, используемые для развития и расширения производства с целью извлечения дохода в будущем, составляют экономический смысл инвестиций.

Как видно на рисунке 2, меньше всего предприятия инвестируют в создание рабочих мест (21%) и увеличение производственной мощности с расширением номенклатуры продукции (30%). Очевидно, что за последние 10 лет тенденции в целях инвестирования сохраняются. Менее половины всех организаций занимаются автоматизацией существующего производственного процесса (47%), охраной окружающей среды (40%), экономией энергоресурсов (42%) и внедрением новых технологий (39%).

Такая ситуация свидетельствует о том, что большинство организаций не уделяют должного внимания совершенствованию производственного процесса в целях повышения конкурентоспособности и защиты окружающей среды. Следует отметить, что такое положение свидетельствует об отставании России от ведущих стран мира в сфере НИОКР.

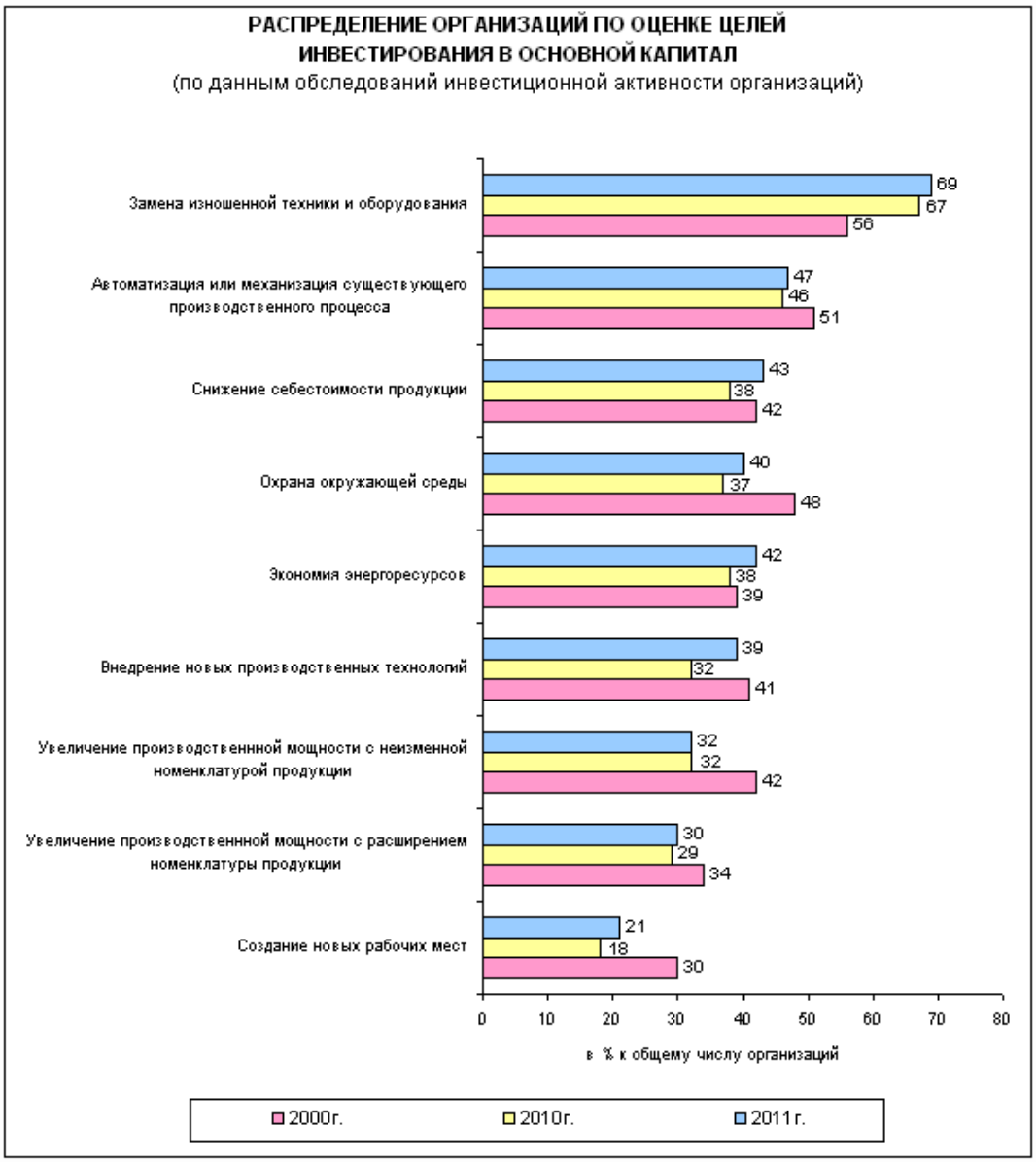


Рисунок 2 - Распределение организаций по оценке целей инвестирования в основной капитал (по данным Росстата)

Исследуя факторы, ограничивающие инвестиционную деятельность организаций, были выделены следующие:

- недостаток собственных финансовых средств;
- неопределенность экономической ситуации в стране;
- высокий процент коммерческого кредита;
- недостаточный спрос на продукцию;
- инвестиционные риски;
- сложный механизм получения кредитов для реализации инвестиционных проектов;
- несовершенная нормативно-правовая база, регулирующая инвестиционные процессы.

Согласно государственной статистике в настоящее время именно недостаток собственных финансовых фондов рассматривается предприятиями как основной фактор, ограничивающий инвестиционную деятельность. Этот фактор отметили 60% организаций (данные Росстата).

За 11 лет (период с 2000 г. по 2011г.) в 3 раза сократилось число организаций, которые выделили несовершенство нормативно-правовой базы в области регулирования инвестиционных процессов и сложный механизм получения кредитов для реализации инвестиционных проектов, как факторы, ограничивающие инвестиционную деятельность. Такая динамика свидетельствует о совершенствовании законодательной базы в области инвестиционной деятельности. Это, в свою очередь, способствует созданию благоприятного инвестиционного климата в стране.

Представленная структура распределения инвестиций в основной капитал (рисунок 3) позволяет сделать следующие выводы:

1. Наибольший объем инвестиций осуществляется в добывающую промышленность (22%), особенно в обрабатывающих производствах (18%), транспорте и связи (25%).
2. Наибольший рост объема инвестиций наблюдается в сферах машиностроения и производства оборудования (на 50%).
3. Наименьший объем инвестиций в сфере здравоохранения и предоставлении социальных услуг(2%), в сфере государственного управления и обеспечения военной безопасности (1%) и в сфере гостиниц и ресторанов (менее 1%).
4. Наблюдается рост инвестиций в промышленность в целом (на 9,6%), что свидетельствует об улучшении инвестиционного климата и об увеличении инвестиционной активности.
5. Для успешного функционирования экономики необходимо увеличивать инвестиции в производственную сферу, в образование и социальную сферу, одновременно замедляя рост в добывающей промышленности.

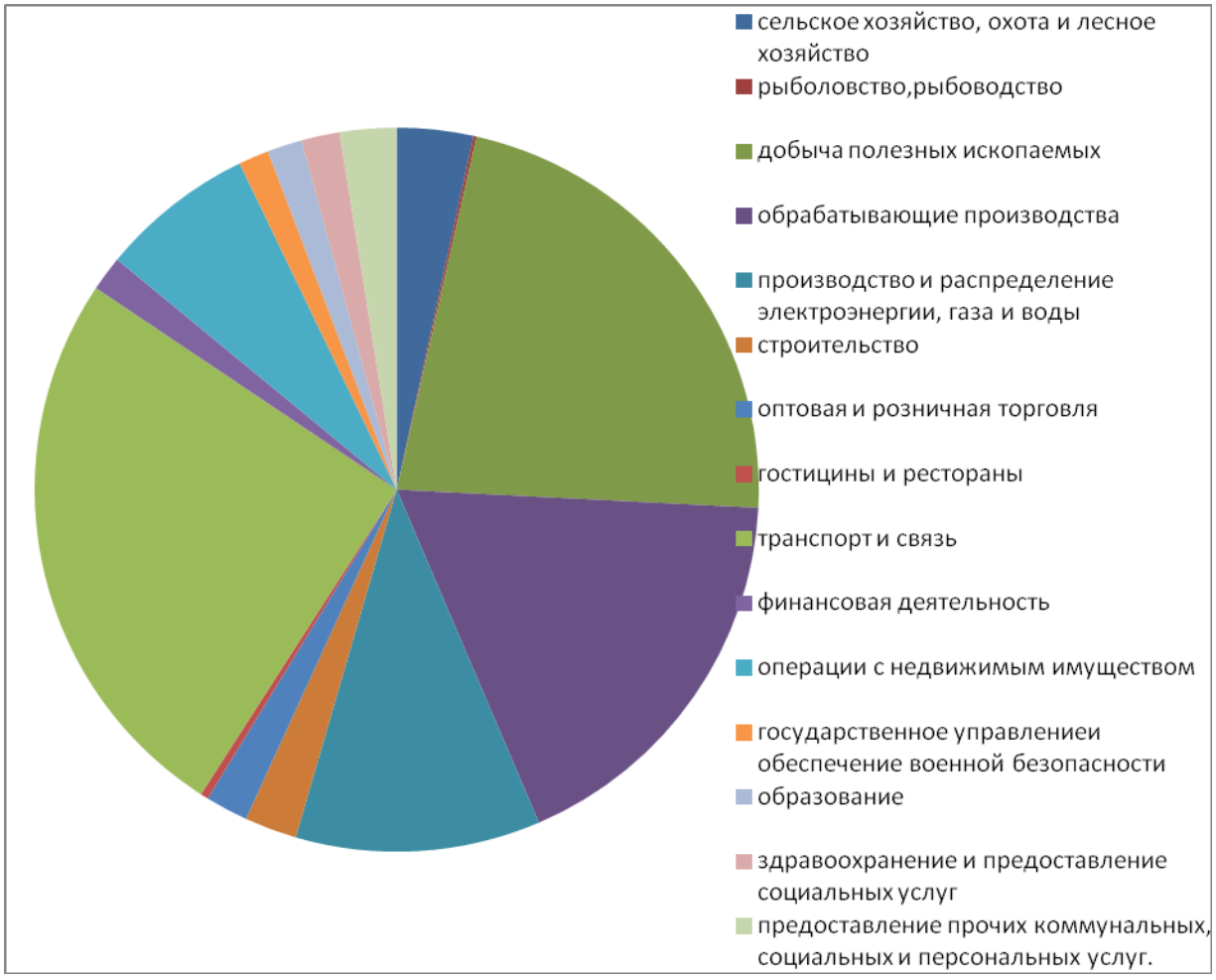


Рисунок 3 - Инвестиции в основной капитал по видам экономической деятельности в 1-ом полугодии 2012 г. (по данным Росстата)

Таким образом, создание благоприятного инвестиционного климата в стране путем уменьшения процентных ставок по кредитам, выдаваемых для инвестиционных целей, стимулирование спроса продукции отдельных видов, стабилизации политической и экономической ситуации в стране в целом, снижения инвестиционных рисков, совершенствования законодательной базы в области инвестиционной деятельности является необходимым условием повышения инвестиционной активности предприятий всех отраслей промышленности.

На сегодняшний день российские предприятия определенно понимают всю важность и необходимость инвестиционных вложений в производство. Инвестиционная активность предприятий разных отраслей с каждым годом растет. Ещё существует ряд проблем, с которыми государству и инвесторам предстоит справиться. При грамотной государственной поддержке и стимулировании инвестиционных процессов, а так же при высокой мотивации инвесторов, промышленные предприятия смогут осуществлять большее количество эффективных инвестиций, что выведет экономику страны на новый, более высокий уровень развития.

ОЦЕНКА СОЦИАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Кошель И. С.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт экономики и управления
Научный руководитель: к.э.н., доцент Захаров А.В.

В современной экономике большое значения для ее развития представляют инновационные проекты. Инновациями (англ. innovation) можно назвать новшество, которое способно обеспечить качественный скачок для развития отрасли, в которой данные инновации реализуются. Для разработки, реализации и внедрения инноваций применятся инновационные проекты.

В зависимости от объекта и предмета исследования инновации можно рассматривать:

- как процесс (Б.Твисс, А.Койре, И.П.Пининге, В.Раппопорт, Б.Санта, В.С.Кабаков, Г.М.Гвишиани, В.Л.Макаров и др.);
- как систему (Н.И.Лапин, Й.Шумпетер);
- как изменение (Ф.Валента, Ю.В.Яковец, Л.Водачек и др.);
- как результат (А.Левинсон, С.Д.Бешелев, Ф.Г.Гурвич).[1]

Инновационный проект — намечаемый к планомерному осуществлению, объединенный единой целью и приуроченный к определенному времени комплекс работ и мероприятий по созданию, производству и продвижению на рынок новых высокотехнологичных продуктов с указанием исполнителей, используемых ресурсов и их источников.[2]

Инновационный проект является длительным проектом, и состоит из нескольких стадий:

- Маркетинговые исследования потребностей рынка;
- Выбор цели инновации, постановка задачи;
- Технико-экономическая экспертиза проекта;
- НИОКР;
- Маркетинг инновации;
- Подготовка производства продукции;
- Производство инновационной продукции;
- Реализация;
- Пост-инновационная деятельность (оценка экономической эффективности, распространение и т.д.).

Каждый инновационный проект сопряжен со значительным риском, потому что тяжело заранее предугадать, как рынок воспримет ту или иную инновацию. Поэтому важным этапом реализации инновационного проекта является его оценка, которая позволяет сделать прогноз его восприятия рынком, отраслью, государством – в зависимости от того, на что направлена оценка. Для оценки инновационных проектов в современной экономике в основном применяются экономические и финансовые показатели, которые в первую очередь направлены на оценку экономической эффективности проекта. В то же время, инновационные проекты помимо экономической эффективности часто имеет отличную от нуля социальную эффективность, которая может быть выражена в увеличении различных показателей деятельности регионов.

[1] Портал информационный поддержки инновационных проектов. Словарь инновационных терминов. http://projects.innovbusiness.ru/content/document_r_0534FB3F-84A2-4255-9689-1167A37E18E6.html#i125
[2] Управление проектами. Инновационные проекты. http://in-projects.ru/innovaczionnye-proekty.html

Например, практически все проекты требуют наличия определенной команды работников, которые будут данные проекты осуществлять. Таким образом, каждый проект создает определенное количество рабочих мест, тем самым повышая занятость.

Новые рабочие места важны для регионов, т.к. они способны понизить уровень беззаботности. Т.к. одной из целей инновационных проектов является получение прибыли, то это означает, что уровень заработной платы в проектах, как правило, выше, чем средний уровень заработной платы в регионе, что увеличивает показатели эффективности работы регионов.

Новые рабочие места также дают дополнительные поступления в бюджет в виде налоговых отчислений с заработных плат. Соответственно, чем выше количество рабочих место, которые создает новый проект, и их уровень оплаты труда, тем больше поступлений идет в бюджет регионов. Если занятые в проекте работники ранее были безработными, то после их трудоустройства выплаты пособий по безработице сокращаются, что также несет положительный результат для экономической эффективности регионов.

Для правильной комплексной оценки социального эффекта и эффективности проектов необходимо разработать систему показателей, которые тем или иным образом изменяются (в худшую или лучшую сторону) после принятия проекта в реализацию. Давайте рассмотрим некоторые показатели и какой эффект может на них оказать реализация проектов.

Первый показатель — количество рабочих место реализуемых проектом. Для выполнения любого проекта требуется человеческий капитал, который обеспечивает команда проекта. Тем сложнее проект, тем более квалифицированный персонал требуется для его реализации. Следовательно, тем больший процент от затрат на реализацию проекта пойдет в фонд оплаты труда, и тем выше будет эффект от создания новых рабочих мест. Экономический эффект от данного показателя рассчитать довольно просто: необходимо перемножить количество создаваемых рабочих мест ($Р_{нов.мест}$) на среднюю заработную плату по проекту ($ЗП_{средн.проект}$).

Следующим показателем, который надо оценить при оценке социальной эффективности — насколько средняя заработная плата по проекту превышает среднюю заработную плату в регионе. Эффект от данного показателя рассчитывается как отношение средней заработной платы по проекту ($ЗП_{средн.проект}$) к средней заработной плате в регионе ($ЗП_{средн.рег.}$) умноженное на количество создаваемых рабочих мест на проекте ($Р_{нов.мест}$). Тем выше эффект, тем больше социальная привлекательность проекта в глазах населения, а также тем больше налоговые поступления в бюджет региона. На 2013 год уровень средней ежемесячной заработной платы в России составляет 27,0 тыс. руб[3]. Это выше на 4,1 тыс. руб. уровня в 22,9 тыс. руб. в 2012 году[4].

Также с новыми рабочими местами связан уровень безработицы и влияние на безработицу в регионе. Чем выше уровень безработицы в регионе, в котором будет реализован проект, тем выше положительный эффект будет оказывать новые создаваемые рабочие места. Согласно Росстату[5], на 2012 год уровень безработицы в России составляет 6,3% населения или около 4,8 миллионов человек. При этом, безработица в Москве находится на уровне всего лишь 1%, а, например, в Омской области она составляет 9%. Главной характеристикой безработицы является невыпущенная продукция, которая возникает когда экономика не в состоянии создать достаточное количество мест для всех желающих. В экономике подобный

[3] http://bs-life.ru/rabota/zarplata/srednyaya-zarplata2013.html
[4] http://bs-life.ru/rabota/zarplata/zarplatavmire2012.html
[5] http://statistic.su/blog/unemployment_in_russia/2012-03-27-624

показатель определяется как потери ВВП или разрыв ВВП (output gap). Его можно рассчитать как разницу между фактическим ВВП ($ВВП_{факт.}$) и потенциальным ВВП ($ВВП_{потенц.}$). Для оценки корреляции между уровнем безработицы и уровнем ВВП можно применить закон Оукена. Данный закон, который в действительности скорее является тенденцией со множеством ограничений, был выведен американским экономистом Артуром Оукеном в 1962 году, как зависимость между уровнем безработицы и темпом роста ВНП в США в начале 60-ых годов[6]. Если фактический уровень безработицы превышает естественный уровень на 1%, фактический уровень ВВП снижается приблизительно на 2% по сравнению с потенциальным (увеличивается разрыв). Согласно данному закону уровень безработицы и потерь ВВП можно вычислить абсолютные потери продукции при любом уровне безработицы выше естественного. В виде формулы закон Оукена можно записать следующим образом:

$$(ВВП_{факт.} - ВВП_{потенц.})/(ВВП_{потенц.}) = -Б*У_{цикл.без.}, \quad (1)$$

где $ВВП_{факт.}$ — фактический ВВП,
$ВВП_{потенц.}$ — потенциальный ВВП,
$У_{цикл.без.}$ — уровень циклической безработицы,
Б — эмпирический коэффициент чувствительности (обычно принимается 2,5).

Помимо прямого влияния уровня безработицы на региональный продукт в качестве эффекта от снижения безработицы можно также отметить снижение выплат пособий по безработице: произведение количества создаваемых рабочих мест в проекте ($Р_{нов.мест}$) на средний уровень пособия по безработице в регионе ($ЗП_{пособ.безраб.}$). С 1 января 2009 года[7] максимальный размер пособия по безработице составляет 4900 руб.

Следующим показателем, который входит в оценку социальной эффективности инновационных проектов, является бюджетная эффективность. Бюджет региона, в котором идет реализация проекта, получает положительный эффект от дополнительных налоговых поступлений от заработной платы новых сотрудников. Эффект для бюджета можно рассчитать как произведение количества создаваемых рабочих мест в проекте ($Р_{нов.мест}$), средней заработной платы по проекту ($ЗП_{средн.проект}$) и налога на доходы физических лиц, который в России установлен на уровне 13% ($Н_{дфл}$). При увеличении занятости также снижаются выплаты из бюджета на пособия по безработице.

При ликвидации экогенных последствий реализации проекта, часть денег обычно берется из федерального бюджета, что является отрицательным эффектом. Избежание экогенных последствий и необходимости их ликвидации может считаться положительным результатом работы инновационного проекта.

При эффективной реализации инновационного проекта одним из существенных плюсов может также быть улучшение условий труда. Улучшение условий труда может косвенно влиять на бюджетную эффективность вследствие повышения поступлений в бюджет из-за повышенной эффективности труда, и как следствие, повышенной заработной платы. Также улучшение условий труда благоприятно сказывается на здоровье населения, не в последнюю очередь из-за улучшенного эмоциональной обстановки работников. Улучшение условий труда способствует снижению физической и нервно-психической нагрузки на человека. Добиться этого можно, например, с помощью следующих методов:

- повышение уровня механизации и автоматизации трудоемких производственных процессов, использование современной высокопроизводительной техники;

[6] Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. - 5-е изд., перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2006.
[7] постановление Правительства РФ от 08.12.2008 № 915

- совершенствование организации рабочих мест;
- оптимизация темпа работы;
- оптимизация режима труда и отдыха;
- чередование работ, требующих участия различных органов чувств (слуха, зрения, осязания и др.);
- чередования работ, требующих преимущественно умственных нагрузок с работами физическими.

Создание благоприятных условий труда, его дальнейшее облегчение способствуют с одной стороны сохранению здоровья трудящихся, совершенствованию их трудовых навыков, а с другой – повышению работоспособности и производительности труда, снижению текучести кадров и улучшению дисциплины на производстве.

Оценить эффект от улучшений условий труда при реализации инновационного проекта можно определив дополнительный продукт, который будет произведен вследствие повышения производительности труда: экономия рабочего времени в связи с сокращением потерь и непроизводительных затрат времени ($Э_{раб.врем.}$), человеко-дней, помноженную на среднюю оплату труда по проекту ($ЗП_{средн.проект}$). В свою очередь $Э_{раб.врем.}$ можно рассчитать как произведение сокращение потерь и непроизводственных затрат времени на одного рабочего и количество рабочих, чья производительность труда возрастет вследствие улучшения условий труда

При оценке инновационных проектов очень редко оценивается такой показатель, как экономия свободного времени человечков. Между тем, данный показатель может оказать существенное влияние на социальную эффективность проекта. Данный показатель является следствием повышения производительности труда (частично вследствие улучшения здоровья населения из-за улучшения экогенной обстановки) и улучшения условий труда при реализации инновационного проекта, Экономия свободного времени человечков косвенно влияет на поступления в бюджет, т.к. людям свойственно тратить свободное время на повышения своего благосостояния (до определенного уровня, см. кривая индивидуального предложения труда[8]), например, на второй работе или занимаясь фрилансом. Эффект от данного показателя может быть рассчитан, как произведение количества сотрудников, которые устроились на дополнительную работу ($Р_{доп.раб.}$), на среднюю заработную плату, которые они получают на дополнительной работе ($ЗП_{доп.раб.}$).

Следующим крупным показателем, входящим в группу социальной эффективности инновационных проектов, является экологическая эффективность. Экологической составляющей оценки эффективности инвестиционного проекта является экономический ущерб от загрязнения окружающей среды, представляющий собой стоимостное выражение экономических последствий реализации проекта, вызванных загрязнением окружающей среды, причинением вреда качеству природных ресурсов и объектов, и, самое главное, связанных с этими факторами ухудшением здоровья людей, а также ликвидация последствий экогенного ущерба окружающей среде.

При улучшении экогенной обстановки региона вследствие реализации проекта, также увеличивается рыночная стоимость имущества – жилье, здания, заводы, фабрики. Это означает, что стоимость активов предприятия увеличивается, что формально снижает эффективность проекта, и даже в текущей перспективе может снизить стоимость «гудвилла» организации (разность между рыночной стоимостью предприятия и стоимостью его активов).

[8] http://50.economicus.ru/index.php?ch=4&le=35&r=1&z=1

Эффект от ликвидации экогенного ущерба должен оцениваться на протяжении реализации всего проекта. Если оценка суммарной стоимости ликвидации экогенного ущерба на определенном этапе реализации проекта будет превышать предполагаемый экономический эффект от реализации проекта, то данный проект считается неэффективным, его реализацию следует приостановить до дальнейшего снижения экогенных последствий на окружающую среду.

Одним из самых значимых влияний экогенной обстановки является снижение заболеваемости и, как следствие, смертности населения. Ущерб жизни и здоровью может оцениваться по затратам, связанным с болезнью, включая расходы на лечение и потерянные доходы, а также снижение регионального ВВП.

Социальными последствиями загрязнения окружающей среды являются рост заболеваемости и смертности населения, сокращение продолжительности жизни людей, экономическими – рост потерь городских и региональных бюджетов, вызванный как ростом затрат на преодоление негативных последствий загрязнения окружающей среды, так и сокращением производства валового регионального продукта по причине падения производительности труда, заболеваемости населения и сокращения средней продолжительности жизни.

Необходимость снижения негативного воздействия на окружающую среду зачастую не учитывается, что приводит к принятию решений, в средне- и долгосрочной перспективе не являющихся эффективными с учётом потерь, возникающих в результате экогенных последствий и увеличения количества выбросов загрязняющих веществ. Существенное загрязнение окружающей среды в крупных городах вносит автотранспорт.

Согласно экспертным оценкам, суммарный выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Москвы автотранспортом в 2010 году составил более 1 млн. тонн (более 90% от суммарного выброса загрязняющих веществ от всех источников)[9].

Чем выше уровень загрязнения атмосферы, тем теснее связь между загрязнением атмосферы и заболеваемостью гриппом и ОРЗ для различных возрастных групп. Рост заболеваемости населения гриппом и ОРЗ в загрязненных городах происходит более интенсивно, чем в городах с лучшим качеством воздуха. В результате воздействия загрязнения атмосферы ослабляется сопротивляемость организма человека, и вирусы усиливают свое действие[10].

Существуют исследования доказывающие прямое соответствие между количеством выбросов в атмосферу вредных веществ и последствиями для экономики в виде снижения регионального продукта. В работах А.Е. Кондратьева указывается, что на 2012 год в г. Москве эколого-экономическая оценка удельного ущерба от одной условной тонны выбросов составила 246,8 руб./усл.т. Сами же выбросы составили 22 625 тыс. усл.т. Оценка величины ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу производилась по формуле:

$$У^{a}_{прг} = У^{a}_{уд} \times M_{сумм} \times K_{э} \qquad (2)$$

$У^{a}_{уд}$ – величина экономической оценки удельного ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, руб./усл.т;

$M_{сумм}$ – приведённая масса выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;

[9] О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2010 году. Доклад под общей редакцией руководителя Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы А.О.Кульбачевского. Правительство Москвы, Департамент природопользования и охраны окружающей среды. Москва, 2010.– 136 с.
[10] http://www.ecology.ru/index.php?area=1&p=static&page=ec_vop#gr

$K_э$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории (для г. Москвы берется равным 1,6).

Оценка потерь регионального продукта в результате смертности населения под влиянием загрязнения атмосферы на примере г. Москвы рассчитывается с использованием следующих данных по средней продолжительности предстоящей жизни:

- 89 (+ - 5) лет - усредненный биологический видовой показатель для человека-европеоида, Н.Ф. Реймерс, "Экология", 1990 г.;
- средняя продолжительность жизни в Москве составляет 72,8 года, в том числе для мужчин - 68,5 лет, для женщин - 77,2 года согласно данным Правительства Москвы, по состоянию на 2010 г.[11]

Среднее «недоживание» составляет 21,5 года, а за год теряется более 2,5 млн. лет человеческой жизни. Связанные с этим потери ВРП г. Москвы составляют примерно 30%.

Загрязнение окружающей среды оказывает серьёзное негативное влияние на состояние атмосферы, и, как следствие, на продолжительность и качество жизни населения г. Москвы. В свою очередь, это приводит к потерям ВРП города на уровне 4,8 – 5,2 % в год[12].

Таким образом, при загрязнении окружающей среды и ухудшении экогенной обстановки при реализации инновационного проекта, вред считается с использованием двух основных показателей: непосредственный вред от выброса в атмосферу вредных веществ и потери ВРП вследствие ухудшения здоровья и повышенной смертности. При улучшении здоровья населения, потери ВРП снижаются. Если учесть прогнозное значение ВРП г. Москвы в 2011 году 9,8 трлн. руб.[13] и его ежегодный прирост на период 2012 – 2025 г. в размере 6,5% в сопоставимых ценах согласно действующему Генеральному плану г. Москвы[14], то повышения продолжительности жизни хотя бы на 0,1% при реализации инновационного проекта, даст эффект порядка 500 млн. руб.

На основании рассмотренных выше социальных показателей можно сделать вывод, что социальная эффективность инновационных проектов является крайне значимой, а эффект от нее подчас может превосходить прямой экономический эффект от реализации проекта. При этом важно понимать, что социальная эффективность не всегда является явной, и без ее комплексной оценки сложно сделать вывод о ее эффективности, и как следствие, эффективности инновационного проекта. Проект, который на первый взгляд обладает посредственными экономическими показателями, может нести колоссальный социальный заряд. И наоборот, проект с выдающимися экономическими показателями способен нанести экогенный ущерб, на ликвидацию последствий которого могут потребоваться десятилетия.

[11] http://www.rbc.ru/rbcfreenews/20100520122912.shtml

[12] Кондратьев Алексей Евгеньевич. Оценка использования экологически чистого автомобильного транспорта на территории городов.

[13] http://www.rg.ru/2011/06/22/vrp-anons.html

[14] http://gpinfo.mka.mos.ru/kniga_1/

СИСТЕМА КАЙДЗЕН

Батизи В.М.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Автомобильный институт, факультет «Автоматизация»
Научный руководитель: доцент Савостикова О.Г.

В данной работе раскрывается сущность понятия системы кайдзен, а также принципы создания организационной стратегии для эффективного функционирования той или иной организации (предприятия).

Актуальность темы заключается в том, чтобы доказать применимость этой системы на отечественном производстве. В первую очередь повысить качество и производительность, радикально уменьшить потери (а значит, себестоимость продукции), упростить организационную структуру, повысить гибкость организации.

Сам кайдзен (Kaizen, с японского - непрерывное улучшение) означает комплексную концепцию, охватывающую философию, теорию и инструменты менеджмента, позволяющий достичь преимущества в конкурентной борьбе на современном этапе. Сущность кайдзен проста: непрерывный процесс совершенствования.

Непрерывный процесс совершенствования – это не только изучение новых методов и инструментов, но и иная форма сотрудничества. Дополнительное значение приобретают требования к менеджменту. Наряду с профессиональной и методической компетенцией, успех зависит от наличия у менеджеров социальной компетенции. Необходимые изменения в подходе к работе проводятся менеджментом, показывая пример сотрудникам, которые познают эти изменения и перенимают их. Руководитель, который решил использовать систему кайдзен на своем предприятие должен знать, где непосредственно производится продукция или услуга. Это место в концепции называется «гемба». Руководитель обязан регулярно посещать гембу – только так он будет осведомлен в происходящем. В этом проявляется суть в эффективном управлении. Соответственно могут быть поставлены следующие цели (Схема 1).

Экономические цели	**Социальные цели**
Улучшение качества	Мотивация участников
Повышение производительности	Улучшение командных способностей
Сокращение любого вида расточительства	Повышение ответственности сотрудников
Повышение готовности производственных средств	Идентификация сотрудников с продуктом
Улучшение гибкости	Кооперативный стиль управления
Улучшение логистики (транспортной)	Сглаживание иерархии
Сокращение запасов	Интенсивные непрерывные квалификационные процессы

Схема 1. Цели непрерывного улучшения.

Чтобы добиться этих целей руководство в первую очередь должно укрепить в рабочих стремление к совершенствованию и по возможности сгладить негативное отношение к переменам. Так же очень важным моментом будет являться умение правильно оценить роль самих рабочих в преобразовании производства, а так же научить их гордиться своим трудом и стремиться сделать еще лучше. Но главное воспринимать понятие перемены как стабильность.

За каждое предложение руководство обязано стремиться выразить рабочим и служащим признательность за их усилия и трудолюбие. Признательность не обязана быть материальной, например можно установить доску «поощрения» - это приведет к индивидуальному самоудовлетворению рабочего, а так же привлечет остальных для участия в улучшении предприятия.

Не стоит забывать, что творчество является неотъемлемой частью системы. Идеология кайдзен предполагает методичное, постепенное и долгосрочное совершенствование всех составляющих бизнес элементов. Внедрение этой системы может дать видимый эффект через несколько лет.

Совершенствование можно разбить на кайдзен и инновации. Отличие кайдзен заключаются в том, что в работе принимают участие непосредственно рабочие, а в разработке и внедрении инновации – несколько специализированных подразделений предприятия, а то и отдельные институты. А так же кайдзен означает небольшие улучшения в ходе текущей работы и не требует серьезных финансовых вложений, а инновация представляет собой полное преобразование, осуществляемое путем реализации крупных инвестиций в новую технологию и/или оборудование. Кайдзен – это еще и подход, характеризующийся малым риском и оправдывает себя в долгосрочной перспективе.

На следующих схемах показано соотношение поддержания (действия направленные на обеспечение имеющихся технологических, организационных стандартов, и поддержку таких стандартов за счет обучения и дисциплины), кайдзен и инноваций:

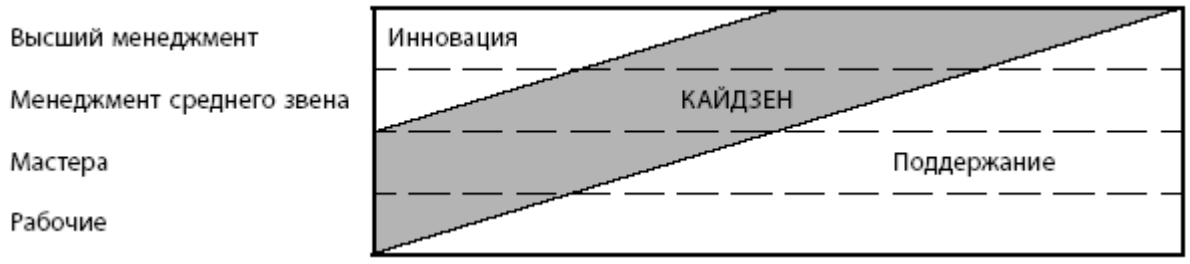


Схема 2. Как должно быть

Большинство западных менеджеров видят распределение функций по-другому (схема 2). Здесь нет места для концепции кайдзен. А все потому, что рабочих не воспринимают как главный элемент системы.

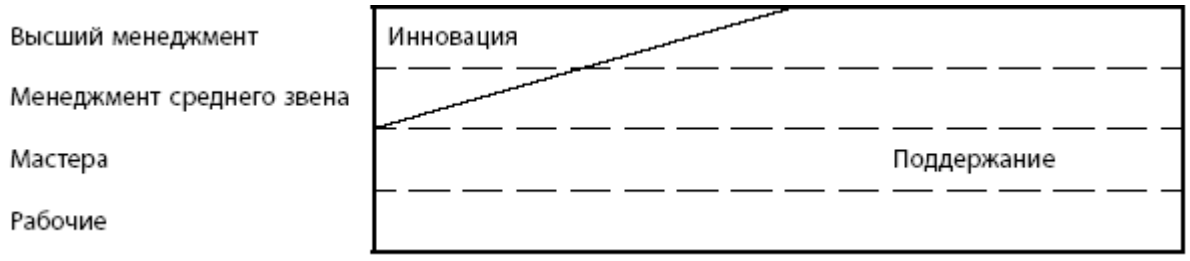


Схема 3. Западный взгляд на распределение функций

Иногда в области индустрии высоких технологий можно встретить иной тип менеджмента (схема 3). Бывают такие компании которые внезапно появляются, бурно развиваются и так же быстро исчезают, когда их первый успех затухает или меняется рынок.

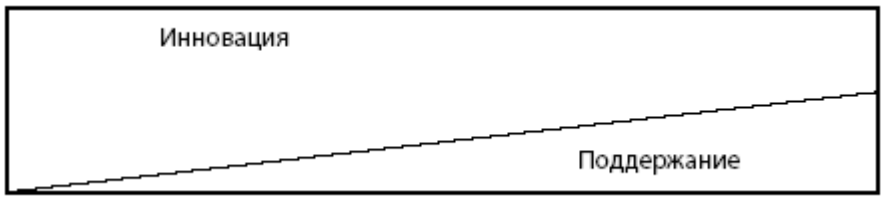


Схема 4. Распределение функций при ориентации на инновации

Убедительным доказательством эффективности распределения функций на предприятиях в Японии и в западных странах является сравнение уровня реализации предложений. Для сравнения: в 1989 году в Японии было внедрено 83% всех рационализаторских предложений, тогда как в Германии – 40% , а в США - только 30%. В Германии на одного работника в год приходится 0,15 рационализаторских предложений, тогда как в Японии этот показатель составляет свыше 30.

Самое известное практическое применение данной концепции было разработано для японской корпорации Toyota Motor Corporation. Она лежит в основе метода Всеобщего менеджмента качества (TQM) и включает в себя мероприятия по предотвращению расточительства (потерь), инновационную деятельность и работу с новыми стандартами.

Кайдзен руководствуется мышлением, ориентированным на процесс для достижения результатов. Сбой в достижении запланированных результатов, говорит о сбое в процессе. Отправная точка для совершенствования – выявление потребности. Для этого требуется признать наличие проблемы.

Если она известна, ее нужно решать. Таким образом, кайдзен представляет собой процесс решения проблемы и на практике требует использования различных инструментов. С каждым решением совершенствование выходит за рубеж. Следовательно, необходимо отразить это в новых стандартах для закрепления достижения. Поэтому, система требует также стандартизации.

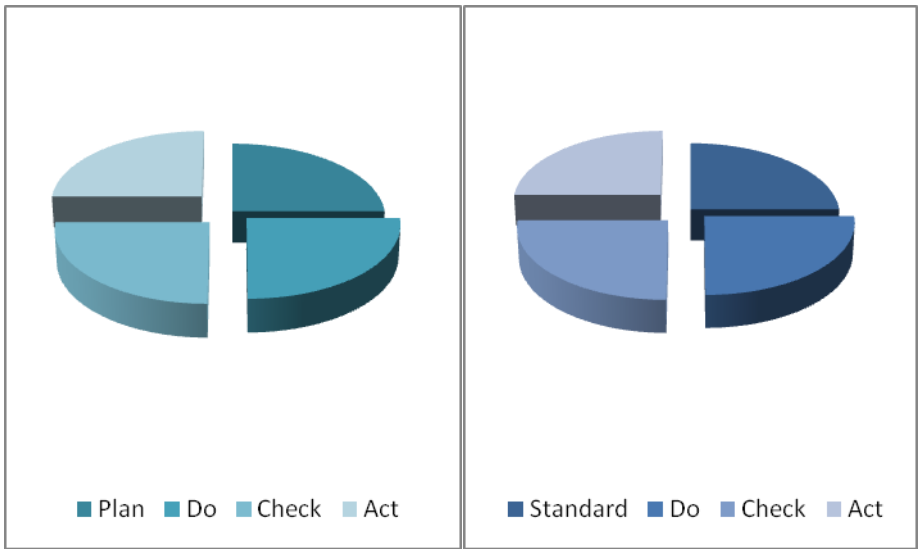
Ориентированный на процесс подход включает следующие основные инструменты:

1. Первое, что нужно сделать в процессе кайдзен, это ввести цикл «планируй-делай-проверяй-воздействуй» (PDCA) в качестве механизма, который обеспечивает непрерывность кайдзен в достижении политики поддержания и совершенствования стандартов.

   Планируй предполагает, что должны быть установлены цели для совершенствования и намечены планы действий для их достижения. Делай относится к реализации плана. Проверяй относится к определению того, оставило ли внедрение след и привело ли к запланированному улучшению. Воздействуй относится к построению и стандартизации новых процедур, призванных предотвратить повторение первоначальной проблемы или установить цели для новых улучшений. Цикл PDCA постоянно возобновляется: как только происходит улучшение, результат процесса превращается в объект дальнейшего совершенствования.

   Любой новый рабочий процесс сначала нестабилен. Перед тем как начать применение PDCA, каждый текущий процесс стабилизируется с помощью цикла SDCA «стандартизируй- делай- проверяй- воздействуй».

SDCA стандартизирует и стабилизирует текущие процессы, в то время как PDCA улучшает их. SDCA относится к поддержанию, а PDCA — к совершенствованию, а вместе они становятся двумя главными задачами менеджмента.



2. Рассмотреть TQM как часть стратегии кайдзен. Это движение призвано помочь менеджменту сделать производство более конкурентоспособным и приносящим прибыль и улучшить все аспекты ведения бизнеса.

3. TPS – Toyota Production System – система управления производством на автомобильном заводе Toyota. Но копировать эту систему не надо, а лишь отметить элементы, которые будут работать для той или иной страны.
Примером для отечественного производителя будет элемент JIT (Just in time) – точно вовремя. Эта система производства опирается на такие концепции, как время такта (время производства одной единицы продукции, а не время цикла), «поток единичных изделий», «вытягивающее производство», снижение времени переналадки и так далее. Система производства «точно вовремя» значительно сокращает затраты, позволяет своевременно поставить продукцию и существенно увеличивает прибыль компании.

4. Всеобщий уход за оборудованием (TPM). TPM в основном служит улучшению качества оборудования, ориентирован на его максимально эффективное использование благодаря всеобщей системе профилактического обслуживания, охватывающего весь жизненный цикл станков и механизмов.

5. Развертывание политики. Руководство должно разработать долгосрочную стратегию с выделением среднесрочных и годовых целей. Топ - менеджеры должны иметь план развертывания стратегии, который следует довести до низших уровней управления, вплоть до цеха. По мере того как стратегия спускается на нижестоящие уровни, в план включаются все более и более конкретные мероприятия и действия.

6. Система подачи предложений — неотъемлемая часть ориентированной на человека стратегии кайдзен. Она направлена на стимулирование участия всех сотрудников в процессе. Главная цель — воспитание мыслящих в духе кайдзен и самодисциплинированных людей.

7. Стратегия кайдзен предусматривает работу небольших групп, то есть речь идет о добровольных объединениях людей внутри компании, которые формируются для выполнения конкретных задач в цехе. Самый известный вид таких групп — кружки

качества. Успешные действия кружков качества демонстрируют, что менеджмент играет незаметную, но жизненно важную роль в их поддержке.

8. Аспекты бизнеса, которые больше всего нуждаются в улучшении: качество, затраты и поставка. Когда говорят о качестве, имеют в виду не только готовую продукцию или услуги, но также и процессы, в результате которых создается эта продукция или предоставляются услуги. Затраты относятся к полной стоимости проектирования, производства, продажи и обслуживания продукции или услуги. Когда три условия соблюдены, то потребитель доволен.

9. В отношении цен необходимо пользоваться тактикой кайдзен – непрерывное снижение уровня затрат. Это позволит постоянно совершенствовать все стадии снабжения, производства и реализации продукции, снижая общие затраты предприятия.

Предлагаю рассмотреть несколько примеров Kaizen на предприятиях.
В немецкой фирме Siemens внедрение концепции непрерывного совершенствования осуществляются под лозунгом «Кто перестал становиться лучше, тот перестал быть хорошим!». А для всех сотрудников рекомендованы правила успешного проведения улучшений:

1. Будьте готовы отказаться от Вашего традиционного мышления.

2. Подумайте над тем, как можно что-то сделать и не спрашивайте, почему это не может быть сделано.

3. Никаких отговорок! Поставьте все бывшее под вопрос.

4. Лучше 50 % - решение сразу, чем 100 % - решение никогда!

5. Исправляйте ошибки сразу.

6. Ищите решения, которые стоят как можно меньше!

7. Способность решать проблемы изначально развивается из проблемы.

8. Задавайте вопросы много раз и узнайте, что является истинной причиной проблемы.

9. Десять человек решают проблему лучше, чем один специалист.
   У совершенства нет конца!

В любой системе организации производства главное – экономический эффект. Главное сказать насколько стало лучше – в граммах, в ваттах, в метрах, а в конечном счете – в деньгах. Полувековой опыт применения системы кайдзен в Toyota приводит следующие результаты (рисунок 1):

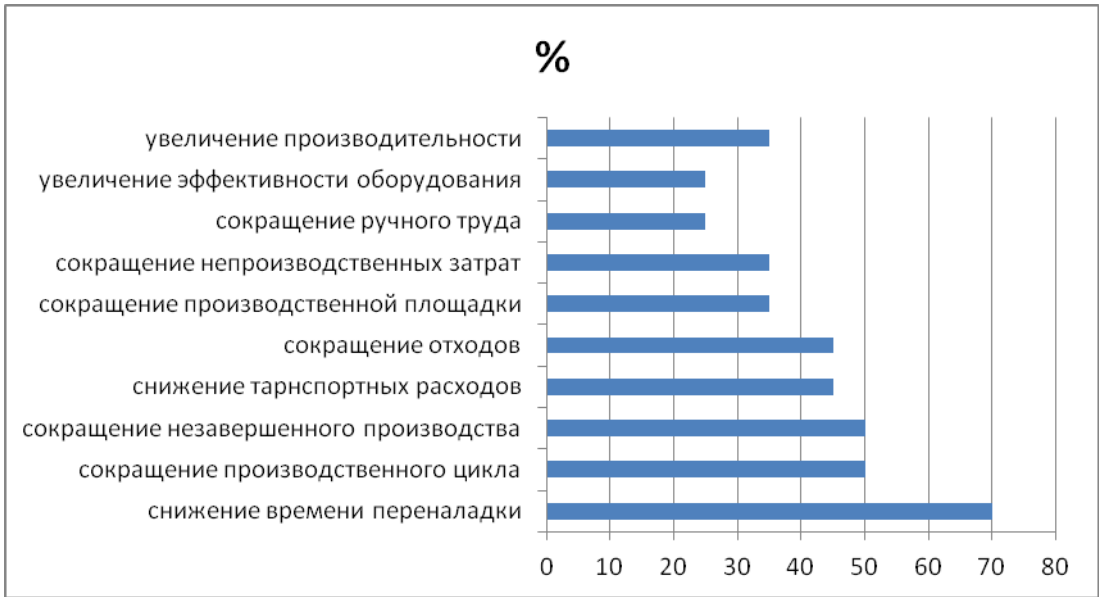


Рисунок 1. Экономический эффект благодаря Кайдзен

Не смотря на самую высокую зарплату персонала и отсутствие собственных ресурсов, в автомобильной промышленности и в электронике самая низкая себестоимость продукции!

Это уже о многом говорит.

Следующий пример относится кайдзен – проекту реализованному на заводе КАМАЗ.
В 2009 году на заводе была поставлена задача уменьшить стоимость детали в три раза, сокращение транспортных издержек, снижение стоимости металлопроката и экономия 27 миллионов рублей в год. Этот проект называется «Изготовление поршневого пальца».
Все виды поршневых пальцев на заводе двигателей всегда изготавливали своими силами. Претензий по их качеству не поступало. Не устраивала лишь цена детали, около 600 рублей за единицу. К примеру, на совместном предприятии ООО «Федерал-Могул Набережные Челны» производство точно такого же пальца обходится почти в 200 рублей. Изменения технологии производства поршневого пальца требовало и введение новых экологических стандартов на двигатели (в двигателе, согласно этим стандартам, полностью изменилась цилиндропоршневая группа).

Для освоения производства поршневого пальца на заводе оборудовали небольшой участок, где начали работать шесть наладчиков на трех токарных автоматах. Оборудование, участвующее в процессе, не новое, потребовались затраты только на его ремонт и пуско-наладку. Нанимать новых работников тоже не пришлось, наладчиков перевели с участков, на которых упали объемы производства. Со временем на производство пальца планируется привлечь еще около десятка человек. Это то, что касается внутренних преобразований.

Процесс изменился и с точки зрения внешних связей. Калиброванный прокат производства волгоградского завода «Красный Октябрь», используемый на «движках» долгие годы, заменили на трубную заготовку от ОАО «НИИМТ», инновационные технологии которого позволили снизить металлоемкость и трудоемкость производства детали и, что самое главное, улучшить ее качество.

Использование ижевской трубной заготовки позволило исключить из процесса производства участие кузнечного завода и ПРЗ. Теперь металлическая заготовка, из которой впоследствии получается поршневой палец, не покидает территории завода двигателей.

В планах завода – обеспечить 100% потребности «КАМАЗа» в поршневых пальцах собственными силами. Если все будет сделано так, то проект даст не менее 37 миллионов рублей экономического эффекта в год. Только благодаря изменению технологии производства «КАМАЗ» на данный момент имеет годовой эффект в 27 миллионов рублей, подтвержденный экономистами. Здесь не учтены транспортные затраты, которые были сокращены за счет смены поставщика металлопроката. В перспективе завод рассматривает заключение договора на поставку горячекатаного проката вместо калиброванного. Все это даст дополнительные 10 миллионов рублей.

Этот пример еще раз доказывает, что в описанной системе кайдзен нет решительно ничего, что нельзя реализовать в отечественном бизнесе.

Здесь качество связывается с конкурентоспособностью, а именно: качество, цена, поставки. Задача менеджмента – задать приоритеты, задача кайдзен – непрерывно совершенствовать эту триаду с учетом заданных приоритетов.

Данная работа показала на сколько эффективна эта система на любом предприятие независимо от страны производителя. Важно не копировать всю концепцию, а воплотить идею и выбрать необходимые элементы для внедрения, пользуясь инструментами кайдзен.

Стратегия кайдзен предполагает участие всех сотрудников предприятия, вплоть до простых рабочих. Бизнесу будет выгодно рассматривать рабочих как своих партнеров. Ведь партнерам нужны лидеры, а не начальники.
Руководство обязано непосредственно участвовать в жизни предприятия, а это значит взаимодействовать с сотрудниками и принимать к сведению их предложения и стараться реализовать их.

Кайдзен продолжает стремительно развиваться, а значит его актуальность сохраняется. Что же касается проектирования совершенного бизнеса – это иллюзия. Центральная идея кайдзен в том, что без совершенствования на предприятие не должно проходить ни дня.

СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ БИЗНЕСА

Матюхов Р.А., Медвинская Н.С.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Технологический институт, факультет «Автоматизации».
Научный руководитель: ст. преп. Михайлова А.Р.

Социальная ответственность бизнеса — это добровольный вклад бизнеса в развитие общества в социальной, экономической и экологической сферах, ответственность субъектов бизнеса за соблюдение норм и правил, неявно определенных или неопределенных законодательством (в области этики, экологии, милосердия, человеколюбия, сострадания и т. д.), влияющих на качество жизни отдельных социальных групп и общества в целом.

Данное определение скорее идеальное, и не может быть полностью претворено в действительность хотя бы потому, что просчитать все последствия одного решения просто невозможно. Но социальная ответственность — это не правило, а этический принцип, который должен быть задействован в процессе принятия решения. Долженствование здесь является внутренним, перед самим собой, и основывается на моральных нормах и ценностях, приобретенных в процессе социализации.

Обобщая можно сказать, что социальная ответственность бизнеса — это влияние бизнеса на общество, ответственность тех, кто принимает бизнес-решения, перед теми, на кого прямо или косвенно эти решения влияют.

В России XIX века типичным проявлением социальной ответственности являлось меценатство. Ярчайшим примером этого проявления в истории Царской России является Государственная Третьяковская галерея — художественный музей, основанный купцом Павлом Третьяковым и имеющий одну из самых крупных в мире коллекций русского изобразительного искусства. Павел Михайлович создавал галерею с нуля, начиная с 1856 года (года ее основания) и к 1892 году собрание Третьякова стало практически таким, каким его можно видеть сегодня. 31 августа 1892 года Павел Михайлович написал заявление в Московскую городскую думу о передаче в дар городу своего собрания. В сентябре Дума на своем заседании официально приняла дар. П.М.Третьяков был утвержден попечителем Галереи. Не желая участвовать в торжествах и выслушивать благодарности, Павел Михайлович отправился за границу. Вскоре действительно посыпались благодарственные адреса, письма, телеграммы. Русское общество не осталось равнодушным к благородному поступку Третьякова.

Третьяковская галерея является безвозмездным даром, который не влек за собой никакой выгоды для П.М.Третьякова. Но современный бизнес предусматривает некоторую, в основном, нематериальную выгоду при участии в социальной ответственности. Основные мотивы социальной ответственности бизнеса таковы:

1. Стабильность и устойчивость развития компании в долгосрочной перспективе.
2. Рост производительности труда в компании.
3. Улучшение имиджа компании, рост репутации.
4. Реклама товара или услуги.
5. Освещение деятельности компании в СМИ.

Компания ОАО «Мобильные ТелеСистемы», одна из крупнейших в сфере телекоммуникаций, является одной из самых активных компаний, участвующих в жизни общества. МТС реализовывала мероприятия, направленные на повышение уровня информатизации общества, раскрытие потенциала молодежи, поддержку семьи и детства, улучшение здоровья людей, поддержку ветеранов и военнослужащих, развитие культуры и сохранение исторического наследия, поддержку спорта и Олимпийского движения, развитие

общественных экологических программ. На эти цели МТС направила 162,8 млн рублей. Были проведены многие акции и мероприятия в рамках различных программ. Программа «Дети — наше будущее» предусматривала оказание адресной помощи детям-инвалидам, сиротам и ребятам, оставшихся без попечения родителей. Одним из знаковых благотворительных проектов компании является проект «Зеленая электричка», оказывающий гуманитарную помощь нуждающимся. В рамках акции «Подарите будущее детям!» было выделено 299 тыс. рублей на медицинскую помощь для больных детей. В помощь ветеранам было выделено 600 тыс. рублей.

Компания ОАО «НК «Роснефть», одна из крупнейших публичных нефтегазовых компаний мира, выделила на реализацию социально-ответственных проектов 1,88 млрд рублей. Средства были направлены на благоустройство городов и поселков, строительство дорог, школ, медицинских учреждений, культурных и спортивных объектов, на приобретение современного оборудования. Из 1,88 млрд. рублей 646,4 млн. отправлены в финансирование школ, 56,8 млн. рублей — объектам культуры, спортивным объектам — 372,6 млн. рублей, лечебно-профилактическим учреждениям — 41,1 млн и прочие. В различных субъектах РФ: Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, В Нефтеюганске осуществляются масштабные социальные программы: для горожан строится парково-досуговая зона с крытым бассейном, благоустраивается территория города, в том числе асфальтируются дороги, устанавливаются детские площадки. В поселке городского типа Пойковский строится хоккейный комплекс. В п. Куть-Ях возводится комплекс школа – Дом детского творчества – врачебная амбулатория, строится детский сад на 60 мест. К больничному комплексу в п. Пыть-Ях построена современная автодорога. Соответствующие расходы составили более 65 млн. рублей. В Красноярском крае реализуется программа по развитию инфраструктуры в Туруханском районе и г. Игарка. На эти цели было потрачено 150 млн. рублей. Помимо этого в Красноярске на средства Роснефти был построен и введен в эксплуатацию лабораторный корпус Института нефти и газа Сибирского федерального университета. Компания вложила в этот объект 575 млн. рублей. Всего в регионах присутствия компании при ее финансовом содействии построено, отремонтировано и восстановлено 20 дошкольных учреждений, 31 школа, 13 культурных и 16 спортивных объектов, 22 лечебных учреждения и 22 храма.

ОАО «Полиметалл», ведущая российская компания по добыче и производству золота, один из крупнейших в мире производителей серебра, провела множество социально-значимых программ. На поддержку образования и здравоохранения было выделено 48,6 млн. рублей. В поддержку спорта и здорового образа жизни вложено 44,4 млн. рублей. Благотворительность и спонсорство — 6 млн. рублей. В различных субъектах Российской Федерации была оказана поддержка как образовательным и медицинским учреждениям, так и спортивным объектам (в Хабаровском крае, в Магаданской области, в Свердловской области). В этих же регионах были реконструированы и сооружены спортивные комплексы, куплено спортивное оборудование и оказана помощь в проведении спортивных турниров (футбол, хоккей).

Примеры рассмотренных выше компаний дают явное представление о том, что представляет собой социальная ответственность бизнеса перед обществом. Не смотря на то, что в большинстве своем участие в благотворительности и улучшении качества жизни в обществе влечет за собой выгоду для социально-ответственной компании, эта выгода скорее нематериальная и она носит двусторонний характер. Участие в социальной ответственности — это некий симбиоз. Удовлетворение интересов населения компанией, пусть даже не потенциального покупателя, создает положительную репутацию для компании, повышает производительность труда, а во многих случаях способствует привлечению и иностранного капитала.

АДАПТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ В МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ К ТЕКУЩЕМУ СОСТОЯНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА

Ильина С. С.
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», факультет «Технология машиностроения»
Научный руководитель: д.т.н., проф. Вороненко В. П.

Современный рынок машиностроительной продукции предъявляет высокие требования к оперативному выполнению производственных заказов. Резервом для обеспечения этих требований рынка является сокращение непродуктивных потерь времени при формировании технологической системы (ТС) процесса на стадии оперативно-календарного планирования [1].

ТС процесса включает в себя в качестве подсистем совокупность ТС операций, относящихся к одному методу (обработки, формообразования, сборки или контроля) или к одному наименованию изготавливаемой продукции.

Одной из основных причин возникновения непродуктивных потерь времени является отсутствие готовности ТС операции выполнить, установленные для нее работы технологического процесса (ТП).

Перспективным направлением решения этой проблемы является адаптация работ технологического процесса к текущему состоянию ТС предприятия [2].

Адаптация ТП позволяет на стадии оперативно-календарного планирования согласовать требования ТП к ресурсам, необходимым для выполнения работ, установленных на стадии технологической подготовки производства (ТПП), с текущим состоянием ТС предприятия. В результате разрабатывается настроенное производственно-технологическое решение (НПТР).

НПТР определено на множестве решений, установленных базовым производственно-технологическим решением (БПТР) изготовления конкретного изделия (детали). БПТР разрабатывается на стадии ТПП.

Для выполнения одного и того же технологического процесса могут быть использованы различные ТС процесса. Такие ТС процесса получили название альтернативных. Альтернативные ТС процесса состоят из различных ТС операций, которые могут отличаться уровнем потребляемых ресурсов. Одним из основных требований к альтернативным ТС процесса является гарантированное обеспечение выполнения всех работ по проектированию и реализации технологического процесса изготовления изделий в поставленные сроки с наименьшими потребляемыми ресурсами.

Использование различных ТС операций для выполнения определенной операции приведет к тому, что трудоемкость будет различной. При неизменном основном времени, определяющем технологически необходимые потери, непродуктивные потери будут различными. Это связано с различными техническими возможностями ТС операций, которые определяют структуры вспомогательных переходов, подготовительно-заключительных работ и работ по обслуживанию ТС операции. Под структурой работ понимается их состав, и возможность совмещения выполнения работ во времени.

Альтернативные ТС операций дают возможность на стадии оперативно-календарного планирования более грамотно управлять формированием производственных расписаний и управлять непродуктивными потерями времени на стадии формирования производственных заданий.

При разработке альтернативных ТС процессов возникает проблема определения рационального количества таких маршрутов и критериев их формирования. Увеличение трудоемкости разработки технологической документации на стадии ТПП позволяет уменьшить трудоемкость определения структуры ТС процесса при формировании производственных заданий. Таким образом, происходит перераспределение трудоемкости между этапами.

Эффективность информационной модели БПТР следует оценивать при формировании НПТР на этапе оперативно-календарного планирования. Под информационной моделью (ИМ) понимается формальная модель ограниченного набора фактов, понятий или инструкций, предназначенная для удовлетворения конкретному требованию.

При формировании производственных расписаний на заданном горизонте планирования из множества альтернативных ТС процесса выбирается наилучший, обеспечивающий требуемые сроки выполнения заказа с наименьшими ресурсами. При этом следует учитывать, что при изготовлении изделия поток весь работ разбивается на несколько этапов, определяемых горизонтом оперативно-календарного планирования. На каждом горизонте планирования $Tок_i$ может выбираться часть той альтернативной ТС процесса, которая наилучшим образом удовлетворяет текущей производственной ситуации. Таким образом, фактической ТС процесса может оказаться ТС процесса, отсутствующая в составе разработанных альтернативных ТС процесса на этапе ТПП (рис. 1). То есть имеет место быть виртуальная ТС процесса, сформированная из фрагментов альтернативных ТС процесса.

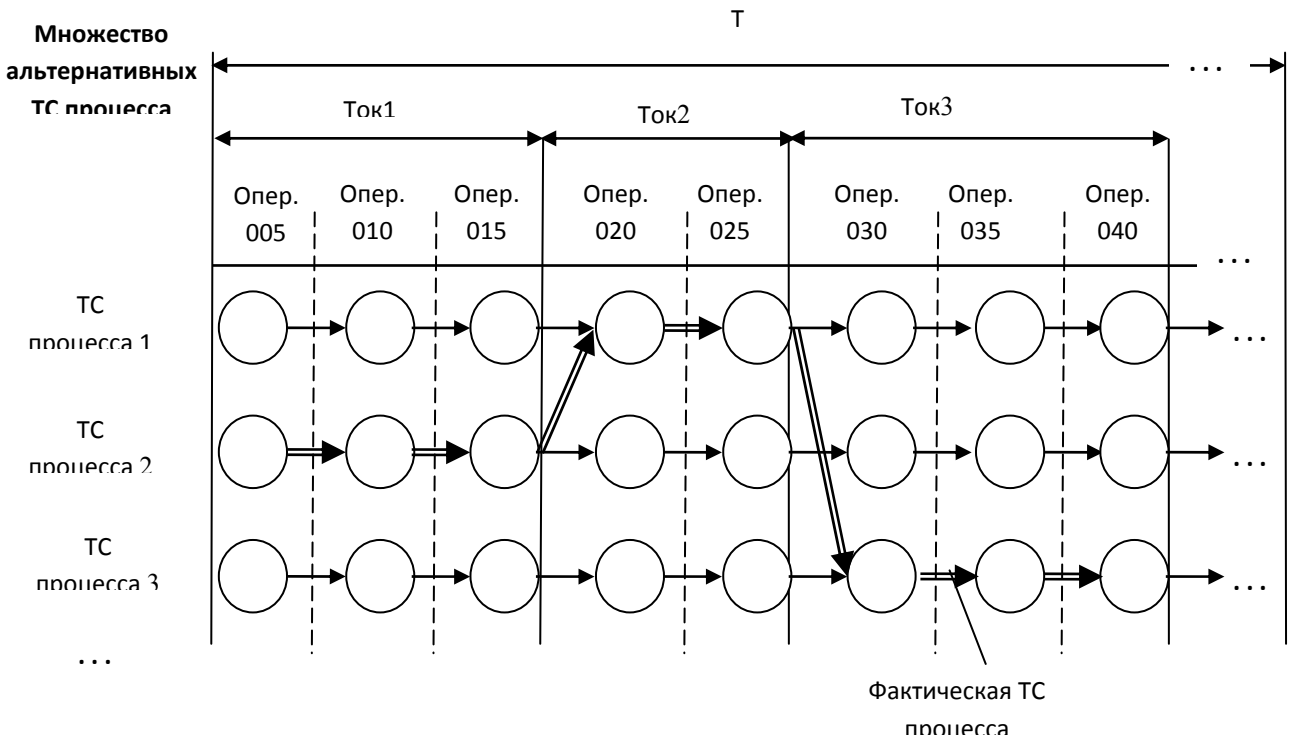


Рис. 1. Фактическая ТС процесса, сформированная из фрагментов альтернативных ТС процесса.

Для обеспечения возможности формирования ТС процесса из фрагментов альтернативных ТС процесса, должны быть обеспечены следующие требования:
– альтернативные ТС процесса должны иметь одну и ту же структуру;
– на альтернативных ТС операций должен выполняться один и тот же перечень технологических переходов.

В этом случае разрабатывается одна или несколько базовых ТС процесса изготовления конкретной детали (рис. 2).

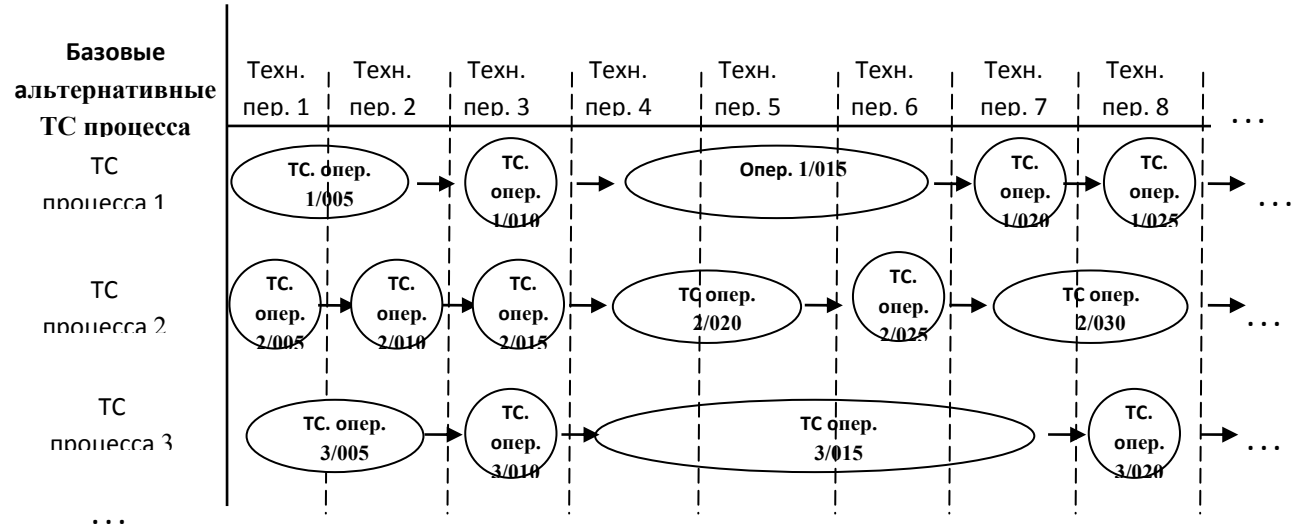


Рис. 2. Базовые альтернативные ТС процесса, содержащие различный состав операций.

Таким образом, допускается использовать фрагменты альтернативных ТС процессов, являющихся производными одной базовой ТС процесса. Поэтому формировании рабочей (фактической) ТС процесса, сначала необходимо выбрать из определенного БПТР перечня базовую ТС процесса.

Для балансировки загрузки ТС операций и более гибкого использования их технических возможностей следует обеспечить возможность оперативного определения структуры ТС процесса, управляя составом технологических переходов на каждой операции, что обеспечит сокращение производственного цикла изготовления изделий.

Распределение технологических переходов по операциям является многофакторной оптимизационной задачей, охватывающей технологические и производственные задачи. С точки зрения обеспечения точности наиболее предпочтительным решением будет решение, содержащее наименьшее количество установов (организованных смен баз), которое приведет к концентрации технологических переходов. Выполнение этого условия потребует использование многофункционального оборудования. Такая ТС процесса будет включать наименьшее количество ТС операций. При этом следует учитывать, что менее функциональные ТС операции могут быть полностью не загруженными и простаивать.

Для обеспечения необходимой гибкости ИМ БПТР в структуру организационных объектов ТП информационной модели технологического процесса (рис. 3) был введен элемент – операционный модуль (ОМ).

Рисунок 3. Структура информационной модели технологического процесса.

Операционный модуль, входящий в состав базового производственно-технологического решения, содержит технологические переходы, выполняемые при неизменном закреплении предмета труда, и направленные на изменение состояния одного модуля поверхности детали или нескольких модулей, связанных друг с другом размерными связями.

При балансировке производственных мощностей ТС участка изменяется структура операций ТП деталей программы запуска.

Распределение установленного перечня операционных модулей по установам не влияет на погрешность обработки при условии обеспечения установленных для каждого операционного модуля требований к базированию и закреплению.

При нормировании технологических операций значение основного времени (t_{oj}) указывается для каждого *j*-того операционного модуля *i*-той технологической операции. Значения вспомогательного времени ($t_в$), времени обслуживания ($t_{обсл}$), времени на личные потребности ($t_{лп}$) указываются на всю технологическую операцию и равномерно распределяются на все операционные модули. Штучное время *i*-той технологической операции ТП изготовления *h*-той детали, состоящей из *n* операционных модулей, определяется по формуле:

$$t_{\text{шт hi}}^{\;БПТР} = \sum_{j=1}^{n}\sum_{m=1}^{Gj} t_{\text{o j, Mj}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обсл}} + t_{\text{лп}}\text{, мин,}$$

где G_j – количество операционных модулей в *j*-той группе.

Использование метода балансировки загрузки технологической системы участка в многономенклатурном производстве путём последовательного изменения структур конкурирующих операций ТП, определённых в производственном расписании, позволит повысить коэффициент загрузки технологической системы участка при изготовлении установленной программы запуска.

Коэффициент загрузки производственного участка, заданный производственным заданием $К_{ЗУ}^{З}$, на этапе оперативно-календарного планирования $T_{ОКj}$ определяется по формуле:

$$К_{зу}^{З} = \frac{\sum_{j=1}^{T}\sum_{i=1}^{N} t_{ШТ\,К\,ij}}{\sum_{i=1}^{N} \Phi_{ЭФ\,i}},$$

где $t_{ШТ\,К\,ij}$ – штучно-калькуляционное время обработки j-той заготовки на i-той технологической системе операции, мин;
$\Phi_{ЭФi}$ – эффективный фонд времени работы i-той технологической системы операции на этапе оперативно-календарного планирования $T_{ОКj}$, мин;
T – количество наименований деталей, установленных производственным заданием;
N – количество работоспособных технологических систем операции на участке.
При составлении производственного расписания должно выполняться условие: $К_{ЗУ}^{З}<1$.
При составлении производственного расписания в силу непродуктивных потерь времени не все операции, установленные в производственном задании, могут быть выполнены.
То есть

$$\sum_{j=1}^{T}\sum_{i=1}^{N} t_{ШТ\,К\,ij} > \sum_{j=1}^{S}\sum_{i=1}^{n} t_{ШТ\,К\,ij},$$

S – количество наименований деталей, установленных производственным расписанием, $S \le T$;
n – количество технологических систем операции на участке, участвующих в выполнении производственного расписания, $n \le N$.
Тогда коэффициент загрузки производственного участка, определяющий производительность участка, заданный производственным расписанием $К_{ЗУ}^{Р}$ определяется по формуле:

$$К_{зу}^{Р} = \frac{\sum_{j=1}^{S}\sum_{i=1}^{n} t_{ШТ\,К\,ij}}{\sum_{i=1}^{n} \Phi_{ЭФ\,i}},$$

При составлении производственного расписания должно выполняться условие:
$К_{З\,ТС\,опер\,i}^{Р}<1$.

Разработанный метод адаптации ТП изготовления деталей к текущему состоянию технологической системы участка позволяет сократить срок изменения структуры ТП на стадии операционно-календарного планирования за счёт использования базовых производственно-технологических решений более чем в 2,5 раза при обеспечении требуемого качества деталей. Разработанный метод балансировки загрузки технологической системы производственного участка обеспечивает повышение производительности участка более чем на 10% при изготовлении установленной программы выпуска.

Библиографический список

1. В.П. Вороненко, Ю.М. Соломенцев, А.Г. Схиртладзе. Проектирование машиностроительного производства/ Под ред. Член-корр. РАН Ю.М. Соломенцева , 3-е изд.– М.: Дрофа, 2007. - 348 с.
2. Долгов В.А. Информационная модель технологической системы операций, предназначенная для оперативного формирования технологических систем процесса // Справочник. Инженерный журнал. 2011. № 2. С. 34-39.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЛАНА В УСЛОВИЯХ РИСКА

Лесикова Н.С., Марфина И.Ю.
Московский государственный открытый университет имени В.С. Черномырдина, Рязанский институт, машиностроительный факультет
Научный руководитель: к.ф.-м.н. Чихачева О.А.

В условиях рыночной экономики важнейшими разделами плана производства являются: выпуск и сбыт продукции, снабжение, инвестиции, охрана окружающей среды, социальное развитие персонала.

Составление плана с участием в нем различных служб производства можно представить следующим образом: составляется спецификация требований покупателей на каждый вид продукции, которую необходимо поставить на рынок. Затем спецификация согласовывается с существующими возможностями по выпуску запрашиваемой продукции исходя из имеющихся производственных мощностей, квалификации и опыта работников, наличия материально-технических ресурсов, включая комплектующие изделия, поставленные предприятиями. Из этого рассчитываются издержки производства, оптовые цены, расходы на рекламу, стимулирование продаж и т.д.

Конечным итогом работы является составление плана выпуска продукта (объем, номенклатура и ассортимент, сроки поставки продукции потребителям) и плана обеспечения производства всеми необходимыми видами ресурсов.

В производственной программе предусматривается объем производства продукции, сроки изготовления, а также качество и количество необходимых для этого ресурсов. Учитывается дизайн с позиции изготовления изделия определенного требуемого качества.

При планировании ассортимента следует исходить из компромисса между сбытом продукции, который рассчитан на широкий ассортимент, и производственной программой.

В настоящее время российская экономика характеризуется большой неопределенностью технологических, рыночных и других факторов. В управленческой практике приходится постоянно рисковать, поэтому снижение риска приобретает все большую актуальность. Риск - это вероятность достижения положительного или отрицательного проектного результата в зависимости от действия внутренних или внешних факторов, которые влияют на степень неопределенности субъекта и объекта риска или процесса, связанного с их функционированием. В свою очередь, управление риском – это процесс изучения параметров субъекта и объекта риска, внутренних и внешних факторов, оказывающих воздействие на объект и поведение субъекта риска, его оптимизации, учета и контроля, мотивации и регулирования выполнения работ по управлению риском.

Существует несколько видов рисков, такие как инвестиционные, кредитные, промышленные, экологические, предпринимательские, технические, финансовые, страховые, коммерческие и политические.

Можно выделить несколько модификаций риска:

– субъект, делающий выбор из нескольких альтернатив, имеет в распоряжении объективные вероятности получения предполагаемого результата, основывающиеся, например, на проведенных статистических исследованиях;

– вероятности наступления ожидаемого результата могут быть получены только на основе субъективных оценок, т.е. субъект имеет дело с субъективными вероятностями;

– субъект в процессе выбора и реализации альтернативы располагает как объективными, так и субъективными вероятностями.

Рассмотрим предприятие, выпускающее n видов продукции. Предположим, что сбыт продукции зависит от некоторых условий. Если продукция предприятия не реализуется в срок, она продается по цене ниже отпускной, например, со скидкой $u\%$. Требуется определить оптимальный план производства предприятия и соответствующий объем выпуска продукции каждого вида.

Для предприятия ежедневный сбыт продукции не гарантирован, то есть оно имеет чистый риск. Эту ситуацию можно считать конфликтной (игровой). Построим модель для определения оптимального плана в виде матричной игры двух лиц.

Первый игрок – предприятие. Цель первого игрока в получении максимальной прибыли. Чистые стратегии предприятия: A_1 – выпускать продукцию в расчете на 1 условие, A_2 – выпускать продукцию в расчете на 2 условие, …, A_k – выпускать продукцию в расчете на k-е условие. Пусть p_1 – вероятность выбора первым игроком стратегии A_1, p_2 – вероятность выбора первым игроком стратегии A_2, …, p_k –вероятность выбора первым игроком стратегии A_k.

Второй игрок – природа, являющаяся источником риска для предприятия. Чистые стратегии природы: B_1 – создать 1 условие, B_2 – создать 2 условие, …, B_k – создать k-е условие. Пусть q_1 – вероятность выбора вторым игроком стратегии B_1, q_2 – вероятность выбора вторым игроком стратегии B_2, …, q_k –вероятность выбора вторым игроком стратегии B_k.

Введем обозначения:

$C = (c_i)_{i=1,n}$ – себестоимость единицы i-ой продукции, $i = \overline{1,n}$;

$P = (p_i)_{i=1,n}$ – отпускная цена единицы i-ой продукции;

$W = (w_{ij})_{\substack{i=\overline{1,n} \\ j=1,k}}$ – объем сбыта i-ой продукции, при k-ом условии (матрица производственных планов).

Составим матрицу выигрышей $R = (r_{sj})_{\substack{s=\overline{1,k} \\ j=1,k}}$ - прибыль предприятия за один ход игры, если предприятие применяет свою s-ю стратегию, а природа свою j-ю стратегию, где

$$r_{sj} = \begin{cases} \sum_{i=1}^{n} (p_i - c_j) \cdot w_{ij}, \text{ при } s = j \\ \sum_{i=1}^{n} ((p_i - c_j) \min\{w_{is}; w_{ij}\} + (\frac{u}{100} p_i - c_i) \Delta w_i), \text{ при } s \neq j \end{cases},$$

$$\Delta w_i = \begin{cases} w_{is} - w_{ij}, \text{при } \min\{w_{is}; w_{ij}\} = w_{ij} \\ 0, \text{ при } \min\{w_{is}; w_{ij}\} = w_{is} \end{cases}.$$

Так как данная игровая ситуация повторяется многократно, то для игроков имеют смысл не только чистые, но и смешанные стратегии.

Поставленную задачу о производственном планировании в условиях риска можно решить с помощью следующего алгоритма:

1. Найти оптимальные смешанные стратегии первого игрока $p = (p_1, p_2, ..., p_k)$ как решение экстремальной задачи:

$$f(x) = x_1 + x_2 + ... + x_k \to \min$$

$$\begin{cases} R^T \cdot x \geq e \\ x \geq 0 \end{cases},$$

где $x = colon(x_1, x_2, ..., x_k)$, $e = colon(1,1,...,1)$, $p_i = x_i \cdot v$, $v = \dfrac{1}{f_{\min}}$ – цена игры.

2. Найти оптимальные смешанные стратегии 2 игрока $q = (q_1, q_2, ..., q_k)$, как решение экстремальной задачи:

$$g(y) = y_1 + y_2 + ... + y_k \to \max$$

$$\begin{cases} R \cdot y \leq e \\ y \geq 0 \end{cases},$$

где $y = colon(y_1, y_2, ..., y_k)$, $q_i = y_i \cdot v$, $v = \dfrac{1}{g_{\max}}$.

3. Скорректировать решение матричной игры в смешанных стратегиях с учетом заданных условий и в условиях риска.

4. Дать возможные рекомендации на основе полученных результатов.

Рассмотрим предприятие выпускающее продукцию шести видов: зонтики, куртки, плащи, сумки, туфли, шляпы. Глава предприятия должен принять решение, какой из этих видов продукции и в каком объёме следует выпускать в течение предстоящего летнего сезона. Прибыль предприятия зависит от того, каким будет лето – дождливым, жарким или умеренным, и определяется в у.е. таблицей 1. Требуется определить оптимальный план производства.

Предположим, что на рассматриваемую перспективу по прогнозу погоды известны вероятности наступления дождливого, жаркого и умеренного лета, соответственно, $0,2; 0,45; 0,35$.

Таблица 1.

Дождливое	Жаркое	Умеренное
80	60	40
70	40	80
70	50	60
50	50	70
75	50	50
35	75	60

Решим данную задачу средствами MathCad.

Найдем оптимальную смешанную стратегию первого игрока и оптимальную среднюю цену игры:

$f(x) := x_0 + x_1 + x_2 \qquad x_2 := 0$

$$R := \begin{pmatrix} 99.5 & 53.5 & 102.5 \\ 62 & 76 & 70.75 \\ 66.75 & 67.5 & 115 \end{pmatrix} \quad e := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Given

$R^T \cdot x \geq e \quad x \geq 0$

$F := \text{Minimize}(f, x)$

$$F = \begin{pmatrix} 0.003 \\ 0.011 \\ 0 \end{pmatrix} \qquad f(F) = 0.014$$

$$p1 := \frac{F}{f(F)}$$

$$p1 = \begin{pmatrix} 0.233 \\ 0.767 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$v1 := \frac{1}{f(F)}$$

$v1 = 70.75$

Найдем оптимальную смешанную стратегию второго игрока.

$g(y) := y_0 + y_1 + y_2 \qquad y_2 := 0$

Given

$R \cdot y \le e \qquad y \ge 0$

$G := \text{Maximize}(g, y)$

$$G = \begin{pmatrix} 0.005 \\ 0.009 \\ 0 \end{pmatrix} \qquad g(G) = 0.014$$

$$q1 := \frac{G}{g(G)}$$

$$q1 = \begin{pmatrix} 0.375 \\ 0.625 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Скорректируем решение матричной игры в смешанных стратегиях. Определим средний выигрыш первого игрока как линейную функцию $u(p)$.

$k := R \cdot q2$

$u(p) := p \cdot k \quad p_2 := 0$

Зададим для неотрицательного вектора p произвольную ограниченную область и найдём вектор P как точку максимума функции $u(p)$ в этой области. Нормируя полученный неотрицательный вектор, найдем смешанную стратегию $p2$ для первого игрока.

Given

$p \ge 0 \quad p \le 2$

$P := \text{Maximize}(u, p)$

$$p2 := \frac{P}{P \cdot e} \qquad p2 = \begin{pmatrix} 0.33 \\ 0.33 \\ 0.33 \end{pmatrix}$$

Зададим величину допустимого чистого риска T для первого игрока и определим скорректированные смешанные стратегии X и Y для первого и второго игроков соответственно, а также скорректированное значение $v2$ средней цены игры:

$T := 0.3$

$X := (1 - T) \cdot p1 + T \cdot p2$

$Y := (1 - T) \cdot q1 + T \cdot q2$

$v2 := (B \cdot Y) \cdot X$

$$X = \begin{pmatrix} 0.263 \\ 0.637 \\ 0.1 \end{pmatrix} \qquad Y = \begin{pmatrix} 0.322 \\ 0.572 \\ 0.105 \end{pmatrix}$$

$v2 = 71.735$

Составим матрицу производственных планов и найдем план $D1$, обеспечивающий максимальную среднюю прибыль $v1$ при минимальном риске.

$$W := \begin{pmatrix} 80 & 60 & 80 \\ 70 & 40 & 80 \\ 70 & 50 & 60 \\ 50 & 50 & 70 \\ 75 & 50 & 50 \\ 35 & 75 & 60 \end{pmatrix}$$

$D1 := W \cdot p1$

$$D1 = \begin{pmatrix} 64.67 \\ 47 \\ 54.67 \\ 50 \\ 55.83 \\ 65.67 \end{pmatrix} \qquad v1 = 70.75$$

Найдем план $D2$, обеспечивающий максимальную среднюю прибыль $v2$ при допустимом риске.

$D2 := W \cdot X$

$$D2 = \begin{pmatrix} 67.267 \\ 51.9 \\ 56.267 \\ 52 \\ 56.583 \\ 62.967 \end{pmatrix} \qquad v2 = 71.735$$

Таким образом, если предприятие придерживается позиции крайней осторожности, то рекомендуется ежедневно производить продукты в объемах (с учетом округления): зонтики – 65 ед.; куртки – 47 ед.; плащи – 55 ед.; сумки – 50 ед.; туфли – 56 ед.; шляпы – 66 ед. При этом средняя прибыль составит 71 у.е.

Если предприятие придерживается рисковой позиции, то при допустимом уровне риска 0,3 рекомендуется ежедневно производить продукты в следующих объемах (с учетом округления): зонтики – 67 ед.; куртки – 52 ед.; плащи – 56 ед.; сумки – 52 ед.; туфли – 57 ед.; шляпы – 63 ед. Тогда средняя прибыль может составить 72 у.е.

СЕКЦИЯ «СОЦИАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ»

СТРЕСС, ЕГО ВЫЯВЛЕНИЕ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ

Абрамова Е.В.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт экономики и управления.
Научный руководитель: д.ф.н., к.псих.н., профессор Ивлева М.Л.

Введение

В наши дни много говорят о стрессе, связанном с административной, учебной или диспетчерской работой, с загрязнением окружающей среды, с выходом на пенсию, с физическим напряжением, семейными проблемами или смертью родственника. Однако немногие утруждают себя поисками подлинного значения термина "стресс" и механизмов его предотвращения. В частности, большинство людей никогда не задумывались над тем, есть ли разница между стрессом и дистрессом!

Стресс, выражаясь научным языком, это физическая, психическая, эмоциональная и химическая реакция тела на то, что пугает человека, раздражает его или угрожает ему. Мозг человека не отличает реальной угрозы от кажущейся, поэтому всякий раз, когда ситуация кажется опасной, реагирует, как на реальную угрозу. Чем чаще окружающая обстановка кажется враждебной, тем больше времени организм пребывает в состоянии боевой готовности. Хронический стресс – результат постоянного пребывания в обстановке, полной опасностей, какой как раз и является российское бизнес-образование.

Цель- выявление различий между житейскими и научными представлениями о природе стресса на разных возрастных этапах и способах регулирующих воздействий на него.

Задачи:

1) изучить научные источники, посвященные проблеме стресса;
2) разработать анкету для выявления житейских представлений о природе стресса;
3) исследовать возрастные различия в житейских представлениях о симптомах стресса;
4) сопоставить научные и житейские способы регулирующих воздействий в стрессовых ситуациях.

Гипотеза – житейские представления о природе стресса различаются в разный период жизни.

Объект исследования: стресс как психологический феномен

Предмет исследования: представления о стрессе и симптомах стресса.

Методика исследования

Составленные анкеты раздаются студентам, служащим и пенсионерам. Выборка составила 27студентов,12 служащих, 5пенсионеров. Использовались разработанные автором анкеты №1, №2 для исследования житейских представлений о стрессе и симптомов стресса.

1. Теоретические основы понятия «стресс»

1.1 Стресс, его природа. Научные источники.

Впервые термин «стресс» в физиологию и психологию ввел Уолтер Кэннон (англ. *WalterCannon*) в своих классических работах по универсальной реакции «бороться или бежать» (англ. *fight-or-flightresponse*).

Знаменитый исследователь стресса канадский физиолог Ганс Селье в 1936 году опубликовал свою первую работу по общему адаптационному синдрому, но длительное время избегал употребления термина «стресс», поскольку тот использовался во многом для обозначения «нервно-психического» напряжения (синдром «бороться или бежать»). Только в 1946 году

Селье начал систематически использовать термин «стресс» для общего адаптационного напряжения.
Психоэмоциональное напряжение именуют стрессом. В переводе с английского «стресс» означает «напряжение». Стресс – это ответная реакция на экстремальные условия, нарушающие эмоциональное спокойствие и равновесие человека.

Стресс могут вызывать как положительные эмоции (рождение ребенка, свадьба,), так и отрицательные (потеря работы, смерть близкого человека), а также и незначительные (стояние в очереди, пробке на дороге).
Когда стресс продолжается длительное время, то на фоне сильного раздражения нервной системы возникают различные заболевания. Ученые доказали что стресс разрушает организм на генетическом уровне.

Обычный человек замечает только сильные нервные потрясения, сопровождающиеся серьезными нарушениями здоровья (истерические обмороки, рыдания, носовые кровотечения, сильнейшие головные боли).
Однако не менее, а даже более опасны стрессы хронические, интенсивные, изматывающие организм длительной, еле заметной осадой. Статистика говорит, что находятся в состоянии ежедневного стресса не менее 70% людей.

1.2 Группы симптомов, по которым можно «заметить» стресс:

Ученые выделяют 4 группы симптомов.
Физиологические симптомы стресса - боли в разных частях тела (спина, желудок) неопределенного характера, особенно головные боли; повышение или понижение артериального давления, нарушение процессов пищеварения, напряжение в мышцах, дрожь или судороги в конечностях; появление высыпаний аллергического характера; увеличение или потеря веса, повышенная потливость; нарушение сна и/или аппетита; нарушение сексуальной активности.

Эмоциональные симптомы стресса – раздражительность, приступы гнева, равнодушие; ощущение постоянной тоски, депрессия; беспокойство, повышенная тревожность; чувство одиночества; чувство вины, недовольство собой или своей работой.

Поведенческие симптомы стресса – увеличение числа ошибок при выполнении привычной работы; потеря внимания к своему внешнему виду; нарушение сна и/или аппетита; резкое увеличение количества выкуриваемых сигарет, более интенсивное употребление алкоголя; увеличение конфликтных ситуаций на работе или в семье; трудоголизм, полное погружение в рабочие проблемы в ущерб отдыху и семейным обязательствам или наоборот; суетливость, ощущение хронической нехватки времени.

Интеллектуальные симптомы стресса – проблемы с необходимостью сосредоточиться; ухудшение памяти; постоянно и чаще всего бесплодное возвращение к одной и той же мысли, одной и той же проблеме; трудности в принятии решений; преобладание негативных мыслей.

2.Результаты исследования
2.1.Результаты анкетирования по анкете №1.

Анкеты были заполнены: студенты- 27 человек, служащие-12 человек, пенсионеры-5 человек.

При проверке анкетирования выявлены наиболее часто встречающиеся ошибочные представления относительно стресса.
На вопрос №1: «Связанные со стрессом симптомы и психопатические заболевания не могут причинить мне реального вреда, поскольку все они существуют только в моем воображении» -60% человек ответили ошибочно Комментарий :Это широко распространенное убеждение ложное .Стресс оказывает влияние не только на психику, но и на весь организм. Психосоматическое заболевание развивающееся в результате стресса, является реальным заболеванием, которое может представить серьезную опасность для здоровья, как, например, гипертоническая болезнь и язвенная болезнь желудка.
На вопрос №2: «Только слабые люди страдают от стресса» -57% из всех анкетированных ответили ошибочно. Комментарий :В наибольшей степени подвержены действию чрезмерного стресса сверх загруженные люди с очень высоким уровнем притязаний, своего рода «наркоманы от работы».
На вопрос №3: «Я не несу ответственности за стресс в своей жизни. Стресс в наше время неизбежен - мы все его жертвы» -студенты ответили ошибочно -65%, служащие-40%, пенсионеры-30%. Комментарий :В действительности мы стали ответственны за большую часть стрессов нашей жизни. Это следует из того факта, что стресс является результатом не столько того, что с нами происходит, сколько того, как мы на это реагируем. Такой стресс часто является нашим бессознательным выбором.
На вопрос №4: «Я всегда знаю, когда я испытываю чрезмерный стресс» -50 % ответили «да», 50%-«нет» Комментарий: Фактически, чем сильнее стресс, испытываемый нами, тем менее чувствительны мы к его симптомам - пока стресс не достигает такой силы, при которой его симптомы уже нельзя игнорировать.
На вопрос №5: «Распознать источники чрезмерного стресса легко» -49 % человек ответили-«да» Комментарий :Это утверждение верно только наполовину. Многие люди, могут легко распознать причину стрессов путем осознания стрессовых симптомов и быстрого обнаружения внешних причин. У некоторых людей признаки стресса не развиваются до тех пор, пока не исчезнет стрессор. В таких ситуациях стрессовые симптомы проявляются в форме психического или физического истощения.
На вопрос №6: «Все люди реагируют на стресс одинаково» -37%-человек ответили «да»
Комментарий: Мы отличаемся друг от друга по источникам стресса, симптомом и заболеваниям, развивающимся вследствие чрезмерного стресса, а также по эффективным формам его лечения.
На вопрос №7:«Когда я начинаю испытывать чрезмерный стресс, все, что я должен сделать, - это сесть и расслабиться»-40% ответили «да». Комментарий :Хотя релаксация представляет собой очень полезное средство борьбы со стрессом, мало кто умеет глубоко расслабляться. Такие методы, как медитация, хатха-йога и спокойное созерцание, являются наиболее эффективными способами достичь глубокого расслабления в противоположность таким видам досуга, как телевизор, радио и магнитофон. Необходимо помнить, что отпуск и другие формы восстановительного отдыха не всегда обладают расслабляющим действием.

2.2.Результаты анкетирования по анкете №2.

Анкеты были заполнены следующими участниками опроса: студенты- 27 человек, служащие-12 человек, пенсионеры-5 человек.
На вопросы: Какие симптомы я часто испытываю:
- боли в разных частях тела (спина, желудок) неопределенного характера, особенно головные боли; повышение или понижение артериального давления, нарушение процессов пищеварения, напряжение в мышцах, дрожь или судороги в конечностях; появление высыпаний аллергического характера; увеличение или потеря веса, повышенная потливость; нарушение сна и/или аппетита.

Положительно ответили 15 человек из 44 опрошенных;

– раздражительность, приступы гнева, равнодушие; ощущение постоянной тоски, депрессия; беспокойство, повышенная тревожность; чувство одиночества; чувство вины, недовольство собой или своей работой, учебой.

Положительно ответили 4 человека из 44 опрошенных;

– увеличение числа ошибок при выполнении привычной работы; потеря внимания к своему внешнему виду; нарушение сна и/или аппетита; резкое увеличение количества выкуриваемых сигарет, более интенсивное употребление алкоголя; увеличение конфликтных ситуаций на работе или в семье; трудоголизм, полное погружение в рабочие проблемы в ущерб отдыху и семейным обязательствам или наоборот; суетливость, ощущение хронической нехватки времени.

Положительно ответили 2 человека из 44 опрошенных;

– проблемы с необходимостью сосредоточиться; ухудшение памяти; постоянно и чаще всего бесплодное возвращение к одной и той же мысли, одной и той же проблеме; трудности в принятии решений; преобладание негативных мыслей.

Положительно ответил 1 человек из 44 опрошенных;

Были выявлены симптомы стресса у студентов, служащих и пенсионеров :

Студенческая жизнь полна чрезвычайных и стрессогенных ситуаций, поэтому **студенты** часто испытывают стресс и нервно-психическое напряжение. В основном у студентов стресс развивается из-за большого потока информации, из-за отсутствия системной работы в семестре и, как правило, стресс в период сессии. Эмоциональное напряжение у студентов начинается по крайней мере за 3-4 дня до начала сессии и сохраняется на всем ее протяжении даже в самые спокойные дни. Наличие эмоционального напряжения и в межэкзаменационные дни свидетельство того, что экзаменационная сессия сопровождается непрерывным, хроническим стрессом. Последствием такого стресса может являться невроз, т. е. функциональное заболевание нервной системы. Тогда страдает, в первую очередь, нервная система, ее ресурсы истощаются, заставляя работать организм на пределе.

У служащих исследования показали устойчивые состояния сниженной работоспособности (утомление, пресыщение, монотония) взаимосвязаны с развитием таких **симптомов** «эмоционального выгорания» , «переживание психотравмирующих обстоятельств», «загнанность в клетку»

У пенсионеров исследования показывают, что к физиологическим **признакам стресса** относятся язвы, мигрень, гипертония, боль в спине, артрит, астма и боли в сердце.

Вывод: большинство представлений о стрессе и преодолении его у опрошенных ошибочно или недостаточно верно.

3.Основные способы борьбы со стрессом.
3.1.Научный способ.

Все основные способы борьбы со стрессом можно распределить по следующим группам:
I - коррекция наиболее часто встречающихся ошибочных представлений относительно стрессовой реакции.

II- Человеку нужно объяснить: каким образом мысли и эмоции могут воздействовать на сам организм, и каким образом стресс может играть положительную (эустресс) и отрицательную (дистресс) роли.
III – Следует познакомить человека с тем, каким образом чрезмерный стресс может приводить к развитию определенных заболеваний.
1V - человек должен развить у себя способность самоанализа, для того чтобы идентифицировать характерные для него стрессоры. Важно помнить, что стрессоры у каждого человека носят присущий только ему характер. Если человек может идентифицировать свои источники стресса, то становится возможным предпринять конструктивные шаги с целью избегания стрессоров или, по крайне мере, для лучшей подготовки и столкновению с ними.

Научные способы борьбы со стрессом: групповой метод - для разрешения трудностей в общении, самопознании, приобретении автономной самооценки и т.д.; семейный метод - для гармонизации супружеских взаимоотношений, воспитания детей; аутотренинг - для волевого воздействия на вегетативные проявления; музыкотерапия и многое другое. Очень важную роль в лечении чрезмерного стресса играет психотерапия - лечение психологическими средствами (словом, внушением и т.д.).
Характер питания может оказывать влияние на стрессовую реакцию, поэтому выработаны рекомендации по диетотерапии стрессовых состояний. Хорошо сбалансированное питание играет важную роль для сохранения как физического, так и психического здоровья человека. (борьба с избыточным весом, сокращение потребления сахара, насыщенных жиров и холестерина, ограничение потребления соли). Следует не пропускать утреннего завтрака и питаться в течение дня равномерно.
Важную роль при лечении стрессовых состояний играет фармакологическоевмешательство, для эффективности которого очень важно значение имеют взаимоотношения пациента и врача.
Произвольная регуляция дыхания также используется в качестве мероприятия, направленного на снижение чрезмерного стресса. Сознательный контроль дыхания, т.е. регуляция дыхательных движений, является, по всей вероятности, самым древним из известных методов борьбы со стрессом.
Клиническое применение поведенческих аутогенных релаксационных методик, также оказываюсь весьма полезным при лечении чрезмерного стресса и его проявлений.
Для преодоления стрессовых состояний может быть использована также и медитация - концентрация внимания на объекте, предназначенном для сосредоточения.
Среди эффективных способов управления стрессом, возникающим в ходе профессиональной и других видов деятельности человека, хорошо зарекомендовала себя аутогенная тренировка. Она является одним из методов релаксации. При аутогенной тренировке обеспечивается полное сохранение самоконтроля, упражняется воля человека; при этом не исключаются проявления инициативы и творческого подхода. Она позволяет не только предупредить вредные последствия стресса и возникновение некоторых заболеваний, но и повысить общую работоспособность, тренировать волю, внимание, память, овладеть своими эмоциями, выработать навыки самонаблюдения. Аутотренинг направлен на перестройку сознания человека. Лица, занимающиеся аутогенной тренировкой, приобретают способность быть спокойными, бодрыми, уравновешенными в течении всего дня, в нужное время засыпать, управлять своим настроением.
Гипноз также может быть использован для профилактики и лечения чрезмерного психофизиологического стрессового возбуждения. В состоянии гипноза у человека уменьшается периферическая сфера осознания. Гипноз можно использовать для индуцирования состояния глубокой релаксации; далее для избегания стрессов и наконец, для того, чтобы помочь больному развить уверенность в себе. Гипноз может быть использован пациентом для того, чтобы купировать стрессовые состояния.

Одним из самых эффективных средств укрепления здоровья и повышения способностей организма противостоять воздействию стрессовых раздражителей является использование физических упражнений, т.е. «выбивание» психического стресса физическим. Физические упражнения и спорт являются наилучшим способом предотвращения отрицательных последствий стресса.
Хотя физические упражнения сами по себе являются интенсивной формой стресса, они сильно отличаются от стрессовой реакции, участвующей в развитии хронических заболеваний.
Одним из важных и давно применяемых способов предотвращения вредных последствий стресса является повторное или предварительной действие тех же или - других стрессоров, в результате чего существенно уменьшается воздействие стрессовых факторов.
В последнее время завоевал широкое признание как средство эффективной борьбы со стрессом массаж. Массаж снимает мышечное напряжение, снижает кровяное давление, развивает гибкость и упругость мышц.

В обычной, повседневной жизни умение сохранять внутреннее равновесие поможет вам обрести покой и легче переносить стрессовые события. В экстремальных условиях это умение может спасти вам жизнь.
Медитация (лат. - размышляю, обдумываю) - умственное действие, направленное на приведение психики человека в состоянии углубленной сосредоточенности. В психологическом аспекте медитация предполагает устранение эмоциональных «крайностей» и значительное снижение реактивности. Телесное состояние медитирующего характеризуется при этом расслабленностью, а его умонастроение - приподнятостью и некоторой отрешенностью.
Релаксация по методу Бенсона1. Спокойная обстановка.2. Объект сосредоточения. 3. Пассивное отношение (освободить разум от мыслей, целей). 4. Удобная поза. Рекомендуется сидячая, чтобы не заснуть. Было бы полезно, - отмечает Бенсон, - введение в современную культуру ежедневной утренней релаксации «вместо утреннего кофе». Постоянное применение релаксации (1-2 раза в день в течение нескольких месяцев) приводит к тому, что уменьшается степень напряжения в стрессовых ситуациях, заметен «общий сдвиг в сторону спокойствия».
Нередко очевидны и более глубокие изменения, человек становится в большей степени хозяином своей судьбы: появляются адекватное отношение к окружающей реальности и к самому себе, уверенность в своих силах, повышается ответственность за собственную жизнь

3.2. Житейский способ предотвращения стресса: многие из нас, не важно в каком возрасте, избавляются от стресса с помощью крика (срыва на близких), сами того не замечая.
Некоторые домохозяйки избавляются от стресса при помощи пения во время мытья посуды.
Пожилые люди избавляются от стресса, сидя на лавочке в расслабленном состоянии и общаются между собой о своих болячках.
Большинство людей избавляются от стресса при помощью курения, не задумываясь о том, что они делают те же самые дыхательные упражнения, как и при медитации, релаксации.

Итак, стресса не следует избегать. Есть способы перехитрить стресс:
Аутогенная тренировка. Больше движения (бег, аэробика). Не затягивать с разрешением любых конфликтов.
Сходить в кино, послушать любимую музыку, делать то, что нравится.
Сократить до минимума поездки и встречи, без которых можно обойтись.
Научиться говорить людям «нет».
Не перегружаться.
Не злоупотреблять кофе, алкоголем.

В стрессовой ситуации желательно сделать паузу хотя бы 15-20 минут, прогуляться, поговорить с друзьями.
Переключить внимание на приятную тему.
Если опаздываешь, нужно внушить себе, что как бы ты не злился - пробка на дороге от этого не рассосется, трамвай не поедет быстрей.
При получении неприятного известия бывает полезно представить себе более странный «сценарий».
Красный, желтый и оранжевый цвета действуют как сильные раздражители.
Голубой цвет - это цвет глубокого шока, цвет страха, цвет стресса.
Синий и зеленый цвета успокаивают.
Хорошая классическая музыка снимает чувство подавленности и «убитости».
Съешьте банан. В нем есть сиротин (гормон счастья) и витамин В.
Попросите кого-нибудь три минуты короткими нажатиями помассировать энергетическую точку в середине ступни.
Любовь - лучшее лекарство от стресса, эндорфины - гормоны счастья.
Первые 2 часа после возвращения с работы домой считаются наиболее критическими.
Душ, теплая ванна.
Полноценный глубокий сон.
Делайте что-нибудь с настроением Хобби - то, что нужно. Исцеление не в том, что вы делаете, а как вы к этому относитесь.
Чтобы избежать постоянного дистресса, разочарования и неудач, не нужно браться за непосильные задачи.

Заключение

Состояние стресса у человека так же старо, как и сам человек. Стрессу подвержены все - от новорожденного до немощного старика.
Стресс не только зло, не только беда, на и великое благо, ибо без стрессов различного характера наша жизнь стала бы похожа на какое-то бесцветное и безрадостное прозябание.
Активность - единственная возможность покончишь со стрессом: его не пересидишь и не перележишь.
Постоянное сосредоточение внимания на светлых сторонах жизни и на действиях, на которые могут улучшить положение, не только сохраняет здоровье, но и способствует успеху. Ничто не обескураживает больше, чем неудача, ничто не ободряет больше, чем успех.
Со стрессом можно справиться, нужно лишь желание и немного свободного времени для себя. Другое дело, что нет желания - просто человеку приятно осознать, то, что он испытывает стресс, рассказывая и «жалуясь» всем, о том, в каком он глубоком стрессе, ища в этом наверное сочувствия, понимания. Если же есть желание и немного свободного времени, то описанные выше способы преодоления стресса, весьма эффективны. Начав с релаксации (2- 3 раза в день по 10-15 минут), постепенно может освоить аутотренинг, медитацию, что со временем войдет в вашу жизнь, как нечто неотъемлемое. Займитесь спортом, хобби и т.д.
Если же есть желание, но нет времени, кроме всего прочего вам поможет самовнушение - просто думайте о прекрасном, о том, что у вас все хорошо…
Назовите себя удачливым, и вы будете таким.

Список литературы

1.Стресс для "чайников": Аллен Элкин — Москва, Вильямс, 2006 г.- 320 с.
2.Стресс. Тревога. Депрессия. Алкоголизм. Эпилепсия: И. П. Лапин — Санкт-Петербург, ДЕАН, 2004 г.- 224 с.
3.Стресс. Эффективные методы избавления: — Санкт-Петербург, Эксмо, 2009 г.- 64 с.

АНАРХИСТСКОЕ ДВИЖЕНИЕ: ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ

Ванян А.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Автомобильный институт, факультет «Институт экономики и управления».
Научный руководитель: к. филос. н., доцент Головко Ю. В.

В наше время существует полная неясность относительно анархизма. Для того, чтобы неясность исчезла, нужно разбить стереотипы, сложившиеся в области восприятия понятия «анархизм» в обществе.

Термин «анархизм» происходит от греческого слова anarkhia, означающего «против власти» или «без правителя». Слово использовалось в этом узком смысле до 1840 года, пока Пьер Жозеф Прудон не употребил его для описания своей политической и социальной идеологии. Сам же Прудон определял анархизм как политическую теорию, целью которой является достижение анархии - «безвластия». Другими словами, анархизм – политическая теория, которая стремится к созданию общества, в котором отношения между людьми строятся на принципах равенства и свободного договора. Также анархизм выступает против всех форм иерархии и авторитаризма (а не только государства и капитализма) как вредных для людей и ущемляющих их индивидуальность. Прудон доказывал, что организация без правительства не только возможна, но и желательна. В эволюции политических идей в анархизме можно видеть крайнюю проекцию как либерализма, так и социализма, а различные направления анархистской мысли могут оказаться ближе одному из этих политических учений в зависимости от того, как расставлены акценты.

Выдающийся анархист Петр Кропоткин дает самое ясное и лаконичное определение анархии: анархия — это учение, которое стремится к полному освобождению человека от ига Капитала и Государства.

«Анархизм» и «анархия» – несомненно, наиболее искаженные идеи в истории политических теорий. Часто эти слова используют для обозначения «хаоса» или «беспорядка», считая косвенно, что анархисты желают социального хаоса и возвращения к «законам джунглей». Этот процесс искажения – исторически обоснован. Так, в тех странах, в которых правил один человек (например – монархия) слова «республика» и «демократия» воспринимались аналогично понятию «анархия» как беспорядок и хаос. Политические силы, заинтересованные в сохранении статус-кво в данных странах будут убеждать людей в том, что альтернатива существующей системе практически не работоспособна, и что новая форма общественного устройства будет только вести к хаосу. Или, как говорил Е. Малатеста: «Люди думали, что правительство необходимо и что без правительства может быть только беспорядок, и естественно, что анархия, означающая отсутствие правительства, должна звучать подобно отсутствию порядка».

Анархисты хотят изменить это понимание «здравого смысла» относительно «анархии» так, чтобы люди увидели, что правительство и другие иерархические социальные отношения являются и вредными и ненужными: «Убедите людей, что правительство не только не нужно, но и чрезвычайно вредно. Тогда слово анархия не будет восприниматься так нелепо, и отсутствие правительства будет считаться естественным законом человеческого общества».

Анархизм, таким образом, является политическим движением, цель которого – создавать общество без политических, экономических или социальных иерархий. Анархисты считают, что анархия является жизнеспособной формой социальной системы и дает возможности для максимизации свободы личности и социального равенства.

Одним из ключевых понятий в анархизме является понятие сотрудничества. Сотрудничество между людьми – ключ к антиавторитаризму. Сотрудничеством мы можем развить и защитить нашу собственную уникальность, а также обогатить нашу жизнь. Михаил Бакунин утверждал, что свобода помогает человеку распознать его собственное человеческое достоинство, осознать цель своей жизни, признавая это качество и в других людях, сотрудничая с ними для реализации общих идеалов. Иначе говоря, сущность анархизма – свободное сотрудничество между людьми для максимизации их свободы и индивидуальности.

У анархического общества есть свои идеалы. Анархисты желают построить децентрализованное общество, основанное на свободной ассоциации. Только такая организация общества способна осуществить главные ценности анархизма – свободу, равенство и солидарность. Только децентрализацией власти, и структурно и территориально, может быть достигнута свобода личности.

Анархистское общество не подразумевает некоторого вида идиллического состояния гармонии, где все имеют единое мнение. Так, в анархистских ассоциациях предполагается управление общим собранием всех участников, после широкого обсуждения проблем, дебатов, где должен быть выявлен и устранен совместный конфликт между равными участниками. После чего исполнение поставленных общим собранием задач производится избираемыми комитетами, несущими просто административные функции. Эти комитеты были бы составлены из выбранных на определенное время делегатов, которым передано под мандат выполнение поставленных задач под контролем собрания, которое выбирало их. Если делегаты действуют несоответствующим воле избирателей образом или пробуют расширить и продлить свое влияние или работу, они могут и должны быть немедленно отозваны, такие их решения отменены. Таким способом организация останется в руках союза индивидуумов, которые ее создали.

Самоуправление – принцип любой анархистской организации. Ключевое различие между государственной или иерархической системой и анархистским сообществом – в том, кто владеет властью. В парламентской системе, например, люди передают власть группе представителей, чтобы те принимали решения для них и за них в течение установленного периода времени. Выполняют ли депутаты свои обещания или нет – неизвестно и не имеет значения, поскольку люди не могут отозвать их до следующих выборов. Власти лгут людям, а те, кто внизу, должны ей повиноваться. Точно так же в капиталистическом предприятии – власть принадлежит неизбранному меньшинству директоров и менеджеров наверху, а рабочие, как ожидается, будут им повиноваться.

В анархистском обществе эти отношения полностью изменены. Никто, индивидуум или группа (избранные или неизбранные) не имеет власти в анархистском сообществе. Вместо этого решения принимаются, используя прямые демократические принципы и, когда требуется, сообщество может выбрать или назначить делегатов, чтобы выполнить эти решения.

Общины, основанные в соответствии со свободным соглашением, также свободно связаны вместе в конфедерации. Такая свободная конфедерация управлялась бы снизу, решениями собраний первичных групп. Конфедерация управлялась бы аналогично коллективам. Были бы местные, региональные, «национальные» и «международные» конференции, в которых все важные проблемы, затрагивающие участвующие в конфедерации коллективы будут обсуждаться. Таким образом, любые, даже фундаментальные, основополагающие принципы и идеи обустройства общества были бы обсуждены, на основе этих обсуждений приняты политические решения, которые в конечном итоге осуществляют избранные делегаты.

Любые делегаты в анархистской организации, или обществе – не представители (в том виде, в котором они находятся в демократическом правительстве). Кропоткин ясно дает понять это

различие: «Различия между истинной делегацией и представительством может быть лучше понят, если вообразить сто или двести человек, которые встречаются каждый день на работе и сталкиваются с общей проблемой… они обсудили каждый аспект этого вопроса между собой и пришли к общему решению. Тогда они выбирают кого-то и посылают его, чтобы он достигнул соглашения с другими аналогичными делегатами иных групп… Делегат не уполномочен сделать больше, чем объяснить другим делегатам те соображения, которые привели его (или ее) коллег к их заключению. Делегат не уполномочен принимать решения за группу, он должен всего лишь выслушать и понять мнение других групп и довести их мнение до сведений своих избирателей, которое его избиратели могут принять или отвергнуть. Это процесс истинной делегации».

В отличие от представительской системы, власть не делегирована в руки избранных. Скорее, любой делегат – просто инструмент для передачи мнения ассоциации, которая его выбрала. Все делегаты и комитеты получают мандат и могут быть мгновенно отозваны, чтобы гарантировать, что они выражают мнение своих избирателей, а не свое собственное. Таким способом правительство заменено анархической сетью свободных ассоциаций и общин, сотрудничающих друг с другом на равных, основанной на системе решений, переданных под мандат делегатам, принципе мгновенного отзыва делегата, свободного соглашения и свободной конфедерации.

Сеть анархистских общин делится на три уровня. «Независимые Коммуны для территориальной организации населения, федерации Профсоюзов для организации людей в соответствии с их различными функциями… (и) свободные объединения и общества… для удовлетворения всех возможных и вообразимых потребностей – экономических, санитарных, образовательных; для взаимной защиты, для пропаганды идей, для искусства, для развлечения, и так далее». Все основано на самоуправлении, свободной ассоциации, свободной федерации и самоорганизации снизу.

Такая организация общества отменила бы иерархию во всех аспектах жизни, потому что люди в основе организации контролируют все процессы в обществе, а не их делегаты. Только эта форма организации может заменить правительство (власть избранных) анархией (власть всех). Такая форма организации существовала бы во всех сферах, где требуется групповая работа и координация многих людей. Бакунин сказал, надо «объединять индивидуумов в структуры, которые они могут понять и контролировать». Анархисты желают создать общество, основанное на структурах, которые гарантируют, что ни один человек или группа не способны захватить власть над другими. Свободное соглашение, конфедерация, прямая демократия – механизмы, с помощью которых власть из рук правительств и передана в руки тех, кого непосредственно затрагивают ее решения.

Анархия – не утопия, а «совершенное, гармонично развитое» общество. Это будет человеческое общество, со всеми проблемами, надеждами и опасениями людей. Анархисты не думают, что люди должны быть «совершенны» для анархии. Они только должны быть свободны.

Очевидно, что свободное общество впоследствии произведет людей, более соответствующих своей индивидуальности, индивидуальности других и потребностям такого общества, таким образом сокращая социальный конфликт. Споры решали бы разумными методами, например, использованием жюри, третьих лиц, или собраний рабочего коллектива и сообщества.

Подобно аргументу, что «анархизм – против человеческой природы», противники анархизма обычно выдвигают аргумент, что анархисты пытаются создать «сверхчеловека». То есть людей, которые не могут быть развращены властью, которых странным образом не затрагивают искажения иерархии, привилегии, и т.д. Анархисты не требуют человеческого совершенства, поскольку люди не совершенны и должны нести ответственность за свои поступки перед другими людьми. А создание сверхчеловека предполагает сосредоточение

власти в его руках или в руках элиты, на которых будет переложена ответственность за поступки людей.

Анархисты категорически отвергают терроризм. Под терроризмом понимается планирование или не препятствование убийству невинных людей. Анархическое общество отвергает это. Нельзя в чем-то убеждать людей, взрывая их. Во-вторых, анархизм – это самоосвобождение. Нельзя разрушить социальные отношения. Свобода не может быть создана действиями избранной элиты, разрушающей от имени большинства. Пока люди испытывают потребность в правителях, иерархия неизбежна. Как говорилось выше, свободу нельзя дать, ее можно только взяться. Наконец, анархизм всегда стремится к свободе. Бакунин писал, что, «когда делаешь революцию ради освобождения человечества, надо уважать жизнь и свободу человека». Для анархистов средства определяют результат, и терроризм, по самой его природе нарушающий жизнь и свободу индивидуумов и не может быть использован для создания анархистского общества.
Анархисты – не против людей, но против тех учреждений и социальных отношений, которые позволяют некоторым иметь власть над другими и злоупотреблять этой властью. Поэтому анархистская революция – это разрушение структур, а не убийство людей. Бакунин говорил, что «мы желаем не убивать людей, но хотим отменить классы и привилегии», и анархизм «означает не смерть индивидуумов, которые составляют класс буржуазии, но смерть буржуазии как политического и социально-юридического лица, экономически отличного от рабочего класса».
Почему же анархизм часто ассоциируется с насилием? Частично это потому, что государство и СМИ называют анархистами террористов, которые не являются анархистами.
Да, анархисты одно время пользовались насильственными методами борьбы, но в своей основе это был ответ репрессиям со стороны государства. В общем же, насильственный метод среди анархистов продержался недолго. Кропоткин первоначально одобрял насильственные действия, направленные против членов правящего класса. Но, к 1890 году он понял, что не стоит одобрять насильственные действия, если они не совершаются в целях самозащиты революции. Это произошло частично из-за простого отвращения к убийству (взрыв театра в Барселоне в ответ на расстрел анархистов государством, участвовавших в восстание Jerez 1892 году, взрыв бомбы в кафе Эмиля Генри в ответ на репрессии) и частично из-за понимания, что это препятствует развитию анархизма. Все больше анархисты понимали, что «пропаганда в соответствии с делом» предоставляет государству прекрасный повод начать репрессии против анархистского и рабочего движения. Кроме того, это дало СМИ (и противникам анархизма) шанс связать анархизм с бессмысленным насилием, таким образом отчуждая большую часть населения от движения. Эту ложную связь анархизма с терроризмом упоминали при каждой удобной возможности, независимо от фактов.
Часто забывают, что члены других политических и религиозных групп также совершали такие действия. Нет лучшего способа дискредитировать и отправить на задний план движение, чем с помощью злонамеренной фальсификации и/или умалчивания фактов изобразить его сторонников «безумными бомбистами» без убеждений или идеалов, имеющих только безумное желание уничтожать. Так анархистов изобразили как угрозу статусу-кво в обществе.
Конечно, огромное большинство толстовцев и представителей аналогичных течений выступило против терроризма как нравственно неприемлемого и малопроизводительного. И это мнение большинства анархистов, всех стран и всех времен. Время терроризма анархистов прошло, настало новое время.

Для более полного понимания сущности идей анархизма хотелось бы проследить основные этапы их развития.

Первыми глашатаями анархизма выступили англичанин Уильям Годвин (1756-1836) и немец Макс Штирнер (1806-1856). В книге Годвина «Исследование о политической справедливости и ее влиянии на всеобщую добродетель и счастье» (1793) и в работе Штирнера «Единственный и его собственность» (1844) были резко обозначены контуры анархического мировоззрения. Оба мыслителя сформулировали такие важнейшие постулаты анархизма, как необходимость уничтожения государства, децентрализации общественной жизни и производства, противоположность интересов общества и государства и т.д. Однако взгляды упомянутых теоретиков анархизма совпадали далеко не во всем. Годвин исходил из тезиса о доброй природе человека, на которую дурно влияют государственные институты, и предложил анархо-коммунистическую программу социальных преобразований. В центре построений Штирнера – уникальная личность, эту личность нельзя свести к каким-либо социальным ролям и проявлениям. Немецкий мыслитель призывал человека низвергнуть надличностные (идеологические) фетиши и деспотические учреждения, осознать свои истинные интересы и, соединяясь с другими – тоже единственными – личностями, начать борьбу за свое освобождение. Годвин, оставаясь приверженцем идей Просвещения, еще верил в великую силу слова, в возможность преобразовать общество путем пропаганды. Штирнер уже не считал возможным надеяться на «добрую волю» правительств и буржуазии. Он признает необходимость рабочих забастовок, экспроприации собственности и создания свободного «союза эгоистов». Однако акцент в книге немецкого мыслителя делается не на проповеди социальной революции, а на призыве к «восстанию личности». Так сразу обозначились два направления анархической мысли – философски-индивидуалистическое, подчеркивающее уникальность отдельной личности, и социологически-коммунистическое, делающее упор в основном на построении свободного и справедливого общества. При этом воззрения Годвина и Штирнера дополняют друг друга. Возникшие впоследствии многочисленные анархические течения основывались на различных вариантах сочетания и совмещения стремлений к индивидуальной свободе и к социальной справедливости. И Годвин, и Штирнер были одинокими мыслителями, стоящими отнюдь не в центре общественной жизни. Ни тот, ни другой еще не употребляли применительно к своим взглядам наименования «анархизм».

Следующим из этих первопроходцев был Пьер Жозеф Прудон (1809—1865) — французский идеолог, первым назвавшийся анархистом. Он прославился в 1840 году трактатом «Что такое собственность?», где провозгласил, что «собственность — это кража», но также и утверждал, что «собственность — это свобода». Прудон не усматривал никакого противоречия между этими двумя лозунгами, так как первый относился к землевладельцам и капиталистам, собственность которых приобретена путем захвата или эксплуатации и поддерживается только с помощью государства, его законов, полиции и армии, второй же касался семьей крестьян или ремесленников с их естественным правом на жилище, на землю, которую они могли бы обрабатывать, и на инструменты для ремесла, но не на владение или распоряжение домами, землей или средствами к существованию других людей. Прудона критиковали за желание законсервировать убогий мир крестьянских и ремесленнических общин, в ответ на что он рисовал картину процветающей федерации.

Следующим из классиков анархизма был русский революционер Михаил Бакунин (1814—1876), известный спорами с Марксом в Первом интернационале в 1870-х годах, в которых с замечательной точностью предсказал итоги марксистских диктатур XX века. «Свобода без социализма, — говорил он, — это привилегии и несправедливость, но социализм без свободы — это рабство и жестокость». Жизнь Бакунина похожа на легенду. В числе его друзей были Н.В.Станкевич, И.С.Тургенев, А.И.Герцен, В.Г.Белинский, П.Я.Чаадаев, Г.Гервег, Р.Вагнер, Ж.Санд, А.Мицкевич, П.Ж.Прудон, А.Руге, В.Вейтлинг. Бакунин вдохновил Рихарда Вагнера на создание образа неистового Зигфрида, Бакунин был прототипом Рудина у Тургенева и Ставрогина у Достоевского.

Дальнейшее развитие теории анархизма связано с работами главного противника Маркса внутри Интернационала, М.А. Бакунина, испытавшего влияние Прудона и развившего идеологию анархо-коллективизма. Бакунин разделял федерализм Прудона и убеждение в необходимости непосредственных действий рабочего класса, однако он полагал, что система отношений собственности, предлагаемая Прудоном, нереалистична. Средства производства, согласно Бакунину, должны находиться в общественной собственности, причем каждый рабочий должен получать плату только за реально проделанную работу. Второе отличие Бакунина от Прудона состояло в отношении к революционным методам. Прудон был убежден, что организации возможно создавать внутри существующего общественного строя, что постепенно приведет к его трансформации без насильственной революции. Бакунин, утверждая, что «страсть к разрушению есть вместе с тем и творческая страсть», отрицал возможность мирного пути развития общества, полагая, что насильственная революция, разрушающая все существующие институты, есть необходимая прелюдия к строительству свободного общества. В 1868 году бакунисты создали Альянс социалистической демократии, который вошел в состав Первого интернационала. Несмотря на то, что принципы индивидуализма и ненасилия (как основные в доктрине Прудона) продолжали развиваться периферийными течениями анархизма, бакунинские взгляды о необходимости коллективной собственности и насильственной революции доминировали в анархистском движении со времени Первого Интернационала до окончательного крушения анархизма как массового движения во время гражданской войны в Испании (1936-1939).

Маркс и Энгельс в рамках Первого интернационала вели настойчивую борьбу против прудонизма и против Бакунина и его последователей. В 1872 году Гаагский конгресс Первого интернационала исключил из своих рядов анархистских лидеров М. Бакунина и Д. Гильома. В том же году бакунисты создали Анархистский интернационал, который просуществовал до 1878 года. В 1873 году Генеральный совет Интернационала принял решение о том, что все организации, отказавшиеся признать общие решения Гаагского конгресса, не могут считаться членами Интернационала; по существу это означало исключение бакунистов из его рядов. Позднее анархисты были исключены и из Второго Интернационала (1891).

Преемником Бакунина в роли ведущего идеолога анархизма стал П.А. Кропоткин, который сосредоточился на теоретической разработке идеала будущего анархического общества, обобщенного им в книгах «Хлеб и воля» (1892) и «Поля, фабрики и мастерские» (1899). Кропоткин пошел дальше коллективизма Бакунина и разработал идеологию анархо-коммунизма. Новый общественный строй мыслился им как вольный союз самоуправляющихся общин, где господствует обязательный для всех труд и полное обобществление не только средств производства, но и предметов потребления. Предусматривалась ликвидация «аристократии умственного труда» как одной из форм неравенства и упразднение «университетов и академий..., если ими не пользуется каждый без исключения член общества». В 1870-х годах Кропоткин испытал влияние французского географа и теоретика анархизма Элизе Реклю, ученика французского социалиста-утописта Ш. Фурье. Идеал Кропоткина имеет сходство с «казарменным» социализмом, благодаря строгой регламентации внутренней жизни общины.

Стремясь обосновать возможность анархического общества, Кропоткин приступил к разработке этики анархизм, основанной на достижениях «позитивной науки» («Современная наука и анархизм», 1901). Он утверждал, что конкурентной борьбе за существование и в природе, и в обществе противостоит принцип «взаимной помощи», главный фактор человеческой эволюции и этического прогресса («Взаимная помощь как фактор эволюции», 1890). Уничтожение государства, сковывающего действие этого фактора, будет означать переход к естественному анархическому состоянию. Принципы морали Кропоткин выводил

из биологических оснований, полагая, что понятие зла имеет источником естественный отбор, а представление о добре — взаимную помощь внутри видов («Этика», 1922).

Современное анархистское движение весьма разнообразно, и включает в себя множество течений. Наряду со «старыми» анархистами, то есть представителями классических направлений в анархизме, преимущественно анархо-синдикалистами и анархо-коммунистами, существует например такое движение как анархо-примитивисты. Существуют также проанархистские движения «автономистов», ред-скинов (красные и анархо-скинхеды), экологических движений, различных культурных инициатив, поселений, которые насчитывают десятки тысяч активистов. Они борются за так называемую «деколонизацию повседневной жизни» в нынешнем обществе.
Следуя традиции ситуационистов и новых социалистов многие современные анархисты пытаются создать некую альтернативу отчужденному и репрессивному социуму, решая все вопросы коллективно, на основе консенсуса, уважая личность и избегая всякого авторитаризма и иерархии. Патриархату противопоставляется равенство полов, традиционным семейным отношениям - коммуны, иерархии - самоуправление. Пропагандируются и активно практикуются экологизм, антиимпериализм и антифашизм. Анархисты активно выступают против дискриминации по половому, национальному, гендерному, сексуальному признакам, против межгосударственных войн и политики неоколониализма. Анархисты весьма активны в антифашистском движении, постоянно участвуют в уличном противостоянии с неофашистами и неонацистами, а так же полицией. В семидесятые огромный размах и известность приобрело антиядерное движение, в котором активно участвовали анархисты и автономы. Это было очень массовое движение, в котором активно участвовала западная молодёжь. Автономы-сквоттеры часто захватывают пустующие здания, которые они превращают в центры либертарной культуры и политики. Существуют различные анархистские коммуны, одной из самых знаменитых из которых является коммуна Христиания в Копенгагене.
Анархо-синдикалистское профсоюзное движение традиционно наиболее сильно развито в Испании. После смерти диктатора Франко в 1976 году здесь началось массовое возрождение анархизма. На первое постфранкистское собрание НКТ пришло порядка 500 тыс. человек. Правда впоследствии в НКТ произошло несколько расколов, в первую очередь по вопросу о выборах в комитеты предприятий. Так что в итоге на сегодняшний день в Испании действует два основных анархо-синдикалистских объединения: НКТ-МАТ, в котором состоит порядка 10-15 тысяч человек, и ВКТ, в котором состоит около 60 тысяч человек. Соответственно НКТ-МАТ выступают против участия в этих выборах, а ВКТ в них активно участвуют. Некоторая либерализация внутренней жизни в ряде латиноамериканских стран в конце 70-х и 80-х гг. способствовала началу возрождения и в этих странах. В СССР анархистское движение стало возрождаться в конце 1980-х, а крупнейшим объединением рубежа 1980-1990-х годов стала Конфедерация анархо-синдикалистов (КАС), которая объединяла во время своего наибольшего подъема до двух тысяч человек.
Сегодня анархистское движение, конечно, все ещё не так сильно как прежде, но организует уже десятки тысяч революционеров во многих странах. В многих странах мира насчитываются десятки, если ни сотни тысяч сторонников анархистских идей. Появились группы анархистов и в тех странах, в которых их никогда не было, например, в Нигерии, Турции, Ливане, Бангладеш. Греческое анархистское движение является на сегодняшний день одним из самых сильных в либертаром лагере.
Медленно возрождение анархизма идет в Северной Америке, но и там либертарные организации испытывают существенный рост своих рядов. Вновь активизируется организация Индустриальные рабочие мира (IWW).

В Южной Америке возрождается некогда знаменитая аргентинская ФОРА (Аргентинская региональная рабочая федерация), секция МАТ, пытающаяся воссоздать рабочее анархистское движение.
В Израиле анархизм позиционируется как политическая реализация библейского общественного устройства: небольшие города без федерального законодательства, управляемые выборными судьями. По мнению теоретика библейского анархизма Овадьи Шохера, свобода от власти реализуется не путем демонтажа власти как таковой, но устранения монополии на власть. Для этой цели библейский анархизм выдвигает концепцию конкурирующих юрисдикций - небольших городов, каждый со своими ценностями и законами, которые позволяют любому человеку выбрать комфортную для себя политическую систему без необходимости эмиграции в другую страну.
Во всем мире существуют многочисленные анархистские издания, исследовательские центры, библиотеки (среди них английское издательство «Фридом», основанное Кропоткиным, американский журнал «Анархия: журнал вооружённого желания», немецкое издание «Шварцен фаден», швейцарская анархическая библиотека СЕРА и др.). В России сегодня тоже выходят анархистские журналы и газеты.
Одним словом, сегодня анархизм не является музейным экспонатом, как многим неискушенным может показаться. Его теория и практика еще послужит будущему человеческой цивилизации. Время анархизма только начинается.

Помимо всего, был проведён опрос среди людей от 18 до 32 лет.

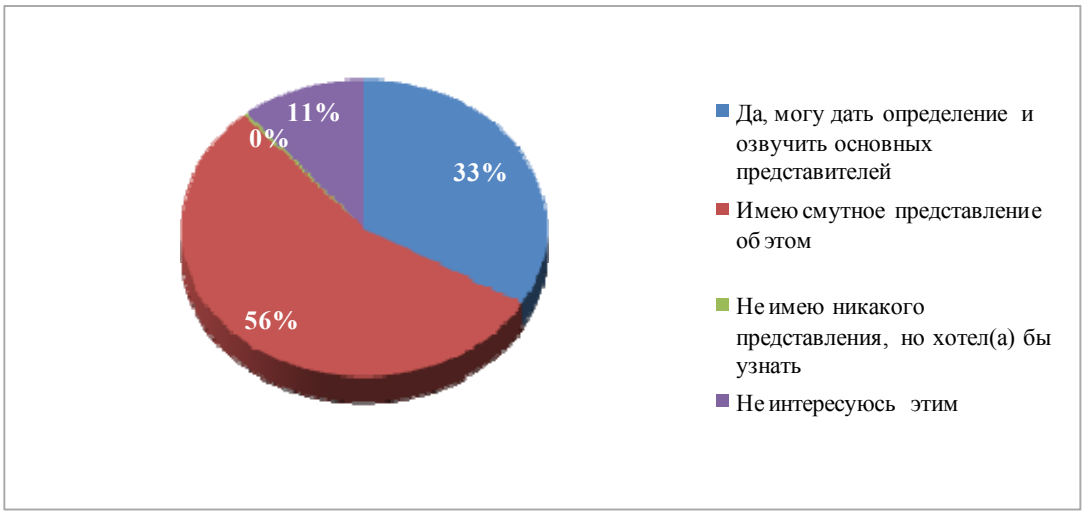


Рисунок 1 – Имеете ли Вы какое-либо представление об анархизме?

Из диаграммы видно, что большинство опрошенных (56%) имеют смутно представление об анархизме. Не будем также забывать, что возможно это смутное представление имеет субъективный окрас.

Рисунок 2 – Довольны ли Вы властью в вашей стране?

Рисунок показывает, что 48,29% опрошенных (32 человека) не довольны властью в своей стране, но не готовы уступить чем-либо ради перемен. Это, конечно, грустно, но всё же приятно видеть, что 24,14%(16 человек) не сдаются и продолжают бороться.

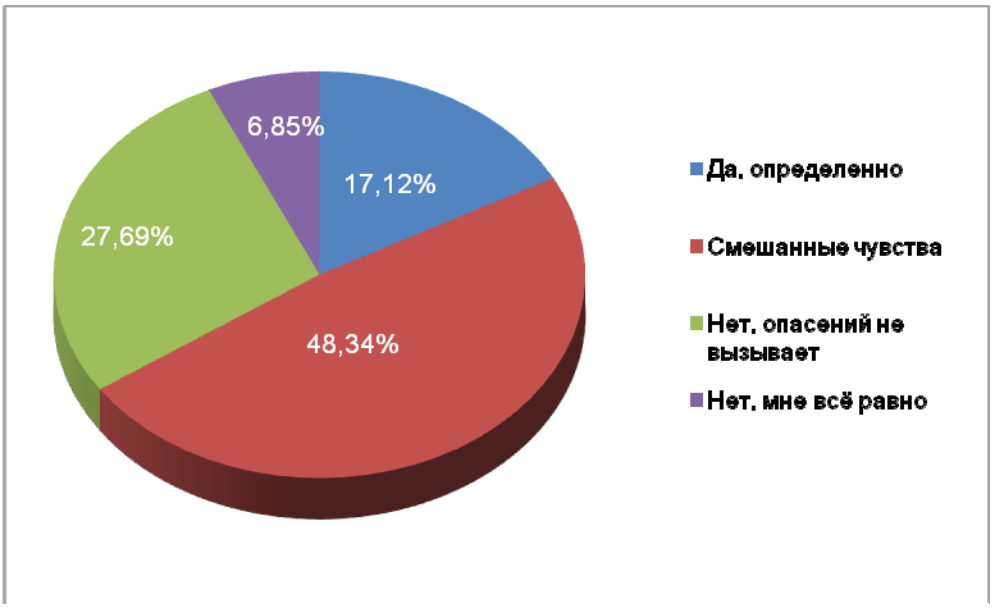


Рисунок 3 – Вызывают ли у Вас анархия какие-либо опасения?

Данная диаграмма показывает, что существенное большинство – это 48,34% опрошенных (32 человека) располагают смешанными чувствами относительно анархии, а 17,12 % (12 человек) и вовсе его опасаются, хотя чему тот опасаться?

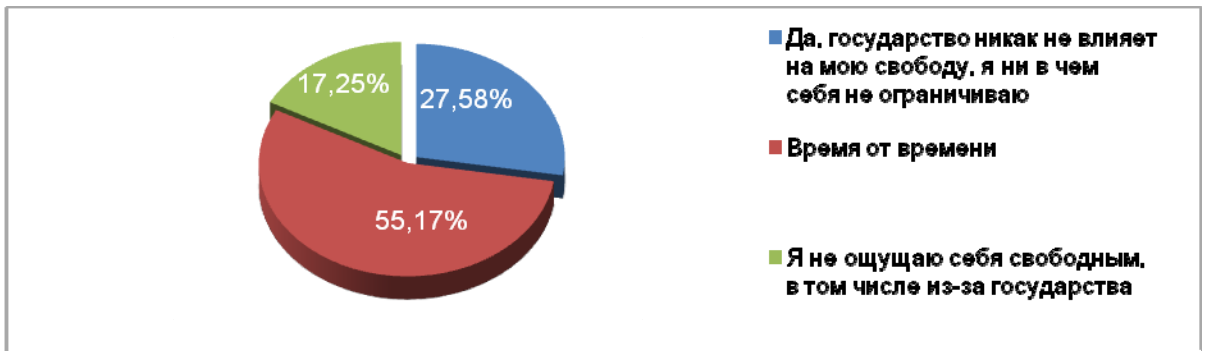


Рисунок 4 - Чувствуете ли вы себя свободным(ой), ощущая контроль со стороны государства?

Последний рисунок указывает на то, что больше половины опрошенных (55,17%) время от времени не чувствуют себя свободными, ощущая контроль со стороны государства. 27,58% опрошенных чувствуют себя весьма хорошо, не ощущая контроля. Только 17,25% с уверены в том, что государства давит на них.

Данные опросы позволяют сделать вывод о том, что существенное большинство опрошенных людей не довольны властью в своей стране, но, тем не менее, очень многие готовы терпеть власть, не смотря на то, что время от времени ощущают контроль со стороны государства. Всё же примерно четверть из опрошенных людей не хотят больше терпеть и готовы бороться за себя, свои права, за свободную и честную настоящую жизнь уже сейчас. Это позволяет не терять надежды и верить в лучшее будущее.

СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ

Цзен М. С.
Пряничникова А. К.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт экономики и управления, специальность «Менеджмент».
Научный руководитель: к. филос. н., доцент Головко Ю. В.

Термин социальная сеть был введён в 1954 году социологом из «Манчестерской школы» Джеймсом Барнсом в работе «Классы и собрания в норвежском островном приходе». Если трактовать термин в его широком значении, то можно сказать, что первой социальной сетью были костры, которые разжигали в древности, чтобы сообщить об опасности. Есть два человека – вот вам вершины сети, а костры – канал связи.

Первая социальная сеть в интернете появилась в 1995 году. Это был американский портал Classmates.com (“Одноклассники» - русский аналог этого сайта.). Официальным началом ажиотажа вокруг социальных сетей принято считать 2003-2004 года.

Социологи сходятся в одном: социальные сети - это тип отношения людей друг с другом. В социальных сетях нет начальников и подчиненных, все держится на личном желании людей. Главное в ней - взаимное равноправное общение одних лиц с другими. В обществе социальные сети формируются спонтанно, но в интернете их создают целенаправленно, как правило, для общения, получения экономической выгоды и т.д.

Для начала дадим определение таким понятиям как «Блог» и «Спам». *Блог* — веб-сайт, основное содержимое которого — регулярно добавляемые записи, содержащие текст, изображения или мультимедиа. Отличия блога от традиционного дневника обусловливаются средой: блоги обычно публичны и предполагают сторонних читателей, которые могут вступить в публичную полемику с автором.

Спам (англ. *spam*) — массовая рассылка коммерческой, политической и иной рекламы (информации) или иного вида сообщений лицам, не выражавшим желания их получать.

На сегодняшний день самыми популярными в нашей стране являются следующие социальные сети:

MySpace. Именно MySpace предложил пользователям не просто очередной интернет сервис, а социальную базу для создания собственного «Я» в интернете. Пользователи просто создавали свою собственную вселенную, в интернете основанную на реальных социальных контактах.

Facebook. Дата основания сайта - 4 февраля 2004 года. Facebook зародился как сайт для общения студентов Гарвардского университета. В июне 2006 года Facebook был открыт для профессиональных сообществ, а в сентябре на сайте была открыта свободная регистрация.

ВКонтакте. ВКонтакте — социальная сеть, российский аналог сервиса Facebook. "ВКонтакте" насчитывает более 96 миллионов аккаунтов. Сайт изначально позиционировал себя в качестве социальной сети студентов и выпускников российских высших учебных заведений, позднее — как универсальный способ связи для всех социальных групп и возрастов.

Одноклассники. По данным РИА Новости, количество зарегистрированных аккаунтов в социальной сети "Одноклассники" приближается к 70 миллионам. В отличие от технически

«отточенной» сети «В Контакте», до 2012 года, «Одноклассники» имели худшую программную реализацию. Однако стоит отметить, что на сегодняшний день «Одноклассники» значительно улучшили свои интерфейсы.

Мой мир. На портале «Мой мир» зарегистрировано свыше 40 млн профайлов. Как и в других социальных сетях, задача проекта «Мой мир» — помощь в поиске одноклассников, знакомых, коллег, друзей и родных.

Живой журнал. Живоой журнаал, ЖЖ (англ. LiveJournal, LJ) — блог-платформа для размещения онлайновых дневников (блогов).

Сущность социальных сетей заключается в удовлетворении человеческих потребностей. Согласно А.Маслоу, человеческие потребности имеют уровни от более простых к более высоким, и стремление к более высоким потребностям (как правило) возможно, и возникает только после удовлетворения потребностей более низкого порядка, к примеру, в еде и безопасности. Такова их иерархия:

1. физиологические потребности (пища, вода, сон и т.п.);
2. потребность в безопасности (стабильность, порядок, зависимость, защита, свобода от страха, тревоги и хаоса);
3. потребность в любви и принадлежности (семья, дружба, свой круг, референтная группа);
4. потребность в уважении-признании (уважаю себя я, уважают меня другие, я известен и нужен. 1: я достигаю, 2: престиж и репутация, статус, слава);
5. потребность в самореализации. (Человек должен заниматься тем, к чему у него есть склонности и способности).

По мнению социологов, большинство людей в современном обществе находятся на 3-4 ступени подобной пирамиды, и именно социальные сети помогают им находиться на этой ступени и удовлетворять социальные потребности. Например, если человек обладает способностями к искусству, его работы будут замечены и оценены гораздо быстрее в социальных сетях. Они помогут удовлетворить его потребность и в уважении и в самовыражении. Рассматривая социальные сети в соотношении с пирамидой потребностей Маслоу, мы можем убедиться в их существенной роли как основы современного общества.

Почти все люди состоят в тех или иных социальных сетях, от взрослых до детей. Причины использования социальных сетей зрелыми людьми могут быть разными, но они предельно ясны: личная выгода, управление подчиненными (иногда гораздо легче написать сотрудникам в «Одноклассниках» или «ВКонтакте», чем обзвонить их всех), обмен данными, простое общение. Но зачем социальные сети, например подросткам? Причины их столь большой популярности среди молодых людей не столь очевидны. На наш взгляд, подростки при помощи социальных сетей также удовлетворяют свои потребности по пирамиде Маслоу. Я думаю, чаще всего они пытаются удовлетворить потребность в объединении с социальные группы, в общении, в дружбе. Но существуют и такие подростки, которые стараются реализовывать себя, завоевывать уважение при помощи социальных сетей.

Например, молодые люди снимают свои собственные видео, фотографии и выкладывают их на всеобщее обсуждение. Новые музыкальные группы рассылают свои песни друзьям, просят рассказать о них. Этим самым они реализуют свою потребность в уважении, они завоевывают его при помощи социальных сетей. Таким образом, они помогают подросткам держаться на ступенях пирамиды и переходить на новые. Но существуют и другие причины использования социальных сетей тинэйджерами. Во-первых, для многих это способ выяснить что-либо о другом человеке, например подробности его личной жизни. Как бы это ни было бы странно, большинство подростков используют социальные сети именно для

знакомства. Во-вторых, многие используют социальные сети как музыкальный плеер, так как на множестве интернет порталов существует подобная функция. В-третьих, некоторые ресурсы могут быть использованы в качестве хранилища фотографий. Помимо этих столь интересных функций существует и множество других, которые используются реже, например игры. Можно сказать, подростки помимо удовлетворения своих потребностей по пирамиде Маслоу, также используют социальные сети в качестве источника для развлечений.

Почему же социальные сети строятся, именно, на сути (различных аспектах) человеческого общения? Для этого обратимся к самому термину “общение”. Общение – сложный многоплановый процесс установления и развития контактов между людьми, порождаемый потребностями совместной деятельности и включающий в себя обмен информацией, выработку единой стратегии взаимопонимания, восприятие другого человека. Разве это не является самой важной функцией социальных сетей? Они предоставляют нам возможность переписки, обмена данными, информацией. То есть, социальные сети предоставляют нам это общение, дают возможность реализовать нашу потребность в нем.

Люди страдают от избытка информации. Различные источники представляют намного больше информации, чем человек может воспринять, именно поэтому, в наше время люди все больше и больше опираются на знания других людей, это и влечет за собой необходимые знакомства и поддержания контакта с людьми, которые могут вам помочь в той или иной сфере. Благодаря таким контактам и образуются социальные сети. С появлением их в интернете эта задача упростилась. В таких массовых социальных сетях гораздо легче найти нужного человека, чем в реальной жизни. Да и они очень просты в использовании и не требуют особых навыков. Здесь ничего особого писать не надо, здесь нужно зарегистрировать свой профиль и найти максимальное количество знакомых. Здесь человек презентует себя не своими текстами или фотографиями как в блоге, здесь он существует как набор контактов. На это способен любой. Поэтому социальные сети растут так стремительно. Оказалось, что простой набор связей — это реальная ценность.

К положительным сторонам действия социальных сетей также можно отнести и то, что последнее время работодатели всё более активно используют социальные сети для подбора сотрудников и проверки их личных данных. Однако пока количество компаний, не использующих подобные сайты в целях рекрутмента, всё же превышает количество тех, кто применяет этот современный инструмент. Об этом подробнее пойдет речь чуть позже.

К сожалению, влияние социальных сетей может быть не только положительным. Например, именно из-за них люди все больше времени проводят в Интернете. К такому выводу пришли авторы международного исследования Never Ending Friending. Психолог С. Поляков подтверждает результаты исследований и, кроме того, с уверенностью заявляет, что из разряда развлечений социальные сети переросли в настоящую психологическую зависимость. Вместо служебных обязанностей, сотрудники тратят свое время на «поиски друзей» и просмотр новых сообщений, что в свою очередь негативно влияет не только на производительность работника, но и на психологическое состояние человека. Разрываясь между работой и виртуальным общением, у людей возникает стрессовое состояние, которое в свою очередь сказывается и на физическом здоровье", - говорит психолог в интервью Bigness.ru. Как отмечается в отчете английской компании Peninsula, из-за работников, которые проводят слишком много времени в социальных сетях, британские компании теряют более 130 млн. фунтов ($263 млн.) в день. В общей сложности британцы ежемесячно тратят 233 млн. часов рабочего времени в сетях. В рамках исследования Peninsula опросила более 3,5 тыс. компаний.

В психологии принято разделять любую Интернет-зависимость на стадии. В них входит начальная стадия здорового интереса к сети и патологическая зависимость от нее, которая сказывается на работоспособности человека и начинает вредить его социальной жизни, подрывает его психическое здоровье. С социальными сетями ситуация выглядит абсолютно аналогично.

В основе интернет-зависимости, считают специалисты, лежит прежде всего нелюбовь и неуверенность в себе. Люди, страдающие "комплексом недостаточности", неудовлетворенные своей внешностью или малым вниманием окружающих к своей персоне, чаще всего и подсаживаются на "онлайновую" иглу. Как правило, это люди гуманитарного склада ума, склонные к фантазиям, любящие приврать "для красоты" и часто выдающие желаемое за действительность. «Сетемания» имеет физиологические признаки, по которым ее можно классифицировать как психическое заболевание, а не просто как нехорошую привычку. Это «влажные», как при базедовой болезни, глаза, повышенное потоотделение и хроническая бессонница. Дело в том, что частое «брожение» по Сети создает в мозгу повышенный уровень допамина - вещества, подобного адреналину. Зависимый испытывает во время общения в чатах возбуждение, которое сродни азартной лихорадке игрока или сексуальному возбуждению. Он раз за разом хочет повторить это состояние и начинает использовать Интернет как средство для получения удовольствия.

Чрезмерное увлечение социальными сетями в интернете может вредить здоровью из-за сокращения общения с реальными людьми. По мнению ученых, недостаток общения может негативно влиять на работу иммунной системы организма, гормональный баланс, работу артерий и процессы мышления, что в долгосрочной перспективе повышает риск появления и развития таких болезней, как рак, сердечно-сосудистые заболевания и слабоумие.

Особенно социальные сети, на взгляд ученых, опасны для подростков, так как формируют у них ложное впечатление, что любовь и дружбу легко завоевать и столь же легко разрушить. Кроме того, по мнению доктора Химаншу Тяги, людям, привыкшим к быстрому течению интернет-жизни, реальность может показаться слишком скучной, и они могут попытаться "оживить" ее, совершая импульсивные поступки, в том числе попытки самоубийства, поскольку им свойственно занижать ценности реальной жизни.

Выявляется зависимость от социальных сетей довольно просто: нужно на некоторое время, например на месяц, запретить себе социальные сети и, если с этим проблем не возникнет, зависимости нет, если начнёт появляться непреодолимое желание – зависимость однозначно есть.

В борьбе с зависимостью от социальных сетей в образовательных и офисных учреждениях в массовом порядке закрывают к ним доступ. Опрос, проведенный компанией «Айдеко Софтвер», показал, что социальные сети запрещены в 50% российских офисов. В черный список попали сайты «Одноклассники», «ВКонтакте» и «Живой журнал».

Интерес к социальным сетям не спадает уже несколько лет. К тому же из разряда развлекательных многие из подобных сайтов переходят в разряд профессиональных – теперь с их помощью не только ищут одноклассников и друзей, заводят знакомства, выкладывают фотографии и видео, но и успешно решают профессиональные задачи, в том числе касающиеся подбора сотрудников. Такие результаты получил Исследовательский центр рекрутингового портала Superjob.ru, опросив 1000 представителей российских предприятий и организаций из всех округов нашей страны. Результаты приведены на рисунке 1.

Место проведения опроса: Россия, все округа.

Населенных пунктов: 101.
Время проведения: 6-9 декабря 2012 года.
Исследуемая совокупность: менеджеры по персоналу и другие представители кадровых служб предприятий и организаций, ответственные за подбор персонала.
Размер выборки: 1000 респондентов.

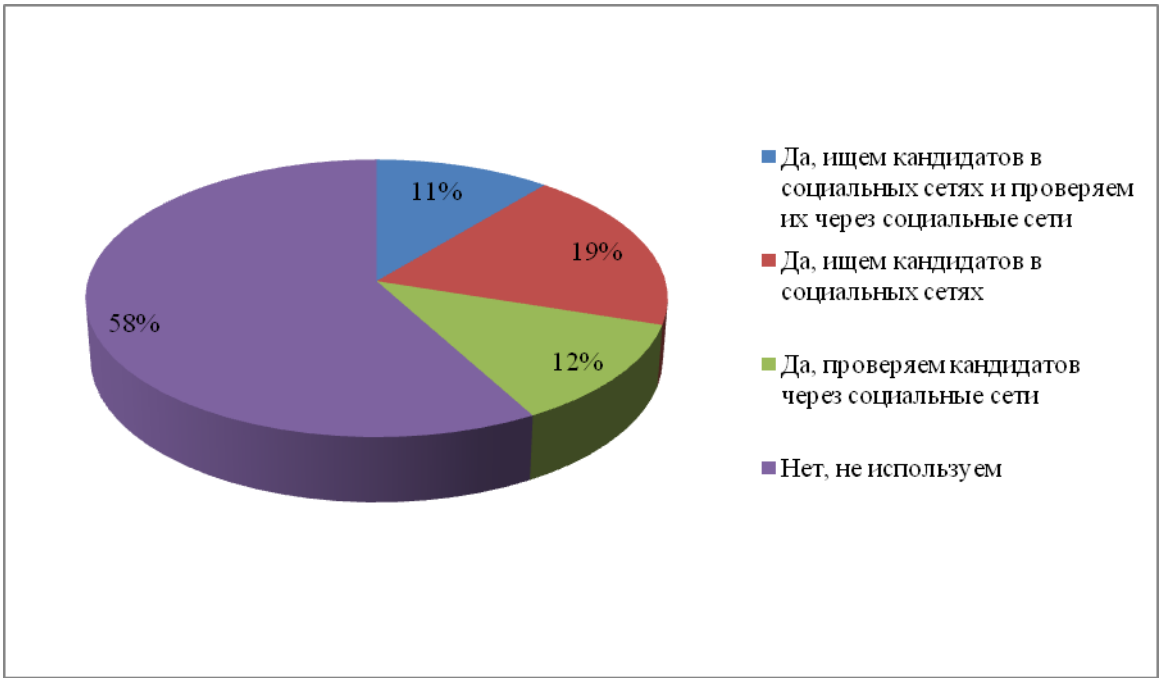


Рисунок 1 - Результаты опроса "Используете ли Вы социальные сети для подбора персонала?" (Разработка автора на основе материалов Исследовательского центра рекрутингового портала Superjob.ru)

Как видно из диаграммы, на сегодняшний день для поиска кандидатов соцсети используют 19% отечественных компаний. Ещё 11% организаций не только ищут, но и проверяют потенциальных сотрудников с помощью социальных интернет-сервисов. По словам представителей этих компаний, личная страничка в соцсети может многое поведать о жизни человека, его интересах и моральных принципах. Исключительно для проверки данных соискателей соцсети используют 12% компаний

И всё же более половины hr-менеджеров (58%) остаются равнодушными к использованию соцсетей в целях проверки и поиска персонала. Свою позицию они в первую очередь объясняют нехваткой времени. В ряде компаний соцсети и вовсе находятся под запретом, поэтому их использование даже в интересах бизнеса невозможно.
Ответы респондентов приведены на рисунке 1.

Также представляет интерес общее мнение населения о социальных сетях. Опрос был проведен на портале aeterna.qip.ru/poll/result/34671/ в ноябре 2012 года. Всего в опросе приняло участие 281 человек. Большее количество респондентов составили представители женского пола – 238 человек. В основном контингент составили подростки и молодые люди от 18 до 25 лет. Наиболее важные параметры приведены на рисунках 2-6 (разработки авторов с опорой на материал, предоставленный на портале aeterna.qip.ru/poll/result/34671/) .

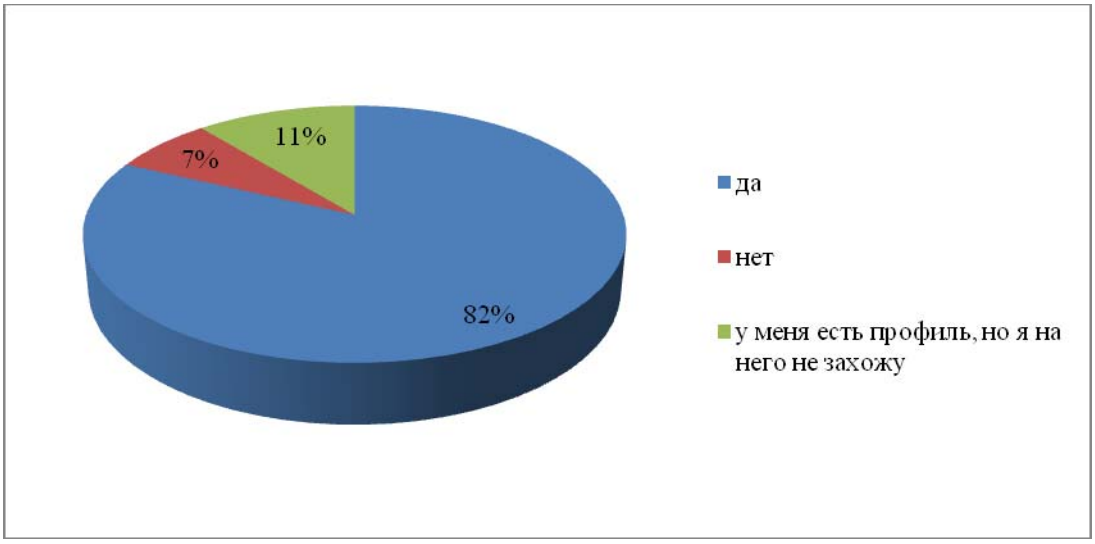


Рисунок 2 - Пользуетесь ли вы социальными сетями в Интернете?

Из диаграммы видно, что большинство опрошенных используют социальные сети, хотя присутствует процентных тех, кто лишь в них числится.

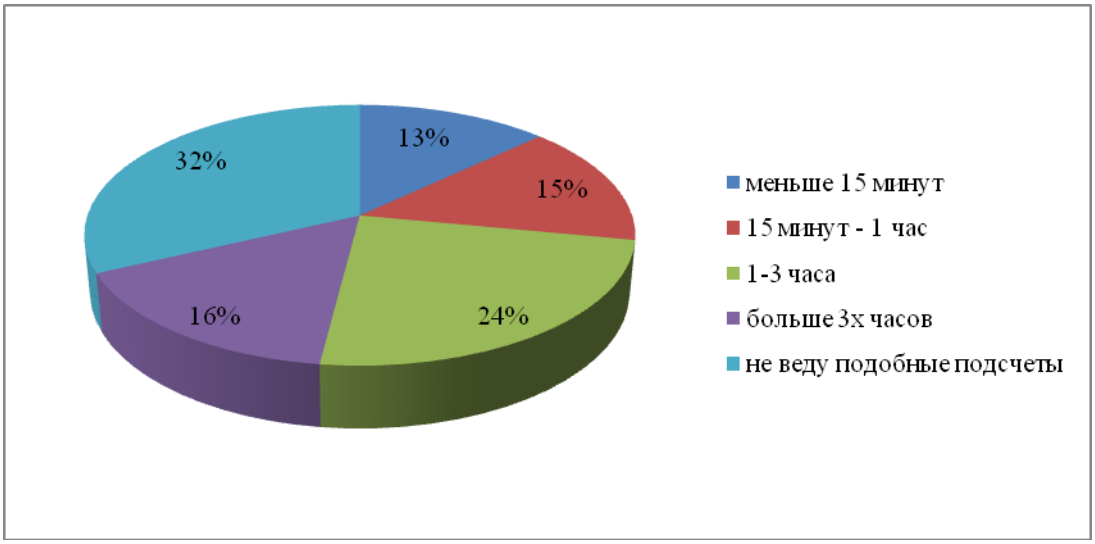


Рисунок 3 - Сколько времени в день вы проводите в социальных сетях?

Рисунок показывает, что разные пользователи на разное количество времени заходят в социальные сети, а 32% - это 89 человек, не задумываются над проведенным временем в Интернете.

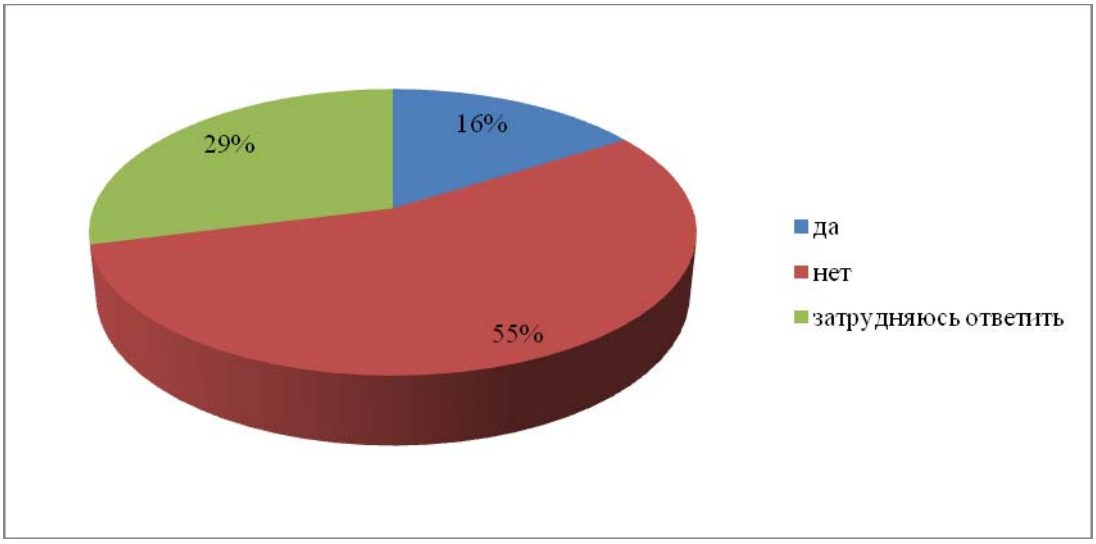


Рисунок 4 - Вы считаете себя зависимым от социальных сетей?

Только 16% опрошенных (45 человек) считают, что у них есть зависимость от социальных сетей. Конкретно ответивших на поставленный вопрос в сумме – 199 человек, из них 154 считают себя независимыми. Но это не значит, что так и есть на самом деле, так как ответы респондентов – это их сугубо личное мнение о самих себе. Есть вероятность, что некоторые не могут признаться себе в наличии проблемы.

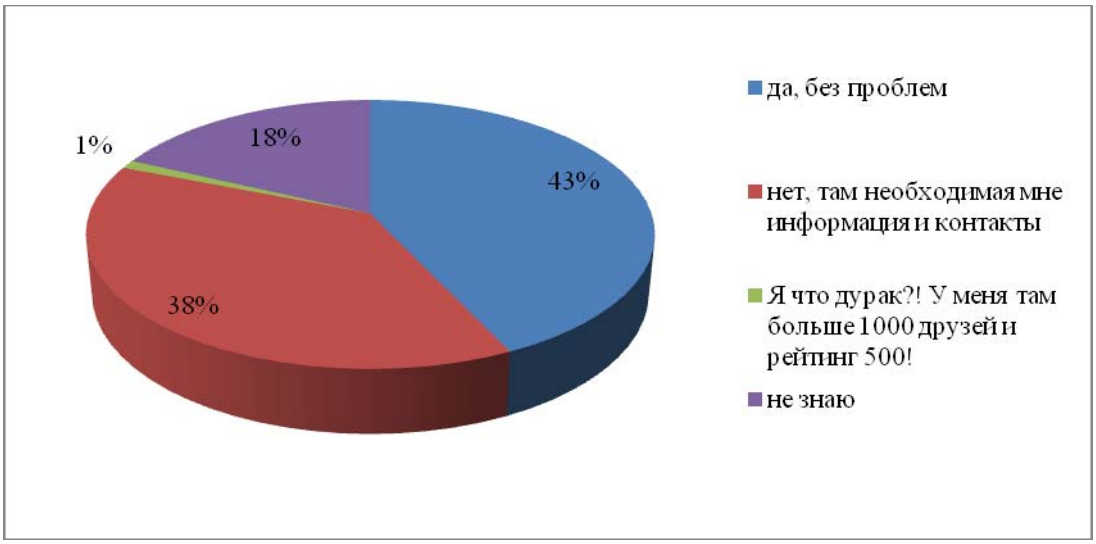


Рисунок 5 - Сможете ли Вы без причины удалить свой профиль в социальной сети или просто стереть всю информацию на ней и не заходить туда?

Данная диаграмма подтверждает предположение, выдвинутое в комментарии к предыдущему рисунку. 121 человек смогли бы удалиться из соцсетей, хотя 154 человека признали себя полностью независимыми. Наличие необходимой информации можно посчитать объективной причиной, но все же она заставляет человека изо дня в день посещать подобные сайты, пусть и не на продолжительное время. Радует то, что всего лишь 1%, а это 2 человека, «болеют» сетями.

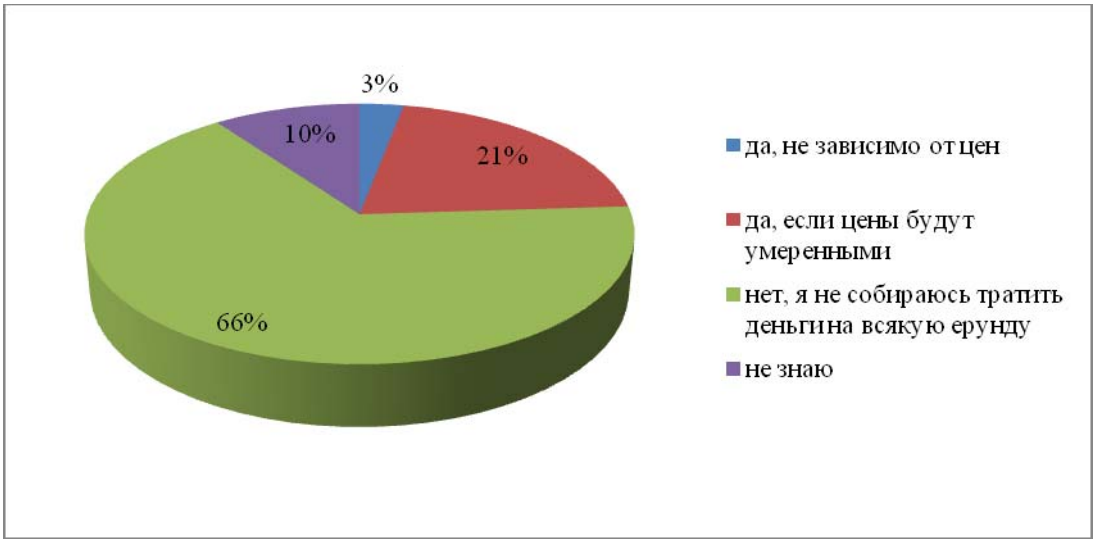


Рисунок 6 - Если завтра социальная сеть станет платной, Вы продолжите пользоваться ей?

Здесь заметна динамика в сторону того, что даже те люди, которые признали себя зависимыми от социальных сетей, не готовы тратить деньги на общение в Интернете: признали себя независимыми – 154, а платить отказались – 185 человек. Только 45 человек признало свою зависимость, но готовы пользоваться платными услугами в сумме 67 человек. Все это еще раз подтверждает неоднозначность ответов на вопрос о зависимости от социальных сетей.

С нашей стороны также был проведен собственный опрос среди людей в возрасте от 18 до 25 лет. На рисунке 7 показаны причины, по которым опрошенные регистрируются в социальных сетях.

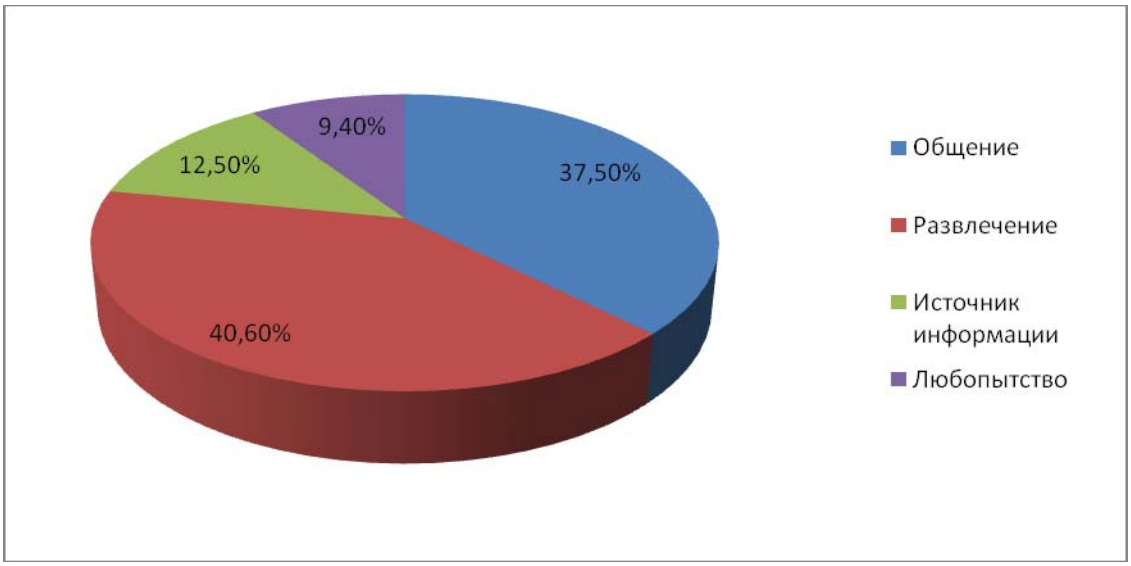


Рисунок 7 – Причины регистрации в социальных сетях

Из вышеприведенного рисунка 7 видно, что основная причина, по которой опрошенные регистрируются в социальных сетях – это развлечение, то есть музыка, просмотр видео, совершение покупок и т. п. Также стоит отметить, что немало важным фактором является общение (37,5%).

Уверенным лидером по посещаемости является социальная сеть «ВКонтакте», так как около 50% опрошенных в основном пользуются данным сайтом. Сайт «Одноклассники» и

«Facebook» имеют примерно одинаковое количество процентов 15,1% и 14,8% соответственно. Далее идет сайт «Мой Мир» 8,6%. Остальные 11,5% посещают другие социальные сети.

На рисунке 8 показано процентное соотношение ответов на вопрос «Как часто вы посещаете социальные сети?».

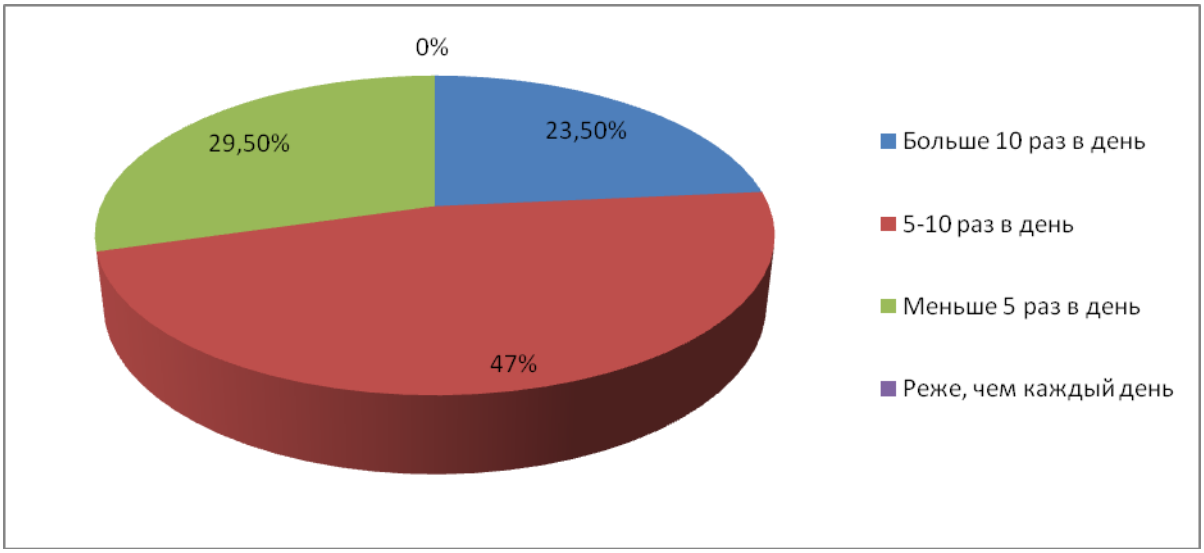


Рисунок 8 - Как часто вы посещаете социальные сети?

Из рисунка 8 можно сделать вывод о том, что большая часть опрошенных посещает социальные сети от 5 до 10 раз в день. И тут же стоит отметить, что нет тех, кто посещает социальные сети реже, чем каждый день. То есть у всех опрошенных существует определенная зависимость от соцсетей, выраженная в различной степени.

На рисунке 9 показано процентное соотношение ответов на вопрос «Сколько времени вы проводите в них?»

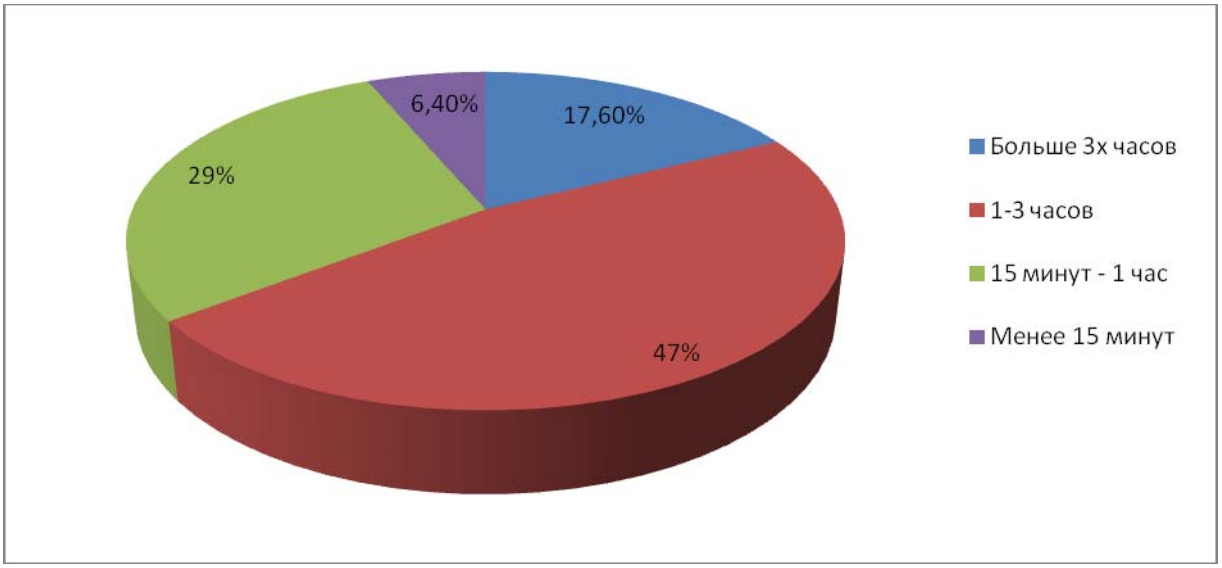


Рисунок 9 - Сколько времени вы проводите в них?

На рисунке 9 показано, что время, которое большинство опрошенных проводят в соцсетях от 1 до 3 часов. Также немалое количество тех, кто «сидит» в них больше 3 часов в день.

На вопрос «Правдива ли информация о вас, указываемая вами на вашей «страничке»?» большинство ответили «да». На вопрос «Все ли люди из списка друзей действительно являются вашими друзьями?» ответ был «нет».

На рисунке 10 показан ответ на вопрос «В каких группах, сообществах вы состоите?»

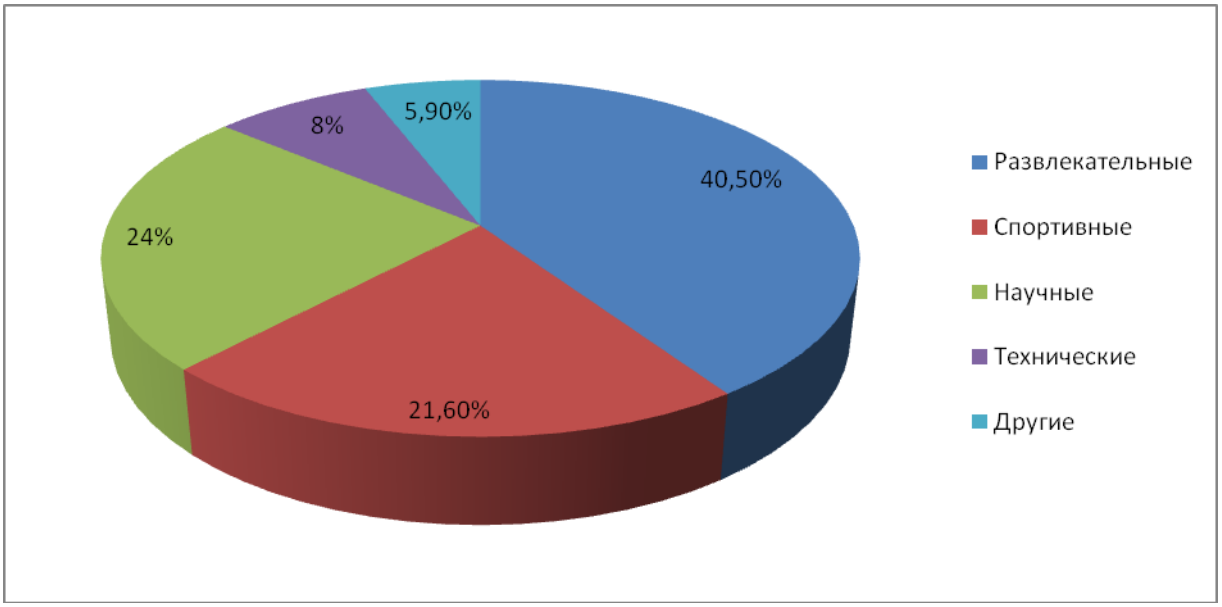


Рисунок 10 - В каких группах, сообществах вы состоите?

Из вышеприведенного рисунка 10 видно, что самыми популярными группами являются «Развлекательные».

Также был задан вопрос: «Помогают ли социальные сети в удовлетворении вашей потребности в принадлежности к социальной группе, потребности в уважении и признании?», на который большинство ответили, что не задумывались об этом.

Самыми распространенными, среди опрошенных, положительными сторонами социальных сетей были:

- Быстрый обмен информацией с друзьями и родными;
- Доступ к музыке и видео;

Самыми распространенными, среди опрошенных, отрицательными сторонами социальных сетей были:

- Нет гарантий сохранности информации и персональных данных;
- Наличие различных групп, отрицательно влияющих на человека (экстремистские, разврат и тд);
- Появление зависимости от социальных сетей.

В заключении можно сделать вывод о том, что в наши дни социальные сети все больше завоевывают популярность среди людей различных возрастов, особенно среди молодежи. Большинству из нас социальные сети приносят пользу: общение, обмен информацией, однако некоторые ученые предполагают, что подсознательно люди, таким образом, удовлетворяют потребность в любви и принадлежности или потребность в уважении и признании. Но несмотря на это, существуют и отрицательные стороны влияния соцсетей,

например, появление зависимости, то есть желание зайти на свою «страничку» по причине и без нее.

Изучение отношений и предпочтений в студенческой группе.

Баева Д.В.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт экономики и управления
Научный руководитель: д.ф.н., к.псих.н., профессор Ивлева М.Л.

Введение

На сегодняшний день исторические изменения общественного развития второй половине XX века и начала XXI века, тесно связанные с информационно-компьютерной революцией, порождают принципиально новые закономерности жизни человека.
В условиях социальной нестабильности кардинально меняются условия взаимодействия людей и характер их взаимоотношений. От взаимопомощи в коллективе общество движется к конкуренции.

Возникновение новых условий социализации молодого поколения, твердая конкуренция на рынке труда, высокие требования к профессиональным и личностным качествам человека вызывают напряжение и конкуренцию уже в студенческой среде.

Вышеуказанные факты способны спровоцировать деструктивные процессы в развитии личности. Поэтому и недаром очень остро звучит вопрос о том, как сохранить и приумножить потенциал молодежи, помочь увидеть пути реализации в правильном направлении, защитить от негативного влияния информации, способствовать выбора высокоморальных ориентиров в жизни.

Поэтому выход из ситуации, многие ученые видят в изучении межличностных отношений в так называемых группах сверстников (к которым относятся студенческие коллективы). Ведь они занимают центральное место в жизни молодежи, студенческого микросреды, в целенаправленном формировании, регулировании и коррекции взаимоотношений молодых людей, в создании благоприятной среды для воспитания молодого поколения, в воспитании коммуникативной толерантности.

Цель исследования: Выявить особенности отношений в студенческой группе.

Объект исследования: учащиеся 2 курса (18-21 лет) учебной группы 4ЭФЭН-1; общий объем выборки 20 человек

Предмет исследования – отношения и предпочтения в студенческой группе.

Гипотезой нашего исследования выступает предположение о том, что уровень отношений в студенческой группе выше среднего.

Для достижения цели исследования и подтверждения гипотез были поставлены следующие **задачи:**

- изучить и проанализировать основные теоретические подходы к изучению данной проблемы;
- рассмотреть существующие в психологической науке представления об отношениях студенческой группе
- подобрать и апробировать диагностические процедуры, направленные на изучение отношений в студенческой группе;
- изучить особенности отношений в студенческой группе машиностроительного университета (МАМИ)

Методы исследования:

- анализ литературы по проблеме исследования;
- констатирующий эксперимент;
- психодиагностический метод;
- количественный и качественный анализ эмпирических данных.

Глава 1

1.1. Понятие «отношения» в психологии

Отношение - к людям и деятельности - субъективная сторона отражения действительности, результат взаимодействия человека со средой.
В психологии - в самом общем виде - взаиморасположение объектов и их свойств.
Отношение может наличествовать как между меняющимися объектами, явлениями и свойствами (например, любой закон как сущностное отношение между явлениями), так и в случае выделенного неизменного объекта в его связях с другими объектами, явлениями и свойствами (например, отношение субъекта к политической системе).

Формирование сознательного отношения к объекту познания и действия связано с развитием всех компонент системы стимуляции. Осознание своих отношений к окружающему рождает соответствующие чувства и эмоции, кои, в свою очередь, стимулируют деятельность и влияют на развитие направленности личности.
Отношения бесконечно разнообразны.
Можно выделить отношения пространственные, временные, причинно-следственные, внешние, внутренние, логические, математические, отношения формы и содержания, отношения части и целого, единичного и всеобщего.
Особый тип отношений составляют отношения общественные как взаимосвязи между социальными общностями и их свойствами, возникающими в ходе деятельности совместной.
Их можно классифицировать соответственно сфере рассмотрения; так, различаются:

1. на уровне социальных общностей - отношения классовые, национальные, групповые, семейные;
2. на уровне занятых той или иной деятельностью групп - отношения производственные, учебные, театральные;
3. на уровне взаимосвязей между людьми в группах - отношения межличностные;
4. отношения внутриличностные - например, эмоционально-волевые установки субъекта по отношению к себе.

Термин отношения использовался как базовая категория в теории отношений.

2.1 Отношения и предпочтения в студенческой группе

Студенческий возраст представляет собой особый период жизни человека, переходный от юности к зрелости. Юношеский («студенческий») возраст, юношеский период — это начало самостоятельной, взрослой жизни.
В юношеском возрасте выделяются следующие возрастные периоды: 16–17 лет — ранняя юность, 17–20 лет — собственно юность, 20–21 год — поздняя юность. Эти возрастные периоды имеют свою специфику, но, при этом, обладают многими общими характеристиками.
В исследованиях Б. Г. Ананьева, Н. В. Кузьминой, А. А. Реан, В. И. Слободчикова, В. А. Сластенина, Е. И. Степановой и ряда других исследователей накоплен значительный эмпирический и теоретический материал, позволяющий говорить о том, что межличностные

отношения студентов обуславливается, во-первых, возрастными особенностями данной социальной группы, во-вторых, особенностями присущей ей деятельности.
Профессиональная подготовка в вузе проходит на основе вовлечения будущего специалиста в такие виды деятельности как учебная, научно-исследовательская и общественная деятельность.

Учебная деятельность выступает основным видом деятельности студента, занимающим наибольший объем времени во всем процессе подготовки будущих специалистов. Научно-исследовательская деятельность исполняется в процессе участия в работе различных научных сообществ и объединений. Общественная работа позволяет значительно обогатить социальный опыт студентов в сфере построения межличностных взаимодействий, сформировать у них позитивные личностные черты.

В период обучения в вузе студенты проявляют себя также в эстетической и досуговой видах деятельности, которые в случае их положительной направленности оказывают позитивное влияние на личностно-профессиональное развитие молодых людей, позволяют существенно обогатить содержание их межличностного взаимодействия.

Пестрота национального, социально-экономического состава молодых людей, обучающихся в вузе, присущего им интеллектуального, креативного потенциала, развитость профессиональных и общекультурных интересов и ценностных ориентаций и т. д. делает среду студенческой молодежи достаточно неоднородной. Данная неоднородность проявляется на уровне познавательной активности молодых людей, их ориентации в установлении трудовых отношений, а также на качественном и содержательном состоянии выстраиваемого ими межличностного взаимодействия.

Среди множества факторов — экономических, политических, культурных и т. д. — высоко значимой для построения и развития межличностных отношений студентов выступает среда, формируемая в рамках вуза.
Образовательная среда включает в себя ряд структурных единиц, оказывающих влияние на личность. В интерпретации Г. А. Ковалева она состоит:

1. физическое окружение (архитектура здания вуза, размеры, находящихся в нем учебных помещений и т. д.);
2. человеческие факторы (личностные, статусно-ролевые, возрастные, национальные и иные особенности обучающихся);
3. программы обучения (стиль преподавания, особенности контроля и оценки и т. д.).

Несмотря на прослеживающееся влияние всех обозначенных структурных единиц образовательной среды на межличностные отношения студентов, в качестве ведущих для их построения в психологии рассматривается человеческий фактор.

Студенческая академическая группа, которая является первой и основной ячейкой, где формируется личность будущего специалиста. Студенческая группа — сложное и многообразное социальное явление, которое развивается по объективно существующим законам, законам общения.

Мощное социализирующее воздействие на личность студента оказывает сама студенческая среда, особенности студенческой группы, в которую входит человек, особенности других референтных групп.

В студенческой группе происходят динамичные процессы структурирования, формирования и изменения межличностных, эмоциональных и деловых взаимоотношений, распределения

групповых ролей и выдвижения лидеров и т. п. Все эти групповые процессы оказывают сильное влияние на личность студента, на успешность его учебной деятельности и профессионального становления, на его поведение.

Такие особенности студенческой группы, как однородность возрастного состава (разница в возрасте обычно не более 5 лет), обуславливает возрастное сходство интересов, целей, психологических особенностей, способствует сплочению группы. Основной вид деятельности студенческой группы — учение, а факторы учебного сплочения слабее, чем производственные, поэтому порой сплоченный коллектив не складывается: каждый сам по себе.

Студенческие группы функционируют как на основе самоуправления через систему формальных и неформальных лидеров, так и подвергаются определенным управляющим воздействиям со стороны преподавателя. В студенческой группе проявляются такие социально-психологические явления, как:

1. «коллективные переживания и настроения»−эмоциональная реакция коллектива на события в коллективе, в окружающем мире; коллективное настроение может стимулировать или угнетать деятельность коллектива, приводя к конфликтам, может возникать настроение оптимистическое, безразличное или неудовлетворенности;
2. «коллективные мнения»−сходство суждений, взглядов по вопросам коллективной жизни, одобрение или порицание тех или иных событий, поступков членов группы;
3. явления подражания, внушаемости или конформизма, явления соревнования — форма взаимодействия людей, которые эмоционально ревностно относятся к результатам своей деятельности, стремятся добиться успеха.

Межличностные отношения связывают, прежде всего, студентов с друг другом. Отношения типа «студент-студент» в вузовской среде относиться к горизонтальному уровню взаимодействия, которое характеризуется интенсивностью неформального общения, удовлетворением психологических потребностей, формированием черт характера и свойств личности. Отношения между студентами представляют с собой форму взаимодействия со сверстниками, пропитанную специфическими задачами профессионализации.

Как отмечает Е. Е. Сапогова, общение со сверстниками решает целый ряд специфических задач. В трактовке автора, оно представляет с собой, прежде всего, важный канал специфической информации, которую нельзя или по каким-то причинам стыдно получить от взрослых.

Кроме того, по данным Е. Е. Сапоговой, общение со сверстниками в студенческом возрасте продолжает выступать средством усвоения молодыми людьми статусов и ролей, отработки коммуникативных навыков и стилей общения в новой социальной среде. Важно также и то, что данное общение выступает разновидностью эмоционального контакта, способствующей осознанию группой своей принадлежности, автономия, эмоционального благополучия и устойчивости.

Качество межличностных отношений студентов во многом определяется уровнем развития студенческой группы.

Являясь одной из разновидностей социальных групп, студенческая группа развивается по объективно существующим законам общества, но обладает и некоторым своеобразием и неповторимостью.

Среди особенностей студенческой группы, влияющих на устанавливаемые в ней межличностные отношения можно выделить следующие:

- цель, состоящая из овладения знаниями, умениями, навыками и подготовки к профессиональной деятельности;
- учеба как основной вид деятельности;
- индивидуальные формы труда;
- отсутствие отношений «по вертикали»;
- относительная возрастная однородность;
- ограниченность периода существования.

Знание психологических особенностей студенческого возраста на современном этапе становится очень важным и необходимым явлением в психологии высшей школы.

Становление личности студента происходит в академической группе, которая находится на определенном этапе своего развития. Характер развития личности в значительной мере обусловлен уровнем развития группы, в которую личность включена и в которой она интегрирована. В академических группах, которые достигли в своем развитии уровня коллектива, существуют благоприятные условия для формирования у студентов положительных качеств личности, необходимых современному специалисту.

Глава 2
2.1. Описание выборки методов исследования

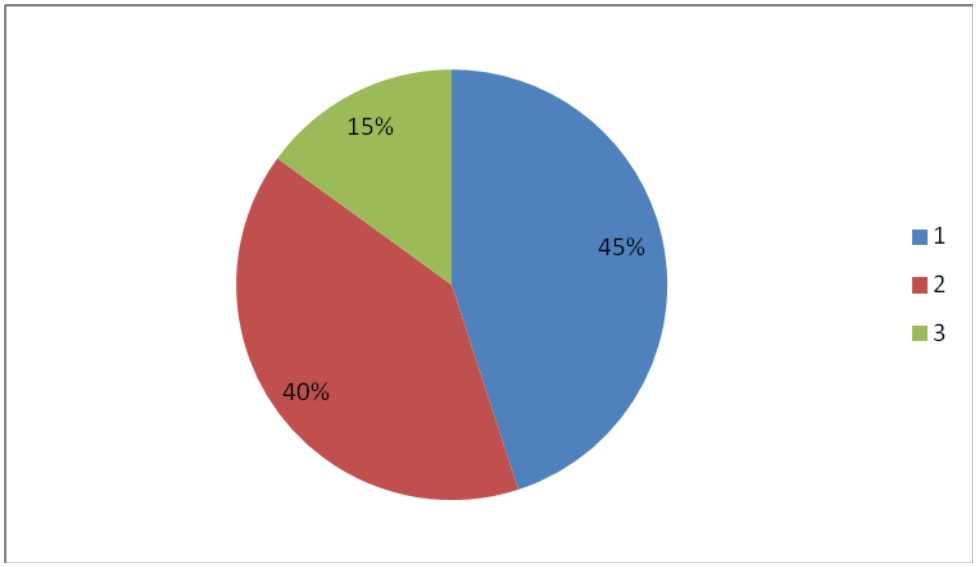
Целью моей исследовательской работы стало изучение отношений в студенческой группе машиностроительного университета (МАМИ). В эксперименте приняло участие 20 студентов в возрасте от 18 до 21. Исходя из цели нашего исследования, перед нами были поставлены следующие эмпирические задачи:

1. Подобрать и апробировать диагностические методики, направленные на изучение отношений в студенческой группе;
2. Выявить степень благоприятности психологического микроклимата, уровень групповой сплоченности ,средний профиль, который характеризует психологическую атмосферу в коллективе .

2.2 Анализ отношений в студенческой группе машиностроительного университета (МАМИ)

По результатам диагностического исследования опосредованной групповой сплоченности 45% студентов считают уровень групповой сплоченности высоким, 40% - выше среднего,15% - средняя.

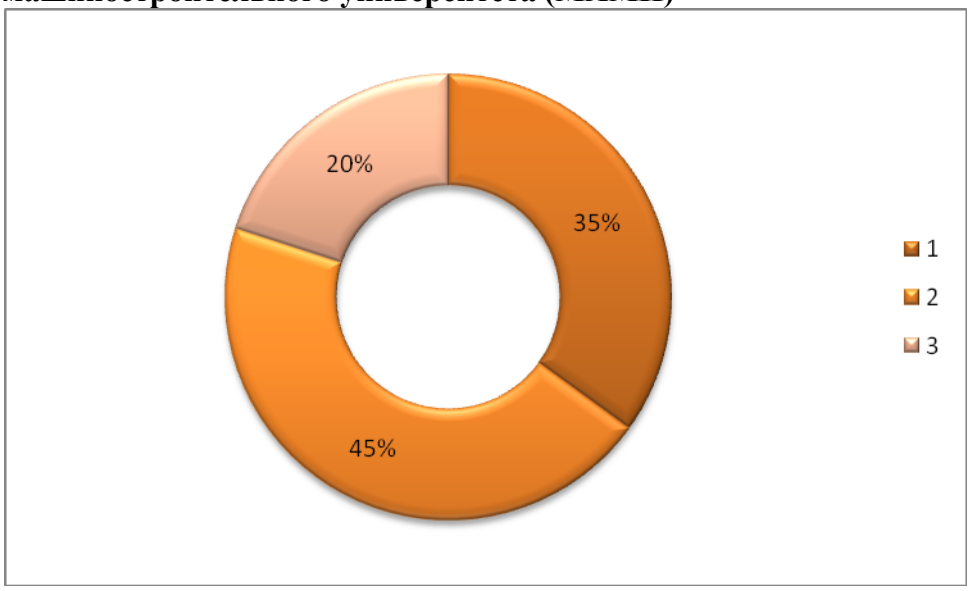
Опосредованная групповая сплоченность



1-высокая групповая сплоченность
2-групповая сплоченность выше среднего
3- средняя групповая сплоченность

При определении психологического микроклимата выяснилось, что 20% студентов считают степень его благоприятности высоким, 35% - средневысоким, 45%- средним.

Степень психологического микроклимата в студенческой группе машиностроительного университета (МАМИ)



1-высокая степень благоприятности психологического микроклимата
2- средневысокая степень благоприятности психологического микроклимата
3- средняя степень благоприятности психологического микроклимата

Средний профиль, характеризующий психологическую атмосферу в студенческой группе.

	1	2	3	4	5	6	7	8	
1. Дружелюбие		*							Враждебность
2. Согласие			*						Несогласие
3.Удовлетворенность	*								Неудовлетворенность

4. Продуктивность		*							Непродуктивность
5. Теплота				*					Холодность
6. Сотрудничество				*					Несогласованность
7. Взаимная поддержка				*					Недоброжелательность
8. Увлеченность			*						Равнодушие
9. Занимательность			*						Скука
10. Успешность.				*					Безуспешность

Заключение

Развитие студента на различных курсах имеет некоторые особые черты.
Первый курс решает задачи приобщения недавнего абитуриента к студенческим формам коллективной жизни. Поведение студентов отличается высокой степенью конформизма; у первокурсников отсутствует дифференцированный подход к своим ролям.
Второй курс — период самой напряженной учебной деятельности студентов. В жизни второкурсников интенсивно включены все формы обучения и воспитания. Студенты получают общую подготовку, формируются их широкие культурные запросы и потребности. Процесс адаптации к данной среде в основном завершен.
Третий курс — начало специализации, укрепление интереса к научной работе как отражение дальнейшего развития и углубления профессиональных интересов студентов. Настоятельная необходимость в специализации зачастую приводит к сужению сферы разносторонних интересов личности.
Четвертый курс — реальное знакомство со специальностью в период прохождения учебной практики. Для поведения студентов характерен интенсивный поиск более рациональных путей и форм специальной подготовки, происходит переоценка студентами многих ценностей жизни и культуры. Перспектива скорого окончания вуза формирует четкие практические установки на будущий род деятельности. Проявляются новые, становящиеся все более актуальными ценности, связанные с материальным и семейным положением, местом работы и т. п. Студенты постепенно отходят от коллективных форм жизни вуза. Поиски друга жизни играют на III-IV курсах большую роль, оказывая влияние и на успеваемость, и на общественную деятельность студентов. Интерес к противоположному полу занимает значительное место в мыслях и поведении студентов. Но было бы ошибкой видеть в этом негативное явление. Интимные отношения нередко способствуют повышению желания лучше учиться, рабочему настроению, творческой активности. Данные социологов говорят, что, как правило, после некоторого «затишья» семейные пары не остаются в стороне от общественной работы и не выпадают из коллектива. Вступление в брак большинства студентов к концу учебы не ведет к распаду студенческих коллективов, хотя число непосредственных межличностных и межгрупповых контактов среди его членов несколько уменьшается.
Студенческий возраст, в котором пребывают члены группы — это пора достижений, стремительного накапливания знаний, умений, становления нравственности, обретение новой социальной позиции. В это же время, юношеский возраст характеризуется потерей детского мироощущения и наступает пора сомнений в собственных силах, возможностях, утверждение собственного «Я« в обществе, и взаимоотношений с окружением. На этой

почве отношение к коллективу меняется по сравнению со школьными годами, наблюдается избирательность в межличностном общении, критичность по отношению к коллективу.
Активность и процесс утверждения своего «Я» среди сверстников затрудняется тем, что он осуществляется на основе однотипных профессиональных интересов, на что указывает Ю. А. Самарин.
Создание благоприятного социально-психологического климата в студенческой группе является делом не только ответственным, но и творческим, требующим знания его природы и средств регулирования. Формирование хорошего социально-психологического климата требует понимания психологии людей, обучающихся в вузе, их эмоционального состояния, отношений друг с другом, особенностей индивидуальный и коллективной учебной деятельности.
Целью моего исследования было определение социально-психологического климата студенческой группы, определить уровень групповой сплоченности и психологическую атмосферу. В ходе исследования полученные результаты превысили ожидания, и показатели оказались выше среднего.

Список литературы

1. Зыкова П.М. Влияние социально-психологического климата студенческой группы на успеваемость. / Дипломная работа. – М.: ГУУ, 2009.
2. Платонов К.К. Проблемы управления психологическим климатом коллектива // Социально-психологические проблемы повышения эффективности деятельности производственных коллективов. Курган, 1977. – С.138 — 139.
3. Платонов Ю.П. Основы социальной психологии. – СПб., 2004. – С.310.
4. Андреева, И. Н. Методологические основы изучения социально-психологического климата в академической группе вуза / И. Н. Андреева. — Минск, 1985. — С. 19–32
5.Ковалев, А. Г. Коллектив и социально-психологические проблемы руководства / А. Г. Ковалев. — М., 2001. — С. 52–56
6.Козуб, Е. Л. Особенности взаимосвязи общения и межличностных отношений в студенческих группах педагогического вуза / Е. Л. Козуб. — М.,1994. — С. 74–89
7.Панферов, В. Н. Общение и массовая информация в учебно-воспитательном процессе в вузе // Человек и общество / под рел. Б. Г. Ананьева и др. — Л., 1973. — С.55–58
8.Педагогика и психология высшей школы / Под ред. Юсупянц Э. А. — Ростов н/Д., 2002. — С. 528
9.Сапогова, Е. Е. Психология развития человека / Е. Е. Сапогова. — М., 2001. — С. 57–90

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СТУДЕНТОВ ЭКОНОМИСТОВ В СОВМЕСТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Иванова С.Г.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
Институт экономики и управления
Научный руководитель: д.ф.н.,к.псих.н., проф. Ивлева М. Л.

Актуальность темы определяется кардинальной сменой парадигмальных подходов к обучению в системе современного Российского образования путем вытеснения учебно-дисциплинарной модели и ее замены на личностно ориентированную, в которой студент становится реальным субъектом в границах образовательной практики. Субъектность студента в психологическом плане не может быть объяснена без учета социально-психологической характеристики социальной ситуации развития, а именно, его положения в системе взаимодействия с ближайшим и при этом референтным окружением.

Во время обучения в вузе студенты взаимодействуют между собой, их взаимодействие заключается в межличностных отношениях. Понятие "межличностный" указывает не только на то, что объектом отношений выступает другой человек, но и на взаимную направленность этих отношений. Понятие "межличностные отношения" основано на эмоциональном взаимодействии между людьми.

Многие психологи, такие как Ф. Олпорт, Н. Триплет, Е. Катрелла, А.Н.Леонтьев, О.Мёде, В. В. Знаков, А. В. Брушлинский, В. А. Поликарпов, Б. Ф. Ломов, Д. И. Фельдштейн, проводили исследования, связанные с понятием "межличностное взаимодействие". Все межличностное взаимодействие заключается в общении между студентами. От характера межличностного взаимодействия студентов зависит положительное развитие отношений - уважение друг к другу, взаимовыручка, конфронтация и конфликтные ситуации.

Взаимодействие - это процесс непосредственного или опосредованного воздействия объектов (субъектов) друг на друга, порождающий их взаимную обусловленность и связь.
Главную особенность взаимодействия составляет причинная обусловленность, когда каждая из взаимодействующих сторон выступает как причина другой и как следствие одновременного обратного влияния противоположной стороны, что определяет развитие объектов и их структур. Сначала возникает взаимодействие, а потом уже, как его следствие, общественные и психологические отношения между людьми.

Взаимодействие студентов в вузе предполагает их межличностные отношения. Понятие "межличностный" указывает не только на то, что объектом отношений выступает другой человек, но и на взаимную направленность этих отношений. Тем самым межличностные отношения отличаются от отношения к себе, отношения к предметам и др. Понятие "межличностные отношения" акцентирует внимание на эмоционально-чувственном аспекте взаимодействия между людьми и вводит фактор времени в анализ общения, поскольку только при условии постоянной межличностной связи, путем непрерывного обмена личностно значимой информацией возникают и персональная зависимость вступивших в контакт людей друг от друга, и их взаимная ответственность за сложившиеся. Следовательно, межличностные отношения - это взаимные ориентации, которые складываются у индивидов, находящихся в контакте. Общение студентов - это обмен духовными ценностями (общепризнанными и специфическими для половозрастных и групповых ценностных ориентации), который происходит в форме диалога личности как с "другими Я", так и в процессе взаимодействия с окружающими людьми. Этому обмену свойственны возрастные особенности, и он оказывает как стихийное, так и в определенной

мере педагогически направляемое влияние на становление и жизнедеятельность групп, коллективов и отдельных личностей.

Целью работы является исследование характера взаимоотношений студентов с окружением в процессе совместной деятельности через определение и объяснение существующих зависимостей и закономерностей его общения.

Объектом являются студенты Институты экономики и управления Московского государственного Машиностроительного университета различных курсов и направлений подготовки.

Предметом исследования выступают взаимодействия студентов Института экономики и управления со своим окружением в процессе совместной деятельности.

Задачи:
Во-первых, рассмотреть теоретические аспекты студенческой группы и взаимодействия студентов Университета Машиностроения с окружением.
Во-вторых, провести исследование взаимодействия студентов с окружающими его «значимыми другими».

Гипотеза исследования заключается в том, что межличностное взаимодействие студентов на каждом курсе имеет свою специфику.

В ходе исследования были использованы следующие методики: диагностики личности в общении (С.Л. Братченко); диагностики межличностного поведения человека в группе (В.Стефенсон).

Структура работы. Во введении обоснована актуальность темы, сформулирована цель, определены объект, предмет исследования, поставлены задачи.

Организация и методы исследований. На базе Института Экономики и управления среди студентов всех курсов в количестве 25 человек с каждого курса были проведены исследования.

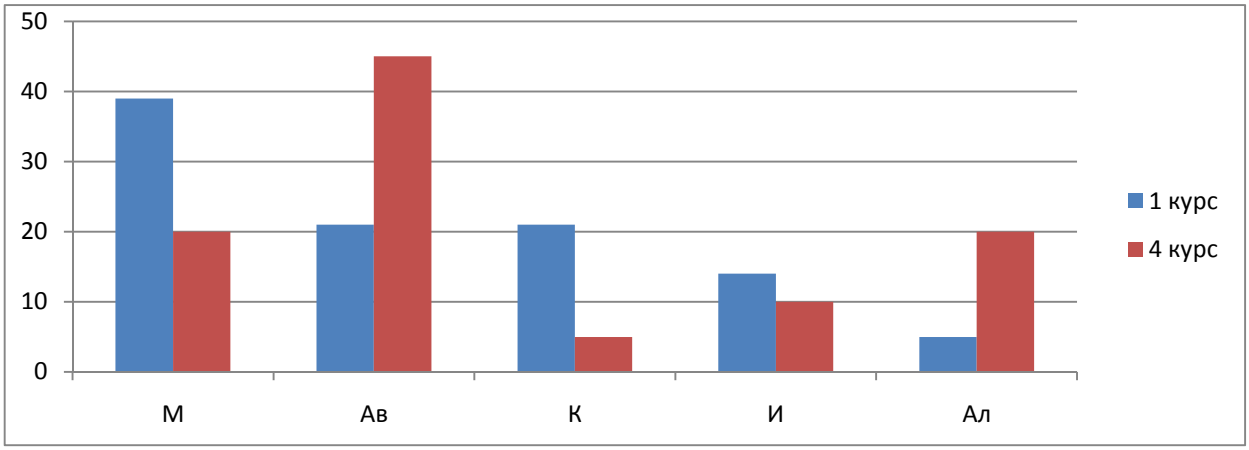
Методика НЛО определяет направленность личности в общении: авторитарную, манипулятивную, альтероцентристскую, конформную и индифферентную направленности.
Методика межличностного поведения помогает выявить у человека одну из шести тенденций поведения, характеризующих особенности установления и поддержания отношений в социальной группе: зависимость, независимость, общительность, необщительность, принятие «борьбы» или ее избегания.

Результаты теста НЛО у студентов Университета Машиностроения: По результатам опроса среди студентов экономистов первого курса 39% ответов – манипулятивно направлены, 21 % - авторитарно, 21% - конформно направлены, 14% идифферентно направлены и 5% выбрали направленность альтероцентристскую.

Проанализировав результаты исследования студентов четвертого курса, мы установили, что 45% ответов соответствует авторитарной направленности, по 20% ответов - манипулятивной и альтероцентристской направленностям, 10% - индифферентной, 5% - конформной.

Курс	Манипуля-тивно %	Авторитарно%	Конфорно%	Индифферен-тно %	Альтероцентр-истско %

1	39	21	21	14	5
4	20	45	5	10	20



Примечание: По оси ОХ – направленность: Ав - авторитарная направленность, М - манипулятивная направленность, Ал - альтероцентристская направленность, К - конформная направленность, И - индифферентная направленность;
По оси ОУ – процентное соотношение.

Для первого курса характерна ориентация на использование партнера и всего общения в собственных целях для получения разного рода выгоды; отношение к партнеру как к средству, объекту своих манипуляций. При такой ориентации человек стремится понять ("вычислить") собеседника, чтобы получить нужную информацию.

Первокурсники стараются приспособиться к новой учебной деятельности, для этого им просто необходимо общаться с многими студентами, не только со своими одногруппниками, но и со студентами постарше. Они стараются любые качества собеседника использовать для достижения своих целей или, которые могли бы пригодится в деле.

По результатам 4 курса видно, что большинство отвечающих ориентированы на доминирование в общении, стремлении подавить личность партнера, подчинить его себе. Это вызвано тем, что студенты четвертого курса находятся в поисках себя, думают, что их общение с другими должно ориентироваться только на их проблемах, они всегда правы и не желают воспринимать чужую точку зрения. И поэтому не готовы к равноправию в общении.

В результате диагностики особенностей межличностного поведения первокурсников Института экономики и управления в группе было установлено

Тенденции	Высокая	Средняя	Низкая
Зависимость	15%	75%	10%
Независимость	10%	85%	5%
Общительность	50%	50%	0%
Необщительность	0%	70%	30%
Борьба	20%	70%	10%
Избегание борьбы	20%	60%	20%

Из данных таблицы видно, что все студенты Машиностроительного университета в среднем не выделяют особо какие-то тенденции.

Тенденции зависимость-независимость одинаковы в значениях. Студенты-первокурсники адаптируются, привыкают к новой учебной деятельности. Есть только небольшая разница между этими двумя тенденциями. Она проявляется в больших значениях тенденции независимости в средних значениях. Рассмотрев результаты тенденции общительность-необщительность, нельзя утверждать, что ее значения сильно отличаются. Высокие значения тенденции общительности имеют место. Тенденция общительности демонстрирует в равной степени распределения либо высокие, либо средние значения. Низких значений по этой тенденции обнаружено не было.

В университете студенты переходят на новый этап жизни, меняя в большей степени свое окружение. Для них в этот момент нужно влиться в коллектив (группу) и поэтому они больше контактируют с другими членами группы, общаются. Никакой явной разницы в значениях тенденций борьба-избегание борьбы не проявляется.

Результаты исследования методики диагностики особенностей межличностного поведения человека в группе у четверокурсников.

Тенденции	Высокая	Средняя	Низкая
Зависимость	15%	75%	10%
Независимость	15%	80%	5%
Общительность	15%	85%	0%
Необщительность	0%1	90%	10%
Борьба	20%	80%	0%
Избегание борьбы	0%	95%	5%

Проанализировав результаты исследования среди студентов четвертого курса, мы обнаружили, что более выраженными тенденциями стали "общительность" и "борьба".На 4-ом курсе статус студента уверенно закреплён. Его собственная точка зрения на многие вещи сформирована, поэтому доказывание своей точки зрения, приведение каких-либо аргументов является приоритетной тенденцией. Общение также играет большую роль, только теперь это общение носит иной характер.

Выводы
Использовав методику диагностики направленности личности в общении и методику диагностики особенностей межличностного поведения человека в группе, мы провели исследование, целью которого было раскрыть межличностное взаимодействие студентов в группе.

Проанализировав полученные данные, мы замечаем, как меняется направленность студентов. Студент, переходя на новый этап жизни, с первого курса старается найти новых знакомых, выделиться в группе. Найдя свой круг общения, своих единомышленников студент полностью адаптируется, в связи с чем, у него проявляются личностные качества, такие как эмпатия, сопереживание, бескорыстное жертвование своими интересами для продуктивного взаимодействия в группе. Начиная с четвертого курса, у студента проявляется независимость в отношениях с коллективом, он пытается показать свою независимость, борется только за свои интересы и стремления. Продуктивное взаимодействие всей группы переходит на второй план. На первом месте лишь собственное благополучие. У студентов общение между собой происходит лишь для решения собственных задач и проблем. Непринужденное общение целью, которого является обмен впечатлениями, стремлениями, мыслями,

эмоциями, чувствами не происходит между студентами. Общение приобретает лишь деловой характер, где главная цель - получение нужной информации в конкретном вопросе.

ВЛИЯНИЕ РЕКЛАМЫ НА ОТНОШЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЯ К БРЕНДУ

Мамедова Х.Х.
Степаненко И.И.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт экономики и управления, факультет «Экономический»
Научный руководитель: д.ф.н., к.псих.н., профессор Ивлева М.Л.

Введение

Серьезную опасность для общества представляет собой бесконтрольная, ни кем не регулируемая рекламная деятельность.

На рубеже XIX-XX веков стали проводится научно-прикладные исследования в области рекламы. В настоящее время они все еще актуальны, т.к. модернизировались технологии в области рекламы, что повлияло на возникновение новых психологических явлений, которые потребовали научного анализа. Серьезно изменилась сама психологическая наука. На данный момент рекламу нужно изучать с социальной и этнической точек зрения, т.к. больше всего развиваются ее социальная направленность. Появление различных проблем, связанных с рекламной деятельностью людей, что так же требует решений с точки зрения психологии.

Психология определяет рекламу как демонстративное поведение людей, самореклама, которая, по сути, не отличается от крупномасштабных реклам влиятельных фирм, крупных компаний. Вследствие серьезной конкуренции каждая фирма старается выделить свой продукт, показать, насколько он уникален и его конкурентоспособность на мировой арене. Аналогично и люди, находясь в обществе, контактируя с другими, преподносят себя исключительно с лучшей стороны, ставя себя парой выше других.
В наши дни говорят об активной деятельности индивида как потребителя. Но эта деятельность определяется не только выбором товара по вкусам. Зачастую приобретенный товар используется для создания мнимой иллюзии, для того чтобы произвести наилучшее впечатление, для получения социальной оценки у людей чье мнение имеет значение для данного индивида. Эти товары помогают при создании своего уникального образа, поддержанию престижа, социального статуса. Здесь потребитель выступает в роли рекламиста. Именно в этой трансформации ролей заключается социально-психологическая специфика рекламы.

Цель исследования: Изучить влияние рекламы на отношение потребителя к бренду.

Объект исследования: Рекламная деятельность.

Предмет исследования: Влияние рекламы на отношение потребителя к бренду.

Гипотезой нашего исследования является выявление наиболее эффективного метода оказывающего влияние на отношение выбора товара.

Для достижения цели исследования и подтверждения гипотез были поставлены следующие **задачи:**

- изучить научную литературу по вопросу влияния рекламы на отношение потребителя к бренду;
- проанализировать различные определения рекламы;
- изучить мнение потребителя на определение рекламы как компонента национальной культуры;

- проанализировать степень эффективности каждого из трех методов побуждения человека к покупке товара.

Методы исследования:

- анализ литературы по проблеме исследования;
- Эмпирический и теоретический уровень исследования
- Интернет опрос

Глава 1
1. Деятельность рекламы, различность ее определения

Деятельность в области рекламы – это не только бизнес, по средствам которого происходит одностороннее дискурсивное влияние рекламирующего на потребителя. Это непростая форма общения. Взаимное влияние и действие людей, результат которого приобретение неких средств для последующий коммуникаций с другими людьми, представляющими так называемых соотносящихся групп. То есть в определенном смысле реклама — это «коммуникация для коммуникаций».

Поэтому оригинальность упаковки товаров или их изображения на рекламных щитах стоит рассматривать не как самостоятельный, обособленный образ объекта рекламы, но и как характеризирующую составляющую товаров, популярность которого или, наоборот, новизна и необычность привлекает внимание потребителей. В этом случае реклама фигурирует, так же как и внешний вид человека, природные данные и искусственно сконструированные совершенствования. Создавая свой внешний образ, использую для этого различные атрибуты, человек стремится рассказать своему окружение о внутреннем составляющем себя, а иногда возможно и скрыть некоторые недостатки. Отсюда, в определении психологии, реклама – это составляющая товаров, его сопряженная часть.

Рекламу можно рассмотреть и как компонент национальной культуры, что является основным механизмом ее формирования. Причем, выступая феноменом культуры массы, реклама может способствовать формированию духовную культуру в самых высоких смыслах. Для реализации этого, отношение социума должно повысить внимание к деятельности рекламы, координировать и усовершенствовать ее благодаря действующим и действенным законам, без ограничивания мнения общества, поддерживать полезные для социума и локализовать дестабилизирующие факторы. Очевидно, что психология рекламы в современном ее русле, с точки зрения науки включает в себя три основных раздела: культуру, личность и массовую коммуникацию.

Всякая реклама по сути своей только хвалит товар, рассматривает исключительно хорошие стороны, при этом никогда не рассказывает о минусах. Реклама – оценочная характеристика услуг, продуктов, людей и т.д. производство рекламы представляет собой разработку оригинальных идей, воздействующие способы всего лишь вспомогательная роль, способные измениться со временем.

2.Роль рекламы в выборе товара

Приобретая товар под влиянием рекламы, потом использует его по назначению, то он тем самым удовлетворяет определенные потребности, получая при этом наслаждение. Другими словами, оценка компонентов рыночной рекламы зачастую соотносится со сферой надобностью и побуждений человека, а значит неотъемлемая часть данного психологического понятия.

Многие психологи считают, что для формирования характера, личности, индивидуальности имеются основные потребности человека: самоактуализация, престиж, самоуважение, чувство собственного достоинства, мотивация достижения успеха, самопрезентация и т.д.

Вариация названия не меняет сущности данного явления: человек обычно старается расположить к себе окружающих своим поведением и поступками. Поэтому к выбор товара зависит в основном от вопроса «будет ли он одобрен теми, кто значим для потребителя?». Иначе говоря чем эффектнее реклама тем больше вероятности в ее приобретении потребителем.
Каждый социально ориентированный, развитый, активный человек при определенных условиях пытается доказать окружающим свою уникальность, показать, что он незаурядная, интересная личность с чувством собственного достоинства. Низкая самооценка, потеря собственного достоинства, признание своей заурядности - это симптомы некого психического отклонения.

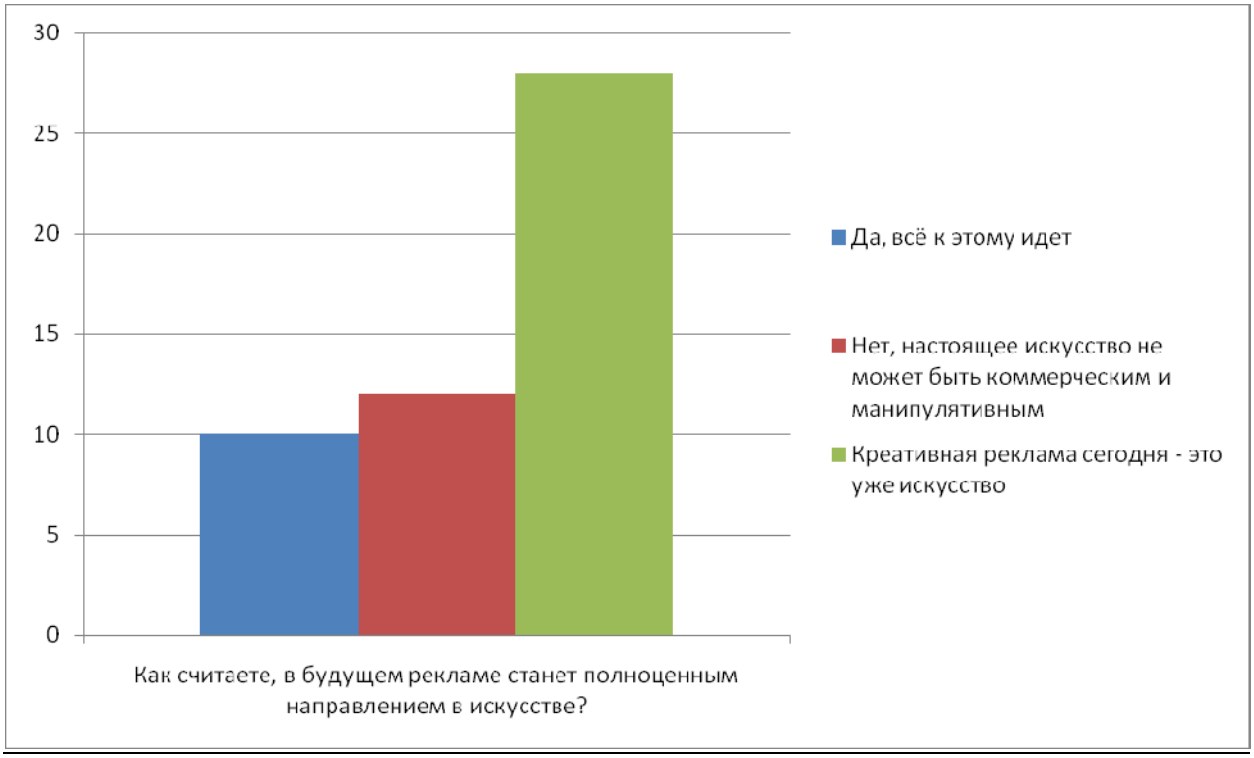
Глава 2

1.Психологические приемы

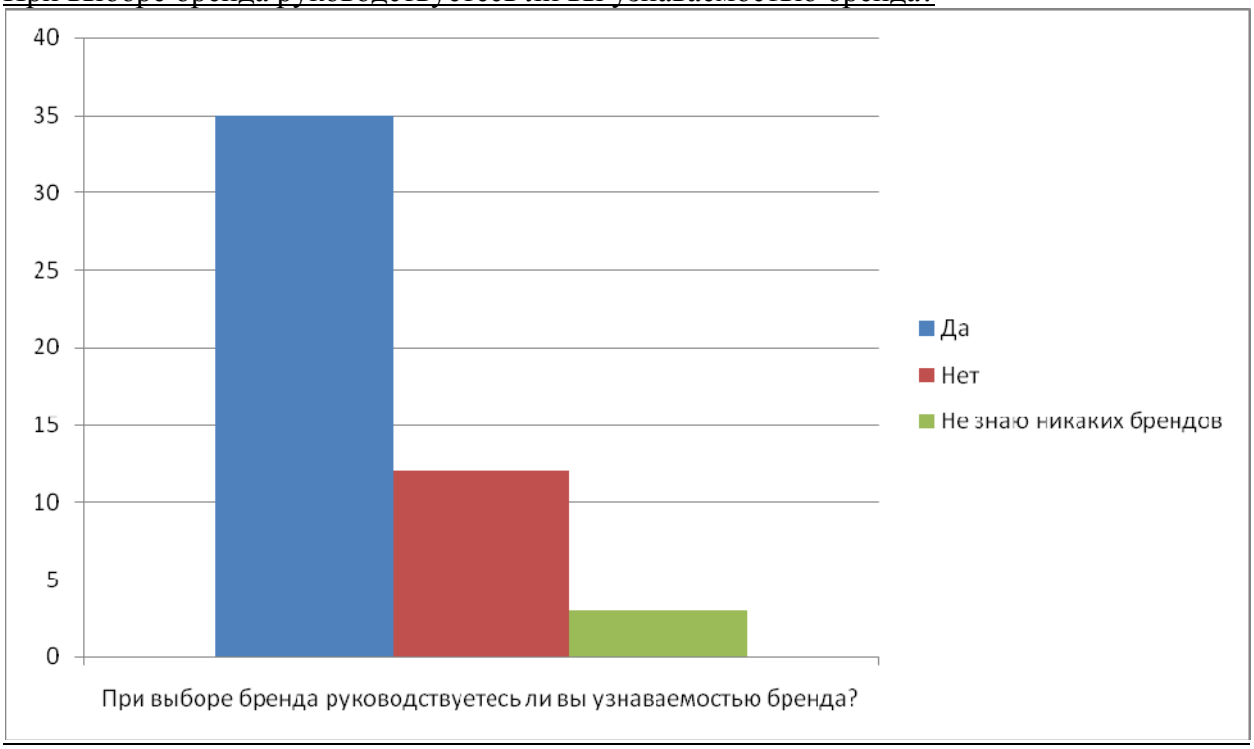
В мире нет ни одного вида рекламы, которая не использует различные психологические приёмы: СМИ, радио, телевидение, различные газеты и журналы- везде реклама направлена именно на мотивацию потребителя к покупке того или иного товара. Существует 3 метода побуждения человека к покупке товара:
1.Информационный – метод совета или обращения. Как правило, в рекламе сообщают о необыкновенно высоких скидках, при этом предоставляя перечень товаров, по более высокой цене. Следовательно покупатель приобретает товар у того производителя, который предложил скидку, даже не подозревая об искусном обмане.
2.Эмоциональный – манипулирует потребителем. Предлагает доказать свою любовь к родным, привязанность и преданность друзьям купив тот или иной товар (драгоценности, цветы, технику и т.д.) Так же к покупке товара может побуждать реклама, которая содержит праздничные обращения, связанные с отдыхом или развлечениями, формируя в сознании человека появление положительных эмоций ассоциирующихся с данным товаром.
3. Метод пробуждения страха - запугивает людей, играя на их чувствах. Например, ребенок, у которого нет мобильного телефона, в случаи неприятностей, не сможет связаться со своими родителями, сообщить о произошедшем. Как результат, родители чувствуют необходимость в покупке телефона, а производитель доволен тем, что товар пользуется популярностью.
Еще одним независимым методом, используемым в рекламе, является внушение- это искусственное прививание желания приобрести товар, используя психологические приёмы. Самым распространенным способом в этом методе является внушение с помощью авторитетного мнения. Для этого специально приглашаются знаменитые люди, пользующиеся популярностью, которых все обожают, любят и пытаются подражать. Покупатель хочет хотя бы в чем-то быть похожим на своего кумира и выбирает именно тот товар, которым пользуется знаменитость.

2.Статистика опроса

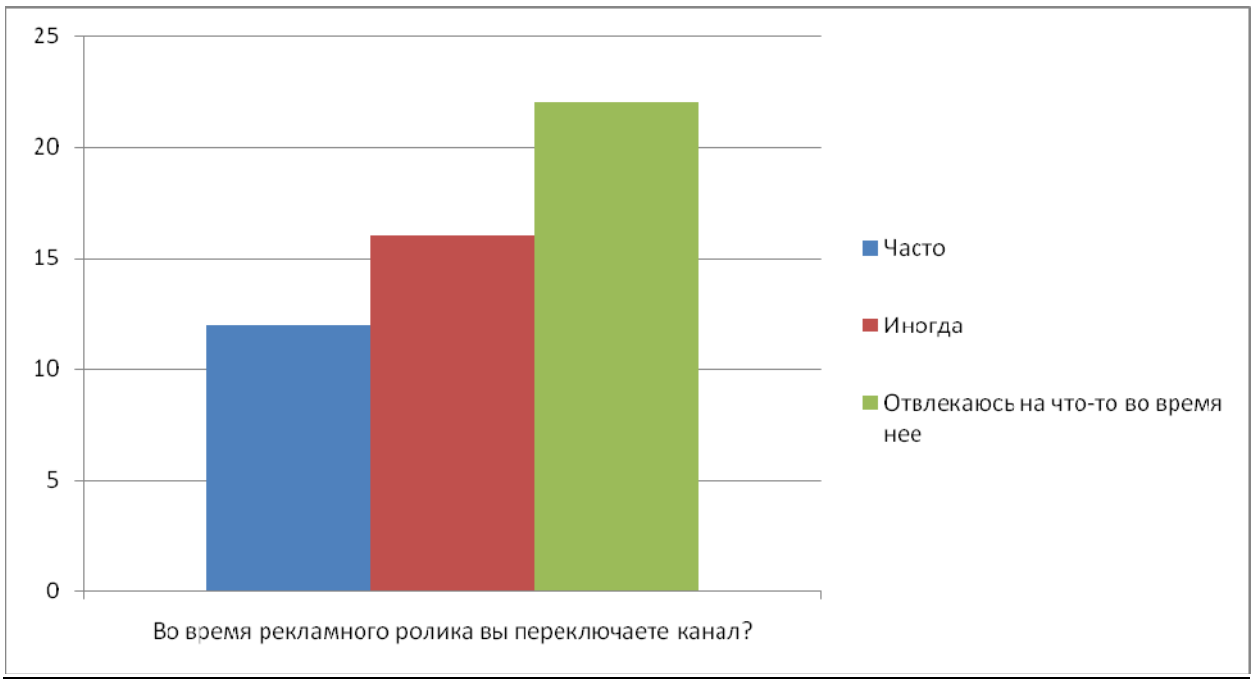
Как считаете, в будущем рекламе станет полноценным направлением в искусстве?



При выборе бренда руководствуетесь ли вы узнаваемостью бренда?



Во время рекламного ролика вы переключаете канал?



Заключение

Большинство людей имеет стереотипное мышление. Мы думаем, что качественный товар должен стоить дорого. Это охотно используют производители. И все чаще мы платим за бренд, а не за качество или внешнюю привлекательность товара. Например, мы купим всем известный «iPhone» вместо более дешевого телефона с теми же функциями, но не раскрученным брендом.

Воздействие рекламы направленно исключительно на эмоции человека. Совсем, не важно хороший ли это продукт, важно лишь то что вы чувствуете по отношению к нему. Люди в погоне за мнимым счастьем покупают все новые и новые товары, которые, как утверждает реклама «стали еще более удобными, оригинальными и эффективными, способными сделать вас счастливыми». Но это не так, никакие предметы не способны сделать вас счастливыми, ищите счастье в себе и окружающих людях.

Список литературы

1. Александр Николаевич Лебедев-Любимов Психология рекламы ЛЗЗ Психология рекламы. — СПб.: Питер, 2002. — 368 с: ил. — (Серия «Мастера психологии»)
2. Лариса Геращенко "психология рекламы" – 2006г.
3. Знаков В. В. Психология понимания правды - СПб., 1999.

ТРЕВОЖНОСТЬ И ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ ОПЫТ СТУДЕНТОВ

Богданова Е.В.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Институт экономики и управления, факультет «Экономический »
Научный руководитель: д.ф.н., к.псих.н., профессор Ивлева М.Л.

Исследование психических состояний тревожности человека является актуальной проблемой современной психологической науки. Решению проблем и вопросов, связанных с изучением уровней тревожности, посвящены работы как зарубежных, так и отечественных психологов. В наиболее общем виде проблема тревожности может быть сформулирована как проблема изучения психологических механизмов адаптации и закономерностей влияния психических состояний на обучение, воспитание и развитие личности.
В данной работе рассматривается изучение психических состояний в условиях познавательной и учебной деятельности, для которых свойственны состояния напряжённости и тревожности у обучающихся. Некоторые зарубежные исследователи (Х. Хеккаузен, З. Хелус) в своих работах подчёркивают связь тревожности с определённой сферой деятельности и общения, с типом ситуации, например, выделяя при этом экзаменационную тревожность.

Цель: Изучить влияние показателей уровня тревожности, напряжённости общего состояния респондентов (студентов) на продуктивность процесса обучения.

Объект исследования:учащиеся 2 курса (18-21 лет) учебной группы 4ЭФЭН-2; общий объем выборки 20 человек

Предмет исследования: Готовность студентов к действиям в экстремальной ситуации экзамена.

Гипотезойнашего исследования выступает предположение о том, что уровень тревожности во время экзаменационного опыта у студентов выше среднего.
Для достижения цели исследования и подтверждения гипотез были поставлены следующие **задачи**:
1) Выявить условия и факторы, влияющие на показатель уровня тревожности студентов в экстремальной ситуации экзамена.
2) Исследовать методы управления тревожностью, а также её проявления в виде интенсивности, уровня, глубины воздействия на физиологию и психику студентов.
3) Определить возможную зависимость уровня тревожности от качества учебной деятельности студентов.
4) Описать способы выражения тревожности во внешнем поведении респондентов исходя из их оценки своего состояния накануне экзаменов и в ходе экзаменов.

Методы исследования:

- Изучение и анализ теоретической и экспериментальной литературы по психологии, педагогике, медицине, тематических сборников трудов Академий психологических и педагогических наук по проблемам исследования.
- Проведение анкетирования и наблюдений.
- Анализ изученного и собранного в результате проведенного опроса материала

1.1 Изучение природы тревожности и уровней тревожности.

В данной работе рассматривается такое эмоциональное состояние как тревожность и ее проявления. ТРЕВОЖНОСТЬ- это “индивидуальная психологическая особенность, проявляющаяся в склонности человека к частым и интенсивным переживаниям состояния

тревоги, а также в низком пороге его возникновения. Рассматривается как личное образование и (или) как свойство темперамента, обусловленное слабостью нервных процессов".

Психическое состояние тревожности в процессе обучения человека характеризуется субъективно переживаемыми эмоциями напряжения, беспокойства тревоги, озабоченности, нервозности, которые сопровождаются различными вегетативными реакциями и возникают в сложных, стрессовых ситуациях, таких, например, как экзамены. Являясь эмоциональной реакцией на стресс, тревожность существенным образом влияет на поведение, оказывая либо активизирующее, либо дезорганизующее воздействие. Поэтому большое значение приобретает изучение данного состояния в учебной деятельности человека с целью повышения его работоспособности в экстремальных условиях.

В психологическом плане состояние тревожности характеризует временный, но относительно устойчивый уровень активности человека. Психические состояния имеют рефлекторную природу и формируются в определённой обстановке под воздействием внутренних физиологических состояний организма. Определённые состояния возникают в процессе специфических социальных воздействий. Состояние вызывается или сильными, значительными для личности воздействиями, или же слабыми, но длительно действующими раздражителями.

Особенности состояний зависит и от свойств личности, в первую очередь от типологических и характерологических особенностей человека. Прослеживая соотношение психических состояний и типологических свойств личности, психологи делают вывод о том, что "картина поведения, темперамента человека и действительный тип нервной системы в повседневной жизни личности нередко не совпадают. В поведении одного и того же человека в различных условиях обнаруживается резко различные динамические особенности. Эти различия зависят от временных состояний высшей нервной деятельности".

Эмоциональное состояние личности студента в ситуации экзамена практически не изучено. Можно в качестве примера привести работы психологов О.В.

Овчинниковой и Э.Ю. Пунга ,А.О. Прохорова, которые выяснили, что состояние человека в стрессовой обстановке (например, на экзамене) характеризуется той или иной степенью психологического дискомфорта, уровнем тревожности.

Введение в качестве индикатора психической напряжённостипоказателей тревожности позволяет количественно измерить и дать психологическую интерпретацию собственно эмоционального компонента психического состояния. Шкала тревожности, разработанная Ч.Д. Спилбергером и получившая широкое распространение (в отечественной психологии ее развил в 1967 г. В.Ф. Березин, является одним из возможных методов изучения состояния студента в ситуации экзамена, его эмоционального самочувствия. С помощью этой шкалы можно количественно измерить как личностную тревожность, так и состояние тревожности, для которого характерны субъективно переживаемые неприятные эмоции напряжённости, озабоченности, неудовлетворённости, беспокойства и дурного предчувствия, сопровождающиеся, как правило, активацией вегетативной нервной системы. Это состояние является эмоциональной реакцией на различные стрессоры (экзамены), связанные в той или иной мере с угрозой престижу, самоуважению и самооценке человека.

1.2 Влияние самооценки на экзаменационные переживания.

Наиболее часто экзаменационные переживания студента связаны с неверием в свои силы, что проявляется в заниженной самооценке. Особенности самооценки влияют на всё стороны жизни человека: на эмоциональное самочувствие и отношение с окружающими, на удовлетворённость работой, учёбой. В студенческом возрасте самооценка неустойчива, колеблется от предельно высокого уровня до крайне низкого. Когда в самооценке сталкиваются очень высокие притязания и сильная неуверенность в себе, то в результате проявляются острые эмоциональные реакции (нервозность, истерики, слёзы). В психологии

этот феномен получил название "аффекта неадекватности". Люди с аффектом неадекватности хотят во всём быть первыми, даже тогда, когда первенство не имеет никакого принципиального значения. Аффект неадекватности не только препятствует правильному формированию отношения личности к себе, но и искажает многие его связи с окружающим студента миром. Такие люди часто ждут от других подвоха, недоброжелательства. Всякую, даже нейтральную или заведомо беспроигрышную, ситуацию они склонны воспринимать как угрожающую. Любая ситуация проверки компетентности - экзамен, тест - для таких людей оказывается просто непереносимой. В эксперименте, направленном на изучение аффекта неадекватности, сравнивались притязания студентов на то, чтобы быть сообразительными, с реальной оценкой возможностей студентов к учению и усвоению знаний.Выяснилось, что у всех тестируемых есть высокие притязания на то, чтобы быть сообразительными. Но когда им предложили решить задачи на сообразительность, т.е. создали ситуацию, которая требовала реальной оценки своих возможностей, лишь немногие захотели участвовать в этом. Иными словами, лишь немногие продемонстрировали соответствие уровня притязаний собственной самооценке.
Большинство студентов отказались участвовать в решении задач, причём психологическая природа этих отказов была различна. Традиционно оптимальной для развития личности считались адекватная самооценка, адекватный уровень притязаний. Исследования, проведённые в последнее время, показывают, что наиболее продуктивными следует считать высокую самооценку, высокий или очень высокий уровень притязаний, которые могут даже превышать реальные возможности учащегося. Важен при этом лишь один момент: такая высокая самооценка должна сочетаться со способностью дифференцированно оценивать свои достижения в разных областях, не настаивать на одинаково сверхвысоком уровне притязаний во всем.

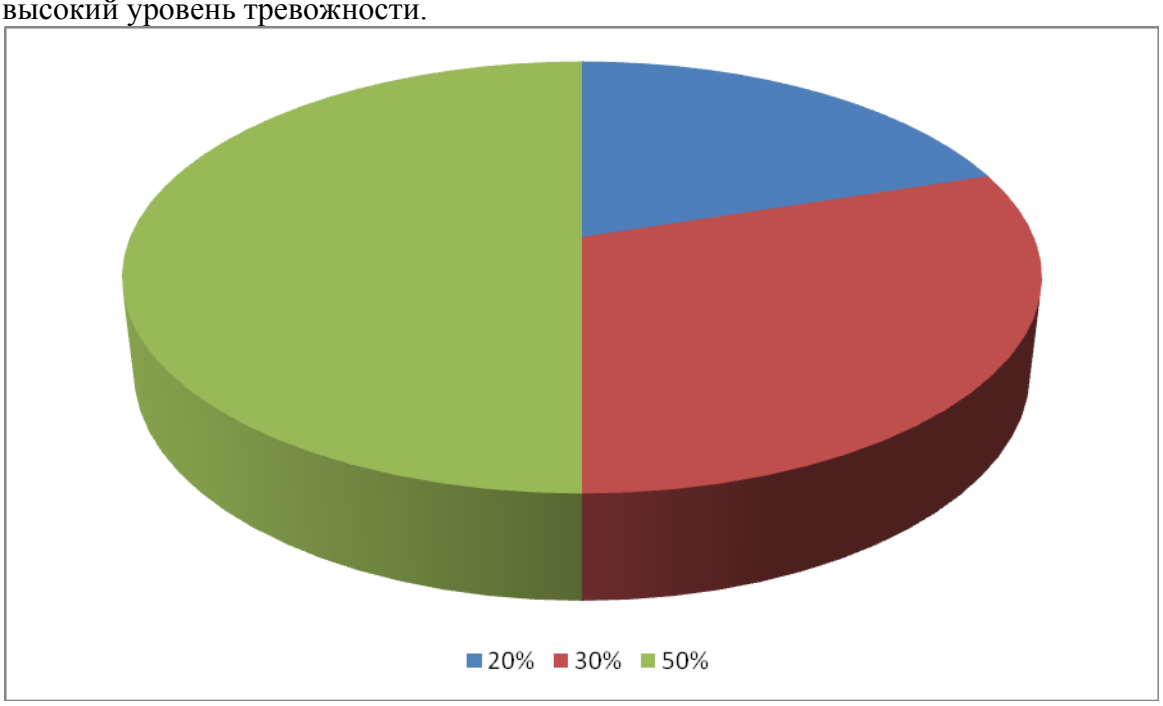
1.2 Зависимость тревожности от психических свойств личности.

Каждый конкретный учащийся по - разному переживает "трудную" ситуацию и проявляет различную степень тревожности, в зависимости от своей заинтересованности в конечном результате. В опытах современных зарубежных и российских психологов накоплено достаточно фактов, убеждающих в том, что поведение индивидов в критических ситуациях зависит от свойственных им типов нервной системы, особенностей темперамента. Например, для изучения учебного стиля деятельности студентов в лаборатории имени Б.Г. Ананьева был разработан самооценочный опросник .
Многие авторы считают не только правомерным, но и целесообразным использование в психодиагностике самонаблюдения испытуемых. Так, обобщая точку зрения Б.М. Теплова и К. Израда , А.Е. Ольшанникова [27, с.59] считает, что “для ряда психологических исследований самонаблюдение имеет неоспоримые достоинства и даже преимущества перед рядом объективных методов, уводящих от психологического исследования”.
Вопросник содержит 14 вопросов, позволяющих оценить регулярность, систематичность учебной деятельности, и 14 вопросов, диагностирующих наличие в стиле деятельности приемов, обусловленных слабостью (силой) нервной системы. Вопросник носит закрытый характер, т.е. студент лишь выбирает один из предложенных вариантов ответа.
Только на последний вопрос Расскажите подробно, как вы готовитесь к выпускному экзамену? студент дает самостоятельный ответ. О регулярности работы студентов (в самооценке) судили по: 1) ведению конспектов лекций; 2) подготовленности к семинарским занятиям, коллоквиумам; 3) чтению литературы по учебному материалу, монографий; 4) проработке к экзамену, зачету указанных преподавателями вопросов; 5) работе во время экзаменов и т. п.; -всего 14 вопросов, позволяющих набрать максимально 14 баллов по регулярности учебной деятельности. Выделяя для анализа приемы учебной деятельности, обусловленные слабостью (силой) нервной системы, мы следовали за наблюдениями, сделанными в работах Н.С. Лейтеса [19], А.К. Байметова [3] и других специалистов,

обобщенными В.С. Мерлиным и Я. Стреляу.Этими исследователями доказано, что в учебной деятельности учащимся со слабой нервной системой свойственны постоянная проверка своих действий, широкое использование черновиков, конспектов, тщательное продумывание, проговаривание или подробная запись предстоящего ответа, выступления, а также регулярность, ритмичность в работе, широкое использование дополнительной литературы, стремление заниматься одному в тишине.
Быстро утомляясь, учащиеся со слабой нервной системой стараются выполнить задания по возможности заблаговременно, чтобы не допустить штурма, избежать риска. Несмотря на все это, они очень волнуются на экзаменах и часто не раскрывают полностью своих знаний. Приемы их учебной деятельности являются своеобразным показателем слабости нервной системы в стиле учебной деятельности.
Студенты с сильной нервной системой - выносливые, малоутомляемые, при необходимости (перед экзаменом, зачетом) используют для занятий время, предназначенное для сна. Кроме того, спокойные, с высоким самообладанием, “они порой отвечают по догадке. Все это недоступно студентам со слабой нервной системой: осознание пробелов в подготовке усиливает и без того большое волнение, тревожность, создавая базу для срывов. Отсюда их стремление знать весь программный материал, а это возможно лишь благодаря регулярным повседневным занятиям”.

Результаты анализа:

Первый вопрос помогал разбить респондентов на три группы по качеству их учебной деятельности (слабо успевающие, хорошо и очень хорошо успевающие) и предполагал в последующем при анализе результатов анкеты сравнить % соотношение качества учебной деятельности респондентов с % выражением выявленного уровня тревожности.
Анализ выявил,что из 20 опрошенных респондентов 4 студента(20% из числа опрошенных) обнаружили низкий уровень тревожности. У 6 студентов группы(30% из числа опрошенных)-средний уровень, а у 10 студентов(50% з числа опрошенных) обнаружили высокий уровень тревожности.



Вопросы, связанные с выявлением общего состояния респондентов в ходе экзамена, а также проведенный анализ ответов показал, что большинство опрошенных, определили свое состояние на экзамене как «обычное», хотя состояние накануне экзамена с высоким уровнем тревожности.

Для группы студентов, имеющих "удовлетворительную" успеваемость, т.е. можно сделать вывод о зависимости качества учебы от уровня тревожности: с повышением уровня тревожности понижается качество учебы (видимо, и качество учебы влияет на уровень тревожности, и уровень тревожности в свою очередь сказывается на учебе).
Фактически по всем показателям, по которым мы просили респондентов дать свои ответы, можно выявить некоторую их зависимость от уровня тревожности:

– Умственная работоспособность в ходе экзамена повышена.
– Наличие физического или физиологического дискомфорта присутствует у большинства опрошенных.
– Температурные ощущения отличаются от нормы.
– Повышенное потоотделение
– Резкая и отрицательная восприимчивость к внешним раздражителям

Способы выражения тревожности во внешнем проявлении и в поведении студентов. У студентов с высоким уровнем тревожности наблюдались: а) Резко выраженный дискомфорт: студенты беспокойны, их не покидает дурное предчувствие, не могут найти себе место, задают вопросы каждому выходящему из экзаменационного класса. б) Некоторые респондентыотмечали наличие болевых ощущений: головные боли, боли в области живота, сердца, у некоторых наблюдались небольшие судороги конечностей. в)
Температура нередко повышена, наблюдается усиленное потоотделениенезависимо от окружающей температуры. г) Координация движений нарушена, они хаотичны, наблюдается дрожь в руках, ногах. д) Учащённое сердцебиение определили 45 % респондентов. Общая оценка респондентов с выявленным высоким уровнем тревожности характеризуется: напряжённостью и беспокойством, сильной возбудимостью, усиливающимися накануне экзаменов страхами, что как правило проходит после сдачи экзамена.
Чувство тревоги, выраженное в показателях уровня тревожности, неизбежно сопровождает учебную деятельность человека. Более того, активная познавательная деятельность учащихся и студентов не может не сопровождаться тревогой. Ведь сама ситуация экзамена, когда нужно приложить усилия, всегда таит в себе неопределённость, противоречивость, а следовательно, и повод для тревоги.Полностью снять тревогу можно лишь устранив все трудности познания, что в принципе невозможно, да и не нужно. И учение, и развитие личности учащегося наилучшим образом протекают не тогда, когда тревога близка к нулю, а когда она находится на оптимальном (не слишком высоком) уровне, и когда ученик (студент) обучен адекватным способам борьбы со стрессами и тревожностью. Повышение самооценки - один из самых эффективных приёмов борьбы в обучении. Надо отметить, что во всех без исключений передовых системах обучения обязательно содержатся элементы, направленные на повышение самооценки учащегося.
Из всех проводимых исследованийвидно, что для плодотворной работы, для гармоничной, полноценной жизни определённый уровень тревоги просто необходим, уровень, который не изматывает человека, а задаёт тонус его деятельности. Такую тревогу называют конструктивной, и именно она присуща "успешным" учащимся. Важнейшее качество, придающее тревоге конструктивность, - умение анализировать тревожную ситуацию спокойно, без паники разобраться в ней. С этим качеством тесно связано умение анализировать и планировать собственные поступки. Тревога становится конструктивной, если человек понимает, что любая ошибка, совершена ли она на экзамене или в реальной жизни - это не катастрофа, а стимул для дальнейшего поиска. Опыт ошибок и неудач в жизни человека играет не меньшую роль, чем опыт побед и радостных переживаний.
Конструктивная тревога, в отличие отдеструктивной, то есть мешающей, разрушающей деятельность, всегда направлена на преодоление чётко обозначенного препятствия. Факты показывают, что учащиеся, обладающие хорошо развитыми навыками саморегуляции, при наличии тревожности выполняют сложныеэкзаменационные задания не только не хуже, но даже лучше, нежели когда тревога или тревожность отсутствует. Чувство тревожности из препятствия может превратиться в источник успеха. Однако это возможно, во-первых,

только при наличии какой-то прочной, надёжной основы - глубинной уверенности в себе, а во-вторых, при владении определёнными знаниями, навыками и умениями в саморегуляции. Критерием конструктивности тревоги служат не экзаменационные отметки, а умение дать себе отчёт в её причинах тревожности, не растеряться, не впасть в отчаяние в сложной ситуации, а наметить разумные пути к выходу из положения.

Список литературы

1. Актуальные проблемы современной психологии. Материалы международной конференции. - М.: МГУ, 1987.
2. Анохин П.К. Эмоции. Психология эмоций. - М.: Педагогика, 1984, с.214-276.
3. Байметов А.К. Некоторые обусловленные силой возбуждения факторы индивидуального стиля в учебной деятельности старшеклассников. / Типологические исследования по психологии личности (Сб. под ред. В.С. Мерлина). - Пермь, 1967, с.34 - 46.
4. Бернс Р. Развитие "Я-концепции" и воспитание. М.: Педагогика, 1986.
5. Божович Л.И. Этапы формирования личности в онтогенезе. // Вопросы психологии, 1979, № 2, с.72-79.
6. Бороздина Л.В., Залученова Е.А. Увеличение индекса тревожности при расхождении уровней самооценки и притязаний //Вопросы психологии, 1993, № 1, с.104 - 113.
7. Вилюнас В.К. Основные проблемы психологической теории эмоций. М.: Педагогика, 1988.
8. Вопросы практической психодиагностики и консультирования в ВУЗе (Под ред. проф. Н.Н. Обозова). Л.: ЛГУ, 1984.
9. Вострокнутов Н.В. Школьнаядезадаптация: ключевые проблемы диагностики и реабилитации / Школьная дезадаптация: эмоциональные и стрессовые расстройства у детей и подростков.- М.: Педагогика, 1995,с.8-11.
10. Габдреева Р.Х. Основы самоуправления психическим состоянием. / Проблемы самоуправления в системе психологической службы ВУЗов.- Казань, 1983, с. 68-85.
11. Гримак Л.П. Резервы человеческой психики. Введение в психологию активности. - М.: Политиздат, 1989.
12. Диагностика школьнойдезадаптации. / Под ред. С.А.Беличевой. М.: Педагогика, 1993.
13. Додонов Б.И. В мире эмоций. - Киев, 1995.

ПОНЯТИЕ И ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Ямаева В. Е.
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Автомобильный институт, факультет «Автомобили и тракторы»
Научный руководитель: ст. преп. Матисов С. К.

Социальное проектирование как отрасль социологической науки появилось в XX веке, когда стало очевидным, что игнорирование социальных аспектов развития чревато серьезными издержками в функционировании современных обществ.

На первых этапах своего становления оно было производным от научного и технического проектирования. Исторически научно обоснованные методы проектирования впервые стали применяться в архитектуре и машиностроении. Все большее распространение получает проектирование при решении проблем расселения, а также при совершенствовании систем управления.

В настоящее время наряду с традиционными видами складываются новые самостоятельные направления проектирования: человеко-машинных систем, экологическое, демографическое, инженерно-психологическое и др. Проектирование охватывает практически все сферы деятельности человека и общества.

Что касается социального проектирования, то его исходные принципы разрабатывались Я. Дитрихом, Т. Тиори, Д. Фраем, П. Хиллош, Ф. Ханикой и другими исследователями. В отечественной социологии первые идеи о проектировании социальных систем были высказаны в работах И.И.Ляхова, В.Н. Дубровского, А.Г. Раппопорта, В.М. Разина, Б.В. Сазонова, Г.П. Щедровицкого и О.И. Генисаретского.

С точки зрения социального управления эти проблемы рассматривались В.Г. Афанасьевым, И.В. Бестужевым-Ладой, П.Н. Лебедевым. Собственно теоретические основы социального проектирования были проанализированы в работах Н.А. Аитова, Г.А. Антонюка, Н.И. Лапина, А.И Пригожина, Ж.Т. Тощенко, Н.Г. Харитонова, а также в исследованиях Т.М. Дридзе, Ю.А. Крючкова, О.Н. Яницкого и др.

Вопросам исследования посвящено множество работ. В основном материал, изложенный в учебной литературе, носит общий характер, а в многочисленных монографиях по данной тематике рассмотрены более узкие вопросы проблемы. Однако требуется учет современных условий при исследовании проблематики обозначенной темы.

Высокая значимость и недостаточная практическая разработанность проблемы определяют несомненную новизну данного исследования. Дальнейшее внимание к этому необходимо в целях более глубокого и обоснованного разрешения частных актуальных проблем тематики данного исследования.

Актуальность настоящей работы обусловлена, с одной стороны, большим интересом к этой теме в современной науке, с другой стороны, ее недостаточной разработанностью.

Понятия социального проектирования

Термин "проектирование" происходит от лат. "projectus" - брошенный вперед; это - процесс создания прототипа, прообраза предполагаемого или возможного объекта или состояния. Это специфическая деятельность, результатом которой является научно-теоретически и

практически обоснованное определение вариантов прогнозируемого и планового развития новых процессов и явлений.

Проектирование - одна из форм опережающего отражения действительности, создание прообраза (прототипа) предполагаемого объекта, явления или процесса посредством специфических методов. Проектирование в конкретной форме выражает прогностическую функцию управления, когда речь идет о будущей материальной или идеальной реальности. Его целью является реализация одного из вариантов преобразования объективной действительности, связанного со стремлением придать желаемые свойства и черты проектируемому объекту.

Социальное прогнозирование представляет собой одно из проявлений целенаправленной деятельности, когда разрабатываются различные варианты решения социальных проблем. Проектирование, будучи одной из форм выработки и принятия решения, выступает как важный элемент цикла управления, обеспечивающий реализацию других его функций. Однако социальное проектирование в отличие от планирования в меньшей степени обусловливает, детерминирует другие функции управления, ибо допускает многовариантность решений, исходя из имеющихся материальных, трудовых и финансовых ресурсов.

Эта задача несколько изменяется, когда речь идет о реорганизации (реконструкции) существующих социальных процессов или социальных институтов на принципиально иных основах. В этом случае проектирование направлено на поиск и обоснование таких средств, которые предполагают возможность их воспроизведения или замены в различных ситуациях.

Чтобы точно и однозначно осмыслить суть проектирования, необходимо соотнести его с понятиями, которые являются близкими по смыслу и значению. Такими понятиями являются следующие: планирование, проекция, предвосхищение, предвидение, прогнозирование, конструирование, моделирование.

Планирование - научно и практически обоснованное определение целей, выявление задач, сроков, темпов и пропорций в развитии того или иного явления и его реализации и претворения в интересах общества.

Социальное проектирование- это процесс создания прототипа, прообраза социальных объектов, социальных качеств, социальных процессов и отношений. При этом в основания социального проектирования должны быть заложены следующие параметры, т.е. необходимо помнить, что: социальный объект противоречив; у социального объекта существует многовекторность развития (несколько путей развития); невозможно описать социальный объект конечным числом терминов любой социальной теории (принципиальная неформализуемость); на социальный объект влияет много объективных факторов; существует множество субъективных факторов, влияющих на социальный объект, например, исследователь может по-разному оценить зрелость развития социального объекта и т.п. Социальное проектирование дает возможность оценить обоснованность прогноза, разработать научно обоснованный план социального развития.

Субъектом социального проектирования (т. е. тем, кто осуществляет проектирование) являются различные носители управленческой деятельности, как отдельные личности, так и организации, трудовые коллективы, социальные институты и т. п., ставящие своей целью организованное, целенаправленное преобразование социальной действительности. Необходимая черта субъекта проектирования - его социальная активность, непосредственное участие в процессе проектирования.

Объектом социального проектирования (т.е. где или на ком осуществляется процесс проектирования) называют системы, процессы организации социальных связей, взаимодействий, включенных в проектную деятельность, подвергающиеся воздействиям субъектов проектирования и выступающие основанием для этого воздействия. Это могут быть объекты самой различной природы:

1) человек как общественный индивид и субъект исторического процесса и социальных отношений с его потребностями, интересами, ценностными ориентациями, установками, социальным статусом, престижем, ролями в системе отношений;

2) различные элементы и подсистемы социальной структуры общества (трудовые коллективы, регионы, социальные группы и т. п.);

3) разнообразные общественные отношения (политические, идеологические, управленческие, эстетические, нравственные, семейно-бытовые, межличностные и т.п.);

Анализ объекта и субъекта проектирования позволяет создать "информационный массив", который является главным источником социального проектирования.

Основная цель социального проектирования как специфической управленческой деятельности - создание с помощью информационного массива социальных проектов. Социальный проект должен содержать систему общих параметров проектируемого объекта. Всем научно разработанным социальным проектам присущи следующие черты:

1) наличие таких характеристик, которые у проектируемого объекта без четкого проекта не возникают;

2) наличие параметров, способных обеспечить реализацию социального заказа;

3) наличие характеристик, поддающихся внедрению в течение определенного промежутка времени.

Проект будущих возможных состояний социальных систем, процессов и явлений должен соответствовать следующим условиям его разработки: он должен быть создан на научной основе, не противоречить нравственным нормам, выражать общепринятые социальные ценности, выражать социальный заказ, быть эффективным с точки зрения реализации, не содержать противоречий, должен быть предназначен для реализации.

Социальный проект устанавливает параметры, основные характеристики развития социальных систем на ограниченный, четко определенный отрезок времени.

Проблемы социального проектирования в России

Конкретные социальные проблемы определяются особенностями развития мировых социальных систем общественно-экономических формаций. Эти процессы происходят ныне в условиях научно-технической революции ее социально-экономических последствий. Они и определяют общую (в относительном смысле) проблематику социологических исследований.

Одна из социальных проблем - проблема сиротства носит глобальный характер и приобрела всероссийский масштаб. В то же время позитивный опыт ее решения имеет локальный «точечный» характер. Таким образом, возникает серьезный разрыв между насущным

требованием развертывания крупномасштабной работы и имеющимся ресурсом для ее осуществления. Сложившийся в государственной системе образования и социальной защиты механизм решения проблемы нуждается в серьезной перестройке. Проблема в том, как от точечных инициатив перейти к решению проблемы в глобальном масштабе.

Автор одной из наиболее популярных в мире книг по методам проектирования -- Дж.Джонс, сопоставляя мнения авторитетов в сфере проектирования технических и человеко-машинных систем, пришел к выводу, что под проектированием следует понимать процесс «полагания начала изменениям в окружающей искусственной среде». Обычно эти изменения полагаются на основе благих побуждений, в том смысле, что каждый проектировщик стремится сделать мир лучше. Таким образом, за полагаемыми изменениями стоят ценности людей, их представления о «лучшей жизни» (часто кажущиеся им настолько самоочевидными, что нет необходимости в рефлексии по их поводу).

Возвращаясь к теме сиротства, отметим, что в ряде проектов по социальной адаптации воспитанников и выпускников интернатных учреждений, авторы искренне полагали, что своими воздействиями переделывают детей-сирот, формируют у них новые личностные свойства и интеллектуальные характеристики. Социотехническая мегамашина детского дома заменяет «штучную» работу по воспитанию ребенка, который, кроме обучения, нуждается в стойкой эмоциональной привязанности, чувстве своей значимости для другого человека, способности определять собственную судьбу. Поэтому эффективная адаптация выпускников детского дома имела место там, где складывались устойчивые человеческие отношения между ними и их взрослыми наставниками.

Один из стереотипов состоит в том, что масштабные программы социальных изменений могут инициироваться только «сверху». Еще в XIX веке П. Я. Чаадаев отмечал эту особенность социального развития России: «Посмотрите от начала до конца наши летописи, - вы найдете в них на каждой странице глубокое воздействие власти, непрестанное влияние почвы, и почти никогда не встретите проявлений общественной воли». И там же: «Самой глубокой чертой нашего исторического облика является отсутствие свободного почина в нашем социальном развитии». Недоверие к общественным инициативам и упование на власть -стереотип, который сохранился по сей день.

Судьбу крупномасштабного проекта (программы) во многом предопределяет момент «запуска». Если в момент «запуска» программа будет пониматься как спускаемый «сверху» документ, а люди практики - как исполнители разработанного без их участия, но зато «научно обоснованного» проекта, то результаты и последствия такого программирования предсказать несложно. О них нам напоминает весь опыт разработки и реализации программ социалистического строительства в нашей стране.

Причиной неизбежного краха подобных программ являются два процесса, которые запускаются программой-документом, идущим «сверху»: имитация и манипулирование. Имитация выполнения программы обусловлена, во-первых, тем, что сама программа для большинства участников процесса не рассматривается ими как то, что должно быть выполнено, а, во-вторых, исполнитель работает в соответствии с «буквой», но не «духом» программы. Манипуляция - второй процесс, запускаемый «такой» программой - осуществляется как «сверху вниз», так и «снизу вверх». В силу разрушенности содержательных связей, и доминирования имитационно-манипулятивных отношений между участниками инновационного процесса, цели, заявленные в программе, оказываются в принципе недостижимыми.

Альтернативой данному, хотя и сложившемуся и имеющему глубокие корни в нашей стране, подходу является подход к разработке крупномасштабной программы. Объединяясь в сообщество, складывая совместные усилия, члены сообщества увеличивают масштабы своей деятельности, свои возможности осуществления преобразований. В идеале даже такой документ, как региональная программа решения проблем сиротства, может быть продуктом рефлексивного оформления реально осуществляемых действий данного сообщества. Тогда программа становится не средством достижения социальных целей, нередко носящих коньюнктурный характер, а будучи программой действий сообщества, становится процессом реализации культуросообразных ценностей, принятых сообществом, а цели, средства и ресурсы становятся чисто техническими моментами этой реализации.

Именно таким образом -как объединение авторских проектов -создавалась региональная "Программа стабилизации и развития образования Пермской области на 1996-2000 гг. Разработке программы предшествовала трехлетняя работа по инициации инновационных проектов учителей, образовательных учреждений, органов управления образованием. Решение о разработке инициативной программы был принято на конференции педагогов-инноваторов, а концепция программы разработана группой специалистов, которая была выбрана на этой же конференции. В большинстве проектов указывалось, что они будут реализованы в том или ином масштабе даже в случае, если не получат поддержку со стороны управления образованием области. Программа была «обречена на реализуемость» и утверждена начальником Главного управления образования Пермской области. Несмотря на объективные трудности (дефолт 1998 года, экономический кризис), эта программа успешно реализована.

Именно такой путь «снизу» был предложен в качестве стратегической основы руководству инвестиционной программы «Помощь детям-сиротам в России» (Программы АРО).

Казалось бы, что инвестиционные программы не должны сталкиваться с теми трудностями, которые возникают при запуске программ «сверху». Однако, как показал первый же конкурс, большинство проектов, особенно претендующих на крупные суммы (верхним пределом в программе «Помощь детям-сиротам в России» был грант в сто тысяч долларов США), носило отчетливо имитационный характер.

Программа АРО, ориентированная на поддержку крупных региональных инициатив, столкнулась с отсутствием таковых, и оказалась, тем самым, неспособной выполнить свою миссию в России. В этой ситуации директор Программы АРО Крис Кавано выбрал путь поиска решения, которое бы позволило сделать программу максимально эффективной.
В качестве возможного решения В.Зарецким и М.Дубровской было предложено провести региональные проектные семинары с потенциальными деятелями в сфере социального сиротства.

Почему потенциальными? Потому что, как показал анализ ситуации, реальных деятелей - людей, организаций, которые бы занимались именно проблемами сиротства, почти не оказалось. При этом, с одной стороны, сам факт появления Программы АРО выявил большой потенциал общественных организаций и государственных органов, которые при определенной перестройке своей деятельности, могли бы направить свои усилия на решение проблем сиротства.

Выводы

Социальный проект устанавливает параметры, основные характеристики развития социальных систем на ограниченный, четко определенный отрезок времени. Однако мало

определить стратегически важные цели, направление развития, важно уметь выразить их в определенных показателях. Основной конечной стратегической целью социального проекта является создание оптимальной общности организации коллективных отношений с учетом объективных условий и жизнедеятельности различных социальных групп.

Таким образом, само появление Программы АРО провоцировало «разработку» имитационных проектов

В то же время конкурс Программы АРО стал поводом для многих организаций, работающих с особенными детьми, с неблагополучными семьями, чтобы задуматься над тем, а какое они имеют отношение к этой проблеме, и, может быть, заняться ею всерьез, расширив рамки своей деятельности.

Таким образом, проблема конкретизировалась до предела. Если не появятся деятели, т.е. люди, которые занимаются решением именно проблем социального сиротства, Программа АРО и подобные ей программы помощь детям-сиротам оказать не смогут.

Следовательно, Программа должна помочь процессу появления деятелей в этой сфере, т.е. инициировать процесс самоопределения по проблемам сиротства.

Список использованной литературы

Джонс Д. Методы проектирования. М., Прогресс, 1990.

Дридзе Т. М. На пороге экоантропоцентрической социологии // Общественные науки и современность, 1994.- №4. - С. 97-103.

Дридзе Т. М. Экоантропоцентрическая и семиосоциопсихологическая парадигма для интеграции социогуманитарного знания в исследовательской социально-диагностическую и проблемы субъектов социального проектирования и управления / Препринт под ред. В.И.Аршинова и В.Е.Лепского. М.: «Когито-Центр», 2006. - 256 с.