

**18-я МЕЖВУЗОВСКАЯ НАУЧНО-  
ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
СТУДЕНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ  
г.ВОЛЖСКОГО**

**ВПИ (филиал) ВолгГТУ  
ПРОФИЛЬНЫЕ СЕКЦИИ**

**Волжский**

**23-24 мая 2012 г.**

**Волгоград  
2012**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ  
ВОЛЖСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЛГОГРАДСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**18-я МЕЖВУЗОВСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ  
г.ВОЛЖСКОГО**

**ВПИ (филиал) ВолгГТУ**  
**ПРОФИЛЬНЫЕ СЕКЦИИ**

**Волжский**

**23-24 мая 2012 г.**



**Волгоград**  
**2012**

**Организационный комитет профильных секций:**

Каблов В. Ф. – председатель, доктор техн. наук, проф., директор ВПИ (филиал) ВолгГТУ.

Бутов Г. М. – зам. председателя, доктор хим. наук, проф., зам. директора ВПИ  
(филиал) ВолгГТУ по научной работе.

Благинин С. И. – ученый секретарь конференции, начальник НИС ВПИ (филиал)  
ВолгГТУ.

**ЧЛЕНЫ ОРГКОМИТЕТА:**

Гольцов А. С., Носенко В. А., Моисеев Ю. И., Суркаев А. Л., Лукьянов Г. И.

Издается по решению редакционно-издательского совета  
Волгоградского государственного технического университета.

**18-я межвузовская научно-практическая конференция студентов и молодых ученых г.Волжского, ВПИ (филиал) ВолгГТУ, профильные секции (г. Волжский, 2012 г.) [Электронный ресурс]: Сборник материалов конференции / Под.редак.С.И.Благинина. - Электрон. текстовые дан.(1 файл-12,9МВ) – Волжский: ВПИ (филиал) ВолгГТУ, 2012 г. – Систем.требования: Windows 95 и выше; ПК с процессором 486+;CD-ROM.**

В сборник вошли материалы 18-й межвузовской научно-практической конференции студентов и молодых ученых г.Волжского представленных на профильных секциях, которые проходили в ВПИ (филиал) ВолгГТУ 23-24 мая 2012 г.

Материалы публикуются в авторской редакции.

© Волгоградский государственный  
технический университет, 2012

©Волжский политехнический  
институт, 2012

## СЕКЦИЯ 1. ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

### ПОЛУЧЕНИЕ, СТРУКТУРА И ПРИМЕНЕНИЕ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ Na<sup>+</sup>-МОНТМОРИЛЛОНИТОВЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ

О. А. Барковская, С. В. Кудашев

Волгоградский государственный технический университет,  
студент, доцент

Полифторированные спирты-теломеры типа  $\text{H}(\text{CF}_2\text{CF}_2)_n\text{CH}_2\text{OH}$  со степенью теломеризации  $n=2\div 5$  являются побочными продуктами промышленного производства 1,1,3-тригидроперфторпропанола-1 ( $n=1$ ), который используется в качестве универсального растворителя при производстве деталей микросхем, материнских плат и микропроцессоров в компьютерной, вычислительной технике, а также микро- и наноэнергетике.

В связи с чем, модификация полифторированными спиртами-теломерами высокодисперсного слоистого алюмосиликата Na<sup>+</sup>-монтмориллонита, способного в определенных условиях расслаиваться на отдельные пластины толщиной порядка 1 нм и длиной 20-250 нм, с целью последующего его использования в качестве «носителя» полифторированных групп – вызывает несомненный интерес.

Разработана технология физико-химического синтеза нанокomпозитов на основе отходов производства 1,1,3-тригидроперфторпропанола-1 и Na<sup>+</sup>-монтмориллонита, позволяющая в условиях ультразвукового диспергирования получать наноматериалы с предельным содержанием спиртов-теломеров до 44,0 % масс.

Разработанные нанокomпозиты были испытаны в качестве сухих смазочных наноматериалов, способных эксплуатироваться в условиях динамично изменяющихся нагрузок. Техническим результатом использования полифторалкильных органоминеральных комплексов являются высокие трибологические свойства и надежность работы заявляемого антифрикционного твердого смазочного материала с максимальной длиной перфторуглеродной цепи при различной продолжительности и высоких скоростях трения.

Результаты, полученные методом рентгеновской дифракции на малых углах рассеяния, свидетельствует о том, что упорядоченных слоистых систем с фиксированным межслоевым расстоянием в случае синтезированных наноматериалов не формируется, а наблюдается образование нанокomпозитов с явным смешаннослойным характером, который наиболее проявляется для Na<sup>+</sup>-монтмориллонита, модифицированного спиртами с «четной» степенью теломеризации.

Таким образом, теломерные отходы промышленного производства 1,1,3-тригидроперфторпропанола-1 могут быть использованы для получения нанокomпозиционных материалов, способных найти применение в трибологии, энергетике, в сфере твердотельной электроники и других областях науки и техники.

## ВЫДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКОГО ШТАММА МИКРООРГАНИЗМОВ ИЗ ОБЪЕКТОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Д.А. Максимов, магистр;

И.В. Владимцева, профессор

Волгоградский государственный технический университет

Одним из путей решения продовольственной проблемы, устранения белкового дефицита является использование целлюлозосодержащего сырья, в частности, древесной и кустарниковой растительности, которая может служить основой для микробиологического синтеза многих ценных биотехнологических продуктов. Целлюлозоразлагающие штаммы микроорганизмов могут быть перспективны для биологической очистки сточных вод и биodeградации отходов сельского хозяйства.

Целью данной работы являлось выделение из объектов внешней среды и изучение основных свойств микроорганизмов, способных разлагать целлюлозу.

Для выделения микроорганизмов готовили синтетическую среду, содержащую источники минерального питания:  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  – 0,2%,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 0,1%,  $\text{CaCl}_2$  – 0,03%,  $\text{MgSO}_4$  – 0,005%,  $\text{CaCO}_3$  – 0,5%. Полученную среду кипятили в течение 1 мин, постоянно перемешивая, и стерилизовали автоклавированием при 1 атм в течение 15 мин.

В широкогорлую колбу с 200 мл стерилизованной синтетической средой внесли 1 г фильтровальной бумаги, состоящей из целлюлозы, и 1 г почвы в качестве источника микроорганизмов. Колбу поместили в термостат на 10 суток при температуре 37°C. По истечении периода инкубации с помощью бактериальной петли извлекли из колбы кусочек фильтровальной бумаги и произвели посев на селективную плотную питательную среду, содержащую 0,5% мелкокристаллической целлюлозы, 3% агар-агара, 1,5%  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 0,1%  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 0,025%  $\text{MgSO}_4$ , 2,5%  $\text{NaCl}$ , 0,005%  $\text{FeSO}_4$ . Через сутки на питательной среде наблюдался рост одного типа колоний микроорганизмов. С помощью бактериальной петли колонии отсеивали на скошенный агар для выделения чистой культуры.

Изучение морфологических свойств выделенного штамма осуществляли методом окраски по Грамму и микроскопирования в проходящем свете оптического микроскопа МЛ-1 (производства ЛОМО). Результат окраски и микроскопирования представлен на рисунке 1.

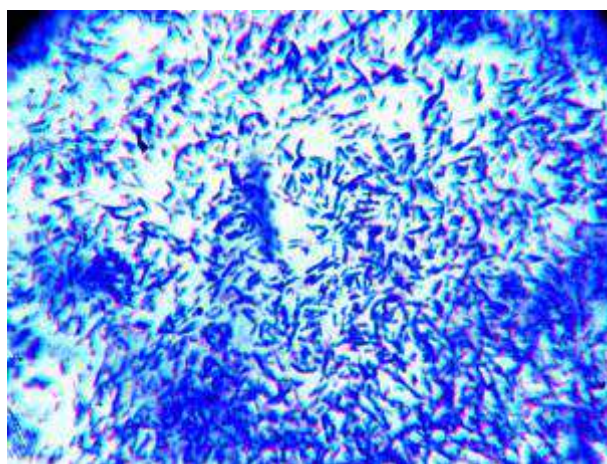


Рисунок 1 – Окрашенные по Грамму целлюлозоразлагающие бактерии

Результат морфологического исследования свидетельствует, что выделенный нами из почвы штамм относится к грамположительным палочковидным бактериям.

Для изучения культуральных свойств штамма по стандарту мутности приготовили взвесь суточной культуры, соответствующую концентрации  $10^9$  м.к./мл. Полученную взвесь раститровывали в физиологическом растворе (0,89%  $\text{NaCl}$ ) и высевали в объеме 0,1

мл на плотную питательную среду для получения изолированных колоний. На рисунке 2 представлена изолированная колония выделенного бактериального штамма.

Изучение культуральных свойств позволило выявить следующие характеристики выделенного штамма: колонии мелкие (диаметр меньше 1 мм), цвет молочно-бежевый с темным уплотненным центром, край бахромчатый, поверхность блестящая, глянцевая, влажная, консистенция пастообразная.

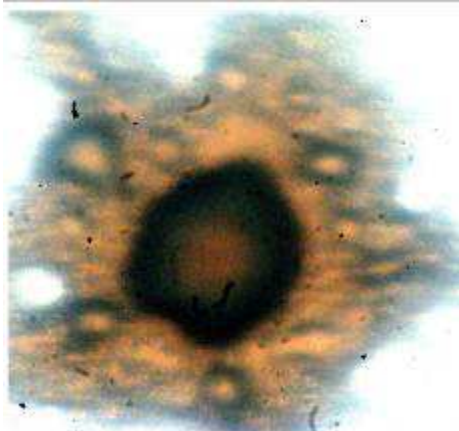


Рисунок 2 – Изолированная колония выделенного штамма

Дальнейшие исследования будут направлены на идентификацию выделенного из почвы бактериального штамма и исследование его целлюлозолитической активности.

### **СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И СОСТАВ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ФОРПОЛИМЕРНЫХ ПРОДУКТОВ РЕАКЦИИ 4,4'-ДИФЕНИЛМЕТАДИИЗОЦИАНАТА С 1,1,5-ТРИГИДРОПЕРФТОРПЕНТАНОЛОМ-1**

К. Р. Шевченко, С. В. Кудашев

Волгоградский государственный технический университет,  
студент, доцент

Одной из важнейших задач в полимерной прикладной химии является создание практически ценных материалов с улучшенным комплексом свойств. Так полимеры, стабилизированные поли- и перфторированными соединениями, характеризуются более высокими показателями гидролитической устойчивости, свето-, термо- и износостойкости, а также пониженной горючестью.

Представляет интерес синтез новых реакционноспособных поли- и перфторированных соединений для целенаправленного их использования в качестве модификаторов макромолекулярных систем. Нуклеофильное присоединение как способ образования карбаматов (уретанов) нашел широкое использование не только в синтезе полимеров, но и как модификаторов последних. Несмотря на то, что реакции ароматических диизоцианатов с соединениями, содержащими «активный» водород (спирты, карбоновые кислоты, амины), достаточно изучены, однако использование веществ с электроноакцепторными заместителями вызывает определенные сложности, связанные с их  $-I$ -эффектом, и как следствие, более низкой реакционной способностью.

Целью работы являлось изучение состава и структуры продуктов взаимодействия 4,4'-дифенилметанадиизоцианата (МДИ) с 1,1,5-тригидроперфтор-пентанолом-1 (ПФС2) в условиях катализа ди-*n*-бутилдилауринатом олова (ДБДЛО) в среде органических растворителей с различной диэлектрической проницаемостью (хлорбензол и *o*-дихлорбензол).

Методами рентгеновской дифрактометрии, ИК- и ЯМР ( $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^{19}\text{F}$ ) спектроскопии, а также данными элементного анализа установлены структура и состав

продуктов реакции МДИ с ПФС2. Показано, что взаимодействие МДИ с ПФС2 при их мольном соотношении 1:1 приводит к смеси фторсодержащих форполимерных продуктов – моно- и диуретана, а также продуктов циклизации – 1,4-дизамещенного уретидиндиона и 1,3,5-тризамещенного изоцианурата.

Таким образом, разработан способ совместного получения фторсодержащих форполимеров реакцией МДИ с ПФС2 в присутствии каталитических количеств ДБДЛО, характеризующийся гомогенностью раствора исходных реагентов, селективностью образования форполимера, отсутствием необходимости использования вспомогательных ингредиентов и добавок (удлинители и сшиватели), а также уменьшением доли побочных процессов (аллофанатообразование), что позволяет использовать полученные фторсодержащие форполимеры, как полупродукты для дополнительного введения функциональных групп, обеспечивающих требуемый набор свойств и эксплуатационных характеристик полимерных материалов.

## **АНАЛИЗ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА**

Багдасаров А.Ю. ВТМ-421

Научный руководитель – Тишин О. А.

При сжатии воздуха и газов неизбежно выделяется большое количество тепла. Если это тепло будет уноситься с сжимаемым газом, то будет происходить адиабатический процесс сжатия (для такого процесса необходимо затратить работу большую, чем при изотермическом или политропическом сжатии).

Поэтому для того, чтобы сделать компрессор более экономичным, предусматривают принудительное охлаждение. Чаще оно бывает водяным, иногда воздушным.

В цилиндрах удается отвести небольшое количество тепла; главным образом отводится тепло, выделенное при трении в поршневых кольцах и сальнике. Здесь основная цель охлаждения - снижение температуры стенок цилиндра с тем, чтобы улучшить условия смазки. Основное количество тепла отнимается у газа в промежуточных холодильниках. Математическая модель системы включает в себя математическую модель теплообменного аппарата, промежуточных и конечных холодильников, гидравлической системы и насоса.

Данная система уравнений была дополнена уравнениями для расчета кинетических коэффициентов (коэффициентов теплоотдачи, теплопередачи).

Модель так же учитывает тепловые потери при транспортировке тепла, позволяет подобрать геометрические размеры оборудования, определить условия оптимальной работы. Разработанная модель может использоваться как для проектирования такой системы, так и для обучения студентов высших учебных заведений. Она позволяет оценить взаимовлияние оборудования друг на друга.

## **ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЧЕРВЯЧНОЙ МАШИНЫ С ПРОНИЦАЕМОЙ СТЕНКОЙ МАТЕРИАЛЬНОГО ЦИЛИНДРА**

Горбунов М.П. ВТМ-421

Научный руководитель – Шаповалов В.М.

Гидродинамическая теория червячных машин достаточно хорошо разработана, в то же время сравнительно немногочисленны исследования процесса обезвоживания материалов в червячных машинах. В данной работе предпринята попытка при ряде упрощающих допущений построить математическую модель процесса обезвоживания в червячной машине и исследовать основные закономерности процесса.

Рассматривается движение материала вдоль канала червяка. Течение стационарное, изотермическое. Глубина канала шнека значительно меньше его ширины и трение о

боковые стенки не учитываем. Пренебрегаем кривизной канала. Среда - ньютоновская жидкость, вязкость постоянна. Скольжение материала по рабочим поверхностям отсутствует. Циркуляционное течение в поперечном сечении витка не рассматриваем.

Стенки материального цилиндра выполняются перфорированными. Примем, что скорость высачивания жидкости через боковую стенку пропорциональна избыточному давлению в материале

$$V_{1y} = k \cdot p, \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от вязкости жидкости, размеров отверстия перфорации и т.д. (определяется экспериментально).

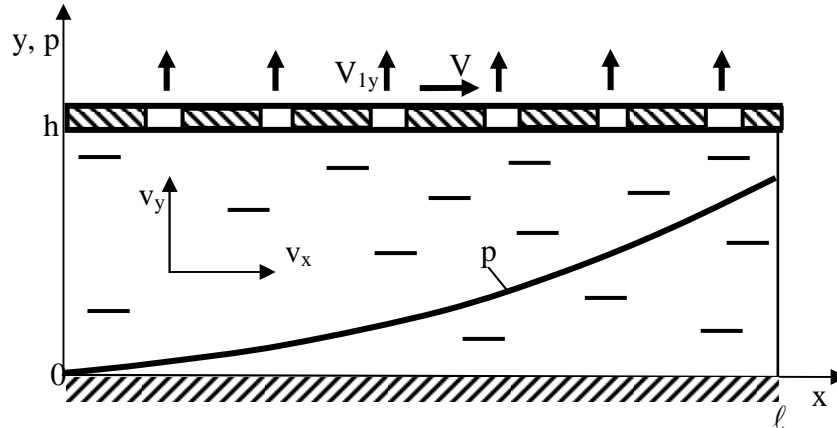


Рис. 1. Схема течения материала

Схема развертки витка шнека показана на рис. 1. Координате  $y = 0$  отвечает поверхность шнека. Координате  $y = h$  отвечает перфорированная поверхность цилиндра, которая совершает поступательное движение со скоростью  $V$ .

Давление на выходе обусловлено гидравлическим сопротивлением головки (на схеме не показана). Длина шнека –  $\ell$ . Имеет место двухмерное течение. Давление однородно в поперечном сечении  $\partial p / \partial y = 0$ . С учётом принятых допущений математическая модель процесса включает уравнение движения, уравнение неразрывности и граничные условия для давления и скорости.

$$\frac{dp}{dx} = \mu \frac{\partial^2 V_x}{\partial y^2}, \quad (2) \quad \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} = 0, \quad (3)$$

$$x = 0, p = 0, \quad (4) \quad x = \ell, p = p_k, \quad (5)$$

$$y = 0: V_x = 0, V_y = 0, \quad (6)$$

$$y = h: V_x = V, V_{1y} = kp, \quad (7)$$

где  $\mu$  – вязкость материала;  $x, y$  – декартовы координаты.

Дважды интегрируя уравнение движения (2) с учётом граничных условий (6), (7), получим выражение для осевой скорости

$$V_x = \frac{1}{2\mu} \frac{dp}{dx} (y^2 - hy) + V \frac{y}{h} \quad (8)$$

Согласно гидродинамике двухфазных систем скорость среды складывается из скоростей фаз, например, для компоненты  $V_x$  имеем

$$V_x = V_{1x} + V_{2x}, \quad (9)$$

где  $V_{1x}$  – продольная компонента скорости воды,  $V_{2x}$  – продольная компонента скорости каучука. Поэтому уравнение неразрывности (3) можно записать для каждой из фаз



$$\frac{\partial V_{1x}}{\partial x} + \frac{\partial V_{1y}}{\partial y} = 0, \quad (10) \quad \frac{\partial V_{2x}}{\partial x} + \frac{\partial V_{2y}}{\partial y} = 0. \quad (11)$$

Проинтегрируем уравнения (10), (11) по (y) в пределах от 0 до h, с учётом условий (6) и (7)

$$\int_y^h \frac{\partial V_{1x}}{\partial x} dy + kp = 0, \quad \int_0^h \frac{\partial V_{2x}}{\partial x} dy = 0. \quad (12)$$

Сложив эти выражения и учитывая равенство (9), получим интегральное уравнение материального баланса

$$\int_0^h \frac{\partial V_x}{\partial x} dy + kp = 0. \quad (13)$$

Подставим выражение для скорости (8) в уравнение (13). В результате получим уравнение для давления

$$\frac{d^2 p}{dX^2} - \lambda^2 p = 0, \quad (14)$$

Далее следует анализ модели, но он выходит за рамки настоящего исследования. Таким образом, построены основные уравнения, описывающие процесс течения вязкой наполненной крупными частицами гетерогенной системы.

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПЕРЕМЕШИВАНИЯ В АППАРАТЕ С МЕШАЛКОЙ**

Девкин А. В., Островская Т. В.

Научный руководитель – Тишин О. А.

Аппараты с перемешивающими устройствами являются одним из наиболее распространенных видов технологического оборудования. Применение такого оборудования обусловлено его универсальностью и возможностью использования для проведения различных процессов химической технологии. Одно из назначений аппаратов с перемешивающими устройствами – химические реакторы. В химических реакторах перемешивание оказывает значительное влияние на выходные характеристики химического процесса (степень превращения, селективность, выход). Особенно это проявляется при проведении быстрых со сложным механизмом химических реакций.

Исследованием процесса перемешивания посвящено значительное количество работ. Влияние перемешивания хорошо изучено для медленных химических реакций. Для быстрых химических реакций влияние перемешивания изучено недостаточно. Одна из проблем состоит в изучении поведения струи дозируемого реагента в зоне подачи питания в реактор. В случае быстрой реакции оценка достаточно затруднена. Особенно это ощутимо в реакторах полупериодического и непрерывного режимов работы. Одной из причин оказывающих влияние на ход химического процесса является образование факела в зоне подачи дозируемого реагента. Поэтому исследование данной проблемы явилось целью настоящей работы.

При осуществлении быстрой реакции химическое превращение осуществляется в зоне дозирования, в узкой области. Наличие химической реакции ускоряет процесс переноса массы. Фронт химической реакции движется от внешней поверхности агрегата к его центру. Реагент подаваемый в реактор, таким образом исчерпывается во фрагменте. Остальные реагенты подаются из массы жидкости с определённой скоростью.

Для проведения исследования была создана лабораторная установка. Процесс перемешивания фиксировался с помощью фото и видеосъемки.

В ходе эксперимента измерялись: скорость вращения мешалки; мощность потребляемая на перемешивание; глубина погружения в жидкость трубки дозирования; размеры трубки дозирования и её расположение в плане; концентрации исходных реагентов; расход дозируемого реагента; температура в помещении и в аппарате; размеры факела (окрашенной – неразрушенной струи дозируемого реагента) и зоны реакции (все размеры определяются по фотографии); измерение вязкости среды. Перед началом эксперимента аппарат заполнялся раствором железного купороса. Объем раствора составлял 10 л. Раствор перманганата калия дозировался постепенно, скорость дозирования в ходе эксперимента поддерживалась постоянной.

Для оценки влияния условий перемешивания на химический процесс использовался метод обесцвечивания реагентов. Для изучения процесса микроперемешивания в работе использован метод модельной реакции. Для этого использовалась хорошо известная в аналитической химии реакция:



При дозировании реагента на выходе из трубки образовывался факел. В случае использования мгновенной химической реакции взаимодействие протекает на поверхности вихрей, и незавершенность процесса перемешивания проявляется в наличии окрашенных фрагментов, как в объеме аппарата, так и на выходе из него.

Полученные в ходе эксперимента цифровые фотографии обрабатывались с помощью специальной графической программы «Компас 3D», в результате чего были получены трёхмерные изображения факела и зоны проведения реакции.

С помощью созданной трёхмерной модели факела определялся его объём и площадь поверхности. В качестве параметра, от которого зависят размеры факела, был использован средний объемный коэффициент массопереноса.

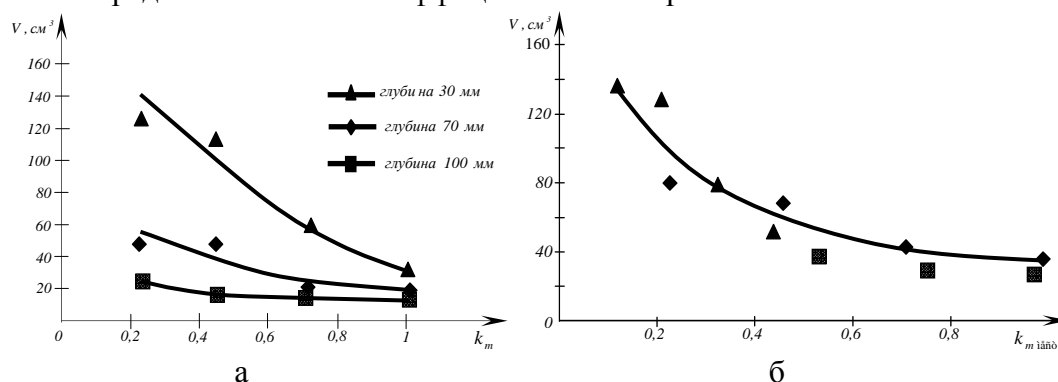


Рисунок 1- зависимость изменения объема зоны реакции от среднего по объему коэффициента массопереноса (а) и местного коэффициента массопереноса (б)

Как видно из графиков размеры факела зависят от положения точки ввода потока реагента и величины коэффициента массопереноса. Размеры факела удовлетворительно согласуются с величиной местного коэффициента переноса (рисунок 1б).

Экспериментальные данные были адекватно интерпретированы с помощью предложенной нами методики.

Раствор реагента  $A$  дозируемого в реактор и раствор реагента  $B$  приготовлены с использованием одного и реагента  $B$  и того же реагента растворителя. Поэтому при распаде питания на вихри гетерогенной фазы не будет. Размер образующегося вихря определяется количеством энергии рассеиваемой в единице объема среды  $\mathcal{E}$  (представляющей собой сумму энергии перемешивания и энергии втекающей в поток струи дозируемого реагента). Размер вихрей можно определить, используя соотношение справедливое для теории изотропной турбулентности. Для оценки скорости процесса использовано известное решение для расчета скорости газожидкостной реакции в хорошо перемешиваемой среде [1]. С использованием этих уравнений были определены скорости расходования реагентов в для случая проведения в полупериодическом режиме параллельных химических реакций отличающимися значениями констант скоростей. В

результате сопоставления результатов расчётных с экспериментальными данными [2] было установлено, что данные полученные в ходе эксперимента адекватно согласуются с результатами, опубликованными в литературных источниках.

Таким образом, в ходе экспериментальных исследований установлено, что:

1. в химических реакторах в зоне подачи реагента образуется факел, размеры которого зависят от скорости величины местного коэффициента массопереноса и положения точки ввода реагента.

2. факел существует при любых условиях перемешивания.

3. в случае проведения быстрой реакции взаимодействие реагентов осуществляется вблизи зоны дозирования, и химическая реакция и не распространяется по всему объему.

4. Для оценки скорости превращения при проведении быстрых реакций можно использовать имеющиеся в литературе решения, позволяющие учитывать влияние перемешивания на ход химического превращения.

Литература

1. Данквертс П.В. Газожидкостные реакции /Пер с англ. М.: Химия, 1973.-259 с.

2. Verchuren I.L.M., Keurentjes J.T.F., Wijers J.G. /Effect of mixing on the product quality in semi-batch stirred tank reactors// AIChE Journal 2002.- v48, № 6.- P.843-855

## **АНАЛИЗ КОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ СИНТЕЗА МТБЭ**

Дубровин В.В., Филиппенков А.А. ВТМ-421

Научный руководитель – Лапшина С.В.

Эфир метил-трет-бутиловый (структурная формула -  $(\text{CH}_3)_3\text{COCH}_3$ ) используется в качестве кислородосодержащего высокооктанового компонента при получении неэтилированных, экологически чистых автомобильных бензинов. Получается при взаимодействии метанола с изобутиленом в присутствии кислых катализаторов.

Применяется в качестве добавки к моторным топливам, повышающей октановое число бензинов (антидетонатор). В России в среднем составе бензинов содержание МТБЭ составляет до 6 % для АИ92 и до 15 % для АИ95, АИ98.

В городе Волжский производство МТБЭ осуществляет предприятие «Эктос-Волга»

Ректификация — это процесс разделения бинарных или многокомпонентных смесей за счет противоточного массо- и теплообмена между паром и жидкостью.

В зависимости от конструкции устройств ввода пара (газа) в жидкость различают тарелки клапанные, колпачковые, ситчатые и др.

Колпачковые тарелки до недавнего времени считали лучшими контактными устройствами для ректификационных и абсорбционных аппаратов благодаря простоте эксплуатации и универсальности.

В настоящее время в нефтеперерабатывающих колоннах используют и тарелки с S-образными элементами, установленными перпендикулярно направлению движения жидкости на тарелке.

Основные преимущества клапанных тарелок— способность обеспечить эффективный массообмен в большом интервале рабочих нагрузок, несложность конструкции, низкая металлоемкость и невысокая стоимость.

Ситчатые тарелки со сливным устройством применяют в колонных аппаратах диаметром 400—4000 мм при расстоянии между тарелками от 200 мм и более

Математическое моделирование ректификационной колонны для разделения смеси МТБЭ – изобутан.

Преимущество ситчатой тарелки — большое свободное сечение тарелки, а следовательно, и высокая производительность по пару, простота изготовления, малая

металлоемкость. По производительности по пара (газа) эти тарелки на 30—40 % превосходят колпачковые. Недостаток — высокая чувствительность к точности установки

## ОЦЕНКА РАБОТЫ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ КАТАЛИТИЧЕСКИХ РЕАКТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНЫХ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ

Жирнов А.И. ВТМ-521

Научные руководители – Климова Е.В., Бердникова Н.Ю.

Цианистый водород является промежуточным звеном в производстве метионина, стоимость которого составляет 180–220 тыс. руб. / т. Повышение выхода цианистого водорода на несколько процентов значительно увеличит экономических эффект производства. В действующем производстве выход составляет  $\approx 60\%$  после слоя катализаторных сеток. 1/3 часть образовавшегося цианистого водорода распадается в системе охлаждения. Реакционную смесь необходимо охлаждать как можно быстрее до 300 °С для снижения потерь продукта.

На основании результатов исследований [1], проведенных ранее было принято решение оценить работу системы охлаждения реактора синтеза цианистого водорода с использованием разных видов теплоносителей (вода, высокотемпературный органический теплоноситель, расплав солей). С учетом выше сказанного и того, что продуктами исследуемого процесса являются цианистый натрий и тепло реакции образования цианистого водорода, для совершенствования производства был выбран следующий экономический критерий оптимальности:

$$Y_{\Pi}(v_T, T_T, i, f) = B(v_T, T_T, i, f) \cdot \left( s_{\Pi} - \frac{s_c - s_g}{B(v_T, T_T, i, f)} \right) \rightarrow \max, \quad (1)$$

где  $i$  – теплоноситель;

$f$  – параметр, определяющий наличие насадки в трубах охладителя;

$B$  – производительность процесса, т продукта/год;

$s_g$  – стоимость цианистого натрия, руб/т продукта;

$s_{\Pi}$  – стоимость сырья, израсходованного в производстве, руб/год;

$s_y$  – стоимость энергии, получаемой в производстве, руб/год.

Целью работы является выбор теплоносителя, конструктивных и технологических параметров системы охлаждения реактора синтеза цианистого водорода для получения максимальной прибыли производства цианистого натрия.

Для достижения поставленной цели использовалась математическая модель охладителя газовой смеси, которая состоит из системы дифференциальных уравнений первого порядка:

$$\frac{dC_{HCN}}{dl} = -\frac{r(T)}{v_0}, \quad (2)$$

$$r(T) = 79,70 \cdot e^{-6182,82/T} \cdot C_{HCN}, \quad (3)$$

$$\frac{dT}{dl} = \frac{T_0}{T \cdot v_0 \cdot \rho_{cm}(T) \cdot c_p(T)} \cdot \left( \Delta H(T) \cdot r(T) - \frac{F \cdot K(T)}{V_T} \cdot (T - T_T) \right), \quad (4)$$

$$\frac{dT_T}{dl} = -\frac{F \cdot K(T)}{V_T \cdot c_{p,T} \cdot v_T \cdot \rho_T} \cdot (T - T_T). \quad (5)$$

где  $C_{HCN}$  – концентрация цианистого водорода, моль/м<sup>3</sup>;

$l$  – координата вдоль труб охладителя, м;

$r$  – скорость реакции разложения цианистого водорода, моль/(м<sup>3</sup>·с);

$T$ ,  $T_T$  – температура реакционной смеси и теплоносителя соответственно, К;  
 $v_0$  – скорость реакционной смеси на входе в охладитель, м/с;  
 $\rho_{см}$  – плотность реакционной смеси, кг/м<sup>3</sup>;  
 $c_p$ ,  $c_{p,T}$  – удельная теплоемкость реакционной смеси и теплоносителя при постоянном давлении соответственно, Дж/(кг·К);  
 $F$  – площадь поверхности теплообмена, м<sup>2</sup>;  
 $K$  – коэффициент теплопередачи через стенку трубы охладителя, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  
 $V_T$  – объем, занимаемый теплоносителем, м<sup>3</sup>.

Коэффициент теплоотдачи смеси в трубном пространстве в случае засыпки цилиндрической насадки рассчитывался по следующей формуле:

$$\alpha(T) = \frac{0.125 \operatorname{Re}^{0.75} \lambda_{эф}(T)}{d_{эkv}}, \text{ при } d_{эkv}/d_{тр} > 0.32, \quad (6)$$

где  $\lambda_{эф}$  – эффективный коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К);

$d_{эkv}$ ,  $d_{тр}$  – эквивалентный диаметр насадки и диаметр трубы охладителя, м.

В ходе исследований был выбран теплоноситель и подобраны его технологические и конструктивные параметры в соответствии с экономическим критерием оптимальности.

Литература

1. Тишин, О. А. Анализ работы систем охлаждения реактора синтеза цианистого водорода / О. А. Тишин, Е. В. Климова, Н. Ю. Бердникова, А. И. Жирнов // 11-я научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ВПИ (филиал) ВолгГТУ (г. Волжский, 2012 г.): Сборник материалов конференции / Ответственный за выпуск Благинин, Волгоградский государственный технический университет. – Волгоград, 2012. [в печати]

## РАСЧЁТ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ВИНТОВОГО НАСОСА

Журкин Н.А. ВТМ-421

Научный руководитель – Харитонов В.Н.

Расчёты на прочность представляют достаточно сложную задачу, так как они должны учитывать режимы работы, реальные свойства используемых материалов, условия нагружения, технологические, эксплуатационные и другие факторы. Также должны соблюдаться требования к экономичности, долговечности и надёжности при ограниченных габаритах и минимальной материалоёмкости изделий [1].

Цели работы:

1. Расчёт напряжённно-деформированного состояния элементов насоса с использованием САПР.

2. Выявление особенностей расчёта винтовых гидромашин.

3. Определение возможности модернизации элементов насоса.

Объект расчёта – ведущий винт трёхвинтового насоса марки ЗВ 40/63-ГТ-ВМ, входящего в состав маслонапорных установок систем регулирования гидротурбин гидроэлектростанций. Ведущий винт является одной из наиболее нагруженных деталей насоса и имеет сложную форму. Профили нарезки винта очерчены по циклоидальным кривым. В теле винта вдоль его оси высверлено отверстие, соединённое с камерой нагнетания. Через него масло подводится к опоре винта. Ведущий винт входит в зацепление с двумя ведомыми, замыкающими, винтами, образуя несколько замкнутых полостей между нарезками [2].

Расчёт основан на методе конечных элементов, суть которого сводится к делению физической области на подобласти, или конечные элементы, между которыми устанавливается взаимосвязь [3].

Математическая модель расчёта включает в себя следующие уравнения: уравнения равновесия Навье, закон Гука в прямой форме, а также геометрические уравнения Коши или эквивалентные им уравнения совместности деформаций Сен-Венана [1].

Расчёт предполагает следующие этапы:

1. Подготовка расчётной области, которая включает в себя:
  1. Создание трёхмерной твердотельной модели.
  2. Задание нагрузок и установку закреплений.
  3. Разбиение трёхмерной модели на сетку конечных элементов.
2. Расчёт усилий в элементах.

На рисунках 1 а-д представлены трёхмерная твердотельная модель винта, модель подготовленная к расчёту, результаты расчёта напряжений, деформаций и перемещений соответственно.

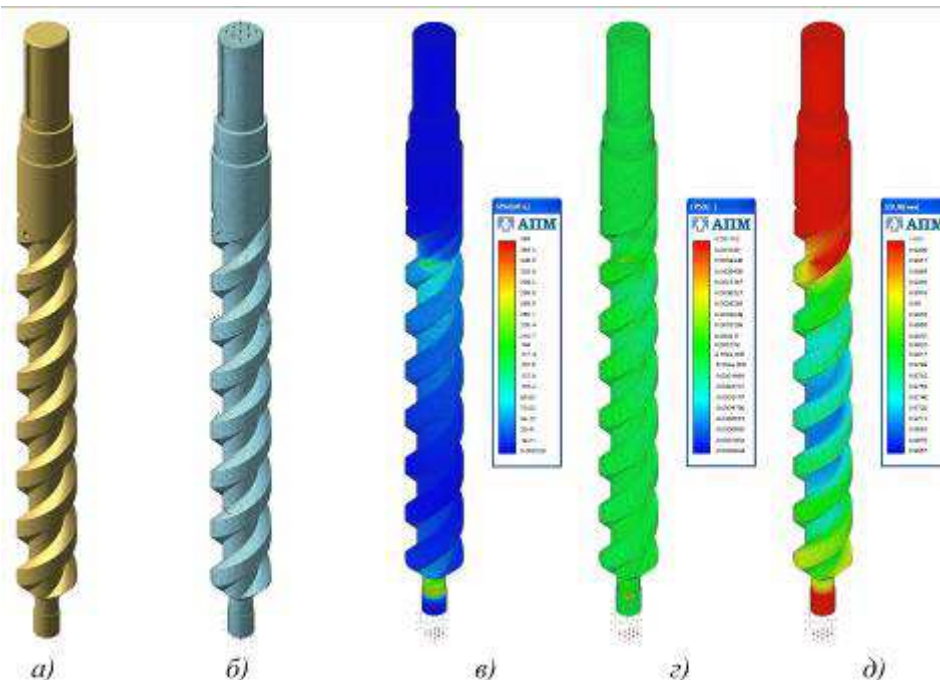


Рисунок 1 – Расчёт напряжённо деформированного состояния

Использование САПР при прочностном анализе и проектировании имеет следующие преимущества: возможность работы с геометрией любой сложности; сокращение времени, повышение качества и точности расчёта; возможность симуляции реальных условий работы узлов и деталей; возможность оперативного редактирования и расчёта нескольких вариантов конструкции деталей и узлов; широкие возможности визуализации результатов расчёта.

Таким образом, были получены следующие результаты:

1. С учётом условий работы и особенностей конструкции насоса была создана расчётная область.
2. Была описана математическая модель
3. Был сформирован алгоритм расчёта.
4. Были получены данные о напряжённо-деформированном состоянии ведущего винта трёх винтового насоса.

На основании полученных результатов будет определена возможность модернизации трёх винтового насоса.

#### Литература

1. Биргер И.А. Расчёт на прочность деталей машин: Справочник. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 702 с.

2. Башта Т.М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем. Учебник для вузов. – М.: «Машиностроение», 1974. – 606 с.
3. Норри Д., де Фриз Ж. Введение в метод конечных элементов. Пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 304 с.

## **РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЗИНОСМЕСИТЕЛЯ**

Карнюхина Е.В. ВТМ-421

Научный руководитель – Харитонов В.Н.

Проектирование химического оборудования является самостоятельной отраслью инженерного труда. Такая специализация явилась следствием значительного увеличения объема проектных работ. Современные условия требуют использование при проектировании химического оборудования ЭВМ потому что при этом значительно сокращается время расчета, появляется возможность получить гораздо больший объем информации при наличии эффекта визуализации результатов, позволяет добиться сокращения расходов при проектировании за счет оптимизации конструкции деталей а, следовательно, снижения их стоимости, уменьшения сложности расчетов, и уменьшения количества ошибок. Анализ программного обеспечения представленном на рынке показал, что в наибольшей степени решению таких работ соответствует российский программный комплекс АРМ WinMachine.

Цель данной работы является изучение возможности использования среды САПР АРМ WinMachine для прочностного расчета элементов химического оборудования. Для реализации этой задачи была создана 3D модель в САПР Компас, далее она импортирована в модуль АРМ Studio, где были проставлены силы и места закрепления, там же проведено разбиение модели на конечно-элементную сетку. Число конечных элементов для разбиения твердотельной конструкции, а, следовательно, длительность времени расчета устанавливается в соответствии с желаемой точностью получаемых результатов и рядом других соображений. В нашем случае дискретность разбиения сетки принята 15 мм, а число элементов разбиения составило около 45 тысяч. После чего расчет деталей отправлен в модуль АРМ Structure 3D. Он позволяет получить следующую информацию: нагрузки на концах элементов конструкции, карту распределения напряжений в конструкции, деформацию произвольной точки, карту распределения напряжений в произвольном сечении стержня, эпюры изгибающих и крутящих моментов, поперечных и осевых сил и т.д. для отдельного стержня и для конструкции в целом, результаты проверки конструктивных элементов на несущую способность, коэффициент запаса устойчивости конструкции по Эйлеру, напряженно-деформированное состояние конструкции при больших перемещениях, частоты и формы собственных колебаний конструкции, изменение напряженно-деформированного состояния конструкции под действием произвольно меняющихся во времени нагрузок. Некоторые результаты расчета напряженно-деформированного состояния элементов оборудования представлены на рисунке.

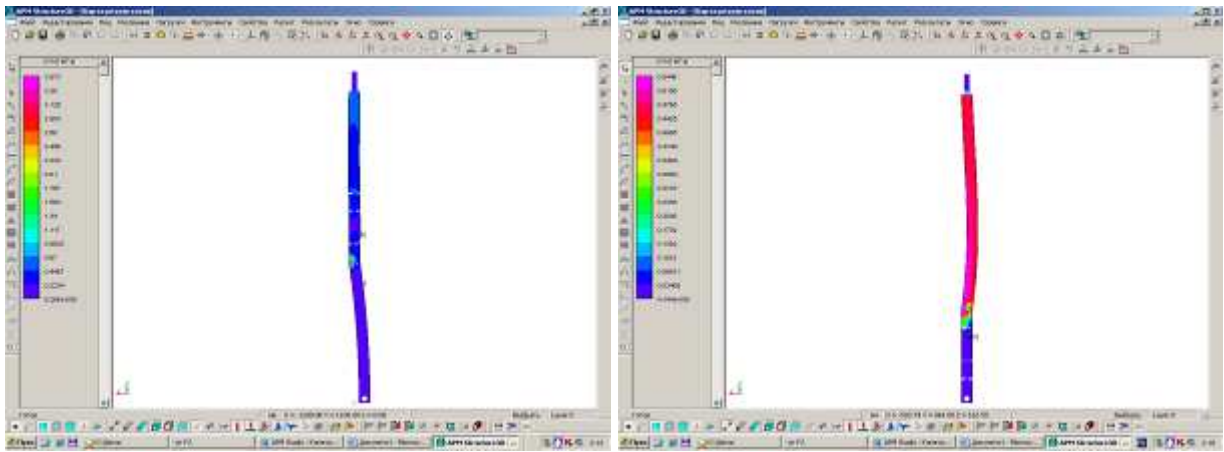


Рисунок 1- Карта распределения напряжений в штоке резиносмесителя

Проведя анализ карт результатов расчета можно определить пути позволяющие сделать элементы более технологичными. Полученные значения коэффициента запаса по пределу текучести для большинства сечений являются существенно завышенными, а это показывает, что металлоемкость конструкции рассматриваемых деталей может быть значительно снижена без потери их прочности и жесткости.

## **ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ВАЛКОВОЙ МАШИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР**

Коротких А.С. ВТМ-421

Научный руководитель – Харитонов В.Н.

Сегодня нельзя создать качественное, надежное и конкурентоспособное оборудование без всестороннего инженерного анализа проектируемых объектов с помощью современных программных средств и принятия на его основе грамотных конструктивных решений. При разработке любой конструкции перед проектировщиком стоит задача оценки её напряженно-деформированного состояния. Наиболее эффективным методом такого класса задач является метод конечных элементов. Ключевая идея данного метода заключается в следующем: сплошная среда заменяется дискретной путем разбиения её на области – конечные элементы, между которыми устанавливается взаимосвязь. В каждой области поведение среды описывается с помощью отдельного набора функций, представляющих собой напряжения и перемещения в этой области [1].

В общем случае расчет напряженно-деформированного состояния в точке можно провести с помощью системы фундаментальных уравнений теории упругости. Эти уравнения можно разделить на три группы.

Первая группа, или статические уравнения, описывает равновесие выделенного в окрестности некоторой точки тела элементарного параллелепипеда. Вторая группа уравнений, или обобщенный закон Гука, выражает зависимость между напряжениями и деформациями элемента. Поскольку в этих уравнениях учитываются физико-механические свойства материала, их называют физическими. Наконец, уравнения третьей группы связывает деформации элемента тела с перемещениями его точек вследствие действия приложенной нагрузки это – геометрические уравнения.

Полная система уравнений теории упругости устанавливает лишь общие закономерности, присущие поведению твердого упругого тела под действием внешнего нагружения. Решение же каждой конкретной задачи невозможно без задания некоторых дополнительных (граничных) условий, определяющих конкретные режимы нагружения и закрепления тела определенной формы и размеров [2].



Прочностной расчет осуществляется на ЭВМ в системе автоматизированного проектирования Компас-3D с использованием системы конечно-элементного анализа АРМ FEM.

Объектом расчета выбран валок валковой машины ПД 800 550/550. Валки являются основными рабочими деталями валцов, непосредственно соприкасающимися с обрабатываемым материалом. От их прочности и качества изготовления зависит работа всей машины. При вальцевании материала в зазоре между валками возникают распорные усилия, поэтому валки должны обладать достаточной прочностью во избежание деформаций.

Для полноценного конечно-элементного анализа необходимо:

1. Построить модель проектируемого объекта в трехмерном пространстве.

Для создания и редактирования моделей произвольных трехмерных конструкций используется система твердотельного моделирования Компас-3D.

2. Анализ и задание граничных условий.

Для того, что бы осуществить задание нагрузок и опор, воспользуемся библиотекой АРМ FEM, в соответствующем меню библиотеки можно задать: давление на какую-либо грань объёмной модели или участок поверхности, распределенную силу, действующую на ребро модели, температурную нагрузку, закрепления и т.д.

3. Генерация конечно-элементной сетки на 3D модели.

Сетка разбивается на конечные тетраэдрические элементы. Возможно задание следующих параметров: максимальной длины стороны элемента, коэффициента сгущения на поверхности, коэффициента разрежения в объёме.

4. Выбор необходимого типа расчета и настройка его параметров

На данном этапе производится расчет напряжений в элементах. Возможно определение напряжений, деформаций, перемещений и других параметров.

5. Визуализировать полученные результаты и корректно интерпретировать их с целью принятия правильных конструкторских решений

Литература

1. Замрий А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде АРМ Structure 3D. – М.: Издательство АПМ. 2006.

2. Биргер И.А. Расчёт на прочность деталей машин: Справочник. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979.

## **ТЕЧЕНИЕ АНОМАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ В КЛИНООБРАЗНОМ ЗАЗОРЕ С ПОДВИЖНОЙ СТЕНКОЙ**

Косов С.Ю. ВТМ-421

Научный руководитель – Шаповалов В.М.

Рассматриваемое течение имеет место при нанесении составов на поверхность, в том числе в плёночных сушилках. Течение обусловлено не перепадом давления, а относительным движением стенок жидкостного канала. Имеется большое разнообразие конструктивного выполнения одной из стенок (лопасти, ножа). Лопастей бывают: подвижные, неподвижные, сплошные, составные, металлические, резиновые и т.п.

В настоящей работе рассмотрено стационарное течение жидкости Оствальда - де Виля в клинообразном зазоре с подвижной, подпружиненной стенкой (лопастью). Подобная задача о качении тяжёлого цилиндра по горизонтальной поверхности, покрытой слоем вязкой жидкости, была рассмотрена в 1953 году Капицей П.Л.

Расчетная схема с принятой декартовой системой координат представлена на рис.

1. Ось  $x$  лежит на непроницаемой горизонтальной поверхности, движущейся вдоль оси  $x$  со скоростью  $V$ . Ось  $y$  направлена вертикально вверх и проходит через край лопасти. Верхняя, наклонная пластина (лопасть) механически связана с пружиной и имеет

возможность вертикального перемещения, сохраняя свой угол наклона ( $h_0-h_1=\text{const}$ ). Величина начального зазора  $h_0$ , конечного -  $h_1$ , протяжённость зоны течения (ширина лопасти) -  $\ell$ , длина лопасти (перпендикулярна плоскости рисунка) –  $B$ , толщина наносимого покрытия -  $h_\infty$ . Требуется найти распределение давления по длине зазора, толщину наносимого покрытия ( $h_\infty$ ), расход жидкости, равновесное положение лопасти ( $h_1$ ).

Жидкость несжимаемая, Оствальда – де Виля. Течение изотермическое, двумерное, ламинарное. Капиллярные силы, упругие эффекты, силы тяжести и инерции не учитываем. Для условия  $(h_0 - h_1)/\ell \ll 1$ , считаем давление однородным по высоте зазора  $\partial p/\partial y = 0$ . Течение в зазоре описывается уравнением движения, состояния и условием неразрывности:

$$\frac{dp}{dx} = \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y}, \quad \tau_{xy} = \mu \left| \frac{\partial v_x}{\partial y} \right|^{n-1} \frac{\partial v_x}{\partial y}, \quad Q = B \int_0^h v_x dy. \quad (1)$$

где  $x, y$  – декартовы координаты,  $p$  – давление,  $v_x$  – осевая компонента скорости,  $\tau_{xy}$  – касательное напряжение,  $Q$  - объёмный расход,  $\mu, n$  – реологические постоянные.

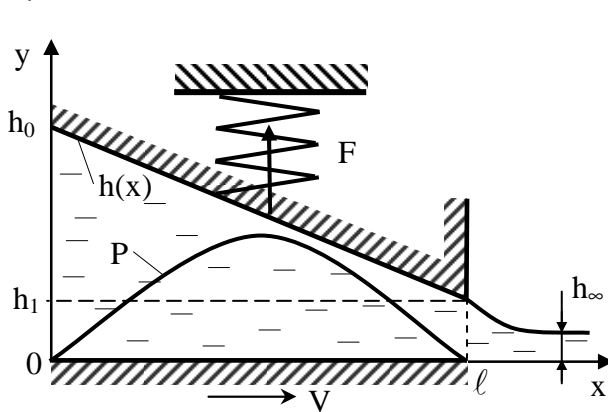


Рис. 1. Расчётная схема

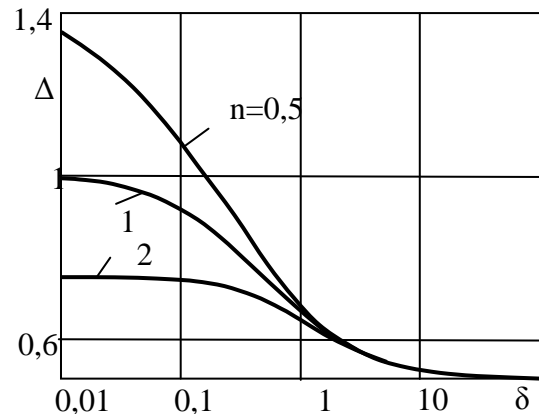


Рис.2. Зависимость безразмерной толщины покрытия ( $\Delta$ ) от индекса течения ( $n$ ) и параметра размера зоны течения ( $\delta$ ).

Граничные условия для скорости – условие прилипания жидкости к ограничивающим поверхностям

$$y=0, \quad v_x = V; \quad y=h(x), \quad v_x=0, \quad (2)$$

где  $h(x)$  – уравнение поверхности лопасти.

Давление на входе и на выходе канала атмосферное. Без снижения общности положим давление равным нулю

$$x=0, \quad p=0; \quad x=\ell, \quad p=0. \quad (3)$$

Множитель  $\mu \left| \partial v_x / \partial y \right|^{n-1}$  в уравнении состояния (1) характеризует эффективную сдвиговую вязкость жидкости. Для упрощения задачи примем, что эффекты аномалии вязкости обусловлены чисто сдвиговой составляющей течения. Уравнение состояния запишем так

$$\tau_{xy} = \mu \left| \frac{V}{h} \right|^{n-1} \frac{\partial v_x}{\partial y}. \quad (4)$$

Поскольку высота канала ( $h$ ) изменяется по длине выражение (4) предполагает однородную эффективную вязкость по высоте, но изменяющуюся по длине зоны течения.

Проинтегрировав уравнение движения в (1) с учётом (4) и граничных условий (2), получим выражение для осевой скорости

$$v_x = \frac{1}{2\mu} \left( \frac{h}{V} \right)^{n-1} \frac{dp}{dx} (y^2 - hy) + V \left( 1 - \frac{y}{h} \right). \quad (5)$$

Расход жидкости в любом поперечном сечении канала постоянен  $Q = \text{const}$ , но пока неизвестен. Проинтегрировав выражение (5) согласно второму уравнению в (1), найдем расход жидкости

$$\frac{Q}{B} = - \frac{h^3}{12} \left( \frac{h}{V} \right)^{n-1} \frac{dp}{dx} + \frac{Vh}{2}. \quad (6)$$

Согласно выражению (6) уравнение для давления

$$\frac{dp}{dx} = \frac{6\mu V^n}{h^{n+1}} - \frac{12Q\mu V^{n-1}}{Bh^{n+2}}. \quad (7)$$

Высота зазора описывается линейной функцией (см. рис.1)

$$h = h_0 - ax, \quad a = (h_0 - h_1) / \ell. \quad (8)$$

Разделив переменные в уравнении (7) и проинтегрировав с учётом выражения (8) и граничного условия для давления в начале зоны течения (3), получим выражение для давления в зазоре

$$p = \frac{6\mu V^n}{an} \left[ (h_0 - ax)^{-n} - h_0^{-n} \right] - \frac{12\mu QV^{n-1}}{aB(n+1)} \left[ (h_0 - ax)^{-n-1} - h_0^{-n-1} \right]. \quad (9)$$

Согласно выражению (9) рассматриваемое течение имеет свойство  $\lim_{h_1 \rightarrow 0} p = \infty$ .

Поэтому при любой конечной жёсткости крепления лопасти в условиях течения всегда выполняется соотношение  $h_1 > 0$ .

Значение расхода найдем из (9), воспользовавшись граничным условием для давления в конце зоны течения (3)

$$Q = \frac{BV(n+1)(h_1^{-n} - h_0^{-n})}{2n(h_1^{-n-1} - h_0^{-n-1})}. \quad (10)$$

Расход жидкости, нанесённой на поверхность пластины, на большом удалении от лопасти  $Q = BVh_\infty$ . Рассматривая совместно это выражение и выражение (10), находим толщину покрытия

$$h_\infty = \frac{(n+1)(h_1^{-n} - h_0^{-n})}{2n(h_1^{-n-1} - h_0^{-n-1})}. \quad (11)$$

В случае ньютоновской жидкости  $n=1$ ,  $h_\infty = h_1 h_0 / (h_1 + h_0)$ .

Введём безразмерные переменные и параметры

$$\Delta = \frac{h_\infty}{h_1}, \quad \delta = \frac{h_1}{h_0 - h_1}, \quad f_0 = \frac{F_0 a (a\ell)^n n}{6B\mu\ell V^n}, \quad C = \frac{ca^2 (a\ell)^n n}{6B\mu V^n}. \quad (12)$$

При этом  $h_1 = a\ell\delta$ ,  $h_0 = a\ell(1-\delta)$ .

В безразмерной форме выражение (11) имеет вид

$$\Delta = \frac{(n+1) \left[ \delta^{-n} - (1+\delta)^{-n} \right]}{2n\delta \left[ \delta^{-n-1} - (1+\delta)^{-n-1} \right]}. \quad (13)$$

Согласно выражению (13) толщина покрытия не зависит от протяженности зоны течения  $\ell$ , но зависит от соотношения высот входного и выходного зазоров и индекса течения. Асимптотические свойства выражения (13):  $\lim_{\delta \rightarrow 0} \Delta = (1+n)/2n$ ,  $\lim_{\delta \rightarrow \infty} \Delta = 0,5$ . В частности, при  $h_1=h_0$  (параллельная лопасть) толщина покрытия  $h_\infty = h_0/2$ . Для ньютоновских сред толщина покрытия находится в интервале  $h_1/2 \leq h_\infty < h_1$ . Результаты анализа формулы (13) представлены на рис.2. Согласно рисунку для псевдопластиков ( $n < 1$ ) при малых  $\delta$  толщина покрытия превышает зазор на выходе ( $h_\infty > h_1$ ). Имеет место «разбухание», традиционно характерное для упругих жидкостей. Для дилатантных сред ( $n > 1$ ) всегда толщина покрытия меньше выходного зазора ( $h_\infty < h_1$ ).

Согласно схеме, представленной на рис.1, гидродинамическая подъемная сила, действующая со стороны жидкости на лопасть, уравнивается силой упругой деформации пружины. Сила, действующая со стороны пружины, зависит от степени её сжатия. Допустим, что сила сжатия пружины  $F$  описывается линейной зависимостью

$$F = F_0 + ch_1, \quad (14)$$

где  $c$  – жёсткость пружины,  $F_0$  – предварительный натяг пружины (усилие при  $h_1=0$  и неподвижной нижней поверхности).

Если в формуле (14) положить  $c=0$ , а под  $F_0$  понимать массу лопасти, то задача переходит в задачу о гидродинамическом равновесии тяжёлой лопасти. Ввиду отмеченного выше свойства выражения (9) под упругостью можно понимать упругость всей конструкции, связывающей лопасть и горизонтальную поверхность. Поэтому, строго говоря, даже жёстко закреплённая лопасть имеет конечную упругость. Так, например, в соответствующих условиях распорное усилие может вызвать прогиб горизонтальной поверхности.

Гидродинамическая «подъёмная» сила определяется интегралом

$$F = B \int_0^\ell p(x) dx. \quad (15)$$

Рассматривая совместно выражения (9), (12), (14), (15), выполнив интегрирование, получим уравнение, связывающее высоту подъёма лопасти ( $\delta$ ), жёсткость пружины ( $C$ ) и её предварительный натяг ( $f_0$ )

$$f_0 + C\delta = \frac{1}{1-n} \left[ (1+\delta)^{-n+1} - \delta^{-n+1} - (1-n)(1+\delta)^{-n} \right] - \frac{\left[ \delta^{-n} - (1+\delta)^{-n} \right] \left[ \delta^{-n} - (1+\delta)^{-n} - n(1+\delta)^{-n-1} \right]}{n \left[ \delta^{-n-1} - (1+\delta)^{-n-1} \right]}, \quad n \neq 1,$$

$$f_0 + C\delta = \ln \left( \frac{1+\delta}{\delta} \right) - \frac{2}{1+2\delta}, \quad n=1.$$

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМАТОРА-ВУЛКАНИЗАТОРА

Кузнецов А.В. ВТМ-421

Научный руководитель – Ахрамеев А.Ф

Основная цель работы: рассчитать при каком способе вулканизации процесс будет проходить с меньшей потерей теплоты и более экономичнее.

Я выбрал тему моделирование форматора-вулканизатора потому, что непрерывно растущий спрос на покрышки и шины различных моделей и типоразмеров, а также других резинотехнических и пластмассовых изделий определяет необходимость оснащения

отечественной шинной и резинотехнической промышленности высокопроизводительным оборудованием, отвечающим современным техническим требованиям.

Форматоры – вулканизаторы предназначены для формования и вулканизации покрышек. При вулканизации покрышек в автоклав-прессах и индивидуальных вулканизаторах сырые покрышки после сборки на сборочных станках подвергаются формованию на специальном оборудовании — воздушных форматорах. При формовании в покрышку закладывается резиновая оболочка (варочная камера), на которой покрышка удерживается до подачи ее в вулканизационное оборудование. После вулканизации варочная камера на специальных станках извлекается из покрышек. Таким образом, варочная камера служит как бы своеобразным инструментом, который перемещается от форматора к вулканизатору и от вулканизатора к станку для выемки вместе с покрышкой, а затем возвращается снова к форматору для закладки в очередную покрышку.

## **АНАЛИЗ РАБОТЫ СИСТЕМЫ РЕГЕНЕРАЦИИ ТЕПЛА В ПРОЦЕССЕ СИНТЕЗА АНИЛИНА**

Ледяев А.А. ВТМ-421

Научный руководитель – Тишин О.А.

В ходе экзотермических химических процессов происходит выделение большого количества тепла, которое необходимо эффективно использовать. Для этого используются системы регенерации тепла, в состав которых входит несколько единиц оборудования, которые технологически связаны друг с другом. Эти системы обеспечивают и регулирование в реакторах температурного режима. В химической технологии теплообменные аппараты широко используются как самостоятельные аппараты и как составные устройства сложной химической аппаратуры.

Для регенерации тепла в эти системы используются котлы-утилизаторы различной конструкции. Эффективность работы зависит от правильного выбора оборудования. Решить эту задачу можно используя методы системного анализа. Инструментом анализа служит математическая модель системы регенерации тепла. Она позволяет ещё на стадии проектирования оценить особенности работоспособности системы.

Математическая модель системы включает в себя математическую модель теплообменного аппарата, реактора, гидравлической системы и насоса:

$$F(x, y, z, u) = 0$$

Данная система уравнений была дополнена уравнениями для расчета кинетических коэффициентов (коэффициентов теплоотдачи, теплопередачи).

Модель так же учитывает тепловые потери при транспортировке тепла, позволяет подобрать геометрические размеры оборудования, определить условия оптимальной работы. Разработанная модель может использоваться как для проектирования такой системы, так и для обучения студентов высших учебных заведений. Она позволяет оценить взаимовлияние оборудования друг на друга.

## **ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ВАЛКОВЫХ МАШИНАХ**

Майкова И. А. ВТМ-421

Научный руководитель – Кореньков М. А.

В настоящее время проблема переработки отходов полимерных материалов имеет актуальное значение. В первую очередь с позиций охраны окружающей среды, но также и с тем, что в условиях дефицита полимерного сырья, пластмассовые отходы становятся мощным сырьевым и энергетическим ресурсом.

Технология переработки отходов полимерных материалов, включающая в себя измельчение, мойку, сушку, переработку в червячно-дисковых экструдерах, требует значительных затрат электроэнергии, трудовых затрат, увеличение производственных площадей, что приводит к увеличению себестоимости продукции. В связи с этим предлагается непрерывная технология переработки отходов пленочных полимерных материалов на вальцах. Применение данной технологии предполагает снижение энергозатрат, трудовых затрат, сокращение производственных площадей, что приведет к уменьшению себестоимости продукции.

Также созданы достаточно надежные методы расчета основных параметров периодического и непрерывного процессов вальцевания и каландрования. Проводится значительная модернизация валковых машин, направленная на конструктивное усовершенствование и унификацию узлов машин, уменьшение веса и габаритов оборудования. Современные конструкции валковых машин имеют ряд вспомогательных устройств, повышающих производительность и степень механизации процесса, а также улучшающих качество готовой продукции. К таким устройствам можно отнести: механические устройства для подрезания и перемешивания массы; клиновые перемешивающие устройства; направляющие ролики, обеспечивающие возврат срезаемой ленты материала обратно в зазор валков; экструзионные отборочные устройства. Большое внимание уделяется разработке валковых машин непрерывного действия.

## **ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПВХ**

Нежелской А. В. ВТМ-421.

Научный руководитель – Кореньков М. А.

Экструзия — это непрерывный технологический процесс, при котором полимерный материал в пластическом состоянии продавливается через формующий инструмент (экструзионную головку или фильеру) для получения изделий (листа или профиля) с заданным поперечным сечением с последующим охлаждением и калиброванием.

Термопластичный полимер в процессе экструзии, не претерпевая химических превращений, последовательно переходит сначала из твердого состояния (в виде гранул или порошка) в расплав, а затем вновь в твердое состояние - после выхода из формующей оснастки.

Для переработки ПВХ применяются в основном двухшнековые экструдеры со шнеками, вращающимися в противоположных направлениях и витками плотно входящими друг в друга (плотного зацепления). Они наилучшим образом подходят для этого с точки зрения создания необходимого давления, скоростей резания и продолжительности пребывания смеси в экструдере. Чем уже зазор между двумя шнеками, тем меньше материала проходит через этот зазор и очень большая часть его скапливается в нижней части цилиндра экструдера и заполняет свободное междувитковое пространство. Таким образом, та часть материала, которая не проходит через междушнековый зазор, принудительно продавливается вперед.

В результате использования шнеков плотного зацепления двухшнековый экструдер работает как насос. В замкнутых С - образных камерах (полостях между витками шнека) в результате подвода тепла и механической энергии смесь расплавляется. Перемешивание расплава происходит только в результате обратного потока через узкий зазор между шнеками. Доля энергии, идущая на расплавление через теплопередачу, однако мала.

Основная часть энергии для пластификации обуславливается через механическую энергию привода, преобразуемую в тепловую энергию (85% для конических шнеков и 65% для цилиндрических шнеков).

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ТЕЧЕНИИ В ЧЕРВЯЧНОЙ МАШИНЕ С ПРОНИЦАЕМЫМ ЦИЛИНДРОМ

Ульяничев Н.О. ВТМ-421

Научный руководитель – Шаповалов В.М.

Рассматриваемая задача связана с процессом удаления жидкости из гетерогенных систем. Рассматривается движение материала вдоль канала червяка. Течение стационарное, изотермическое. Глубина канала шнека значительно меньше его ширины и трение о боковые стенки не учитываем. Пренебрегаем кривизной канала. Среда - ньютоновская жидкость, вязкость постоянна. Скольжение материала по рабочим поверхностям отсутствует. Циркуляционное течение в поперечном сечении витка не рассматриваем.

Стенки материального цилиндра выполняются перфорированными. Примем, что скорость высачивания жидкости через боковую стенку пропорциональна избыточному давлению в материале

$$V_{1y} = k \cdot p, \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от вязкости жидкости, размеров отверстия перфорации и т.д. (определяется экспериментально).

Координате  $y = 0$  отвечает поверхность шнека. Координате  $y = h$  отвечает перфорированная поверхность цилиндра, которая совершает поступательное движение со скоростью  $V$ .

Давление на выходе обусловлено гидравлическим сопротивлением головки. Длина шнека –  $\ell$ . Имеет место двумерное течение. Давление однородно в поперечном сечении  $\partial p / \partial y = 0$ . С учётом принятых допущений математическая модель процесса включает уравнение движения, уравнение неразрывности и граничные условия для давления и скорости.

Ранее было оказано, что распределение давления описывается дифференциальным уравнением

$$\frac{d^2 p}{dX^2} - \lambda^2 p = 0, \quad (2)$$

где  $\lambda^2 = 12k\mu\ell^2 h^{-3}$  – безразмерная постоянная;  $X = x/\ell$  – безразмерная продольная координата ( $0 \leq X \leq 1$ ).

Решение уравнения (2) с учётом граничных условий, имеет вид

$$\frac{p}{p_k} = \frac{\text{sh}(\lambda X)}{\text{sh}(\lambda)}. \quad (3)$$

В случае непроницаемой стенки имеем  $\lim_{\lambda \rightarrow 0} p = p_k X$ .

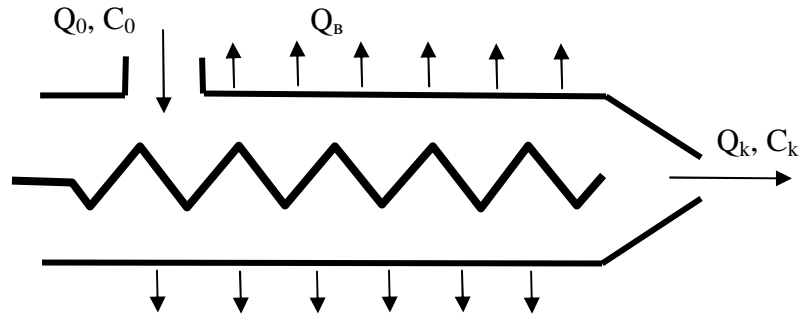


Рис. 1. Схема материальных потоков при обезвоживании каучука.

Рассмотрим изменение содержания воды в каучуке по длине цилиндра. На рис. 1. представлена схема материальных потоков. Объёмный расход влажного каучука на входе  $Q_0$ , содержание воды характеризуется концентрацией  $C_0$ . Расход высачивающейся через отверстия материального цилиндра воды  $Q_B$ . Расход обезвоженного каучука на выходе из машины  $Q_K$ , остаточное содержание воды  $C_K$ . Определим концентрацию как  $C = V_B / V_K$ , где  $V_B, V_K$  – объёмный расход воды и каучука соответственно.

Общий материальный баланс машины

$$Q_0 = Q_B + Q_K. \quad (4)$$

Материальный баланс по воде

$$Q_0 C_0 = Q_B + Q_K C_K. \quad (5)$$

Найдём слагаемые уравнения (4). Общий расход, с учётом (3), определяется интегралом

$$Q_0 = \int_0^h V_x \Big|_{x=0} dy, \quad Q_0 = -\frac{h^3 \cdot p_k \cdot \lambda}{12\mu \cdot \ell \cdot \text{sh } \lambda} + \frac{V \cdot h}{2}. \quad (6)$$

Расход материала на выходе из шнека

$$Q_\varphi = \int_0^h V_x \Big|_{x=\ell} dy = -\frac{h^3 p_\varphi \lambda}{12\mu \ell \text{th}(\lambda)} + \frac{Vh}{2}. \quad (7)$$

Расход высачивающейся воды с учётом соотношений (1) и (5)

$$Q_B = \int_0^\ell V_{1y} \Big|_{y=h} dx, \quad Q_B = \frac{k \ell p_\varphi}{\text{sh}(\lambda)} [\text{ch}(\lambda) - 1]. \quad (8)$$

Уравнение (5) можно использовать для определения содержания остаточной воды на выходе из машины для этого разрешим уравнение (5) относительно  $C_K$

$$C_K = \frac{Q_0 \cdot C_0 - Q_B}{Q_K}.$$

Подставим в это соотношение выражения (6) – (8)

$$\dot{N}_\varphi = \frac{\dot{N}_i (\text{sh} \lambda - A \lambda) - \lambda A (\text{ch} \lambda - 1)}{\text{sh} \lambda - A \lambda \text{ch } \lambda}, \quad (9)$$

где  $A = p_\varphi h^2 / (6\mu \ell V)$  – безразмерное давление на выходе.



При непроницаемой стенке цилиндра ( $\lambda = 0$ ) или нулевом давлении ( $A = 0$ ) обезвоживание отсутствует  $C_k = C_o$ . Полному обезвоживанию отвечает  $C_k = 0$ .

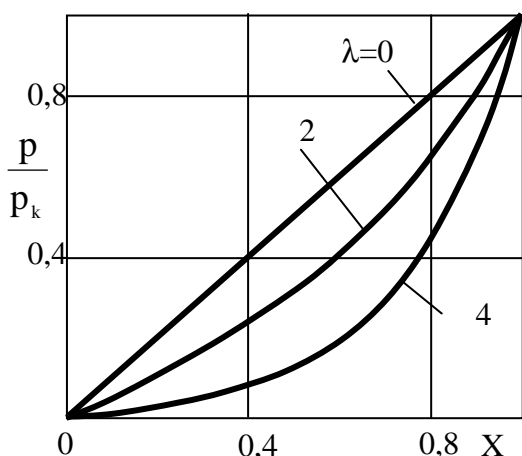


Рис.2

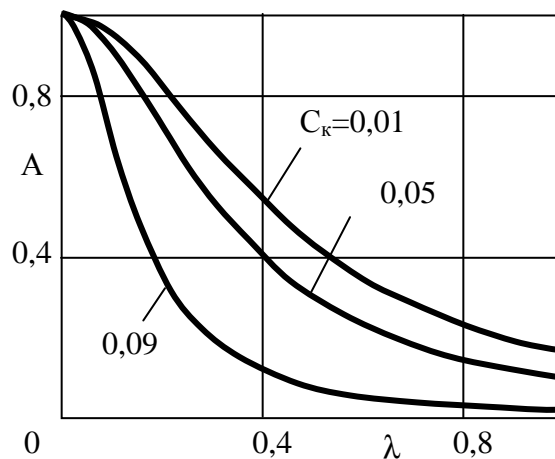


Рис.3

Используя (9), получим зависимость давления на выходе от степени обезвоживания

$$A = \frac{(C_o - C_k) \operatorname{sh} \lambda}{\lambda [C_o - 1 + (1 - C_k) \operatorname{ch} \lambda]}, \quad (10)$$

Анализ формулы (3) представлен на рис.2. Эпюры давления построены для различных значений безразмерной проницаемости стенки. Видно, что в случае непроницаемой стенки ( $\lambda=0$ ) распределение давления описывается линейной функцией. С увеличением проницаемости эпюры принимают «провисающую» форму; давление резко нарастает в конце зоны течения.

Анализ формулы (10) представлен на рис.3. Расчёты выполнены для фиксированного значения начальной концентрации  $C_o=0,1$ . Цифрами у кривых указаны значения конечной концентрации. Из рисунка видно, что с уменьшением проницаемости до нуля величина безразмерного давления стремится к фиксированному значению, равному единице. Давление возрастает с уменьшением остаточного содержания влаги на выходе.

## МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ЗАВОДОВ ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

Филатов Д.С. ВТМ-421

Научный руководитель – Лапшина С.В.

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования постоянно увеличиваются, растут мощности ремонтных служб и численность ремонтных рабочих. Ремонтное хозяйство создается на предприятии для того, чтобы обеспечить с минимальными затратами рациональную эксплуатацию его основных производственных фондов. Децентрализация ремонта приводит к параллельности однородных работ и низкому техническому уровню их исполнения. Затраты на капитальный ремонт станка иногда превышают стоимость нового, а простои станков в ремонте, как правило превышают плановые. В связи с этим задачи организации ремонта оборудования становятся наиболее актуальными.

Основной задачей ремонтного хозяйства является обеспечение бесперебойной эксплуатации оборудования при минимальных затратах на ремонтное обслуживание. Эта задача решается путем рациональной организации текущего обслуживания оборудования в процессе его эксплуатации для предупреждения прогрессирующего износа и аварий,

своевременного планово-предупредительного ремонта оборудования, модернизации устаревшего оборудования, повышения организационно технического уровня ремонтного хозяйства.

Другими, не менее важными задачами ремонтного хозяйства являются:

- осуществление технического обслуживания и ремонта основных производственных фондов; - монтаж вновь приобретенного или изготовленного самим предприятием оборудования; - модернизация эксплуатируемого оборудования.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКТОРОВ ПОЛУПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ**

Цаплина С.Н. ВТМ-421

Научный руководитель – Тишин О.А.

Многообразие химических процессов является одной из особенностей химической технологии, а сами аппараты, в которых осуществляются химические превращения - химические реакторы, занимают центральное место в любом химическом производстве, определяя во многом, как качество получаемого продукта, так и производительность всей химической установки.

Аппараты с мешалками имеют ряд особенностей, которые обусловили их широкое применение для проведения химических процессов и процессов, сопровождающих химическое превращение. В качестве последних можно назвать следующие: нагревание или охлаждение смеси; дозирование реагента в объём, где уже присутствует другой реагент; массоперенос, если используются реагенты, которые находятся в различных фазах.

Значительную роль в таких превращениях играют процессы переноса энергии. Достоинства такого оборудования проявляются в том, что оно позволяет осуществлять ряд операций (например химическое превращение) в полупериодическом режиме. Такой приём нередко используется для регулирования температурного режима процесса, что не возможно для других видов оборудования.

Необходимо производить расчет химического реактора, который позволит непосредственно использовать полученные данные для выбора реактора и оптимальных технологических условий протекания химического превращения.

Возможности использования и управления таким видом оборудования ограничиваются вследствие не достаточной изученности происходящих процессов и в не достаточной разработке математических моделей, используемых для прогнозирования поведения и расчета таких объектов.

На примере синтеза ксантогената была разработана обобщенная математическая модель процесса, которая позволила провести анализ процесса и выбрать оптимальные условия. Данная модель включает в себя математические модели отдельных операций, составляющие процедуру синтеза ксантогената, а именно: загрузка спирта; загрузка раствора щелочи; охлаждение полученной смеси; дозировка сероуглерода (собственно химическое превращение), сопровождающееся отводом теплоты для обеспечения температурного режима; анализа состава полученного продукта; опорожнение аппарата и передача полученной смеси на последующую переработку.

Математическая модель системы включает в себя уравнения сохранения субстанции в виде

$$F(x, y, z, u) = 0$$

Данная система уравнений была дополнена уравнениями для расчета кинетических коэффициентов (коэффициентов теплоотдачи, теплопередачи, кинетических констант химических реакций), уравнения для расчета свойств смесей и др.

Модель позволяет оценить влияние различных операций, проводимых в аппарате, на производительность объекта и определить условия эксплуатации. Разработанная

модель может использоваться как для проектирования такой системы, так и для обучения студентов высших учебных заведений. Она позволяет оценить взаимовлияние оборудования друг на друга.

## **ЗАВИСИМОСТЬ УСИЛИЯ ЗАПИРАНИЯ ПРЕССА ОТ ТОЛЩИНЫ ВУЛКАНИЗУЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Шабанов Д.В. ВТМ-421

Научный руководитель – Ахрамеев А.Ф

Качественное изготовление РТИ может быть реализовано только при обеспечении достаточного усилия закипания формы. При выборе необходимого усилия замыкания пресс-форм для резин часто используются либо эмпирические методы, либо таковые, применяющиеся при переработке термопластов на гидравлических прессах. Эти методы не учитывающие существа конкретных физических и физико-химических процессов, имеющих место в оформляющей полости пресс-формы для резин, часто приводят либо к заниженным усилиям замыкания, что влечет за собой появление на изделиях обоя, либо, напротив, к завышенным, что увеличивает энергометаллоемкость оборудования, сокращает срок службы дорогостоящих пресс-форм и в целом снижает экономическую эффективность использования оборудования.

Целью настоящей работы является разработка методики расчета усилия замыкания пресс-форм при изготовлении относительно тонкостенных изделий с однородным полем давления в массе отливки. Решение поставленной задачи включает следующие основные этапы: а) определение уравнения объемного состояния резиновых смесей; б) аналитическое рассмотрение совокупности тепловых, физических и химических процессов, протекающих в оформляющей полости при формировании в ней резиновой смеси, результатом которого являются зависимости, списывающие изменение давления в полости; в) разработка методики и модели расчета начальных и конечных величин давления, удельного объема и усадки; г) разработка метода расчета усилия замыкания форм при изготовлении тонкостенных изделий компрессионным способом.

## **ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА БЛОКИРОВАННЫХ ПОЛИИЗОЦИАНАТОВ КАК МОДИФИКАТОРОВ В СИСТЕМЕ РЕЗИНА – ТЕКСТИЛЬНЫЙ КОРД**

Бычкова О.В., аспирант кафедры ВТПЭ

Научные руководители - Пучков А.Ф., Спиридонова М.П., Каблов В.Ф.

Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ

Блокированные полиизоцианаты (ПИЦ) используются в производстве шин и РТИ для повышения прочности связи резин к текстильным и металло- кордам. Среди текстильных кордов наибольший интерес представляют полиэфирные корда, обеспечивающие наименьшую изнашиваемость резинокордным композициям. Поэтому исследования направлены на универсализацию блокированных полиизоцианатов (БП), которые, прежде всего, должны обладать наибольшей функциональной способностью именно к полиэфирным кордам.

Как показали исследования, в состав блокирующей группы могут входить вещества, способные оказать аппретирующие действие на поверхность синтетического волокна. В случае полиамидного и полиэфирного волокон такими аппретами могут явиться адипиновая и терефталевая кислоты. Использование кислот приводит к уменьшению жизнеспособности реакционной среды, в которой происходит блокирование ПИЦ. Оптимальное содержание кислот определялось из двух соображений – возможной потери жизнеспособности реакционной среды и появления эффекта аппретирования, который должен способствовать повышению прочности связи между

волокном и каучуком резины. Действительно, кислоты способны обеспечить требуемую жизнеспособность только при сравнительно небольших концентрациях. Оказалось, что 0,3 % мас. их количества вполне достаточно как для проведения технологических операций, так и обеспечения резинокордным образцам высоких прочностных показателей.

Полученный таким образом БП представляет собой продукт с линейной молекулярной структурой, вероятно, поэтому он достаточно пластичен и при хранении его гранулы слипаются. Во избежание превращения гранул в монолитную массу органическую составляющую модификаторов заключают в оболочку из коллоидной кремнекислоты.

С этой целью исследовались возможность использования в качестве капсулирующих веществ различных типов коллоидных кремнекислот – белых саж: БС-50 и БС-100, Росила 175 и Аэросила А175, физико-химические свойства капсул и их влияние на физико-механические показатели резинокордных систем.

Если при капсулировании БП использовать наиболее дисперсный кремнекислотный наполнитель – Росил 175, то возможно протекание химических процессов, приводящих к связыванию частиц кремнезема с каучуком. Прочностные свойства резинокордных систем при этом повышаются. С позиции обеспечения адгезионных свойств оптимальное время капсулирования составляет 30 – 90 мин.

## **РАЗРАБОТКА ПРОПИТОЧНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ ПОЛИЭФИРНЫХ И ПОЛИАМИДНЫХ КОРДНЫХ НИТЕЙ**

*Н.В. Васильева, Н.А. Кейбал, С.Н.Бондаренко, О.В. Головешкина  
Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ, 404121,  
Волгоградская обл., г. Волжский, ул. Энгельса, 42а, [vpri@volpi.ru](mailto:vpri@volpi.ru)*

Среди различных видов многотоннажных химических волокон и нитей в настоящее время лидирующее положение занимают полиэфирные и полиамидные нити.

Универсальность и высокие показатели физико-механических свойств полиэфирных и полиамидных кордных нитей достигаются благодаря модификации различными способами, которые включают широкую гамму составов для пропиток и покрытий.

Для модификации полиэфирных и полиамидных кордных нитей разработаны пропиточные составы на основе 20 - 40 % растворов фосфорборэпихлоргидринсодержащего олигомера с добавлением триэаноламина, акриламида и персульфата натрия.

Обработка нитей пропиточными составами проводилась при комнатной температуре с последующим термостатированием при температуре 150 °С в течение 30 минут с целью стабилизации свойств.

В результате проведенных исследований было выявлено, что разработанные пропиточные составы увеличивают огнезащитные свойства нитей и способствуют увеличению коксового остатка в процессе термоокислительной деструкции. Самозатухание после удаления источника открытого пламени происходит в течение 5-8 секунд для полиэфирных кордных нитей и 10-12 секунд для полиамидных кордных нитей.

Установлено, что разработанные пропиточные составы не меняют прочностных свойств нитей, обеспечивают незначительный привес и уменьшают линейную усадку полиэфирных кордных нитей в среднем на 70 %, полиамидных - в среднем на 60 %.

Исследовано влияние рецептуры пропиточного состава на адгезию нитей к резине на основе изопренового каучука и установлено, что адгезия модифицированных нитей

возросла в 1,5 раза за счет появления новых полярных функциональных групп на поверхности волокна, которые вступают в физическое и химическое взаимодействие с изопреновым каучуком.

## **РАЗРАБОТКА КЛЕЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ПЕРХЛОРВИНИЛОВОЙ СМОЛЫ С УЛУЧШЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ**

Г.А. Жукова, М.С. Лобанова, В.Ф. Каблов, Н.А. Кейбал, С.В. Бондаренко

Методы по повышению огнезащиты конструкций основаны на использовании негорючих материалов, которые предотвращают возгорание и препятствуют распространению огня. В настоящее время все отчетливее проявляется тенденция использования мер пассивной огнезащиты с помощью составов терморасширяющегося (вспучивающегося) типа.

Под воздействием пламени (или теплового удара) терморасширяющиеся покрытия резко увеличиваются в объеме – в несколько раз - с образованием слоя кокса, представляющего собой закоксовавшийся расплав негорючих веществ (минеральный остаток).

Выбор способа огнезащиты определяется прежде всего материалом сооружения, конструкции, изделия, подлежащего защите от возгорания.

Все более широкое применение в различных областях промышленности находят стеклопластики. Основным преимуществом стеклопластиков является повышенная прочность и низкая плотность по сравнению с металлом, они не подвержены воздействию коррозии.

Однако наряду с ценным комплексом свойств, которыми обладают стеклопластики, к их существенному недостатку следует отнести невысокую стойкость к воздействию открытого пламени.

С целью устранения данного недостатка были разработаны новые покрытия на основе перхлорвинилового смолы (ПХВС) с улучшенными адгезионными и теплозащитными свойствами для стеклопластика. Известно, что перхлорвиниловая смола широко используется в качестве полимерного связующего для клеев [1,2].

В работе исследования проводились на композиции, представляющей собой раствор перхлорвинилового смолы в смеси органических растворителей бутилацетат : ацетон в соотношении 1:1.

Для повышения огнестойкости покрытия в состав композиции вводился антипирен, представляющий собой фосфорборхлорсодержащий олигомер (ФБЭ).

Чтобы улучшить адгезионных показатели покрытия в композицию вводился также полиэтиленполиамин (ПЭПА) [3]. Введение ПЭПА в композиции происходило до достижения pH = 6-7.

С целью определения эффективности разработанных огнезащитных составов проведены исследования по определению основных физико-механическим показателей покрытий в зависимости от рецептуры.

В результате исследований установлено, что при одновременном введении в состав композиции антипирена ФБЭ и нейтрализующего агента ПЭПА, адгезионные показатели покрытия значительно повышаются.

Испытания покрытий проводились по разработанной методике путем воздействия на обработанный образец стеклопластика источника открытого огня. Температура измерялась прибором – пирометр С-300.3.

В результате испытаний установлено, что наиболее оптимальное содержание ФБЭ составляет 8,5 – 11,5 % от массы исходной композиции, оптимальная толщина покрытия составляет 0,7 мм, при этом коэффициент вспучивания достигает 8,53 при различных содержаниях ФБЭ, а время достижения предельного состояния опытных образцов увеличилось примерно в 1,5 раза.

Таблица 1 - Влияние содержания модификатора ФБЭ на обеспечение огнестойкости покрытия на основе ПХВС

Содержание ФБЭ, %	Без добавки		8,5		10,0		11,5	
Толщина покрытия, мм	,5	,7	,5	,7	,5	,7	,5	,7
Коэффициент вспучивания	,43	,55	,64	,23	,80	,80	,94	,53
Время достижения предельного состояния, с	6	9	7	3	0	7	6	4
Температура необогреваемой стороны подложки через 25 с, °С	60	47	42	38	06	11	88	11

Таким образом, установлено, что полученный продукт ФБЭ является эффективным антипиреном, введение которого в состав композиции не влияет на физико-механические показатели покрытия.

Предлагаемые огнестойкие покрытия на основе перхлорвиниловой смолы могут применяться для защиты от огня конструкций из стеклопластика.

#### Литература

1. Каблов, В.Ф., Бондаренко, С.Н., Кейбал, Н.А. Модификация эластичных клеевых составов и покрытий элементсодержащими промоторами адгезии: монография. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2010. – 238 с.

2. Патент №2435820 РФ, МПК С 09 J 115/02, С 09 J 107/00, Клеевая композиция / Н.А. Кейбал, С.Н. Бондаренко, В.Ф. Каблов, М.С. Лобанова – заявл. 17.06.2010; опубл. 10.12.2011.

3. Лобанова М.С. Клеевые составы на основе перхлорвиниловой смолы с повышенной адгезией к полимерным эластичным материалам / М.С. Лобанова, В.Ф. Каблов, Н.А. Кейбал, С.Н. Бондаренко // Клеи. Герметики. Технологии.- 2011. - №8. – с. 17-19

### **ЭПОКСИДИРОВАННЫЕ КАУЧУКИ КАК ОСНОВА КЛЕЕВЫХ СОСТАВОВ С УЛУЧШЕННЫМИ АДГЕЗИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ**

Карташова А.С., Провоторова Д.А., Каблов В.Ф., Кейбал Н.А.,  
Бондаренко С.Н.

Волжский политехнический институт (филиал)  
ГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»,  
г. Волжский, Россия

В настоящее время получение каучуковых клеевых составов с высокими показателями адгезионной прочности является одной из актуальных проблем. Улучшения адгезионных свойств можно достичь путем химической или физической модификации плёнообразующего полимера.

Одним из перспективных методов химической модификации является эпоксидирование, которое представляет собой процесс введения в структуру каучука эпоксидных групп. Эпоксидированные каучуки отличаются повышенной адгезией к металлам, дереву, синтетическим волокнам, большей атмосферостойкостью и лучшими физико-механическими показателями [1].

В работе рассматривалась возможность введения эпоксидных групп в непредельные каучуки путём озонирования с целью улучшения их адгезионных свойств.

Данный метод позволяет осуществить целенаправленное модифицирование любых каучуков (в том числе каучуков растворной полимеризации) на основе диеновых мономеров активными функциональными группами благодаря высокой скорости количественного присоединения озона к эластомеру по двойным связям [2].

В качестве объекта для исследования влияния процесса озонирования на адгезионные свойства были выбраны хлорированный натуральный и синтетический изопреновый каучуки. В ходе озонирования варьировалось время проведения процесса.

Выявлено, что наилучшие адгезионные показатели по сравнению с исходными значениями достигаются при времени озонирования 1 час. Улучшение прочности клеевого крепления резин на основе различных каучуков составляет 10-70 %.

Кроме того, модификацию каучуков можно также проводить непосредственно в клеевых композициях путём введения элементсодержащих соединений, способных к взаимодействию с плёнкообразующим полимером [3].

Введение аминоксодержащих соединений в клеевые составы на основе озонированных каучуков позволяет усилить адгезионный эффект, при этом прочность клеевого крепления повышается на 50-120 %.

Таким образом, озонирование пленкообразующего полимера позволяет повысить прочность крепления вулканизатов на основе различных каучуков, поэтому является эффективным методом химической модификации. Варьируя условия проведения процесса озонирования, можно добиться оптимального содержания эпоксидных групп в каучуке, при котором показатели адгезионной прочности будут максимальными.

#### Литература

[1] Семенова, Е.В. Пленкообразующие композиции на основе бутадиенсодержащих эластомеров, модифицированных на стадии латекса: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.17.06 / Семенова Елена Владимировна. – Воронеж, 2002. – 17 с.

[2] Пат. 2190625 РФ, МКИ С 08 С 19/04, С 08 F 36/14. Способ получения модифицированных ненасыщенных эластомеров / П.Т. Полуэктов, Ю.К. Гусев, О.В. Сигов, В.Г. Филь, Л.А. Власова, В.Д. Конюшенко, А.В. Гусев, В.А. Привалов, А.В. Рачинский, А.В. Солдатенко. - № 2001121615/04; заявл. 31.07.2001; опубл. 10.10.2002.

[3] Каблов, В.Ф., Бондаренко, С.Н., Кейбал, Н.А. Модификация эластичных клеевых составов и покрытий элементсодержащими промоторами адгезии: монография. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2010. – 238 с.

#### **РАЗРАБОТКА ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ, СОДЕРЖАЩИХ ПЕРЛИТ**

Каблов В.Ф., Новопольцева О.М., Егоров В.А.,  
Кочетков В.Г., Майборода О.Ю.

*ВПИ (филиал) ФГБОУВПО «Волгоградский государственный технический университет» nov@volpi.ru, geminy-i@mail.ru*

Теплоизоляционными называют строительные материалы и изделия, предназначенные для тепловой изоляции конструкций зданий и сооружений.

Применение теплоизоляционных материалов в строительстве позволяет снизить массу конструкций, уменьшить потребление конструкционных строительных материалов.

Основной путь снижения энергозатрат на отопление зданий лежит в повышении термического сопротивления ограждающих конструкций с помощью теплоизоляционных материалов (ТИМ). В настоящее время, когда остро стоит проблема энергосбережения и ужесточены нормативные требования к теплосоппротивлению (2,8-3,2 Вт) наружных стен отапливаемых жилых зданий, применение теплоизоляционных перлитовых материалов в строительстве приобрело особую актуальность.

Вспученный перлит (в переводе с французского - жемчуг), полученный в результате термической обработки вулканической алюмосиликатной породы, является высокоэффективным тепло- и звукоизоляционным пористым материалом. Он обладает отличными сорбционными свойствами, огнестоек, химически инертен, биостоек.

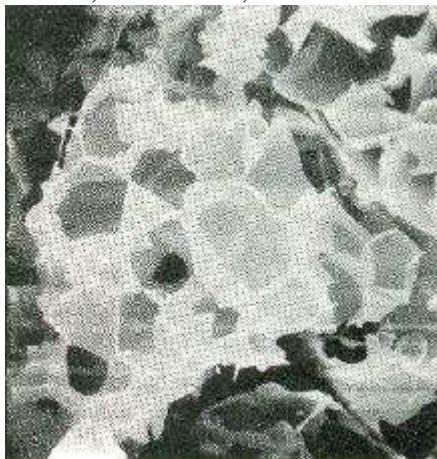


Рисунок 1 – Шлиф перлита под электронным микроскопом

Центральная часть перлитовой породы состоит из обсидиана (маловодное стекло), а концентрические слои - из стекла, насыщенного водой. Изучая структуру среза (шлиф) перлита под электронным микроскопом (рисунок 1), было замечено, что вокруг его центрального ядра, состоящего из шариков, есть концентрические трещины.

В настоящее время также появляется огромное количество новых жидких сверхтонких теплоизоляционных материалов. Жидкий утеплитель представляет собой суспензию на основе структурированных акриловых полимеров. Наполнителем и теплоизолирующей составляющей в них являются керамические капсулы, внутри которых находится вакуум (или инертный газ).

Была предпринята попытка создания жидкого теплозащитного покрытия содержащего перлит, который вводили в полимерное связующее. При введении порошка перлита получают сметанообразную композицию, густота которой зависит от содержания перлита. Была проведена серия опытов с изменением концентрации перлита от 5 до 20 процентов.

Таблица 1 – Образцы для испытания

Образец	Содержание перлита, %	Внешн вид
1	5	Жидкий
2	10	Сметанообразный
3	15	Сметанообразный
4*	20	Слишком густой
Контрольный (корунд)	0	Сметанообразный

\* Образец с содержанием перлита 20 % не испытывался из-за большой густоты.

Для определения теплостойкости полученных композиций их наносили на металлическую пластину (толщиной 1 мм). Толщина покрытия – 1-1,5 мм. Образцы



термостатировали при температуре 65 °С 1 час. Для определения эффективности покрытия, подготовленные образцы помещали над сосудом с горячим ( $\approx 60$  °С) паром, и, с помощью пирометра, определяли температуру на поверхности пластины, не покрытой исследуемым составом, и защищенной поверхности. Результаты испытаний представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты измерения температуры поверхности образца

Время, мин	Температура поверхности пластины, °С				
	Покрытие: краска	Покрытие: корунд	Покрытие: перлит		
			1	2	3
5	54,2	52,2	53,7	51,9	51,5
10	57,4	55,8	54,4	52,2	55,1
20	63,8	58,9	56,8	52,9	59,1
30	64,8	59,2	57,4	58,2	61,7
40	67,6	60,1	60,5	60,2	62,9
60	69,8	60,9	65,3	64,7	63,5

Из результатов исследования видно, что температура на поверхности незащищенного покрытием металла на несколько градусов выше, чем температура защищенной области. Как и ожидалось наилучшие показатели у пластины, защищенной покрытием Корунд, однако, образцы с массовой долей перлита 15 % показали сопоставимые результаты.

Исследования образцов тепловизором показало, что распространение теплового фронта происходит более равномерно в случае использования экспериментального покрытия. Так же подтвердилось, что температура поверхности, покрытой композицией ниже, чем у «Корунда».

## СТРУКТУРИРОВАНИЕ ФТОРКАУЧУКОВ КОМПЛЕКСАМИ $\epsilon$ -КАПРОЛАКТАМА

Пучков А.Ф., Новопольцева О.М., Куцов А.Н.\*,  
Кочетков В.Г., Дудко Е.А.

*ВПИ (филиал) ФГБОУВПО «Волгоградский государственный технический университет» nov@volpi.ru, geminy-i@mail.ru*

\* ООО «Интов-Эласт»

**Фторкаучуки** устойчивы к тепловому старению, действию масел, топлива, растворителей, окислителей, негорючи. Бифургин позволяет получать изделия с повышенной стойкостью к агрессивным средам, меньшей текучестью и улучшенной термостойкостью. Т.к. бифургин не стабилен при хранении и относительно дорог, существует необходимость его замены. Для замены бифургина на БФК использовалась р/см, состав которой приведен в табл. 1. Р/см изготавливалась в производственных условиях ООО «Интов-Эласт». Необходимо отметить, что опытная резина обладает большей растекаемостью в пресс-форме.

Таблица 1 – Рецепт резиновой смеси на основе СКФ-26

Компонент	Дозировка на 100 масс.ч. каучука	
	Контрольный	Опытный
СКФ-26	100	100
MgO	15,0	15,0
ТУ П-803	15,0	15,0
Бифургин	5	–

БФК	–	5
-----	---	---

Свойства резиновых смесей приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение свойств р/см, содержащих БФК и бифургин.

Показатель	Бифургин	БФК
Условная прочность при растяжении, МПа	11,5	12,7
Относительное удлинение при разрыве, %	250	390
Относительное остаточное удлинение после разрыва, %	20	15
Твердость по Шору А, усл. ед.	74	75
Степень набухания, %	114	106,5

Перед набуханием проводилась экстракция в течение 10,5 часов в несколько приемов. Растворитель – ацетон.

Как отмечалось [3], при вулканизации СКФ-26 комплексным соединением бифургина с  $\epsilon$ -капролактамом (БФК-2) формируется более регулярная пространственная сетка, чем при вулканизации одним бифургином. Как и следовало ожидать, регулярность структуры обеспечивает опытным вулканизатам некоторое повышение упруго-прочностных свойств. Как следует из представленных данных, степень набухания, характеризующая содержание гель-фракции в каучуке составила 106,5%, что несколько ниже степени набухания образцов с бифургином. Это говорит о том, что степень вулканизации несколько ниже, что подтверждается показателями относительного удлинения при разрыве. Но условная прочность при растяжении опытного образца несколько превышает прочность образца с бифургином.

Для определения оптимальной дозировки синтезированного соединения варьировалось содержание БФК в составе резиновой смеси от 2,3 до 5 масс. ч. Свойства полученных резиновых смесей приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-механические показатели вулканизатов

Показатели	Контрольн	1	2	3
Твердость, Шор А, усл. ед.	82,00	88,00	77,00	74,00
Условная прочность при растяжении, МПа	13,90	14,50	15,80	10,00
Относительное удлинение при разрыве, %	160,00	80,00	300,0	530,0
Остаточное удлинение после разрыва	2,00	2,00	7,00	10,00

Исследования показали, что при низкой дозировки БФК (2,3 масс.ч.) вулканизаты обладают неудовлетворительными показателями, что говорит о том, что образец недовулканизован. Как видно из таблицы 5, оптимальное содержание композиции БФК составляет 3-5 масс. ч.: вулканизаты обладают высокими физико-механическими показателями. Показатели термоокислительного старения и старения в масле удовлетворительны.

#### Литература

1. Галил-Оглы Ф.А. Фторкаучуки и резины на их основе/Ф.А.Галил-Оглы, А.С.Новикова, З.Н.Нудельман – М.,1966–235 с.
2. Новицкая С.П. Фторэластомеры/С.П.Новицкая, З.Н.Нудельман – М.:Химия, 1988. – 240 с.
3. Пучков, А.Ф./Вулканизирующий агент для фторкаучука СКФ-26 /А.Ф.Пучков, О.М.Новопольцева, А.Н.Куцов, В.Г.Кочетков//XVII МНПК «Резиновая промышленность. Сырье. Материалы. Технологии-2011» М.,2011, С.183.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПРОТИВОСТАРИТЕЛЕЙ ПРИ ЗАЩИТЕ РЕЗИН ОТ СТАРЕНИЯ**

Пучков А.Ф., Спиридонова М.П., Кочкина В.А., Каблов В.Ф.  
Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ

Проведенные ранее исследования [1, 2] показали, что процессы термоокислительного и озонного старения можно существенно замедлить, используя композиционные противостарители пролонгирующего действия.

В опубликованных по этому поводу работах отмечалось, что такие композиции, состоящие из эвтектических расплавов противостарителей, обладают меньшей скоростью диффузии, чем ингредиенты их составляющие, введенные в резиновую смесь по отдельности. Сравнительно невысокая диффузионная активность композиционного противостарителя способствует в большей мере и на более длительное время защищать объем вулканизата от термоокислительного старения. Уменьшение диффузионной способности композиционных противостарителей вызвано тем, что они существуют в виде относительно больших по размеру водородно-связанных комплексов. К тому же, скорость диффузии противостарителя снижается за счет использования приема капсулирования. Так, например, капсулы с оболочкой из коллоидной кремнекислоты, получаемые в процессе приготовления композиционного противостарителя, имеют размеры коллоидные размеры. Вероятнее всего капсулы коллоидных размеров будут приносить значительный вклад в обеспечение пролонгирующего эффекта: они труднее разрушаются под действием сдвиговых напряжений, их миграция в поверхностные слои вулканизата затруднена, а самопроизвольная диффузия противостарителей сквозь оболочку – процесс достаточно длительный. Поэтому полимер резины, в определенной степени и на длительное время может быть защищен от действия тепла и кислорода. Создание жидких композиционных противостарителей и последующее заключение их в капсулу - это не единственный прием для уменьшения диффузионной активности противостарителей. Пролонгирующее действие композиционных противостарителей может быть увеличено за счет полимерного носителя, например поливинилхлорида [3].

Как показали исследования [4], одним из наиболее приемлемых и экономически целесообразных технологических приемов, позволяющих в определенной степени предупредить глобальное разрастание озонных трещин, является использование антиозонантов в виде их эвтектических расплавов. В проведенных работах [5] было показано, что использование производных *n*-фенилендиамина, а также их комбинаций с ацетонанилом лишь на несколько часов способно увеличить озоностойкость резин на основе ненасыщенных каучуков, но не приближается к озоностойкости резин на основе насыщенных каучуков. Появление озонных трещин не всегда может вызвать катастрофическое разрушение резин. Это может произойти в местах глобального роста трещин. В свою очередь такими местами являются зоны с пониженной концентрацией антиозонанта и, прежде всего места, где антиозонанты не способны «залечивать» растущие трещины, более эффективны в этом случае композиционные противостарители в виде эвтектических расплавов.

Необходимо отметить, что эффект в сохранении прочностных показателей в условиях старения достигается при равномассовой замене IPPD на композиционный противостаритель.

### Библиографический список.

1. Пучков А.Ф., Спиридонова М.П., Огрель А.М. // Каучук и резина. 2002. №5. С.9-12.
2. Пучков А.Ф., Спиридонова М.П., Каблов В.Ф., Туренко С.В. // Каучук и резина. - 2009. - № 5. - С. 21-24.

3. Полимерная противостарительная паста для резины на основе бутадиен-нитрильных каучуков. Патент на изобретение РФ №2383567 дата публ. 10.03.2010.
4. Пучков А.Ф. , Спиридонова М.П. , Каблов В.Ф., Трусова Е.В. // Каучук и резина. 2011. №3. С.
5. Пучков А.Ф. , Спиридонова М.П. , Каблов В.Ф., Казначеева В.А., Светличная В.Б. // Промышленное производство и использование эластомеров. 2011. №2. С.32-36.

## **РАЗРАБОТКА КЛЕЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФОСФОРБОРСОДЕРЖАЩИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ**

Красильникова Ю.В., Кейбал Н.А., Крекалёва Т.В., Бондаренко С.Н., Каблов В.Ф.  
Волжский политехнический институт (филиал)  
ГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»,  
г. Волжский, Россия

Эпоксидная смола представляет собой [олигомеры](#), содержащие [эпоксидные группы](#) и способные под действием отвердителей (полиаминов и др.) образовывать сшитые [полимеры](#). Эпоксидная смола используется в электротехнической, радиоэлектронной промышленности, авиа-, судо- и машиностроении, в строительстве в качестве компонента заливочных и пропиточных [компаундов](#), клеев, герметиков, связующих для армированных пластиков. Отвержденные смолы характеризуются высокой адгезией к металлам, стеклу, бетону и другим материалам, механической прочностью, тепло-, водо- и химической стойкостью, хорошими диэлектрическими показателями. Композиции на основе эпоксидной смолы дополнительно содержат отвердители для холодного (70–80 °С) и горячего (100-200 °С) отверждения.

Цель работы заключалась в модификации клеевых композиций на основе эпоксидных смол фосфорборсодержащими соединениями для улучшения адгезионных показателей при склеивании металлов.

В качестве фосфорборсодержащих соединений были использованы – фосфорборсодержащий олигомер (ФБО), фосфорборэпихлоргидрин-содержащий олигомер (ФБЭ) и фосфорборсодержащий метакрилат (ФБМ), которые были изучены ранее в качестве эффективных ингибиторов горения полимерных компаундов.

Модификация эпоксидной смолы (ЭД-20) фосфорборсодержащими соединениями проводилась при 150 °С в течение 3 часов. Установлено, что оптимальное содержание фосфорборсодержащих добавок в клеевых композициях составляло 0,5 – 3 % от массы клея. Отверждение смолы ЭД-20 проводили в присутствии отвердителя полиэтиленполиамиона (ПЭПА). Также отвержденные образцы исследовали на водопоглощение в течение 24 часов при комнатной температуре.

При изучении влияния фосфорборсодержащих соединений на адгезию эпоксидных композиций к металлической поверхности были выявлены следующие закономерности. Введение фосфорборсодержащих соединений в клеевые составы на основе смолы ЭД-20 приводит к росту адгезионной прочности при склеивании металлов в 2-3 раза.

Таким образом, модификация эпоксидной смолы (ЭД-20) фосфорборсодержащими соединениями приводит к улучшению адгезионных свойств указанных клеевых композиций и позволяет прогнозировать перспективность проведения дальнейших исследований по данной тематике.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВА КОМПЛЕКСНОГО ПРОМОТОРА АДГЕЗИИ**

Лапин С.В., студент гр. ВХР-455

Научный руководитель - Пучков А.Ф.

Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ

Соли металлов переменной валентности весьма популярны в шинной и резинотехнической промышленности в качестве промоторов адгезии для резино-металлокордной системы, поскольку позволяют повысить исходный уровень адгезионной прочности в этих системах. Однако их недостатком является нестабильность адгезионной связи во влажной среде. При этом после воздействия влаги процент потери исходной прочности, в случае использования в качестве промотора адгезии стеарата кобальта, в зависимости от типа металлокорда составляет от 50 до 70 %.

В связи с этим одной из актуальных задач является создание новых и совершенствование уже существующих промоторов адгезии, что позволит повысить значение исходной прочности адгезионной связи и сохранить её стабильность в условиях эксплуатации.

На базе Волжского политехнического института был разработан новый и перспективный промотор адгезии – НПА-БорZ. Данный модификатор в промышленных масштабах выпускается на предприятии ООО «Эластохим» по техническим условиям №

НПА-БорZ представляет собой композицию блокированных ди- и полиизоцианатов с борсодержащими соединениями. Резины на основе НПА-БорZ, по обеспечению высокой прочности и стабильности адгезионного контакта в системе резина – латунированный металл, ни чем не уступают резинам на основе стеарата кобальта.

Как показали исследования, присутствие в комплексном модификаторе (НПА-БорZ) клатратного комплекса из полимерного бороксида и  $\epsilon$ -капролактама, существенно повышает стабильность резинокордных образцов во влажной среде.

Клатратный комплекс может быть получен в расплаве  $\epsilon$ -капролактама, где температурно-временное воздействие формирует степень организации комплекса и, тем самым, влияет на стабильность резинокордной системы в целом.

## **ПОЛУЧЕНИЕ ЛАКТАМСОДЕРЖАЩИХ СМОЛ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ**

Пучков А.Ф., Олефир А.И., Каблов В.Ф.

Волжский политехнический институт (филиал) Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Волгоградский государственный технический университет» г. Волжский, Россия, <http://www.volpi.ru>

Канифоль, используемая для повышения конфекционной клейкости заготовок из резиновых смесей<sup>1</sup>, становится малоэффективной в зимний период изготовления шин или РТИ, когда температура производственного помещения не превышает 15 – 18 °С. Повышение клейкости в этих условиях можно достичь за счет получения сплава канифоли с  $\epsilon$ -капролактамом и N-фенил-N'-изопропил-p-фенилендиамином (IPPD). Различные соотношения компонентов тройного сплава приводят к получению продуктов со свойствами вязкой жидкости или твердых, стеклообразных. Однако эти сплавы, даже находясь в стеклообразном состоянии, не теряют липкость. В тройной расплав дополнительно вводился оксид цинка. При этом получался порошкообразный продукт – диспрактол ИКК. При использовании в тройном сплаве нефтеполимерной смолы – пиропласта и защитного воска можно получить твердый продукт – диспрактол КС. Температура каплепадения диспрактола КС – 63 °С. При температуре 85-90 °С это

достаточно подвижная жидкость, которую в виде расплава можно выливать в приемные емкости, в том числе использовать аппарат для чешуирования, получая твердые чешуйки.

Результаты исследований свидетельствуют о возможности применения лактамсодержащих смол диспрактола КС и диспрактола ИКК вместо канифоли:

1. они обеспечивают улучшение и более длительное сохранение конфекционной клейкости заготовкам из резиновых смесей: клейкость резиновых смесей с канифолью и диспрактолом КС, определяемая на приборе "Tel-Tak", имеет следующие значения, кПа: 59 и 70 соответственно;

2. не оказывают отрицательного влияния на технологические свойства резиновых смесей и прочностные характеристики вулканизатов;

3. положительно воздействуют на характер трещинообразования при озонном воздействии: трещины в этом случае менее развиты, чем на поверхности образцов с канифолью;

4. повышают скорость вулканизации, то есть возрастает активирующая способность находящегося в составе композиции оксида цинка;

5. в составе клеевых композиций повышают прочность крепления образцов на 40-50%, позволяют достичь достаточно высокого уровня прочности связи между разнополярными резинами, снизить экономические и энергетические затраты.

## **ВЛИЯНИЕ АРМИРОВАНИЯ ВОЛОКНИСТЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ НА АДГЕЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИХЛОРОПРЕНОВЫХ КЛЕЁВ**

Руденко К.Ю., Кейбал Н.А., Каблов В.Ф., Бондаренко С.Н.

Волжский политехнический институт (филиал)

ГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»,

г. Волжский, Россия

Целью работы является увеличение адгезионных свойств резиновых клеев на основе полихлоропренового каучука путем модификации волокнистыми наполнителями.

Клеи серии 88 на основе полихлоропрена известны многим техническим работникам, кроме того широко используются в быту. Поэтому увеличение адгезионных свойств данных составов является актуальным.

В качестве армирующих материалов изучались полиамидные, углеродные и базальтовые волокна.

Оценка изменения адгезионных показателей исследуемых композиций проводилась при склипании вулканизированных резин на основе: изопренового (СКИ-3), этиленпропиленового (СКЭПТ-40), бутадиеннитрильного (СКН-18) и хлоропренового (ХК) каучуков.

При определении влияния типа и содержания волокнистых наполнителей на адгезионные свойства клеев серии 88 были выявлены следующие закономерности, введение в клеевые композиции волокнистых наполнителей в количествах 0,1 – 0,5% приводит к повышению прочности клеевого крепления резин в среднем на 20-40%.

В настоящее время установлено, что лучшими свойствами обладают хаотично наполненные полимерные композиционные материалы.

Мы предполагаем, что усиление адгезионного взаимодействия идёт по двум механизмам.

Горизонтальное расположение волокон усиливает когезионную прочность клеевой плёнки.

Кроме того, на поверхности плёнок наблюдалось частичное вертикальное расположение волокон, что приводило, по-видимому, к эффекту «механического заклинивания» указанных волокон в порах и неровностях резиновой подложки, тем самым увеличивая адгезионную прочность клеевого соединения.

Для усиления механизма адгезионного взаимодействия была проведена модификация волокнистых наполнителей фосфорбор-, азотсодержащими соединениями, что позволило повысить прочность склеивания вулканизированных резин в среднем на 40 – 50%.

В результате обработки наполнителей пропиточными составами на основе вышеуказанных соединений наблюдалась их поверхностная физическая модификация. Образовавшиеся функциональные группы на поверхности волокон способны вступать во взаимодействие с макромолекулой плёнообразующего полимера, при этом возможно усиление диффузионных процессов клея в подложку за счёт внедрения модифицированных волокон в резину.

Таким образом, технология модификации клеевых составов волокнистыми наполнителями обеспечивает эффект многоуровневого модифицирования клеевого соединения, которое приводит к повышению его когезионных и адгезионных характеристик.

### **ВЛИЯНИЕ ТРОЙНОГО СПЛАВА $\epsilon$ – КАПРОЛАКТАМ – САЛИЦИЛОВАЯ КИСЛОТА – IPPD ИЛИ АГИДОЛ-2 НА ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНУЮ И ОЗОННУЮ СТОЙКОСТЬ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ИЪ ПОРОШКОВОГО БНК**

Сидоренкова Е.Н, Федотова Ж.И. – студентки гр. ВХР-651

Научный руководитель – к.т.н., доцент Пучков А.Ф.

Использование двойного сплава:  $\epsilon$  – капролактама с N-Фенил-N'-изопропил-п-фенилендиамином (IPPD) или  $\epsilon$  – капролактама с агидолом – 2 (бисалкофен БП) для поверхностной модификации частиц порошкообразного бутадиен-нитрильного каучука (ПБНКС-28АМН) не решает проблемы их слёживаемости. Это, вероятно, связано с тем, что компоненты двойных сплавов не вступают во взаимодействие с основным антиагломератором – росилом-175 (силика) и частицами каучука. Пластифицированные поверхностные слои частиц каучука при этом достаточно легко принимают друг друга, что выражается в их слиянии. Напротив, другие органические соединения, в частности, салициловая кислота в расплаве с  $\epsilon$  – капролактамом способствует структурированию каучука с силикой, образуя твердые поверхностные слои.

Можно предположить, что необходимость использования тройного сплава  $\epsilon$  – капролактама с IPPD и салициловая кислота с силикой или  $\epsilon$  – капролактама с бисалкофеном БП и салициловая кислота с силикой заключается в дезактивации образования макрорадикалов, что в свою очередь препятствует процессу агломерации частиц каучука. Использование тройных расплавов для модификации ПБНКС-28АМН является дополнительным приемом, целью которого является повышение стойкости вулканизатов к термоокислительному и озонному старению. Но при этом наблюдается расходование противостарителя на стадии изготовления ПБНКС-28АМН, уменьшается эффективность модифицированной системы в целом, что приводит к снижению прочностных показателей при термоокислительном и озонном старении по сравнению с брикетированным БНКС-28АМНС. Поэтому, использование резиновой смеси на основе модифицированного ПБНКС-28АМН потребует дополнительное введение противостарителей. Используемая тройная система не оказывает влияние на исходные физико-механические показатели резиновой смеси и вулканизатов.

## **РАЗРАБОТКА ВОДОНАБУХАЮЩИХ ПОЛИЭФИРНЫХ НИТЕЙ**

Иванова А.С., Головешкина О.В., Кейбал Н.А., Бондаренко С.Н.,  
Шиповский И.Я.

Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ

Основным направлением расширения и улучшения ассортимента химических волокнистых материалов является модификация уже существующих волокон с целью придания им новых свойств.

Для придания водонабухающих свойств полиэфирным нитям готовились пропиточные составы на основе фосфорборсодержащего метакрилата (ФБМ) и персульфата натрия. Пропитку полиэфирных нитей проводили в течение 5 минут при комнатной температуре с последующим отжимом избытка пропиточного состава и термофиксацией в течение 30 минут при 150 °С.

С целью определения эффективности разработанных составов и определения оптимальных условий обработки проведены исследования по изменению водопоглощения, гигроскопичности и основных физико-механических показателей модифицированных полиэфирных нитей.

По результатам проведенных исследований определено влияние рецептуры пропиточных составов на основные свойства полиэфирных нитей и выявлено, что обработка нитей данными составами обеспечивает увеличение водопоглощения с 14% до 66 % и гигроскопичности с 20% до 88%.

Было выявлено, что разработанные пропиточные составы могут быть использованы для придания нитям сорбционных свойств, что приводит к увеличению химической устойчивости, уменьшения электризуемости, увеличению гигроскопичности, приводит к росту гидрофильности.

Также установлено, что обработка разработанными пропиточными составами приводят к увеличению физико-механических показателей и огнестойкости полиэфирных нитей.

Таким образом, нами установлено, что предлагаемые пропиточные составы могут широко применяться для получения полиэфирных нитей с улучшенным комплексом свойств, что расширит спектр их применения.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА НА УСИЛЕНИЕ СВОЙСТВ КОМПЛЕКСНОГО ПРОТИВОСТАРИТЕЛЯ**

Башарова И.А. – студентка гр. ВХР-651

Спиридонова М.П. к.т.н., доцент - научный руководитель

Пролонгирующее действие комплексного противостарителя может быть увеличено за счет полимерного носителя. В данном случае, в этих целях использовался поливинилхлорид (ПВХ), желатинированный расплавом противостарителей. Известно, что ПВХ может оказывать отрицательные действия на упруго-прочностные и динамические свойства вулканизатов из каучуков общего назначения. Поэтому, в составе комплексного противостарителя, содержание ПВХ не превышало 10 % масс.

В технологическом процессе приготовления желатинированного ПВХ необходимо создать пластизол с относительно небольшой вязкостью, а затем, при его желатинизации, сохранить вязкость практически на два порядка меньшей вязкости резиновой смеси. Поэтому технологический процесс приготовления пластизоля и капсулирования осуществляется при температуре не выше 40 °С. В таких условиях пластизол способен длительное время сохранять свои свойства.

Как показали исследования, проводя равномассовую замену N-изопропи –N-фенил-n-фенилендиамин на комплексный противостаритель можно повлиять на характер



абразивного износа, уменьшая долю смолоподобного продукта, который визуально наблюдается в процессе испытаний. Вполне вероятно, что в реальных условиях эксплуатации, часть смолы будет оставаться на поверхности шин, а часть внедряться в поверхность дорожного покрытия, ухудшая при этом, сцепные свойства.

Таким образом, комплексный противостаритель может явиться альтернативным продуктом для защиты резин от старения – с одной стороны уменьшить износ, с другой - способствовать сохранению требуемого уровня остальных эксплуатационных свойств.

### **О ВОЗМОЖНОСТИ УСИЛЕНИЯ КАУЧУКОВ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ КРЕМНЕКИСЛОТНЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ**

Е.В.Черняк, магистрант кафедры ВТПЭ  
Научные руководители - А.Ф.Пучков, В.Ф. Каблов  
Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ

Известно, что применение тонкодисперсных кремнезёмов для усиления каучуков требует использования бифункциональных силанов. В таком случае резиновые смеси не характеризуются повышенной вязкостью, их приготовление не требует больших энергозатрат, а вулканизаты обладают целым комплексом положительных свойств, не достигаемых при использовании высокоактивного технического углерода.

Исключительной особенностью протекторных резин, изготовленных с применением тонкодисперсных кремнезёмов и указанных технологических добавок, является повышенное сцепление с дорогой и износостойкость.

В работе исследовалась возможность использования расплаваε-капролактама с салициловой кислотой для повышения износостойкости каучуков и их комбинаций, содержащих кремнекислотные наполнители. Полученный жидкий бинарный расплав обрабатывался в шаровой мельнице кремнезёмом марки росил-175. Затем композицию расплава и кремнезёма использовали в смеси на основе изопренового каучука, а также в протекторной смеси, состоящей из комбинации каучуков: СКИ-3, СКД, СКС-30 АРКМ-15.

В результате проведенных исследований установлено, что если использовать комбинацию немодифицированного росила-175 и технического углерода (ТУ), то наблюдается резкое ухудшение прочностных характеристик (применительно к смеси на основе СКИ-3). При использовании комбинации модифицированного бифункциональным сплавом росила-175 и ТУ прочностные свойства вулканизатов становятся сравнимыми со свойствами вулканизатов с ТУ. Износостойкость опытных вулканизатов повышается на 15-20 %.

Можно отметить определенный синергизм в действии комбинации модифицированного бифункциональным сплавом росила-175 и ТУ. Причем синергизм в большей степени проявляется в процессе вулканизации.

### **АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОВАРНОЙ ПОЛИТИКИ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Т.А. Шамис (ВХТ-501), Е.А. Маренцева (ВХТ-652)  
ВПИ (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ  
Научный руководитель: к.т.н., доцент А.Ю.Александрина

Поддержание необходимого уровня конкурентоспособности и экономической устойчивости предприятия требует полного использования управления товарным ассортиментом организации. Реализация товарной стратегии начинается с оценки эффективности существующей товарной политики предприятия, однако в современной экономической системе сложилась неопределенная ситуация относительно критериев оценки эффективности управления товарным ассортиментом как одной из важнейших составляющих деятельности предприятия. Актуальность и недостаточная

исследованность указанных вопросов, их большая значимость для химических предприятий предопределили выбор темы работы.

Целью работы является разработка методики оценки эффективности товарной политики и ее апробация применительно к товарной политике ОАО «Волжский Оргсинтез». В настоящее время ОАО «Волжский Оргсинтез» является одной из крупнейших в Европе химических компаний, производящих широкую гамму продукции базовой химии, основное место которой занимают метионин, N-метиланилин, резиновые ускорители, сероуглерод.

При выборе методики оценки товарной политики предприятия возникла следующая проблема: существующие методы оценки товарной политики направлены в основном на оценку каждой в отдельности товарной группы предприятия по каким-либо признакам; ни один метод не учитывает товарную политику предприятия комплексно.. Поскольку необходимо оценить товарную политику в целом сразу по нескольким признакам, было принято решение усовершенствовать методику Шмидт и др. Алгоритм предлагаемого комплексного подхода к оценке товарной политики приведен на рисунке 2. Суть подхода заключается в интеграции традиционных показателей, таких как оборачиваемость и рентабельность, со специфическими показателями, такими как коэффициент вариации товарооборота по товарным группам и т.д.

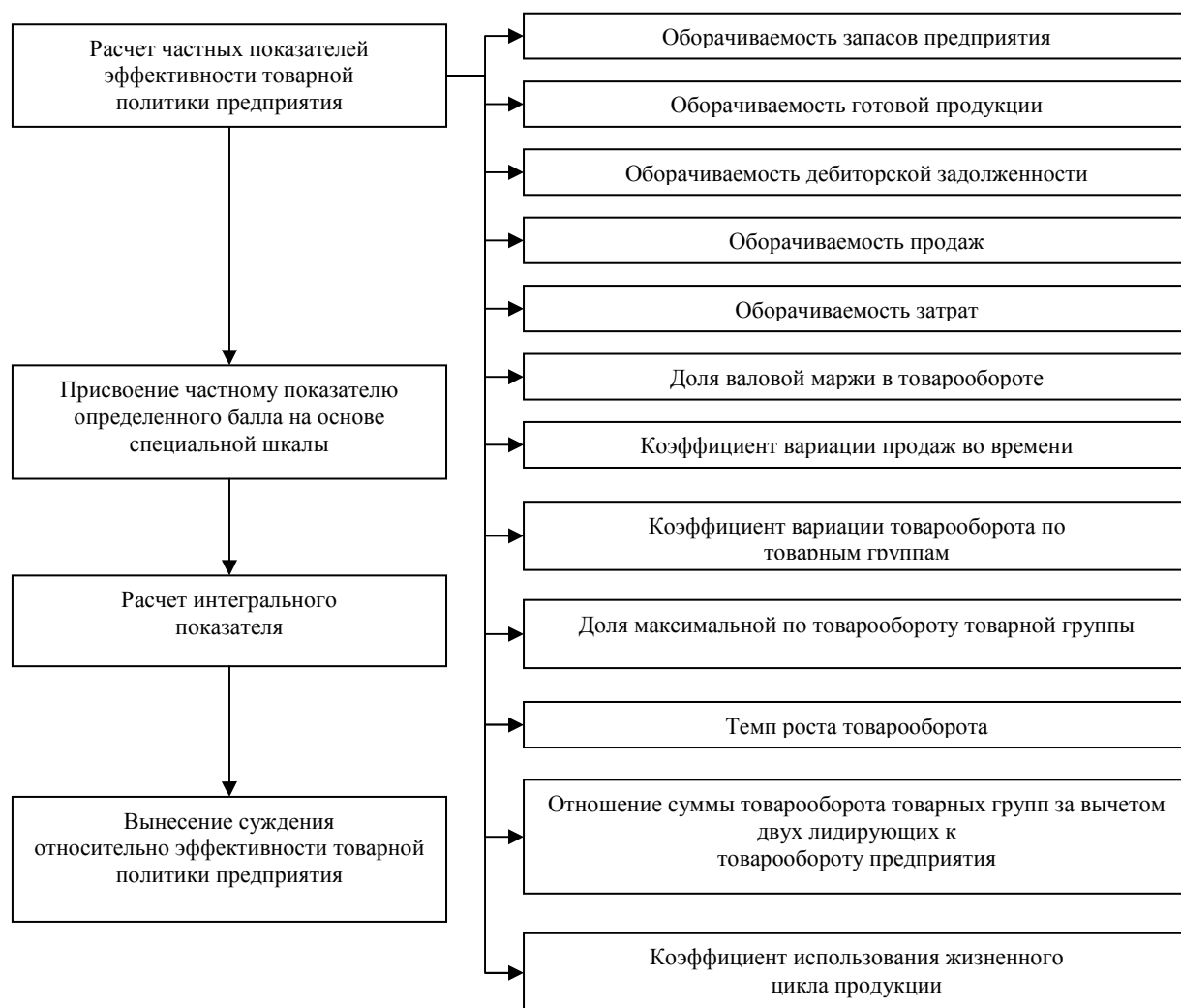


Рисунок 3 – Алгоритм комплексного подхода к оценке товарной политики предприятия

На первом этапе комплексного подхода к оценке товарной политики предприятий произведен расчет частных показателей оценки эффективности товарной политики. Проиллюстрируем данный этап расчетом частного показателя «Отношение суммы

товарооборота товарных групп за вычетом двух лидирующих к товарообороту предприятия» ( $K_{13}$ ):

$$K_{13} = \frac{B - B_{max} - B_{max-1}}{B} 100\% \quad (1)$$

где  $B_{max, max-1}$  - товарооборот второй максимальной товарной группы предприятия, тыс. руб.

Показатель характеризует зависимость предприятия от двух товарных групп. Его важность в том, что часто по одной товарной группе сложно оценить, насколько ассортимент предприятия несбалансирован. Таким образом, по данному частному показателю уже можно судить о том, что товарооборот предприятия формируется за счет двух лидирующих групп, остальные товарные группы обеспечивают около 20% товарооборота ОАО «Волжский Оргсинтез», причем имеется явно выраженная тенденция к снижению этого показателя (см.табл.).

Таблица - Расчет отношения суммы товарооборота товарных групп за вычетом двух лидирующих к товарообороту предприятия

Показатель	2008	2009	2010
Выручка предприятия, тыс. руб.	6459411	7667951	8781663
Товарооборот группы «Метионин», тыс. руб.	2839520	3690479	3675298
Товарооборот группы "Присадки к бензинам", тыс.руб.	2255436	2550903	3518290
Отношение суммы товарооборота товарных групп за вычетом двух лидирующих к товарообороту предприятия, %	21,1	18,6	18,1

После расчета всех показателей им присвоена оценка по балльной системе и все полученные оценки просуммированы. Коэффициент эффективности товарной политики предприятия за анализируемый период равен отношению суммы всех полученных баллов к 28 (максимально возможная сумма оценок). Коэффициент эффективности товарной политики ОАО «Волжский Оргсинтез» составляет от 42 до 50% от максимальной оценки, что может быть по качественной шкале охарактеризовано как «удовлетворительно». Особое внимание следует обратить на тот факт, что в 2010г. коэффициент потерял сразу 8%, что свидетельствует о снижении эффективности управления товарной политикой на предприятии.

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ 1,3-ДЕГИДРОАДАМАНТАНА С 2-МЕРКАПТОЭТАНОЛОМ

Ачкасова М., студент гр. ВХТ-402

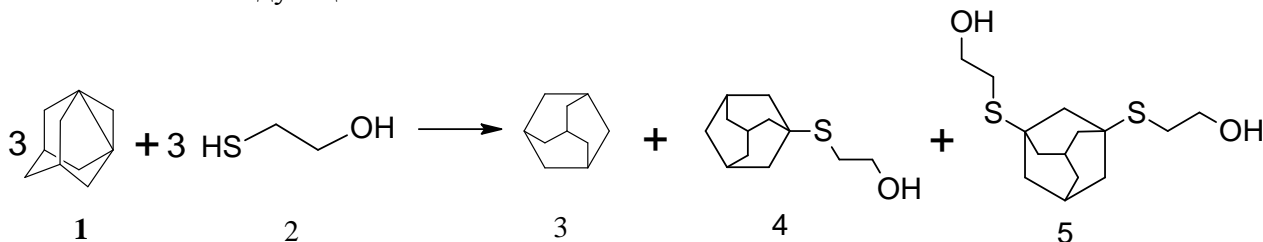
Руководители Бутов Г.М., Иванкина О.М.

1,3-Дегидроадамantan (1,3-ДГА) является перспективным реагентом в органическом синтезе. Введение адамантильного радикала в органические соединения модифицирует их биологическую активность, изменяя и часто усиливая её. Одной из особенностей производных адамантана является относительно большой размер адамантильного радикала, высокая липофильность и конформационная жесткость. Эти особенности благоприятны для транспорта органической молекулы через биологические мембраны, что важно при создании новых лекарственных препаратов.

По своим химическим свойствам 1,3-ДГА очень напоминает непредельные соединения, что связано с наличием напряженной пропеллановой связи. В настоящее

время изучены реакции 1,3-ДГА с рядом соединений, имеющих подвижный атом водорода: СН-, ОН-, NH-, SH-кислотами [1,2].

Нами было изучено взаимодействие 1,3-ДГА (1) и 2-меркаптоэтанола (2), который содержит в своем составе два реакционных центра: меркапто- и гидроксильную группы [3]. Реакцию проводили в среде бензола при температуре кипения растворителя. Методом хромато-масс-спектрометрии было установлено, что продукты реакции содержат смесь ди- и монозамещенных производных адамантана (см. рис.1, 2, 3). Данные превращения можно описать следующей схемой:



Наличие смеси моно- и дизамещенных продуктов позволяет предположить радикальный механизм реакции. Соотношение соединений (4) и (5) зависит от мольного избытка загружаемого меркаптоэтанола. На рис. 1 представлена хроматограмма продуктов реакции, на рис.2, 3 масс-спектры 2-(трицикло[3.3.1.1<sup>3,7</sup>]дец-1-илсульфанил)этанола (4) и 2,2'-(трицикло[3.3.1.1<sup>3,7</sup>]декан-1,3-диилдисульфанил)диэтанола (5).

Abundance

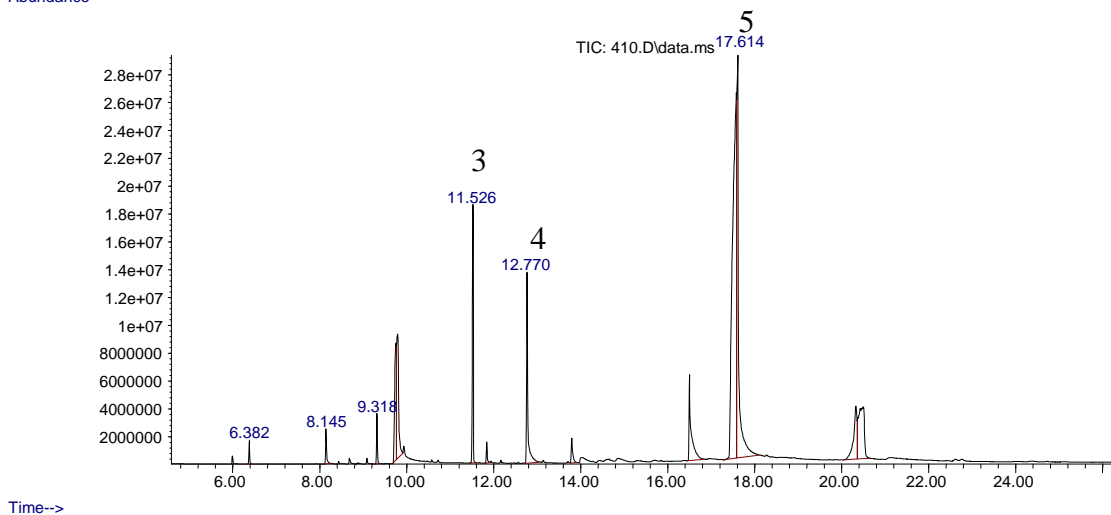


Рис.1 Хроматограмма реакционной массы

Abundance

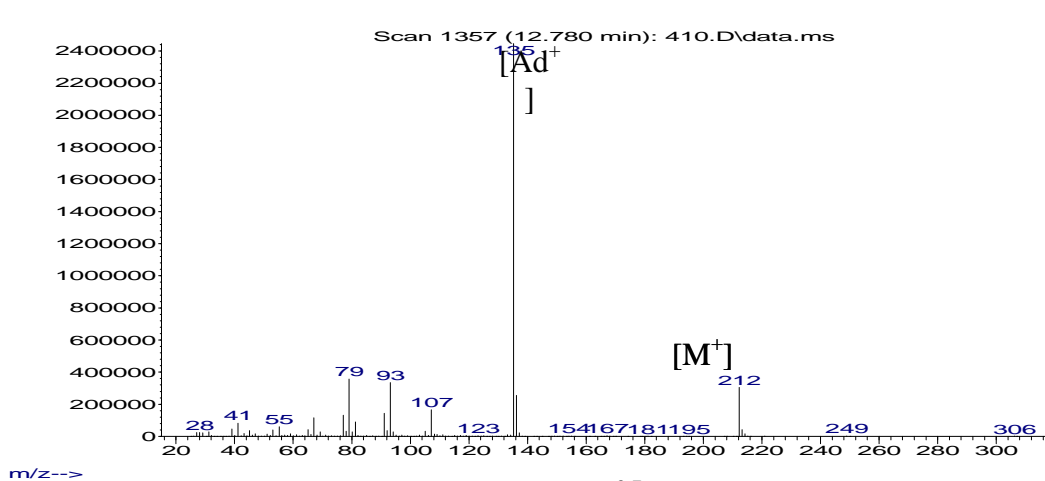


Рис.2 Масс-спектр 2-(трицикло[3.3.1.1<sup>3,7</sup>]дец-1-илсульфанил)этанола (3).

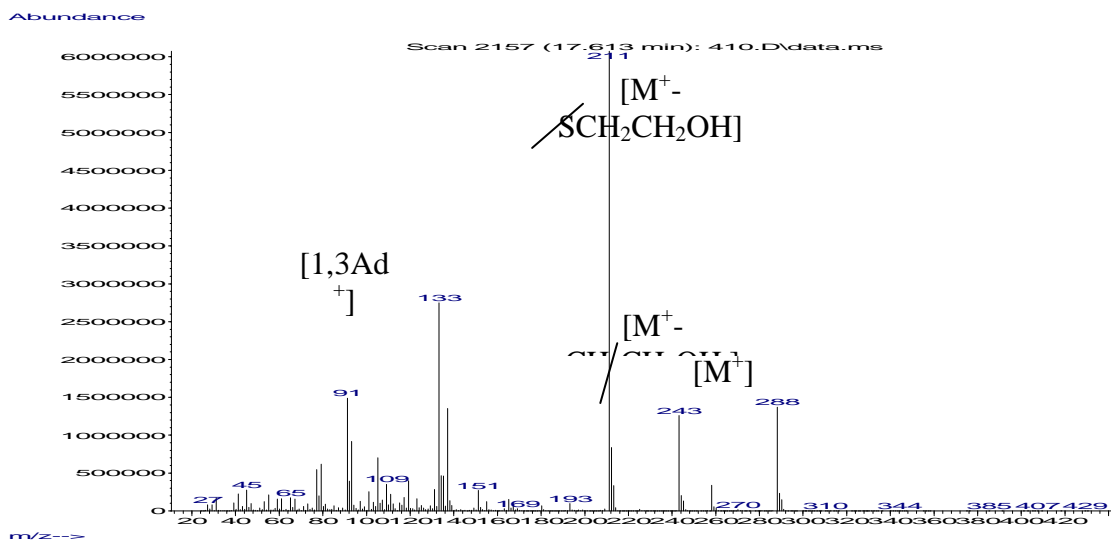


Рис. 3 Масс-спектр 2,2'-(трицикло[3.3.1.1<sup>3,7</sup>])декан-1,3-диилдисульфанидил)диэтанола (4).

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод, что взаимодействие 1,3-ДГА с 2-меркаптоэтанолом позволяет получать моно- и дизамещенные производные адамантана в одну стадию с высоким выходом.

Литература:

1. Камнева Е.А.. 1,3-дегидроадамантан в реакциях с ароматическими соединениями: дис. на соиск. уч. степ. канд. хим. наук. – Волгоград, 2008. – 108с.
2. Мохов В.М. Процессы адамантирования протоноподвижных соединений: дис. на соиск. уч. степ. канд. хим. наук. – Волгоград, 1998. – 175с.
3. Общая органическая химия./ Под редакцией Д. Бартона. Т.5 Соединения фосфора и серы.- М.: Химия, 1983 г.

## ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ 1,3-ДЕГИДРОАДАМАНТАНА С *n*-КРЕЗОЛОМ

Битюцкая А. В., Бутов Г. М., Камнева Е. А.

Волжский политехнический институт (филиал) ВолГТУ

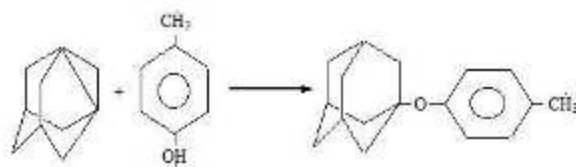
Одним из перспективных направлений синтеза различных соединений адамантана является использование напряженных углеводородов – пропелланов, к которым относится 1,3 – дегидроадамантан.

Наличие неустойчивой пропеллановой связи в молекуле 1,3- дегидроадамантана делает его чрезвычайно реакционноспособным в реакциях присоединения с разрывом пропеллановой связи. Данное свойство обуславливает высокий интерес в практическом и научном отношении.

Объектом исследования был выбран *n*- крезол. Данное вещество обладает сильными кислотными свойствами, так как сопряжение фенольной гидроксильной группы с ароматическим кольцом обуславливает дефицит электронной плотности на атоме кислорода, в результате чего протон гидроксильной группы фенолов становится более подвижным.

Целью нашего исследования стало взаимодействие 1,3-дегидроадамантана с *n*-крезолом.

Реакция проводилась в диэтиловом эфире за 30 минут при температуре 35 °С, при мольном соотношении реагентов 1,3-дегидроадамантан: *n*-крезол 1:2. Выход целевого продукта составил 86 % .



По окончании реакции растворитель отгоняли, очистку продуктов реакции осуществляли перегонкой.

Состав и строение продуктов подтверждалось методом хромато-масс-спектрометрии.

Таким образом, разработан эффективный метод получения производного адамантилфенилового эфира с высоким выходом в мягких условиях.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОАГУЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ КОМПЛЕКСНЫХ РЕАГЕНТОВ НА ОСНОВЕ ГИДРОКСОХЛОРИДА АЛЮМИНИЯ НА СТОКАХ ТРУБНОГО ЗАВОДА

О.К. Жохова, Н.А. Богачёв, Е.Е. Уткина, А.А. Блинов

Проблема водоочистки является одной из актуальных на сегодняшний день в мире. Это связано, в первую очередь, с увеличением уровня загрязнения воды промышленными стоками, что особенно негативно сказывается на экологическом состоянии окружающей среды и качестве питьевой воды в городах с развитой промышленностью. На сегодняшний день для водоочистки все более широкое распространение обретают коагулянты на основе гидроксохлорида алюминия и комплексы с другими реагентами на его основе.

Целью данной работы было исследовать влияние композиций на основе коагулянта гидроксохлорида алюминия (ГОХА) с флокулянт КФ-91 и полиаминсахаридной добавкой на процессы очистки промышленных стоков от взвешенных веществ, ионов железа и примесей нефтепродуктов.

Исследование коагуляционных свойств реагентов проводилось на стоках трубного завода, отобранных из так называемого грязного оборотного цикла. Исходная сточная вода, используемая в данной серии опытов, имела следующие параметры:

ХПК - 432 мгО<sub>2</sub>/л, взвешенные вещества – 173 мг/л.

В таблице 1 показаны результаты сравнительных испытаний коагулянтов. В качестве оцениваемых параметров рассматривались значения ХПК и взвешенных веществ. Объектами исследования были как чистый ГОХА, с концентрацией алюминия 11,4%, так и его композиции: ГОХА+1,5% КФ-91 и ГОХА+1,5% ПАС.

Применение комплексных реагентов позволило улучшить достаточно высокие показатели, чем при использовании чистого ГОХА, причем в обоих случаях наблюдалось еще более интенсивное хлопьеобразование и осветление стоков при более низких дозировках совместных реагентов. Степень очистки как по параметру ХПК, так и по взвешенным веществам при этом возрастает, увеличивается и скорость осаждения.

Таблица 1. Результаты сравнительных испытаний коагулянтов

Состав коагулянта	Оптимальная доза рабочего раствора коагулянта, мл/л	Концентрация Al <sup>3+</sup> , мг/л	Степень очистки, %	
			По ХПК	По взвешенным веществам
ГОХА	4 – 6	57	71 - 73	85 – 90
ГОХА + КФ-91	3 – 5	45,6	75 -79	89 - 93
ГОХА + ПАС	2 – 4	34,2	78 - 85	90 - 95

Большой интерес представляло исследовать рассматриваемые стоки трубного завода на содержание в них общего железа в виде ионов Fe(II) и Fe(III) до и после очистки полученными коагулянтами. Проанализировав исходные и осветленные стоки трубного завода, были получены очень неплохие результаты, представленные в таблице 2. Дозировка добавляемых коагулянтов во всех случаях была 4 мл/л, то есть содержание  $Al^{3+}$  составило 45,6 мг/л. Неочищенная сточная вода содержала 31,8 мг/л ионов  $Fe^{2+}$  и  $Fe^{3+}$ .

Таблица 2. Влияние состава коагулянта на степень очистки стоков от ионов железа

Состав коагулянтов	Содержание общего железа после очистки, мг/л	Степень очистки от ионов железа, %
ГОХА	23,6	25,8
ГОХА +КФ-91	21,9	31,1
ГОХА + ПАС	3,7	88,3

Результаты экспериментов показали, что использование органических ПАС и КФ-91 в комбинации с неорганическим ГОХА позволяют снизить дозу реагента и обеспечивают высокую эффективность очистки по сравнению с традиционно применяемыми в водоочистке реагентами.

## СИНТЕЗ АЗОМЕТИНОВ НА ОСНОВЕ СЛОЖНОГО АДАМАНТИЛОВОГО ЭФИРА

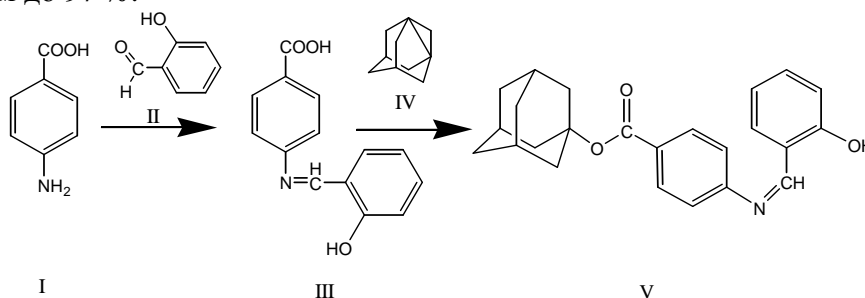
### *p*-АМИНОБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ

Данилов Д.В., Бутов Г.М., Камнева Е.А.

Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ

Азометины привлекают внимание исследователей как соединения, проявляющие биологическую активность, а также как исходные соединения в органическом синтезе.

Целью нашей работы явился синтез азометина на основе сложного адамантилового эфира *p*-аминобензойной кислоты. На первой стадии конденсацией *p*-аминобензойной кислоты (I) с салициловым альдегидом (II) получали соответствующий азометин. Реакция проводилась в абсолютном этаноле за 20 часов при комнатной температуре и соотношении исходных реагентов 1:1. Продукт (III) выделяли перекристаллизацией из спирта с выходом до 97 %.



Далее полученное соединение (III) вводили в реакцию адамантирования. В качестве адамантилирующего агента использовался 1,3-дегидроадамантан (IV). Реакцию проводили в среде осушенного бензола в течении 2 часа при температуре 80 °С и при мольном соотношении реагентов 1:1 в атмосфере очищенного от кислорода азота. Выход продукта составил 96 %.

Идентификацию состава и строения продуктов проводили с помощью ЯМР<sup>1</sup>H-спектроскопии и масс-спектрометрии.

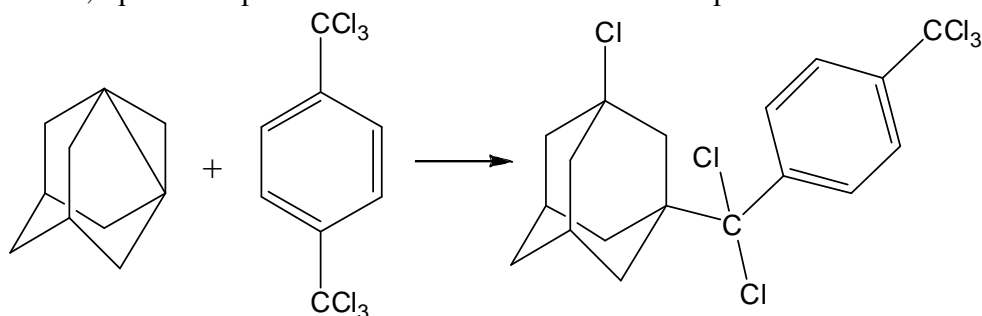
Таким образом, разработан эффективный двухстадийный метод получения азометина на основе сложного адамантилового эфира *p*-аминобензойной кислоты с высоким выходом в мягких условиях.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ 1,3-ДЕГИДРОАДАМАНТАНА С *p*-ГЕКСАХЛОРКСИЛОЛОМ

П.А. Лагутин, Г.М. Бутов, С.В. Дьяконов  
Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ

Различные производные адамантана используются, в основном, в медицине и фармацевтике. Галогензамещенные производные адамантана представляют особый интерес, являясь одним из ценных полупродуктов для получения различных биологически активных производных адамантана, мономеров для синтеза полимерных материалов.

В данной работе рассматривается реакция 1,3-дегидроадамантана (1,3-ДГА) с *p*-гексахлорксилолом. Данную реакцию проводили в среде бензола, в атмосфере сухого, очищенного от кислорода азота, в отсутствие катализатора, при температуре 80 °С, в течение 2 часов, при 5-ти кратном мольном избытке гексахлорксилола.



Установлено, что реакция протекает по связи С-Сl с образованием 1-хлоро-3-(дихлоро[(трихлорометил)фенил]метил)адамантана. Данное соединение получено впервые. Присутствие активных атомов хлора дает возможность получать новые соединения путем замещения хлора на различные группы атомов.

Структура полученного продукта была подтверждена методом хромато-масс-спектрометрии.

Разработан эффективный метод получения 1-хлоро-3-(дихлоро[(трихлорометил)фенил]метил)адамантана с высоким выходом в относительно мягких условиях.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ ГИДРИРОВАНИЯ *n*-НИТРОФЕНОЛА НА 1% ПЛАТИНОВОМ КАТАЛИЗАТОРЕ, НАНЕСЕННОМ НА ОКСИДЫ Sm И Gd

А.О. Мазаева, Н.В. Костенко

Научные руководители - Г.И. Зорина, Г.М. Курунина, Г.М. Бутов  
Волжский политехнический институт (филиал) ГОУ ВПО ВолгГТУ

Каталитические технологии являются структурообразующим и инновационным базисом химической промышленности и смежных отраслей экономики России. Вследствие этого разработки новейших поколений катализаторов и каталитических процессов является первоочередной задачей химического сообщества России [1].

Впервые проведен термодинамический анализ реакции гидрирования *n*-нитрофенола, определена его растворимость в различных спиртах, впервые рассчитаны константы скорости реакции и определен порядок реакции по *n*-нитрофенолу.

В зависимости от природы растворителя может изменяться константа скорости реакции и степень превращения.

Осуществлен термодинамический расчет константы равновесия реакции гидрирования *n*-нитрофенола, найдено, что в выбранном интервале температур реакция



термодинамически возможна, о чем свидетельствует величина энергии Гиббса и константа равновесия.

Данная работа является продолжением работ по гидрированию, выполненных на кафедре ВХТ. Изучение скорости гидрирования *n*-нитрофенола осуществляли на установке, схема которой приведена в работе [2]. Потенциометрический метод изучения скорости гидрирования предполагает наличие растворителя в системе. Так как *n*-нитрофенол практически не растворяется в воде, то провести процесс его гидрирования в водной среде не представилось возможным. Поэтому вначале необходимо было подобрать такой растворитель, в котором бы *n*-нитрофенол растворялся. В качестве растворителей использовали: изопропиловый, изоамиловый и этиловый спирты. Наилучшая растворимость *n*-нитрофенола обнаружена в этиловом спирте. Была определена растворимость в растворах этилового спирта различной концентрации. Начиная с 20% раствора *n*-нитрофенол хорошо растворяется в нем, поэтому для гидрирования был взят спиртовой раствор, содержащий 20% этилового спирта.

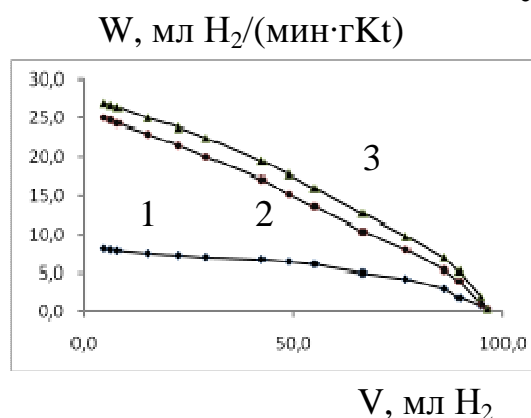


Рисунок – Зависимость скорости гидрирования *n*-нитрофенола от объема поглощенного водорода на 1% Pt/Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(1), 1% Pt/Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (2) и 1% Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (3) катализаторах

На рисунке представлены кривые гидрирования *n*-нитрофенола на 1%Pt/Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1%Pt/Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и 1%Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> катализаторах. По оси ординат отложена скорость гидрирования *n*-нитрофенола, выраженная в мл H<sub>2</sub>/(мин·г кат), а по оси абсцисс указан объем поглощенного водорода. Объем поглощенного водорода соответствует теоретическому, что свидетельствует о высокой селективности катализатора. Из рисунка видно, что гидрирование протекает с понижающейся скоростью. Скорость гидрирования *n*-нитрофенола на катализаторе 1%Pt/Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в 3,0, а на 1%Pt/Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в 3,4 раза выше, чем на 1%Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

На основании проделанной работы были сделаны следующие выводы.

1. Проведен термодинамический анализ реакции гидрирования *n*-нитрофенола, реакция является экзотермической и может протекать самопроизвольно.
2. Изучена растворимость *n*-нитрофенола в этиловом, изопропиловом и изоамиловом спиртах. В качестве среды гидрирования выбран 20% этиловый спирт.
3. Процесс гидрирования *n*-нитрофенола протекает селективно.
4. Гидрирование протекает по уравнению 1 порядка по *n*-нитрофенолу.

Литература

1. Пармон В.И. Проблемы катализа в химии // Сб. тезисов материалов «XIX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии (в рамках Международного года химии, объявленного Генеральной Ассамблеей ООН)». г. Волгоград, 2011, Т-1.

2. Бутов Г. М., Зорина Г. И., Каблов В. Ф., Попов Н. И., Курунина Г. М. Гидрирование нитробензола на палладиевых катализаторах, нанесенных на оксиды редкоземельных элементов // Ж. Нефтепереработка и нефтехимия, 2003. – № 5, С. 29-32.

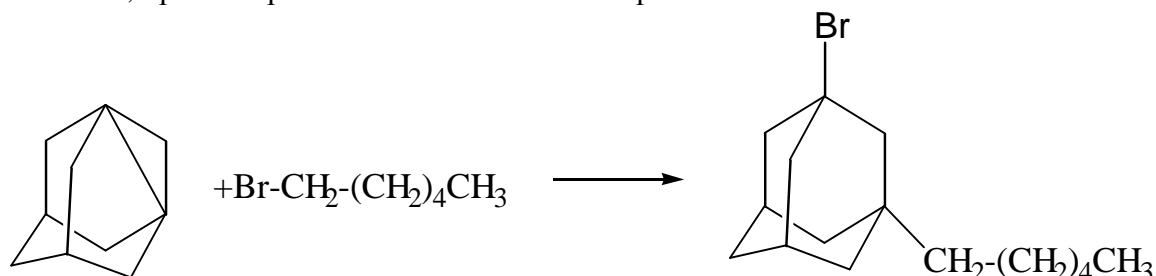
## РЕАКЦИИ 1,3-ДЕГИДРОАДАМАНТАНА С ГАЛОГЕНАЛКИЛАМИ

Е.А. Орлянская, Г.М. Бутов, С.В. Дьяконов

Волжский политехнический институт (филиал) ВолГТУ

Галогензамещенные производные адамантана представляют особый интерес, являясь одним из ценных полупродуктов для получения различных биологически активных производных адамантана, мономеров для синтеза полимерных материалов. Использование 1,3-дегидроадамантана в качестве адамантилирующего агента позволяет исключить многие недостатки существующих методов синтеза, а также осуществить реакции, нетипичные для некоторых классов соединений.

В данной работе рассматривается реакция 1,3-дегидроадамантана (1,3-ДГА) с бромистым гексилем. Данную реакцию проводили в среде ТГФ, в атмосфере сухого, очищенного от кислорода азота, в отсутствие катализатора, при температуре 70 °С, в течение 3 часов, при 3-х кратном мольном избытке бромистого гексила.



Установлено, что реакция протекает по связи С-Вr с образованием 3-бром-1-гексиладамантана. Присутствие атома брома в структуре соединения открывает широкие возможности для синтеза ряда новых биологически активных производных адамантана путем замещения атома брома на различные группы атомов.

Структура полученного продукта была подтверждена методом хромато-масс-спектрометрии.

## 1-(АДАМАНТ-1-ИЛ)-3,4,5-R<sub>1</sub>,R<sub>2</sub>,R<sub>3</sub>-ЗАМЕЩЕННЫЕ 1Н-ПИРАЗОЛЫ – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Студент А. Ю. Сакадеев<sup>1</sup>, профессор Г. М. Бутов<sup>1</sup>, аспирант Б. А. Лысых<sup>1</sup>, профессор Ю.Н. Климовичкин<sup>2</sup>, старший научный сотрудник И.Л. Далингер<sup>3</sup>, профессор С.А. Шевелев<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, г. Волжский;

<sup>2</sup>Самарский Государственный технический университет, г. Самара;

<sup>3</sup>Институт органической химии имени Н.Д. Зелинского РАН, г. Москва.

Адамантилсодержащие производные пиразола активно исследуются как потенциальные лекарственные препараты, обладающие широким спектром активностей. Известен ряд адамантилсодержащих пиразолов с различными видами активностей, например, 3-(адамант-1-ил)-5-гидразидокарбонил-1Н-пиразол – исследуется как иммуностимулятор [1]. Некоторые адамантилсодержащие пиразолы, уже применяются на практике, такие как SR 48692 (Meclintant) и SR 192948A – антагонисты рецепторов нейротензина [2], перспективные противоопухолевые препараты, нейролептики [3]. Существует второе поколение препаратов – аналог SR 142948A, которое обладает различными фармакологическими свойствами: селективный антагонист NTR1 [4]; 5-

(адамант-1-ил)пиразол – противовирусный препарат проявляет активность против вирусов гриппа (FVP, strain A/rostock/34 (H7N1)) и герпеса (type I (HSV-I, strain 1C)) [5].

Основными способами получения 1-(адамант-1-ил)-3,4,5- $R_1, R_2, R_3$ -замещенных 1Н-пиразолов являются: прямое адамантирование пиразолов производными адамантана, взаимодействие на основе гидразинов с дикарбонильными соединениями, взаимодействие адамантилдикетонов с гидразином. Перечисленные методы получения продукта обладают существенными недостатками: реакции являются длительными, многостадийными, обладают невысоким выходом, часто используют сильноокислые среды.

Перспективным путем получения 1-(адамант-1-ил)-3,4,5- $R_1, R_2, R_3$ -замещенных 1Н-пиразолов является использование в качестве исходного реагента напряженного [3.3.1]пропеллана-1,3-дегидроадамантана (1,3-ДГА), имеющего большое сродство к протону.

Нами проведены реакции 1,3-дегидроадамантана с 3,4,5- $R_1, R_2, R_3$ -замещенными 1Н-пиразолами.

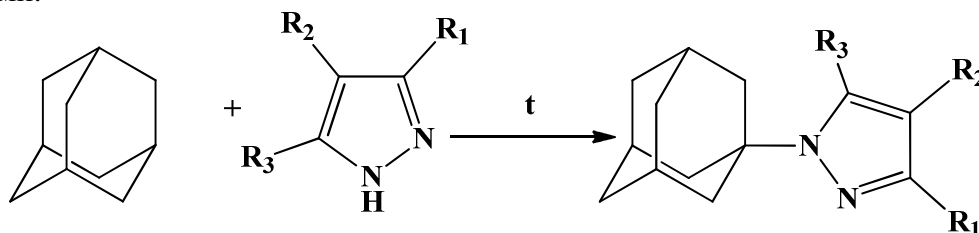


Таблица №1 – Условия и результаты синтеза

Реагент			Условия			Выход, %	pKa
Группа-заместитель			Растворитель	Время, ч.	t, °C		
R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>					
CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	ТГФ	2,5	66	40	16,07
CH <sub>3</sub>	Br	CH <sub>3</sub>	Гексан	5	68	65	13,83
Br	Br	Br	Гексан	3	68	95	6,47
NO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	ДЭЭ	4	0	48	0,5

В результате, разработанный нами, одностадийный способ синтеза 1-(адамант-1-ил)-3,4,5- $R_1, R_2, R_3$ -замещенных 1Н-пиразолов обладает хорошим выходом, не использует агрессивные среды и длится не более 5 часов. Анализ хромато-масс-спектров реакционных масс показал, что реакция протекает по единственному пути: присоединение 1,3-ДГА к первому атому азота 3,4,5- $R_1, R_2, R_3$ -замещенного 1Н-пиразола.

Внеэкспериментальный скрининг адамант-1-илсодержащих пиразолов показал ряд активностей наиболее вероятно проявляемых данной группой синтезированных веществ: антинефротоксическая, антинеуротоксическая, стимулятор функций почек, антивирусная активность (вирус гриппа, пикорновирусы, аденовирусы, арбовирусы), иммуномодулятор (ВИЧ), антипротозойная, антипаркенсоническая, противоалкогольная, лечение опиоидной зависимости, лечение фобических расстройств, перистальтический стимулятор, вазопротекторная активность.

#### Литература

1. S. Höpner, K. Dickhaut, M. Hofstätter, H. Krämer, D. Ruckerl, J. A. Söderhäll, S. Gupta, V. Marin-Esteban, R. Kühne, C. Freund, G. Jung, K. Falk, O. Röttschke. Small Organic Compounds Enhance Antigen Loading of Class II Major Histocompatibility Complex

Proteins by Targeting the Polymorphic P1 Pocket. // The Journal of Biological Chemistry, 2006, vol. 281, №50, pp. 38535-38542.

2. D. Gully, M. Canton, R. Boigegrain, F. Jeanjean, J. C. Molimard, M. Poncelet, C. Gueudet, M. Heaulme, R. Leyris, A. Brouard. Biochemical and pharmacological profile of a potent and selective nonpeptide antagonist of the neurotensin receptor. // Proc Natl Acad Sci USA., 1993, 90(1), pp. 65-69.

3. R. M. Myers, J. W. Shearman, M. O. Kitching, A. Ramos-Montoya, D. E. Neal, S. V. Ley. Cancer, Chemistry and the Cell: Molecules that Interact with the Neurotensin Receptors. // ACS Chemical Biology, 2009, vol.4 №7, pp. 503-525.

4. B. Labeew, D. Gully, F. Jeanjean, J.-C/ Molymard, Biogegrain R. 1-phenylpyrazole-3-carboxamides acting on neurotensin receptors // Patent WO 96/32382, (1996).

5. N. V. Makarova, E. I. Boreco, I. K. Moiseev, N. I. Pavlova, S. N. Nikolaeva, M. N. Zemtsova, G. V. Vladyko. Search for new drugs. Antiviral activity of adamantane-containing heterocycles. // Pharmaceutical Chemistry Journal, 2002, vol. 36, №1, pp.3-6.

## **ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХЕМОСОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИКАПРОАМИДА**

М.А. Мальщук (ВХТ-401), Е.А. Перевалова  
Волжский политехнический институт (филиал) ВолГТУ

Интерес, проявляемый к проблеме получения модифицированных поликапроамидных (ПКА) волокон и применения их в качестве различного рода сорбентов, обусловлен целым рядом технических и экологических преимуществ волокнистых хемосорбентов: обладают значительно более развитой поверхностью, что обеспечивает доступ реагентов к их активным центрам; в отличие от пространственных полимеров, которыми являются синтетические гранулированные иониты, волокна, будучи построены из линейных или разветвленных макромолекул, проявляют лучшую способность к набуханию.

Метод привитой полимеризации является одним из наиболее перспективных направлений получения модифицированного ПКА. С применением данного метода ранее нами были получены волокнистые хемосорбенты на основе ПКА волокна, модифицированного прививкой различных мономеров [1,2].

*Целью данной работы* являлось изучение влияния типа прививаемого мономера и иницирующей системы на хемосорбционные свойства, а также физико-механические показатели и устойчивость привитых сополимеров (ПСП) для практического применения. В качестве объектов исследования были выбраны три ОВС:  $\text{Cu}^{2+} - \text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Ni}^{2+} - \text{H}_2\text{O}_2$  и  $\text{Fe}^{2+} - \text{H}_2\text{O}_2$  и ПСП различного состава: ПКА - глицидилметакрилат (ГМА), ПКА - метакриловая кислота (МАК), ПКА - МАК - этилендиаммин (ЭДА).

Исследования показали, что при прочих равных условиях применение ОВС на основе ионов меди (II) позволяет увеличить выход ПСП. Для осуществления периодических процессов производства модифицированных волокон целесообразней использовать в качестве ОВС систему  $\text{Cu}^{2+} - \text{H}_2\text{O}_2$ . А при осуществлении процесса прививки однократно - системы  $\text{Ni}^{2+} - \text{H}_2\text{O}_2$  и  $\text{Fe}^{2+} - \text{H}_2\text{O}_2$ .

Изучение сорбционных свойств модифицированных волокон показали, что ПСП, состава ПКА-МАК-ЭДА является более эффективным многофункциональным волокнистым хемосорбентом, а для его получения наиболее целесообразно использовать иницирующую систему на основе ионов меди.

Исследование физико-механических свойств ПСП показало, что свойства полученного волокна не значительно изменяются по сравнению с исходным ПКА, что не

исключает возможность дальнейшей переработки модифицированного волокна в нетканые или иные материалы, пригодные для эксплуатации.

### Литература

1. **Первалова, Е. А.** Интенсификация процесса получения модифицированного поликапроамидного волокна / Е.А. Первалова, В.Ф. Желтобрюхов, С.М. Москвичев // Журнал прикладной химии. – Санкт-Петербург, 2004.- Т. 77. Вып. 1. - С.148 - 151.

2. **Первалова, Е. А.** Изучение привитой сополимеризации поликапроамида и глицидилового эфира метакриловой кислоты в присутствии различных иницирующих систем / Е.А. Первалова, Г.М. Бутов, А.Д. Воронина // Современные наукоёмкие технологии. - 2010. - № 5. - С. 90-92.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ 1,3-ДЕГИДРОАДАМАНТАНА С 6-АМИНО-1-МЕТИЛУРАЦИЛОМ

Володина Е.С. ВХТ-401

Научный руководитель – Романова М.Ю.

Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ

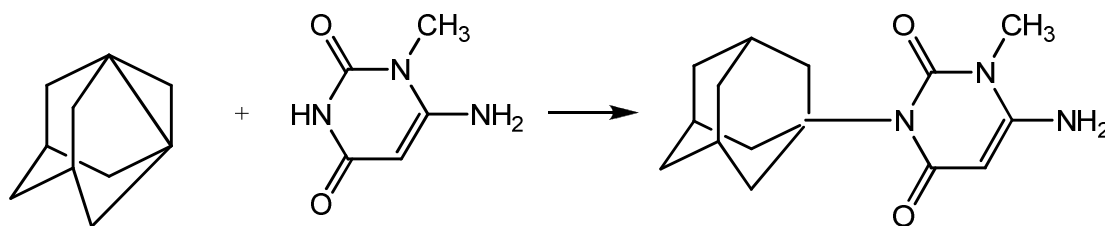
Данная работа посвящена исследованию взаимодействия 1,3-дегидроадамантана (1,3-ДГА) с 6-амино-1-метилурацилом.

Различные производные урацила обнаруживают антиоксидантную, антимикробную, противовирусную, противоопухолевую активность. Известно, что введение адамантанового фрагмента в субстраты различной природы увеличивает их биологическую активность.

В связи с этим представляет интерес получение адамантилсодержащего производного 6-амино-1-метилурацила.

6-амино-1-метилурацил относится к производным пириимидина. Протон NH-группы пириимидинового кольца 6-амино-1-метилурацила обладают значительной подвижностью, следовательно, данное соединение должно реагировать с 1,3-ДГА.

Реакцию проводили в среде 1,4-диоксана при мольном соотношении 1,3-ДГА : 6-амино-1-метилурацил 1 : 1, при температуре 101 °С в течение 6 часов. Реакция приводит к образованию продукта N-адамантирования по NH-группе гетероцикла:



Состав и строение полученного соединения подтверждены методом хромато-масс-спектрологии.

Таким образом, разработан эффективный одностадийный метод получения 3-(адамант-1-ил)-6-амино-1-метилурацила, что позволяет получить конечный продукт с хорошим выходом в относительно мягких условиях.

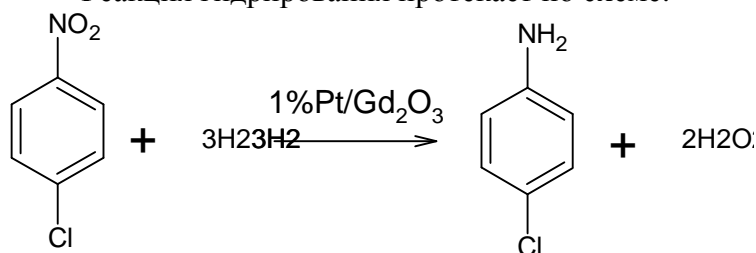
# ИЗУЧЕНИЕ СКОРОСТИ ГИДРИРОВАНИЯ *n*-ХЛОРНИТРОБЕНЗОЛА НА 1% Pt/Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> КАТАЛИЗАТОРЕ В ЭТАНОЛЕ

А.Ю. Ушакова, К.А. Калинова

Научные руководители - Г.М. Курунина, Г.И. Зорина, Г.М. Бутов  
Волжский политехнический институт (филиал) ГОУ ВПО ВолгГТУ

Целью работы является термодинамический анализ реакции гидрирования *n*-хлорнитробензола (ХНБ), выбор оптимального растворителя и изучение кинетических характеристик реакции. Между скоростью реакции гидрирования и природой индивидуального или бинарного растворителя существует определенная зависимость.

Реакция гидрирования протекает по схеме:



Был проведен термодинамический анализ изучаемой реакции. Были рассчитаны  $\Delta H^0_{г,т}$ ,  $\Delta S^0_{г,т}$ ,  $\Delta G^0_{г,т}$  и константа равновесия в интервале температур от 293 до 323К с использованием эмпирических методов. Найдено, что в выбранном интервале температур реакция термодинамически возможна, является экзотермической, с ростом температуры константа равновесия уменьшается.

Реакция проводится в мягких условиях, при комнатной температуре и атмосферном давлении, что способствует снижению затрат на энергоносители. Гидрирование проводилось потенциометрическим методом на лабораторной установке, описание которой представлено в работе [1].

Было найдено, что *n*-хлорнитробензол практически нерастворим ни в воде, ни в изученных этиловом, изопропиловом и изоамиловом спиртах. Гидрирование можно осуществлять только в этиловом спирте, с предварительным растворением *n*-хлорнитробензола в горячем этаноле. Катализаторы готовили методом нанесения активной фазы (платины) на носитель – оксид гадолиния, в качестве катализатора сравнения использовали платину, нанесенную на оксид алюминия. О полноте процесса гидрирования судили по объему поглощенного водорода. Реакцию считали законченной, если происходило прекращение поглощения водорода.

Гидрирование *n*-хлорнитробензола происходит с понижающейся скоростью. На рис. 1 показано изменение концентрации *n*-хлорнитробензола во времени. С течением времени концентрация *n*-хлорнитробензола уменьшается, в большей степени для катализатора, нанесенного на оксид гадолиния, и в меньшей степени для катализатора, нанесенного на оксид алюминия. Время гидрирования *n*-хлорнитробензола на различных катализаторах различно, так на 1% Pt/Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> катализаторе составляет 38 минут, а на 1% Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 65 минут.

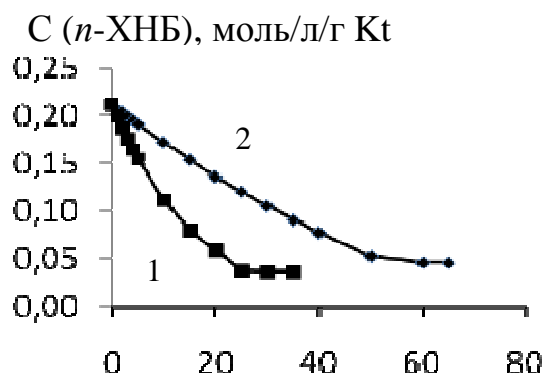


Рисунок 1 – Изменение концентрации *n*-хлорнитробензола во времени реакции гидрирования на 1% Pt/Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1) и 1% Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (2) катализаторах

На рис.2 представлена кинетическая зависимость в координатах «степень превращения – время», для процессов гидрирования ХНБ на 1% Pt/Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1) и 1% Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (2) катализаторах.

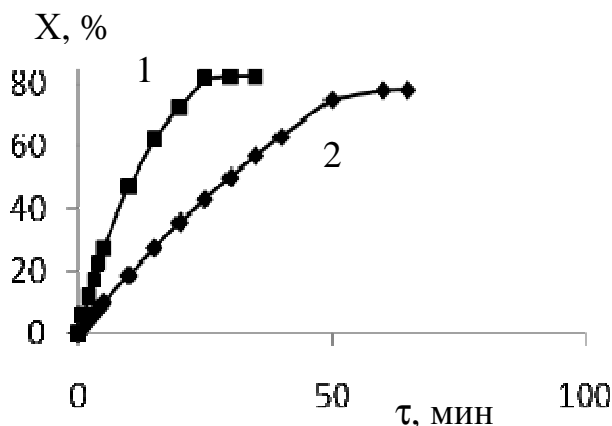


Рисунок 2 – Зависимость степени превращения *n*-хлорнитробензола от времени гидрирования на 1% Pt/Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1) и 1% Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (2) катализаторах

Из рисунка видно, что зависимость носит прямолинейный характер до ~ 60-70% превращения *n*-хлорнитробензола в *n*-хлораминобензол, кроме того, можно отметить, что 100% конверсии не наблюдается. На 1% Pt/Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> конверсия составляет – 82%, а на 1% Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 78%.

Для расчета кинетических параметров реакции был использован интегральный метод, в частности, метод подстановки. Было найдено, что реакция протекает по уравнению 1 порядка по *n*-хлорнитробензолу, было подтверждено графическим методом.

На основании проведенной работы были сделаны следующие выводы:

1. Изучена растворимость *n*-хлорнитробензола в этиловом, изопропиловом и изоамиловом спиртах.
2. В качестве среды гидрирования выбран этиловый спирт.
3. Процесс гидрирования *n*-хлорнитробензола протекает неселективно.
4. Гидрирование протекает по уравнению 1 порядка по *n*-хлорнитробензолу.

#### Литература

1. Бутов Г. М., Зорина Г. И., Курунина Г. М. Жидкофазное гидрирование бензальдегида на 1% платиновых катализаторах, нанесенных на оксиды редкоземельных элементов // Ж. Хим.пром.сегодня .- № 2, 2009. С.3-6.

### ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИЙ 1,3-ДГА С ГАЛОГЕНСОДЕРЖАЩИМИ ИМИДАЗОЛАМИ

ВХТ- 401 Чеботарева Н. В.

Научные руководители — Панюшкина О. А., Бутов Г.М.

Адамантилсодержащие азолы представляют интерес в качестве терапевтически-активных соединений-новых перспективных лекарственных препаратов.

Известен способ получения *N*-адамантилсодержащих азолов взаимодействием 1-бромадамонтана с гетероциклами в присутствии кислот Льюиса. Выход адамантилсодержащих азолов составляет 45-75% [1]. В другом способе получения адамантилсодержащих азолов в качестве адамантилирующего агента используется адамнтанол в среде 85%-ой серной кислоты. Выходы адамантилсодержащих азолов не

превышали 33% [2]. В этих условиях в реакцию адамантирования не вступают имидазолы. Адамантилсодержащие имидазолы с выходом 50% получают используя в качестве кислотной системы смесь фосфорной и уксусной кислот [3].

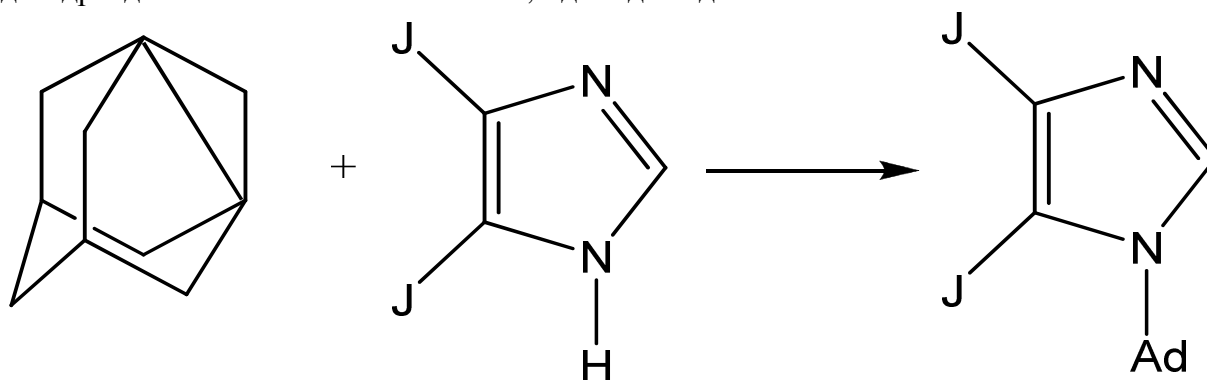
Все перечисленные способы не универсальны, характеризуются невысокими выходами целевых продуктов, и применением сильноокислых сред.

Ранее был разработан универсальный метод синтеза адамантилсодержащих азолов различного строения, позволяющий получать целевые продукты с высоким выходом, без катализаторов, в относительно мягких условиях.

В качестве адамантилирующего агента нами предложен 1,3-дегидроадамантан (**1**), принадлежащий к классу напряженных пропелланов. Наличие неустойчивой пропеллановой связи, соединяющей инвертированные четвертичные углеродные атомы, делает это соединение чрезвычайно реакционноспособным в реакциях присоединения с протоноподвижными реагентами.

Адамантирование азолов 1,3-дегидроадамантаном преимущественно идет NH-связи исходных гетероциклов.

Целью данной работы является изучение взаимодействия 1,3-дегидроадамантаном с 4,5-дидимидазолом без катализатора.



Реакция осуществляется при мольном соотношении реагентов (1) и (2), как 1:1,1, в среде гексана, при температуре кипения растворителя, в течении 5 часов.

#### Литература

1. Г.А.Швехгеймер, В.П.Литвинов. Химия гетериладамантанов. Ч.2.Пятичленные гетериладамантаны.// ЖОрХ.-1990.-Т.35.-№ 2.- с .183-220.
2. А.С.Гаврилов, Е.Л.Голод, В.В.Качала, Б.И.Уграк. Адамантилазолы. Кислотно-катализируемое адамантирование пиразолов.// ЖОрХ. 2001. Т. 37. № 12. С. 1822-1836.
3. А.С.Гаврилов, Е.Л.Голод. Адамантилазолы. Кислотно-катализируемое адамантирование нитроимидазолов.//ЖОрХ. 1999. Т. 35. №8. С.1260-1261.

### ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ 1,3-ДЕГИДРОАДАМАНТАНА С 2-МЕРКАПТОАНИЛИНОМ

Чеснокова Н., студент гр. ВХТ-402  
Руководители Бутов Г.М., Иванкина О.М.

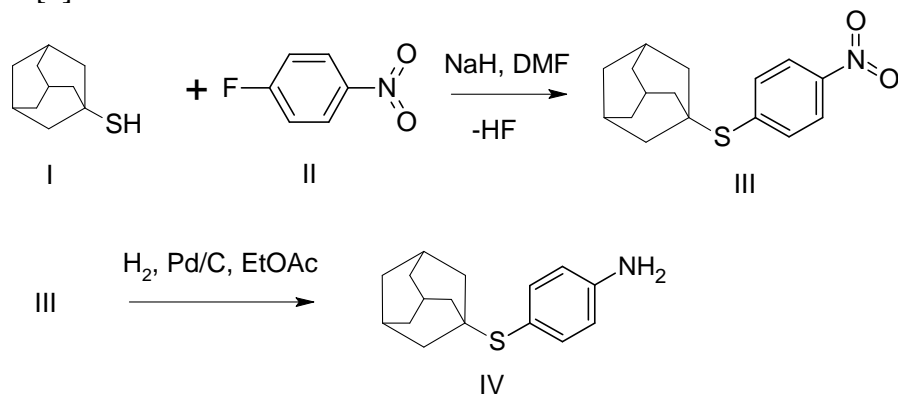
Серосодержащие соединения, содержащие адамантильный, фрагмент могут найти применение в различных областях: в качестве полупродуктов в синтезе биологическиактивных веществ, в качестве объектов супрамолекулярной химии и др.

Перспективным путем синтеза серосодержащих производных адамантана является использование в качестве исходного реагента тетрацикло [3,3,1,1,<sup>3,7</sup>,0,<sup>1,3</sup>] декана (1,3-дегидроадамантана, 1,3-ДГА), который является представителем класса напряженных пропелланов. Наличие неустойчивой пропеллановой связи, соединяющей



инвертированные четвертичные углеродные атомы, делает это соединение чрезвычайно реакционноспособными в реакциях присоединения с раскрытием пропелланового цикла. В качестве серосодержащих субстрата в работе был использован 2-меркаптоанилин.

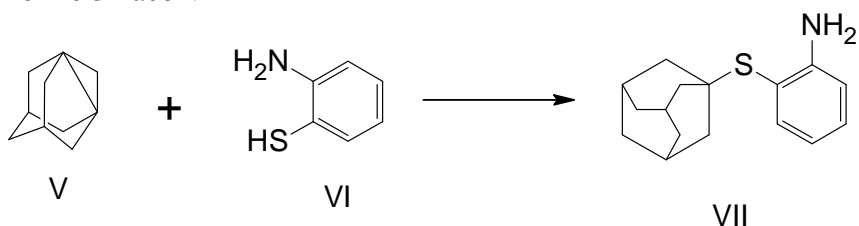
В литературе описан способ получения *n*-(1-адамантилтио)анилина (IV). Сообщается, что данные соединения обладают способностью снижать уровень холестерина [1]. Кроме того, это соединение может быть использовано для синтеза других соединений, также обладающих физиологической активностью. Авторы предлагают следующий маршрут реакции [2]:



Выход продукта составил 80 %.

Нами была осуществлена реакция 1,3-ДГА с 2-меркаптоанилином.

Взаимодействие осуществляли в среде бензола при температуре кипения растворителя в течение 3 часов:



Методом хромато-масспектрометрии установлено, что в результате реакции образуется только *o*-(1-адамантилтио)анилин (VII). Выход продукта составляет примерно 80%.

Поскольку исходный 2-меркаптоанилин существует в виде цвиттер-иона, то можно предположить ионный механизм реакции.

На рисунке 1 представлена хроматограмма продуктов реакции, на рисунке 2 – масс-спектр соединения (VII).

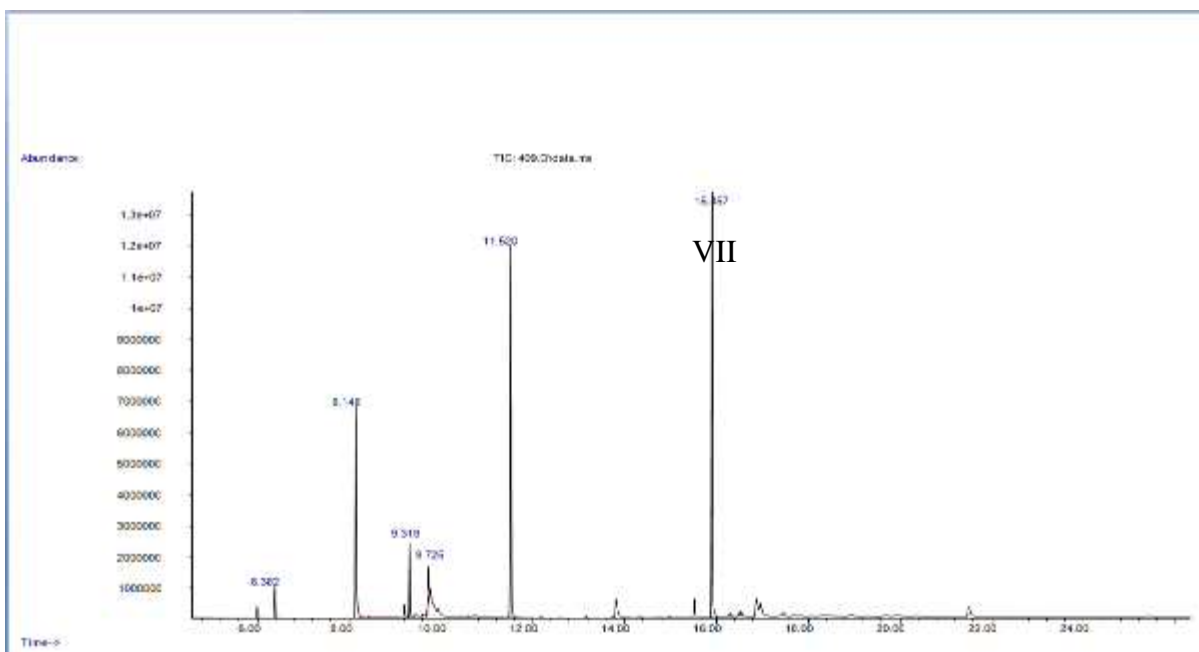


Рис. 1 Хроматограмма реакционной массы

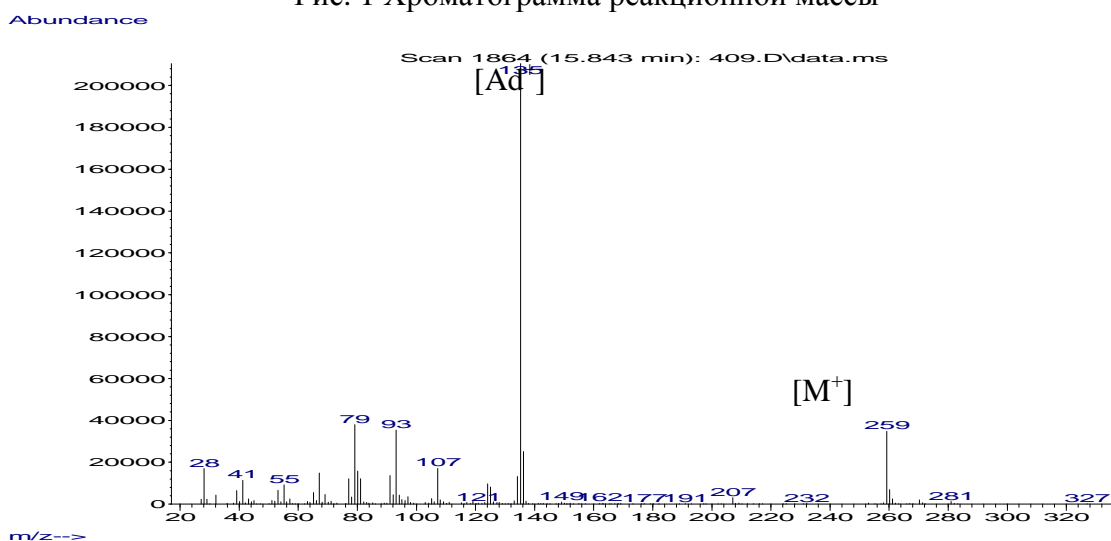


Рис.2 Масс-спектр *o*-(1-адмантилтио)анилина

Таким образом, использование 1,3-ДГА для введения в молекулу 2-меркаптоанилина адмантильного фрагмента позволяет получать *o*-(1-адмантилтио)анилин (VII) в одну стадию с высокой селективностью в мягких условиях.

Литература:

1. Journal of Medicinal Chemistry; **vol.** 22; (1979); p. 69 – 77.
2. US 4036977 (1977).

### ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ 1,3-ДЕГИДРОАДАМАНТАНА С ТИОФЕНОМ

<sup>1</sup>Шевченко А. К., <sup>1</sup>Бутов Г. М., <sup>1</sup>Камнева Е. А., <sup>2</sup>Мохов В. М.

<sup>1</sup>Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ

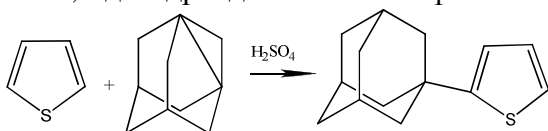
<sup>2</sup>Волгоградский государственный технический университет

Существующие методы введения адмант-1-ильного радикала в молекулы ароматических соединений основаны на реакциях электрофильного замещения с использованием функциональных производных адмантана в условиях, обеспечивающих генерирование адмантил-катиона. Одним из перспективных направлений синтеза различных соединений адмантана является использование в качестве

адамантилирующего агента 1,3 – дегидроадамантана (1,3-ДГА), из которого в присутствии кислотных катализаторов легко генерируется адамант-1-ил-катион. В литературе имеются сведения, указывающие на возможность взаимодействия 1,3-ДГА с бензолом и его гомологами, а взаимодействие указанного пропеллана с тиофеном не изучено. Отметим, что среди пятичленных гетероциклов тиофен имеет наиболее выраженные ароматические свойства.

Целью нашего исследования стало взаимодействие 1,3-ДГА с тиофеном.

Реакция проводилась в диэтиловом эфире за 2 часа при температуре 35°C в присутствии каталитических количеств серной кислоты, при мольном соотношении реагентов 1,3-дегидроадамантан : тиофен 1:1. Выход целевого продукта составил 62-64% .



Продукт выделяли перекристаллизацией из спирта.

Состав и строение продукта реакции подтверждались масс-спектрометрией и ЯМР <sup>1</sup>H-спектроскопией.

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ АДСОРБЦИИ ГИДРОФИЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ НА ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛАХ

А.А. Живаев<sup>1</sup>, С.В. Васильченко<sup>1</sup>, В.Ф. Каблов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Филиал компании «Эм-Ай Дриллинг Флюидз Ю.К. Лимитед», г. Волжский  
<sup>2</sup>ВПИ (филиал) ВолГТУ

Водорастворимые полимеры находят широкое применение для регулирования физико-химических свойств разнообразных дисперсных систем. При этом взаимодействие таких полимеров с твердыми частицами носит адсорбционный характер. В частности высокомолекулярные сополимеры акриламида и акрилата натрия (РНРА) используются для инкапсуляции частиц глины в составах буровых растворов на водной основе. При этом за счет адсорбции макромолекул на поверхности глинистых частиц ограничивается гидратация частиц глины и предотвращается диспергирование выбуренной породы в буровом растворе до коллоидного состояния и неконтролируемое изменение реологических параметров бурового раствора [1, 2]. Знание закономерностей адсорбции акриловых полимеров на глинах со сложным минералогическим составом важно для успешного регулирования коллоидно-химических свойств полимер-глинистых дисперсных систем, в частности для выбора наиболее эффективного компонентного состава буровых растворов.

Проведенные исследования касаются изучения адсорбции РНРА с близкой средней молекулярной массой из водных растворов с заданным рН и распределенными пористыми грубодисперсными гранулами хвалынской глины размером 1–2 мм при различном массовом соотношении глина/раствор. Такие системы моделируют недиспергирующий буровой раствор, а гранулы глины имитируют поступление в последний выбуренной породы. Минералогический состав хвалынской глины (Волгоградская область) близок к среднестатистическому составу глинистых пород, разбурываемых на месторождениях нефти и газа Волго-Уральского региона и Западной Сибири.

Исследована равновесная изотермическая адсорбция сополимеров в динамических условиях, моделирующих взаимодействие выбуренной породы с циркулирующим в скважине буровым раствором с использованием типового оборудования марки OFITE (США). Растворы сополимеров приготавливали в дистиллированной воде с концентрацией 2 г/л и начальным рН 6,0, 7,5 и 9,0. Затем в растворы вводили гранулы

глины и перемешивали их в ячейках старения при температуре 65<sup>0</sup>С в течение 16 ч согласно методике, описанной в стандарте Американского нефтяного института. Для выявления влияния степени ионизации макромолекул на адсорбцию выбраны три отличающиеся степенью ионогенности (мол. %) сополимера: РНРА-1 (34%), РНРА-2 (23%) и РНРА-3 (7%). Ввод гранул глины варьировали в интервале 0–130 г на 1 литр раствора РНРА. По окончании каждого адсорбционного эксперимента гранулы глины отделяли от растворов, а затем определяли в растворах остаточную концентрацию РНРА с использованием метода отгонки аммиака (метод OFITE № 145-91). По зависимостям остаточной концентрации сополимеров от количества адсорбента были рассчитаны изотермы адсорбции – зависимости равновесной адсорбции РНРА ( $Q_e$ ) от безразмерного параметра  $S/L$ , равного отношению исходной массы адсорбента к начальной массе жидкой фазы (рис. 1).

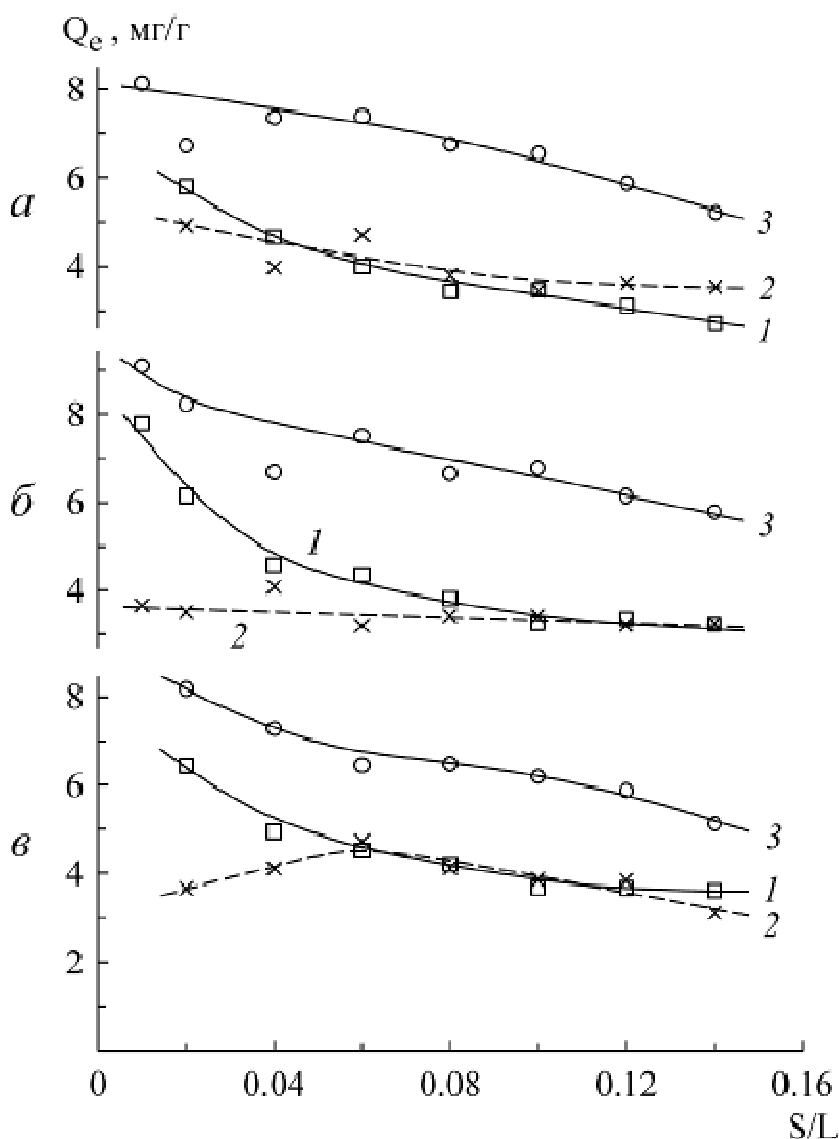


Рис. 1. Изотермы адсорбции РНРА-1 (1), РНРА-2 (2) и РНРА-3 (3) при начальном рН 6.0 (а), 7.5 (б) и 9.0 (в).

Как видно из полученных изотерм, ионогенность сополимеров и величина  $S/L$  заметно влияют на адсорбцию РНРА. При увеличении содержания адсорбента равновесная адсорбция сополимеров снижается, причем с ростом  $S/L$  темп ее снижения замедляется. Сополимер РНРА-3 с низкой ионогенностью адсорбируется существенно интенсивнее РНРА-1 и РНРА-2, для которых величины адсорбции различаются мало. При этом изменение показателя рН относительно слабо влияет на вид изотерм.

На следующем этапе исследований была изучена двухкомпонентная конкурентная адсорбция тех же сополимеров РНРА в аналогичных условиях (рН 7,5) совместно с низкомолекулярным понизителем водоотдачи бурового раствора – сополимером акриламида и акрилата натрия, содержащим 70 мол. % звеньев акрилата. При этом обнаружено, что тенденция интенсификации процесса адсорбции на гранулах глины при переходе к сополимеру РНРА-3 с наименьшей степенью ионизированности сохраняется, одновременно возрастает отклонение адсорбционной активности сополимеров РНРА в растворе в присутствии и в отсутствии понизителя водоотдачи.

Снижение величин адсорбции гидрофильных полимеров на мелкодисперсных минеральных адсорбентах при увеличении содержания адсорбента в водных дисперсиях объясняется тем, что при увеличении количества твердых частиц становится более вероятной «мостичная» флокуляция, сопровождающаяся сокращением свободной поверхности, доступной для адсорбции макромолекул [3]. Однако процесс «мостичной» флокуляции не может реализоваться в случае макроскопических пористых гранул хвалынской глины. Мы предполагаем, что обнаруженное влияние величины S/L на процесс адсорбции РНРА можно объяснить с помощью «агрегативного» механизма адсорбции полимеров [4].

Согласно последнему в концентрированном растворе полимера (как в нашем случае) всегда присутствует некоторое ограниченное количество агрегатов макромолекул, обладающих более высоким сродством к поверхности адсорбента по сравнению с одиночными макромолекулами. Наряду с последними агрегаты переходят на поверхность адсорбента как самостоятельные кинетические или структурные единицы. Причем адсорбируются прежде всего агрегаты, образуя более протяженные от поверхности в раствор адсорбционные слои, чем индивидуальные макромолекулы. С увеличением содержания адсорбента число агрегатов, адсорбирующихся прежде всего, снижается, при этом скорость адсорбции индивидуальных макромолекул за счет кинетических факторов может превысить скорость установления нового равновесия для процесса образования агрегатов. Доля адсорбированных индивидуальных макромолекул возрастает, адсорбционные слои становятся тоньше и величина адсорбции уменьшается.

Адсорбционные данные обработаны с использованием уравнения Фрейндлиха и определены его параметры при различных условиях. Известно, что показатель степенной функции уравнения Фрейндлиха связан с топологией адсорбционных слоев. Нами установлено, что в случае сополимера РНРА-3 количество контактов макромолекул с поверхностью гранул хвалынской глины и число адсорбционных «петель» увеличивается, а протяженность «петель» сокращается, следовательно, плотность адсорбционных слоев должна быть наибольшей. Заметный рост величин адсорбции при переходе к РНРА-3 может быть объяснен уменьшением сил электростатического отталкивания макромолекул РНРА-3 от отрицательно заряженных базальных поверхностей глинистых частиц в составе гранул.

Снижение содержания звеньев акрилата натрия в сополимерах типа РНРА ниже 10 мол. % должно способствовать увеличению диффузионного сопротивления адсорбционных слоев полимера при гидратации гранул глинистых минералов из-за возрастания плотности упаковки макромолекул в адсорбционных слоях. Данный эффект должен обуславливать возрастание способности сополимеров РНРА с пониженной степенью ионогенности инкапсулировать в процессе бурения частицы выбуренной породы. Обнаруженный эффект интенсификации процесса адсорбции РНРА на гранулах глины при снижении содержания анионоактивных звеньев использован авторами для оптимизации инкапсулирующих свойств недиспергирующих буровых растворов.

#### Список литературы

1. Sheu J.J., Perricone A.C. Design and Synthesis of Shale Stabilizing Polymers for Water-Based Drilling Fluids // SPE 18033. Presented at the 63rd Annual Technical Conference and

- Exhibition of the Society of Petroleum Engineers. – Houston, Texas, USA, Oct. 2-5, 1988. – P. 163-178.
2. Liao W.A., Siems D.R. Adsorption Characteristics of PHPA on Formation Solids // SPE 19945. Presented at the 1990 IADC/SPE Drilling Conference. – Houston, Texas, USA, Feb. 27 – March 2, 1990. – P. 297-308.
  3. Pradip, Attia Y.A., Fuerstenau D.W. The adsorption of polyacrylamide flocculants on apatites // Colloid Polym. Sci. – 1980. – V. 258, № 12. – P. 1343-1353.
  4. Липатов Ю.С. Межфазные явления в полимерах. – Киев: Наукова думка, 1980. – 260 с.

## СЕКЦИЯ 2. АВТОМАТИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

### ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ АДЕКВАТНОСТИ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК АДСОРБЕРА В ПРОЦЕССЕ РЕКУПЕРАЦИИ БЕНЗИНА

Студент гр. ВАУ-426 И. А. Семенова,  
научный руководитель Л. И. Медведева

Целью исследования является определение оптимальных параметров объекта управления (ОУ), а для этого необходимы сведения о его статических и динамических характеристиках. Наиболее общим методом исследования ОУ является составление математической модели ОУ и изучение на этой модели процессов, происходящих в системе. Методы построения математических моделей условно делятся на теоретические и экспериментальные. Задачей экспериментальных методов является количественная оценка характеристик конкретного ОУ и проверка соответствия модели реальному объекту.

Объектом исследования является адсорбер на стадии адсорбции паров бензина активным углем. Изученные экспериментальные методы математического моделирования позволяют получить модели описания характеристик адсорбера в процессе рекуперации бензина. Работа рекуперационной установки основана на принципе поглощения паров бензина из паровоздушной смеси (ПВС) активированным углем. В ходе эксперимента на стадии адсорбции был снят переходный процесс зависимостей расхода ПВС и изменения температуры, подаваемой ПВС от времени.

Пассивный эксперимент сводится к регистрации большого числа случайных изменений входных (расход ПВС) и выходных (температура в адсорбере) величин. Для обработки результатов наблюдений используется аппарат корреляционного и регрессивного анализов. Строится поле корреляции, из которого получают эмпирическая и предельная теоретическая линии регрессии (1).

$$T = 0,000096 \cdot Q + 34,455 \quad (1)$$

Предельная теоретическая линия регрессии показывает, как в среднем меняется температура ( $T$ ) подаваемой ПВС в адсорбер с изменением объемного расхода ПВС ( $Q$ ). В результате рассчитывается математическая модель статических характеристик адсорбера.

С помощью метода определения весовой характеристики ОУ получается математическая модель изменения динамических характеристик ОУ. Проводится эксперимент по выборке значений входных и выходных величин ОУ через одинаковый интервал времени, затем производится сглаживание и центрирование экспериментальных данных. Для исследования влияния входных параметров на выходные строится взаимная корреляционная функция, формируется функция входного сигнала. В результате вычислений получается весовая характеристика ОУ. По весовой характеристике ОУ определяется его передаточная функция (2).

$$W_{oo}(p) = \frac{0,17}{4,72 \cdot p^3 + 7,35 \cdot p^2 + 3,16 \cdot p + 1} \quad (2)$$

Проведенный эксперимент по получению данных об изменении температуры ПВС с термомпар в начале процесса адсорбции дает возможность использования методов активного эксперимента.

Применяется метод переходных характеристик для определения динамических характеристик объекта. Этот метод прост, требует минимального количества аппаратуры и позволяет определить динамические характеристики объекта за короткий промежуток времени. В процессе расчета проводится сглаживание переходной характеристики скользящим усреднением, рассчитывается относительная переходная характеристика,

которая аппроксимируется цепочкой последовательно соединенных апериодических звеньев первого порядка, имеющих одинаковые постоянные времени с звеном запаздывания (3).

$$W_{об}(p) = \frac{0,17}{(0,72 \cdot p + 1)^3} e^{-2,19p} \quad (3)$$

Метод определения передаточной функции ОУ по относительным постоянным времени позволяет аппроксимировать S-образную переходную характеристику таким образом, что аппроксимирующая кривая совпадает с экспериментальной кривой в выбранных точках. Математическая модель ОУ представляется цепочкой, состоящей из нескольких последовательно соединенных апериодических звеньев первого порядка с одинаковыми постоянными времени и одного апериодического звена с отличающейся постоянной времени.

$$W_{об}(p) = \frac{1}{[(3,66p + 1) \cdot (0,73p + 1)^3]} \quad (4)$$

Для исследования устойчивости переходных процессов полученных математических моделей применяются алгебраический критерий Гурвица и частотный критерий Михайлова. Критерий Гурвица позволяет по характеристическому уравнению построить матрицу Гурвица и определить устойчивость. Применение критерия Михайлова дает наглядное представление построенного годографа по характеристическому уравнению, что удобно в применении. Запас устойчивости определяется из построения амплитуднофазочастотной характеристики.

Математическая модель, полученная методами пассивного эксперимента, описывает технологический процесс ОУ передаточной функцией с погрешностью 8,5%. Запас устойчивости по усилению равен 0,96, а коэффициент усиления можно увеличить в 25 раз, чтобы система оказалась на границе устойчивости. Математические модели, полученные методами активного эксперимента, имеют погрешность 9%. Запас устойчивости по усилению равен 0,98, а коэффициент усиления можно увеличить в 50 раз, чтобы система оказалась на границе устойчивости.

И метод пассивного эксперимента и методы активного эксперимента дали адекватные для описания характеристик ОУ математические модели.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ GPS-МОНИТОРИНГА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СОТРУДНИКОВ**

М. Ю. Пономарев, студент (ВИЗ-671)

Научный руководитель — А. Е. Несбытнов, старший преподаватель

Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ

В настоящее время у многих организаций существует необходимость в точном определении положения и перемещения сотрудников для повышения производительности труда и уровня безопасности персонала, работающего на выезде или с клиентами.

Известны различные системы, предназначенные для GPS-мониторинга положения транспортных средств, но они не позволяют наблюдать за перемещением каждого сотрудника по отдельности.

В предлагаемом проекте системы предусмотрено взаимодействие системы мониторинга с каждым из сотрудников с помощью индивидуальных GPS-приемников и сотовых телефонов с установленной программой GPS-monitoring, соединяющихся с GPS-приемниками через Bluetooth и отправляющими затем полученные координаты на сервер в БД системы.

Система имеет трехуровневую архитектуру: мобильный модуль, web-сервер, web-интерфейсы операторов системы.



Мобильный модуль должен реализовывать следующие функции:

- предоставлять возможность выбора нужного устройства из списка доступных;
- автоматически получать доступ к сервису передачи координат на выбранном устройстве;
- получать координаты с GPS-приемника через Bluetooth и передавать их на сервер через GPRS.

Сервер должен реализовывать следующие функции:

- обеспечивать доступ к интерактивным картам и координатам, хранящимся в БД;
- предоставлять возможность редактирования прав доступа к системе;
- предоставлять возможность добавления сотрудников и закреплять за ними индивидуальные GPS-приемники.

Через web-интерфейсы пользователи могут использовать функции сервера.

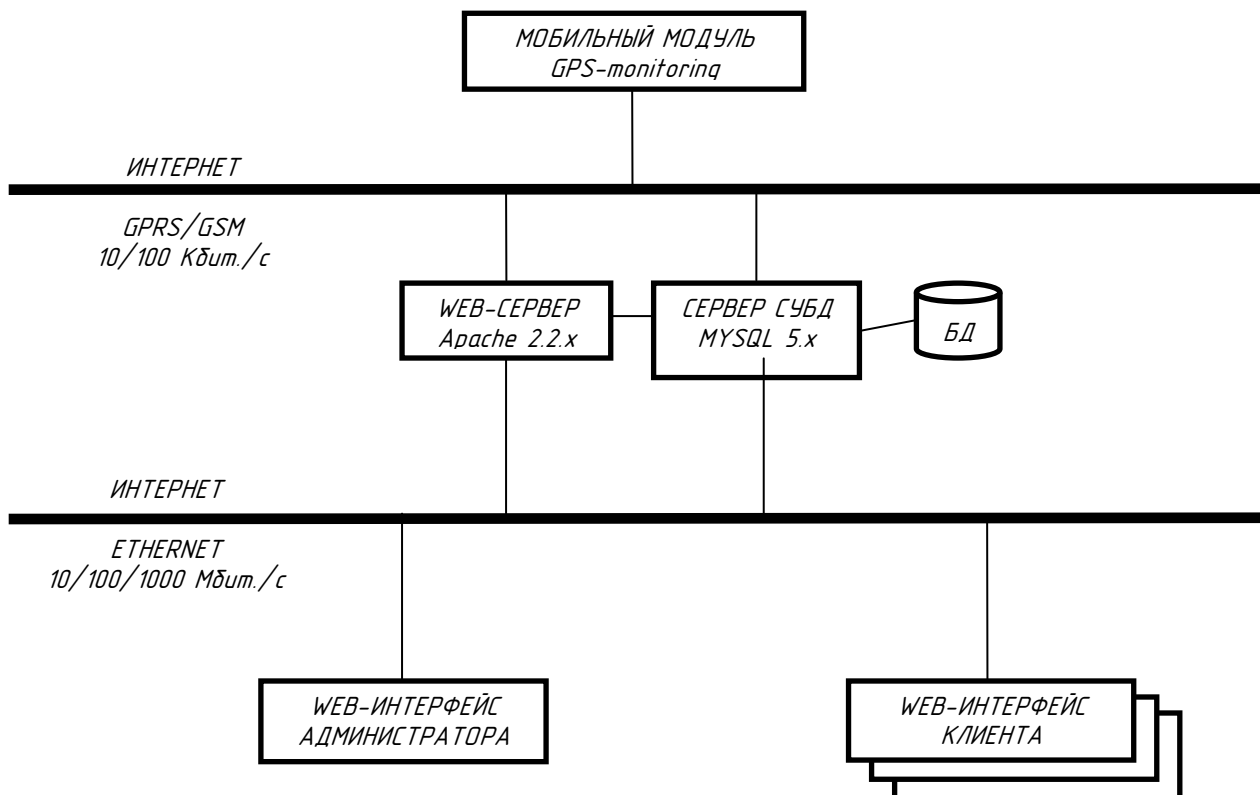


Рисунок 1 – Схема архитектуры системы

Система состоит из трех модулей:

- передачи координат;
- просмотра маршрутов;
- администрирования.

Подсистема передачи координат принимает данные от GPS-приемника и взаимодействует с подсистемой администрирования путем отправки координат сотрудника, номера GPS-приемника и времени в базу данных системы;

Через модуль администрирования пользователь системы, обладающий правами администратора, может редактировать список сотрудников и назначенных им устройств, а также редактировать права клиентов.

Подсистема просмотра маршрутов взаимодействует с БД системы и интерактивными картами и, после выбора пользователем нужных параметров, отображает маршруты на web-странице.

Предлагаемая система повысит эффективность работы организации и уровень безопасности сотрудников за счет того, что местоположение каждого из них будет

отслеживаться в режиме реального времени, что приведет к увеличению производительности труда и сократит число происшествий в рабочее время.

## «ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ СТРУЙНЫХ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ»

Казакова Л. Г., Корзин В. В.

Автоматизация различных технологических процессов, эффективное управление различными агрегатами, машинами, механизмами требуют многочисленных измерений разнообразных физических величин. В настоящее время 50% этих измерений – измерения температуры. В основе работы многих температурных датчиков, используемых в системах автоматического управления, лежит принцип преобразования измеряемой температуры в электрическую величину. Однако, использование подобных датчиков невозможно на взрыво- и пожароопасных предприятиях, в цехах с высоким электромагнитным излучением. В таких случаях целесообразно использовать струйные датчики температуры, преобразующие величину температуры в давление.

Недостатком существующих струйных систем является невысокая точность измерения, порядка 3...10%. Повышение точности осложняется отсутствием завершеного теоретического описания рабочего процесса струйных систем измерения температуры.

Струйные системы измерения имеют ряд преимуществ: простота и надежность преобразователя; отсутствие подвижных частей; длительный ресурс работы; относительно низкая стоимость; возможность измерения температуры агрессивных сред; высокое быстродействие измерения; радиационная и электромагнитная стойкость; взрыво- и пожаробезопасность.

В настоящее время отсутствуют струйные системы для измерения температур в диапазоне 20 – 160 °С, обладающие высокой точностью.

Струйные системы измерения имеют большие перспективы совершенствования в плане сопряжения с электронными цифровыми системами обработки данных.

Структурная схема струйно-электронной системы измерения температуры потока газа (рис. 1).

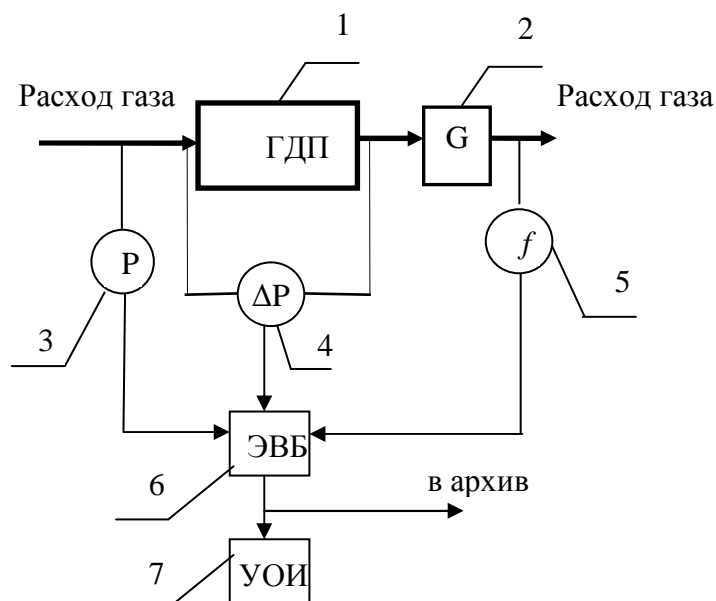


Рисунок 1. Структурная схема струйно-электронной системы измерения температуры  
1- газодинамический преобразователь, 2 – струйный генератор, 3 – измеритель давления, 4 – измеритель перепада давления, 5 – измеритель частоты, 6 – электронный вычислительный блок, 7 – устройство отображения информации.

Для струйно-электронной системы измерения получена экспериментальная зависимость значений температуры от частоты, которая в диапазоне температуры от 20 до 160°C имеет линейный характер и соответствует значениям, вычисленным по математической модели струйно-электронной системы измерения.

Проведен статистический анализ результатов экспериментального исследования струйно-электронной системы измерения температуры. По результатам анализа в диапазоне температуры от 20 до 160 °С полная относительная погрешность составляет 2,6%, инструментальная относительная погрешность составляет 2,0%, методическая относительная погрешность составляет 0,6%.

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫМ СРЕДСТВОМ МАССОВОЙ ИНФОРМАЦИИ**

О. В. Гладышев, доцент Е. В. Климова, ВПИ (филиал) ВолгГТУ

В последние годы растет спрос на информацию в электронной форме. Интерес обусловлен тем, что такая информация легко копируется и распространяется, к ней достаточно просто обеспечить доступ большого круга пользователей. Кроме того, современные информационные технологии дают возможность эффективно решать многие задачи по работе с такого рода информацией: осуществление различных поисков и выборов, получение и анализ статистической информации и многое другое.

На данный момент существует ряд систем управления печатными системами массовой информации. Специализированное программное обеспечение «Учет печатных изданий» осуществляет функциональное управление редакцией, журналом, газетой, издательством, рекламой, типографией. Профессиональные программы для издательства ведут работу с единой базой контрагентов, в которую входят как клиенты, так и организации-партнеры [1]. Так же существует система Digital Press – новая на российском рынке редакционно-издательская система, созданная для автоматизации рабочих процессов печатных СМИ [2]. Автоматизированный редакционный комплекс газеты «За рулём – регион» в свою очередь имеет свою архитектуру системы, которая позволяет гибко настраивать работу этого комплекса исходя из особенностей работы редакции. Логическая схема движения материала по производственной цепочке такова: материал проходит все стадии подготовки по настраиваемому маршруту. Текст и фото хранятся вместе, но маршруты их движения различны [3]. Безусловно, подобные системы обладают своими недостатками. Например, излишние функции, усложняющие интерфейс и использование специализированного программного обеспечения. В свою очередь это приводит к увеличению стоимости конечного продукта и не рентабельности покупки данного программного обеспечения мелкими и средними редакциями.

Целью разработки информационной системы управления печатным средством массовой информации являются:

- автоматизация верстки статей, написанных журналистами по заданию редактора;
- автоматизации согласованности работы редактора, корреспондентов, верстальщиков;
- автоматизации документооборота в редакции;
- увеличения эффективности работы редакционного отдела.

Информационная система управления печатным средством массовой информации может быть внедрена в типографиях или организациях, занимающихся распространением печатной продукции.

В результате внедрения системы будет возможен оперативный доступ к информации о заданиях редактора всех корреспондентов, отслеживание готовности материалов и выпуска в целом, перевод бумажных носителей информации в электронные,

что способствует экономии расходных материалов, автоматическое создание web-ресурса средства массовой информации.

Список литературы:

1) Система учета для издательств, редакций. – Системы учета. Республика Казахстан, г. Алматы: сайт. Алматы, 2012. URL: [http://www.usu.kz/app\\_izdatelstvo.php](http://www.usu.kz/app_izdatelstvo.php) (дата обращения: 25.02.2012).

2) Редакционно-издательская система Digital Press. – StartupPoint: сайт. Москва, 2012. URL: [http://startuppoint.ru/blog/startup\\_digital-press/32790.html](http://startuppoint.ru/blog/startup_digital-press/32790.html) (дата обращения 27.02.2012).

3) Автоматизированный редакционный комплекс газеты «За рулём — регион». – Publish: сайт. Москва, 2012. URL: <http://www.publish.ru/publish/2007/05/4412191.html> (дата обращения 26.02.2012).

## **WEB-СИСТЕМА ИНФОРМИРОВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ О ДВИЖЕНИИ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА**

А. А. Гладышева, доцент Е. В. Климова, ВПИ (филиал) ВолгГТУ

С каждым годом возрастает спрос на возможность удаленного доступа к информации во всех сферах деятельности человека. Не является исключением и система пассажирских перевозок. В ряде городов России уже ведется работа в этом направлении, но она не повсеместна и учитывает разные аспекты перевозок пассажиров. Так, например, в Челябинске вводится онлайн-расписание общественного транспорта – это система интернет-сервиса для пассажиров. На сайте размещено расписание движения некоторых маршрутов троллейбусов, трамваев и автобусов Челябинска. Недостатком системы является то, что в настоящее время она работает в тестовом режиме и предоставляет возможность следить лишь за несколькими маршрутами [1]. Так же на сервисе «Яндекс.Расписания» разработан простой формат расписаний транспорта (ПФРТ). Формат предназначен для описания данных о расписании движения пригородного и междугородного автомобильного транспорта [2].

Общими недостатками этих и многих других систем являются:

- отсутствие поиска оптимального маршрута между заданными остановками;
- отсутствие рассылки e-mail сообщений об изменениях маршрутов.

Использование web-системы информирования населения о движении общественного транспорта позволяет получить полную информацию о рейсах, их расписании для экономии времени пассажиров, наладить обратную связь для увеличения эффективности работы автотранспортного предприятия. Указанные причины обуславливают актуальность данного проекта.

Целью создания web-системы информирования населения о движении общественного транспорта является увеличение эффективности работы по оптимизации расписания движения общественного транспорта и своевременное оповещение жителей о любых изменениях в маршрутах по средствам e-mail сообщений.

Разрабатываемая онлайн-система, представляется в виде сайта, основными функциями которого являются:

- доступ пользователей сети Интернет к рейсам и расписанию движения городского и пригородного транспорта;
- автоматическая загрузка и обновление информации на сайте информации о маршрутах, времени движения и остановочных пунктах общественного транспорта;
- составление оптимальных маршрутов от начальной до конечной остановок, заданных пользователем;

- оповещение зарегистрированных пользователей по средствам e-mail сообщений об изменениях в расписании, маршруте интересующего рейса и появлении новых рейсов.

Загрузка данных на сайт будет осуществляться в удобном для сотрудников транспортных компаний формате.

В результате внедрения системы жителям города будет доступна своевременная и полная информация о движении общественного транспорта и увеличится эффективность работы транспортных предприятий.

Список литературы:

1) Скрипов А. В Челябинске появилось онлайн-расписание общественного транспорта. Москва, Российская газета: сайт. Москва, 2012. URL: <http://www.rg.ru/2011/10/17/reg-urfo/raspisanie-anons.html> (дата опубликования 17.10.2011).

2) Простой формат расписаний транспорта. Яндекс.Расписания: сайт. URL: <http://rasp.yandex.ru/info/simpleformat> (дата посещения 2.03.2012).

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВЕДЕНИЯ УГОЛОВНЫХ ДЕЛ С ЦЕЛЬЮ СОКРАЩЕНИЯ ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ**

Бондарева И. А.

Научный руководитель Несбытнов А. Е.

На сегодняшний день в нескольких информационных базах МВД РФ хранится информация о сотнях тысяч отпечатков пальцев рук, о тысячах орудиях преступлений и нарезном оружии, а также о личностях преступников. На техническое оснащение органов внутренних дел выделяются небольшие суммы. Вопрос создания универсальной, единой федеральной базы данных уголовных дел, пришедших бы на смену имеющимся разрозненным базам данных остаётся актуальным и по сей день. В условиях научно-технического прогресса от скорости получения информации зависит, будет ли преступление раскрыто вообще. Таким образом, тема автоматизации ведения уголовных дел является актуальной.

Целью работы является разработка автоматизированной системы ведения уголовных дел для отделения ОВД по Быковскому району с целью сокращения времени обработки данных.

В результате внедрения системы должны быть реализованы следующие задачи:

- повышение производительности работы за счёт сокращения времени обработки данных, возможности организации работы по сети;
- создание отдельных приложений для выполнения определённых задач;
- удобство хранения и обработки информации каждого дознавателя/следователя;
- сокращение времени на формирование отчётов.

В процессе предпроектного исследования было рассмотрено четыре подобных системы: «Комплексная система управления дежурными частями ГРУОВД» (КАСУ ГРУОВД), «АРМ следователя» (ОВИОНТ ИНФОРМ), «Аргус следователь», «АРМ следователя» (Technical Sovt Group).

Наиболее близким аналогом является система «АРМ следователя» Technical Sovt Group. В числе её недостатков:

- 1) не используется web-интерфейс;
- 2) слабые механизмы контроля действий пользователя, отсутствуют интерактивные подсказки, не учитывается возможность низкого навыка пользования ПК у полицейских;
- 3) в документах не в полной мере используются мультимедийные данные (изображения, видео и пр.).

Предлагаемая система реализована на базе двухуровневой архитектуры «клиент-сервер», сервер представлен СУБД MySQL 5.1, клиентский уровень образуют Win-приложения начальника и дознавателя/следователя.

Система состоит из четырех основных модулей:

- модуль «Вещественные доказательства»;
- модуль «Допрос подозреваемого»;
- модуль «Характеризующий материал»;
- модуль «Уголовные дела».

И трёх вспомогательных модулей:

- модуль печати;
- модуль сохранения информации;
- модуль загрузки информации.

Модули системы взаимодействуют между собой посредством разделяемой памяти. Управляющие команды ко всем модулям поступают от пользователя через (web-интерфейс). Взаимодействие интерфейса клиента и серверного компонента системы осуществляется при помощи протокола HTTP. Извлечение, удаление, обновление и добавление данных в базу данных осуществляется при помощи SQL-запросов, формируемых модулями сохранения и загрузки информации. Модуль печати предназначен для формирования и печати отчётов, генерируемых системой. Общий принцип взаимодействия модулей системы: запрос пользователя при помощи web-интерфейса передается какому-либо модулю. Далее, этот модуль при помощи модулей сохранения/загрузки информации обращается к базе данных системы и возвращает результаты запроса обратно web-интерфейсу, формирующему графическое представление результата в понятном для пользователя виде.

Схема структуры системы представлена на рисунке 1.

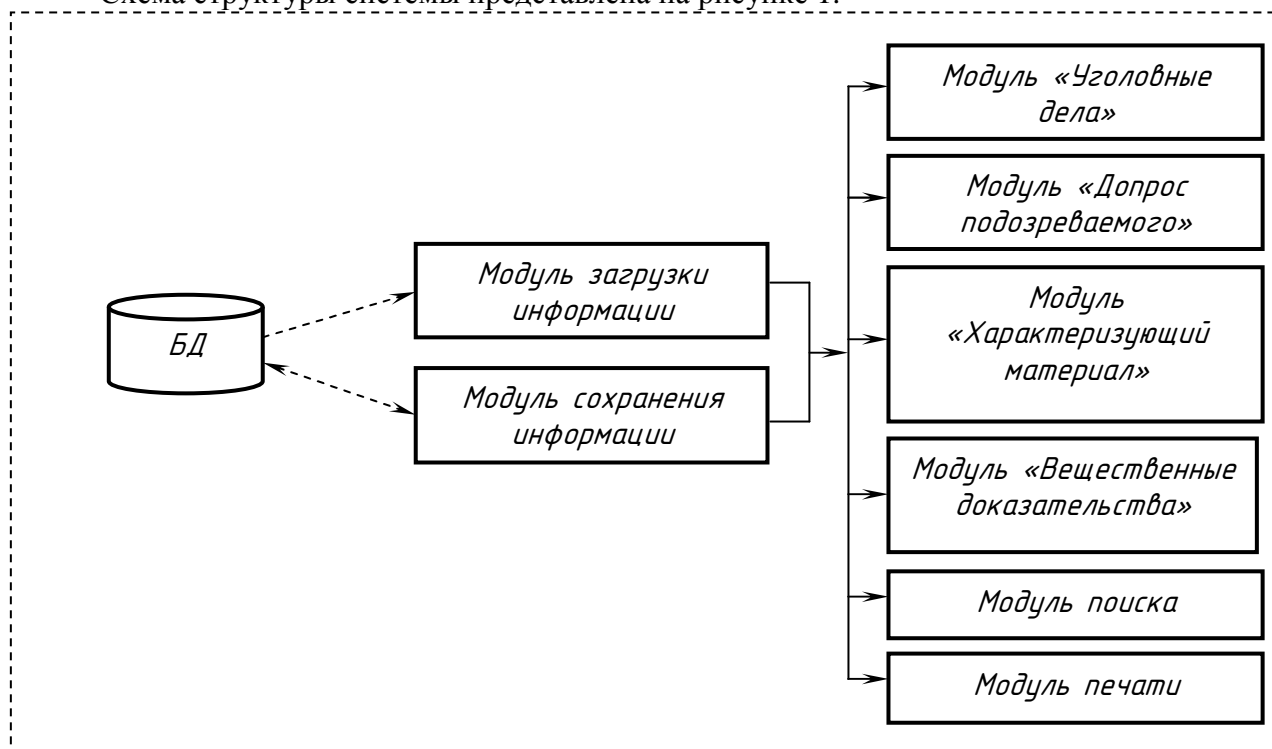


Рисунок 1 — Схема структуры системы

Данная система разработана для ОВД по Быковскому району с целью сокращения времени обработки данных и может использоваться в любых подразделениях дознания/следствия вне зависимости от статуса подразделения, осуществляющего расследование уголовных дел в системе МВД.

На данный момент «Автоматизированная система ведения уголовных дел» внедрена в ОВД по Быковскому району с 23.04.2012 года.

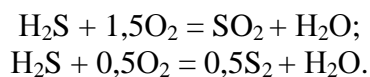
## **АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ РЕКУПЕРИРОВАННОЙ СЕРЫ НА ОАО «ВОЛЖСКИЙ ОРГСИНТЕЗ»**

Е.Ю. Абраменкова ассистент Волжский Политехнический институт;  
А.С. Гольцов заведующий кафедрой Волжский Политехнический институт; Д.А.  
Качегин Инженер по автоматизации ОАО "Волжский Оргсинтез";  
А.А. Силаев доцент Волжский Политехнический институт.

При производстве сероуглерода на ОАО «Волжский Оргсинтез» используется замкнутый цикл: производство сероуглерода сопровождается выделением побочного продукта сероводорода, который используется для рекуперации серы, которая является сырьём для производства сероуглерода. Таким образом, рекуперация серы является важной составной частью производственных процессов на ОАО «Волжский Оргсинтез».

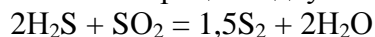
Рекуперация серы на происходит с помощью усовершенствованного метода Клауса, который состоит из двух ступеней: термической и каталитической.

Термическая ступень процесса Клауса протекает в топке котла–утилизатора, где происходит частичное сжигание сероводорода (около 1/3 от подаваемого количества) при недостатке воздуха до двуокиси серы (SO<sub>2</sub>) и жидкой серы. Термическая ступень процесса представлена реакциями:



Основным показателем термической ступени стадии рекуперации серы является модальное соотношение H<sub>2</sub>S/ SO<sub>2</sub>, равное двум.

Каталитическая ступень процесса рекуперации протекает на катализаторе (активированный глинозем или катализатор алюмоксидный для процесса получения серы) в конверторах. Здесь оставшийся сероводород (остальные 2/3 от подаваемого количества) реагирует с образовавшейся на первом этапе процесса двуокисью серы по реакции:



Газовые отходы стадии рекуперации серы поступают в печь конечного сжигания, откуда продукты горения поступают в дымовую трубу.

Контроль и регулирование технологических параметров стадий и узлов производства рекуперированной серы ведется посредством автоматизированной системы управления (АСУТП), на мониторы которой выведены контролируемые параметры, сигнализации по максимальным и минимальным значениям параметров, сигнализации о срабатывании блокировок.

Для осуществления реакции горения сероводорода в топке котла – утилизатора в топку подается воздух в определенном соотношении с сероводородом. Соотношение «воздух : сероводород» должно быть подобрано таким образом, чтобы обеспечить сжигание 1/3 части поданного сероводорода до сернистого газа.

Значение соотношения «воздух : сероводород» зависит от следующих переменных факторов:

- состава, давления и температуры сероводорода;
- давления, температуры и влажности воздуха.

Насколько оптимально подобрано соотношение объема подаваемого воздуха к объему сероводорода, можно судить по результатам анализа состава газового потока после конденсатора серы, а именно по отношению объемной доли сероводорода к объемной доле сернистого газа:

$$R = \frac{\text{объемная доля } H_2S, \%}{\text{объемная доля } SO_2, \%};$$

где R – показатель соотношения.

Оптимальная величина R должна быть равна 2,00, если R более 2,00, то это свидетельствует о недостаточной подаче воздуха на горение, а если R менее 2,00, то это говорит об избытке воздуха.

Для определения оптимального соотношения «сероводород:воздух» рассчитывают теоретическое количество воздуха, которое должно подаваться на стадию рекуперации в зависимости от величины расхода сероводорода. Фактическое значение количества подаваемого воздуха не должно отличаться от теоретического больше чем на 10% и это есть задание на регулятор.

Таким образом, определение оптимального соотношения между сероводородом и воздухом рассчитывается теоретически. Уточнение оптимального соотношения происходит два раза в смену по результатам анализа состава газового потока после конденсатора серы. То есть, система автоматического регулирования обладает большим запаздыванием и не обеспечивает оптимального управления в автоматическом режиме.

Дальнейшие исследования технологического процесса производства рекуперированной серы направлены на определения зависимости оптимальных условий протекания реакции Клауса от температуры в котле–утилизаторе. Это должно привести к уменьшению запаздывания и проведения реакции Клауса в более оптимальных условиях с учетом переменных факторов.

## **АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ**

Кокарев А.А., Костин В.Е., Силаев А.А.

В настоящее время основными источниками света в системах внутреннего освещения являются люминесцентные лампы и лампы накаливания. Потери электроэнергии при использовании люминесцентных светильников связаны либо с несвоевременным отключением освещения, либо с использованием избыточного искусственного освещения на фоне достаточной естественной освещенности. Наиболее остро проблемы экономии электроэнергии стоят в общественных учреждениях, где четкая персональная ответственность и материальная заинтересованность в экономии электроэнергии трудно реализуемы. Значительное повышение эффективности использования электроэнергии возможно при автоматизации управления освещением.

За счет замены лампы накаливания на светодиодные, стало возможно использовать специальные датчики для экономии энергии. Это позволило использовать адаптивное освещение, что является энерго эффективным.

До внедрения системы освещения на основе светодиодов, использовались лампы накаливания которые приходилось включать и выключать для экономии электроэнергии. Такое освещение является не энергоэффективной, а так же не надежным, за счет того, что ресурс работы ламп накаливания достаточно мал. (на рисунке 1 представлена структурная схема системы адаптивного освещения.)



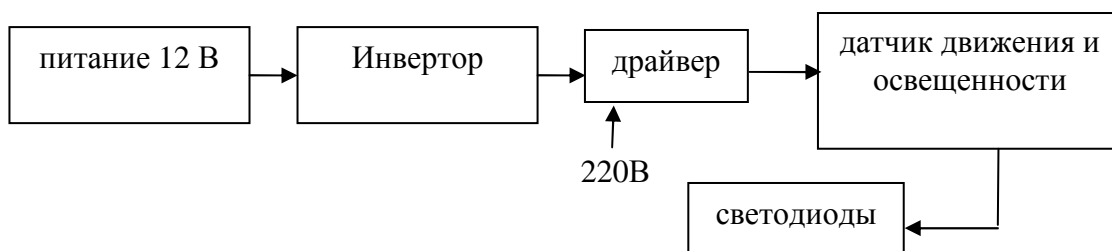


Рисунок 2.1 структурная схема системы освещения.

В структурной схеме представлены: питание 12 В постоянного тока, исходный ток.

Инвертор - служит для преобразования энергии с 12В на 220В, что бы уменьшить потерю тока на проводах, а так же что бы использовать внешнюю сеть как резервное питание.

Датчик движения - включает систему, когда кто либо открывает дверь, и выключает ее когда нет движение больше заданного времени.

Драйвер - (блок питания для светодиодов) нужен для перевода электроэнергии с 220В на 12В, которое требуется для выбранных нами светодиодных светильников.

Тем самым мы выбрали оборудование и систему управления автоматическим локальным освещением, а так же повысили надежность системы, за счет перехода на 220В, что означает что в случае выхода из строя автономной системы, можно будет запитывать систему освещения от сети 220В. На рисунке 2 представлен график потребления электроэнергии на нужды освещения, до внедрения системы и после.

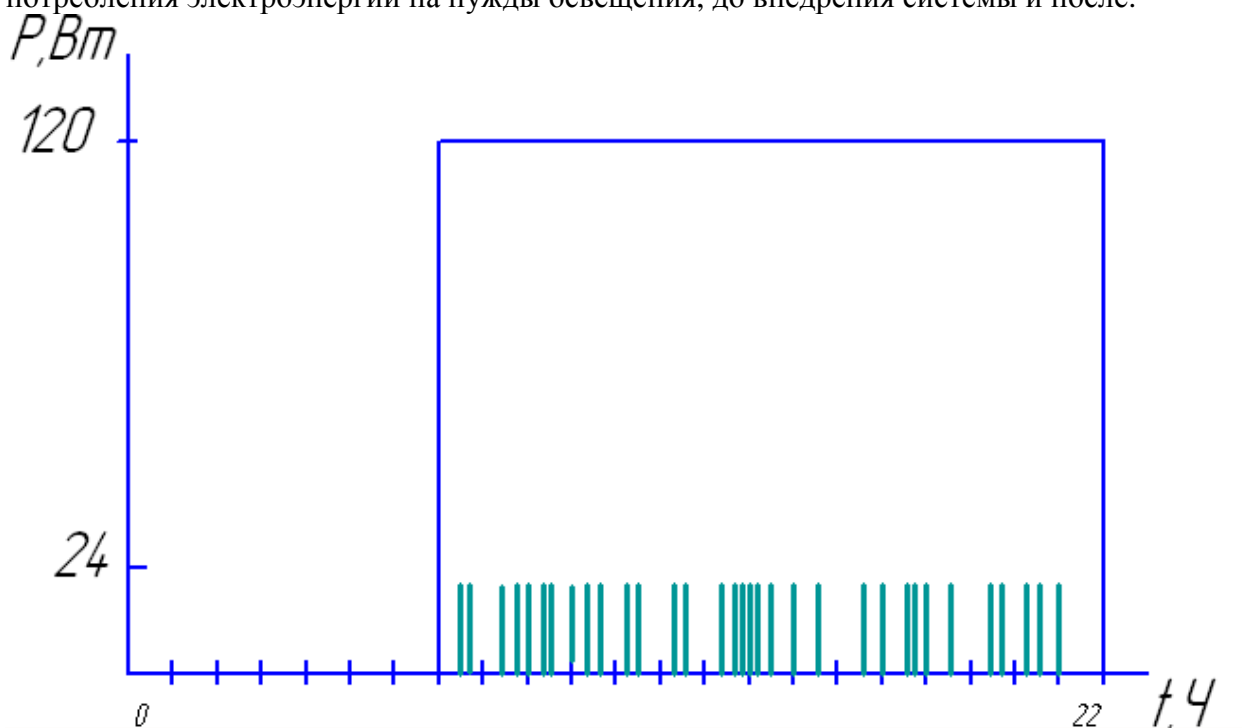


Рисунок 2 верхняя линия потребление электроэнергии системой освещения на лампах накаливания, нижняя прерывистая электропотребления на нужды освещения с помощью адаптивной системы освещения.

Существенным преимуществом светодиодного освещения, кроме низкого энергопотребления, являются отсутствие инерции: они выходят на полную яркость практически мгновенно, и высокая долго- вечность: срок их службы — 100 000 часов.

Для сравнения: лампа накаливания имеет ресурс порядка 1000 часов и в 10 раз большее энергопотребление, а в режиме частого включения и выключения ресурс может быть ещё в несколько раз меньше. Современные энергосберегающие лампы - инерционны, для выхода на полную яркость требуется несколько десятков секунд, срок их службы:

8000–10 000 часов. Если раньше, в не имеющем естественного освещения, входном тамбуре горели постоянно две лампы накаливания по 60 Вт / ч. каждая, то с 7 часов утра до 9 часов вечера потреблялось на освещение 1,2 кВт. Теперь система освещения вместе с датчиком движения потребляет 24 Вт / ч., а, с учётом автоматического отключения, время работы осветителей снизилось, примерно, в три раза. Следовательно, потребление электроэнергии уменьшилось в 12 раз.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОЛУЧЕНИЯ АНИЛИНА НА СТАДИИ РЕКТИФИКАЦИИ И РАЗГОНКИ СМОЛЫ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

Кочерева М.А., Савчиц А.В.

В последнее время очень остро встали проблемы повышения и стабилизации качества выпускаемой продукции, а также экономии энергетических ресурсов, которые в условиях промышленного производства могут быть решены путем совершенствования технологических процессов и систем управления ими.

В проекте рассмотрен технологический процесс получения анилина на стадии ректификации. Конечным продуктом является анилин высшего и первого сорта. Анилин — один из наиболее широко применяемых в технике полупродуктов. Он имеет большое значение в производстве более сложных промежуточных продуктов, красителей, химических добавок к полимерам, фармацевтических препаратов, пестицидов и др.

Применяемые в проекте по получению анилина на стадии ректификации и разгонки смолы технические решения, базировались на современной технике в области автоматизации технологических производственных процессов. Для реализации системы управления, предлагаемой в данном проекте, использовался промышленный контроллер КР-500.

Ввиду того, что процесс получения анилина на стадии ректификации и разгонки смолы является взрывоопасным производством, то использовались приборы во взрывоопасном исполнении и установлены барьеры искрозащиты. Также в проекте были применены устройства плавного пуска и частотные преобразователи. Применялись устройства плавного пуска для постепенного запуска и остановки двигателя, что позволило во время запуска удерживать параметры двигателя в безопасных пределах. Это снизило вероятность перегрева двигателя, устранило рывки в механических приводах, что, в конечном итоге повысило срок службы и электродвигателя и привода. Частотные преобразователи использовались также для постепенного запуска и остановки двигателя, а также для его управления.

Объектом управления был выбран трубчатый теплообменник.

Для нахождения передаточной функции объекта управления было использовано уравнение материального баланса. И далее построена кривая переходного процесса.

Передаточная функция объекта управления имеет вид:

$$W(p) = \frac{0.141}{1825.85 \cdot p^2 + 112.6 \cdot p + 1}$$

Для нахождения оптимальных параметров регуляторов, был использован аналитический метод.

Исходя из результатов, полученных по переходным процессам САУ для данного объекта управления, можно утверждать, что наиболее оптимальным регулятором для исходной кривой разгона является ПИ – регулятор, рассчитанный аналитическим методом, так как у ПИ-регулятора статическая погрешность меньше чем у ПИД-регулятора.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что система управления процессом получения анилина на стадии ректификации и разгонки смолы, созданная на базе микропроцессорной техники с использованием современного оборудования в области автоматизации технологических производственных процессов, будет удовлетворять заданным требованиям.

## **РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТОТНЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ С ПОМОЩЬЮ КОНТРОЛЛЕРА ОВЕН ПЛК 110**

Бурцев А. Г., Мельников А. В.

В аудиториях кафедры ВАЭиВТ практически отсутствуют стенды по исследованию систем управления технологическими механизмами с верхним уровнем. Поэтому разработка стенда с цифровой системой управления частотными электроприводами посредством ПЛК с визуализацией на ЭВМ является актуальной задачей.

При разработке лабораторного стенда использовалось следующее оборудование:

- промышленный контроллер ОВЕН ПЛК 110;
- модули аналогового ввода МУ110-8И и аналогового вывода МВ-110-8А;
- преобразователь частоты Веспер Е2-8300;
- преобразователь частоты Micromaster Vector;
- ЭВМ;
- асинхронные двигатели мощностью 1,5 кВт и 0,35 кВт.

Используемые устройства имеют набор дискретных и аналоговых входов и выходов, а также интерфейсов обмена данными (RS-485, RS-232, Ethernet, USB). Разработана структурная схема стенда (рис. 1). Связь между ЭВМ и ОВЕН ПЛК 110 реализована по интерфейсу Ethernet. Дополнительно имеется возможность управления ПЧ1 Веспер Е2-8300 по интерфейсу RS-232 напрямую от ЭВМ. ПЛК ОВЕН 110 по интерфейсу RS-485 (Modbus) взаимодействует с модулями аналогового ввода и вывода. В качестве аналоговых сигналов используется унифицированные сигналы 4-20 мА. В качестве дискретных сигналов используются сигналы 24 В.

Параметрирование преобразователей частоты, модулей ввода/вывода произведено в соответствии с инструкциями по эксплуатации. Также заданы настройки и адреса для работы в сети RS-485.

ПО для ПЛК было разработано в среде CoDeSys v 2.3, являющейся бесплатно распространяемой средой программирования логических контроллеров поддерживающих пять языков стандарта МЭК 61131-3.

Разработанное ПО позволяет дистанционно:

- управлять запуском/остановом, реверсом двигателей с помощью дискретных команд;
- визуализировать дискретные события, принимаемые с ПЧ;
- управлять заданием скорости двигателей;
- контролировать на трендах изменения электрических параметров двигателей.

Разработанный стенд позволяет проводить комплекс лабораторных работ по дисциплине «Автоматизированный электропривод» по направлениям подготовки бакалавров «Автоматизация и управление» и магистров «Автоматизация технологических процессов и производств».

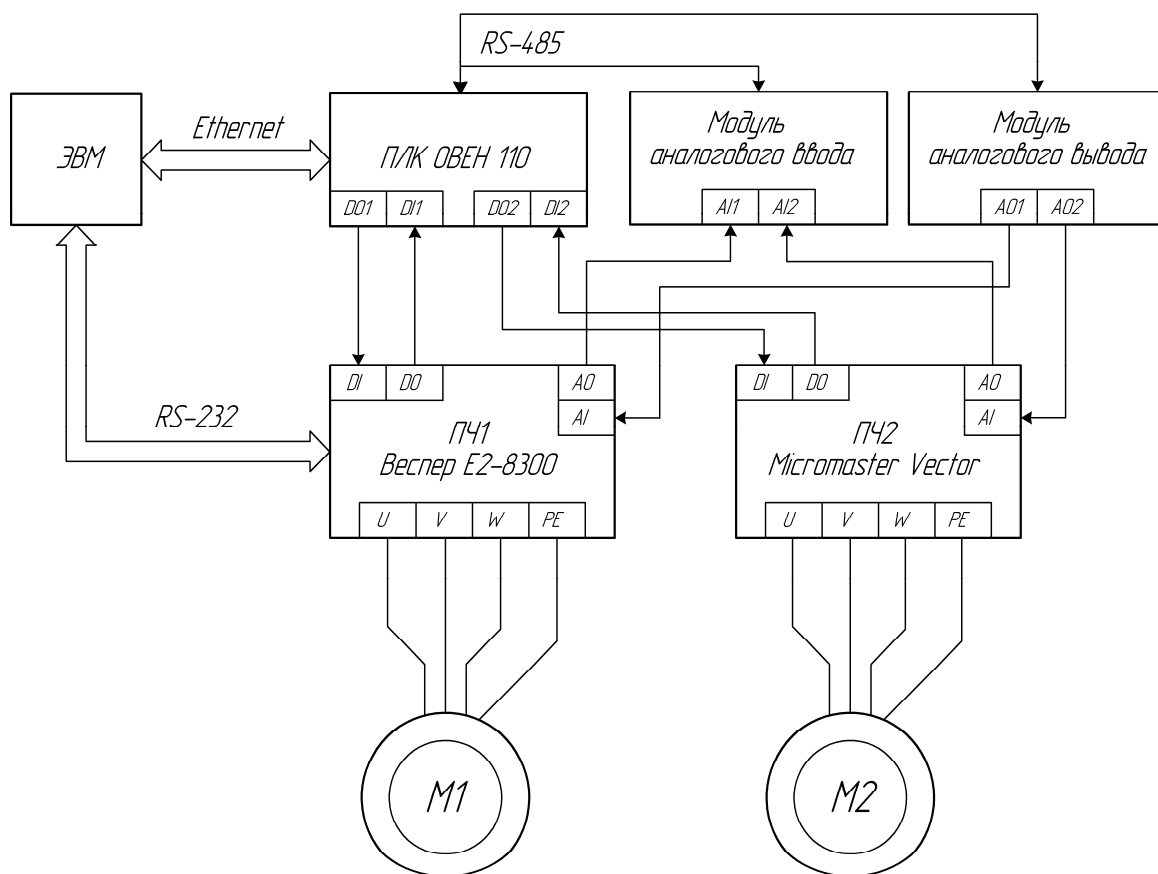


Рисунок 1 – Структурная схема лабораторного стенда

## МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕЧЬЮ С ШАГАЮЩИМИ ПОДАМИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

студент гр. ВХА – 450. Михайлов А.В.

В настоящее время развитие мировой черной металлургии отмечено двумя основными тенденциями: повышением качества металлопродукции и снижением удельных материально-сырьевых и энергетических затрат при ее производстве. В Российской Федерации эти проблемы обострены вдвойне, так как по сравнению с передовыми зарубежными странами удельные расходы этих ресурсов значительно выше.

Одним из путей достижения этих целей является использование технологии скоростного (радиационно-струйного) нагрева, которая позволяет интенсифицировать тепловую работу при нагреве материалов и улучшить технико-экономические показатели работы печи.

Принцип технологии основан на принудительном распределении тепловых потоков в рабочем пространстве печи за счёт скоростных факелов горелок. Эффективность технологии достигается за счет оптимизации аэродинамических, тепловых и химических процессов горения топлива.

Результаты промышленного применения радиационно-струйного нагрева на различных типах промышленных печей показали значительные преимущества нового способа нагрева:

- сокращение удельного расхода топлива на 20 ÷ 30 %;

- снижение времени нагрева и как следствие получение резерва для увеличения производительности промышленной печи;
- повышение качества нагрева (высокая температурная равномерность  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ );
- снижение температуры в рабочих зонах печи;
- сокращение капитальных и эксплуатационных затрат на строительство (реконструкцию), обслуживание промышленной печи;
- снижение вредных по СО (*Окись углерода*) и NOx (*Окислы азота*) в 2,5 раза ниже норм РФ и в 1,5 раза ниже экологических норм "Голубой ангел" ЕС.

Срок окупаемости затрат на реконструкцию составляет в среднем от 0,5 до 1,5 года.

Другим наиболее эффективным способом экономии является частотный преобразователь (или частотно-регулируемый электропривод) – это статическое преобразовательное устройство, предназначенное для изменения скорости вращения асинхронных электродвигателей переменного тока.

Можно выделить типовые механизмы, эксплуатационная и экономическая эффективность которых значительно увеличивается при внедрении частотных преобразователей и систем автоматизации на их базе:

- насосы, вентиляторы, дымососы;
- конвейеры, транспортеры;
- подъемники, краны, лифты и др.

В промышленно развитых странах уже практически невозможно найти асинхронный электродвигатель без преобразователя частоты. Несмотря на кажущуюся значительную стоимость современных преобразователей, окупаемость вложенных средств за счёт экономии энергоресурсов и других составляющих эффективности не превышает в среднем 1,5 лет. Это вполне реальные сроки, а учитывая многолетний ресурс подобной техники, можно подсчитать ожидаемую экономию на длительный период и принять правильное решение.

Самая привлекательная особенность этого оборудования заключается в том, что оно представляет из себя один из наиболее выгодных объектов для инвестирования средств предприятия.

С одной стороны, инвестируя средства в преобразователи частоты для своего производства, предприятие гарантированно возвращает эти средства за период срока окупаемости, а в последующие 15-20 лет предприятие просто получает чистую прибыль. С другой стороны, сделанные инвестиции ни на минуту не покидают пределов вашего предприятия.

При использовании преобразователя частоты появляются следующие технические возможности:

- регулирование скорости от нуля до номинальной и выше номинальной
- плавный разгон и торможение
- ограничение тока на уровне номинального в пусковых, рабочих и аварийных режимах
- увеличение срока службы механической и электрической частей оборудования
- высвобождается некоторое оборудование
- монтаж частотного преобразователя возможен в стандартной ячейке распределительного устройства на месте высвобождаемого оборудования

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ И ПОЛУЧЕНИЯ ЗАЯВОК НА ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИЕЙ ООО «РЦ ТЕХНОТАЙР» С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И СВОЕВРЕМЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ**

А. А. Скулаченко, ВИЗ-671

Консультант проекта доцент Силаев А. А.  
Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ

Целью данной работы является разработка автоматизированной системы подачи и получения заявок на выполнение работ электротехнической лабораторией ООО «РЦ Технотайр» с целью повышения качества и своевременности выполнения работ.

В настоящий момент каждый из обслуживаемых заводов подает график выполнения плановых работ на каждый следующий год, и детализировано на каждый следующий месяц. Подача экстренных заявок происходит по телефону начальнику смены электротехнической лаборатории от начальников смен предприятий ОАО «ЭКОС-Волга», ОАО «Волтайр-Пром» и ОАО «Сибур-Волжский». Заявки могут подаваться лицами, утвержденными приказом «О назначении лиц, имеющих право на выполнение обязанностей» в соответствии с требованиями МП по ПОТРМ-016-2003. Начальник смены лаборатории фиксирует заявку в журнале и согласовывает ее с соответствующими лицами. В конце месяца формируется акт выполненных работ по каждому из предприятий, содержащий сведения об объектах, наименованиях выполненных работ, и количестве сотрудников, принимавших участие в работе. Составление данного акта не автоматизировано, что влечет за собой ошибки в последующих подсчетах стоимости выполненных работ. По сформированным документам остаются неизвестными сотрудники лаборатории, выполнившие работы.

Разрабатываемая система ориентирована на решение следующих задач:

- 1) автоматизация подачи заявок на экстренное обслуживание;
- 2) автоматизация механизмов планирования выполнения работ;
- 3) ведение единой базы данных;
- 4) поддержка удаленного доступа к системе;
- 5) оптимизация работы электротехнической лаборатории;
- 6) автоматизация составления актов выполненных работ.

Разрабатываемая система имеет трёхуровневую архитектуру представленную на рисунке 1. Реализация статичных страниц и шаблонов д используется язык разметки HTML и каскадные таблицы стилей CSS. Реализация динамических страниц и содержимого выполнена с использованием языка программирования PHP. Интерактивные элементы клиентской части используют язык JavaScript.

Система включает в себя модули сотрудники , планирование, заявки, управление, формирование документов.

Разрабатываемая система может также быть применена и в других организациях после незначительной переконфигурации базы данных для соответствия ее содержимого состоянию инфраструктуры и внутренним процессам организации.

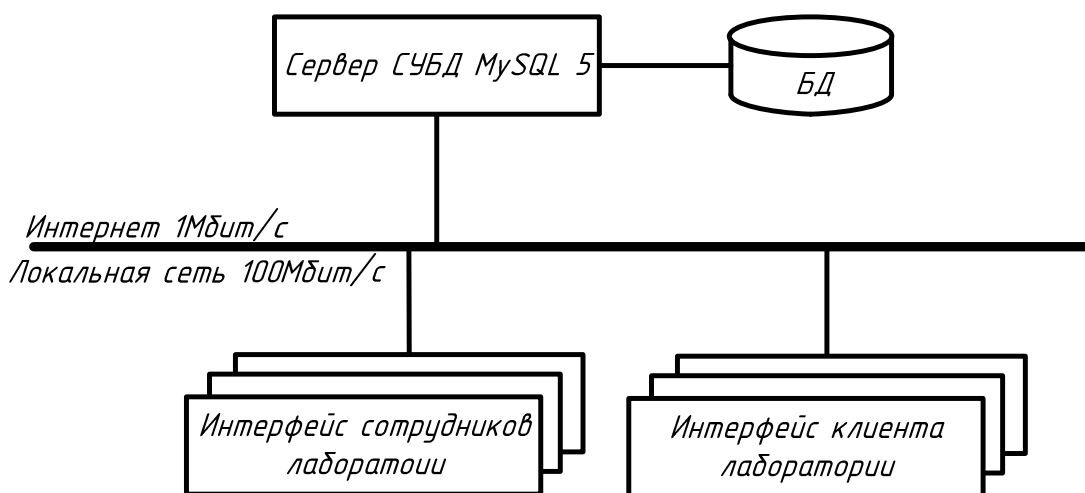


Рисунок 1 – Схема архитектуры системы обработки заявок

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И УЧЁТА ПРОИЗВЕДЁННОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОАО «ВПЗ» С ЦЕЛЮ СОКРАЩЕНИЯ ЗАТРАТ НА ОФОРМЛЕНИЕ СОПРОВОДИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

А. П. Назарова А. Е. Несбытнов

В настоящее время «Волжский подшипниковый завод» входит в состав «Европейской подшипниковой корпорации»-машиностроительной компании, которая является крупнейшим производителем подшипников в России. В последние несколько лет ОАО «ВПЗ» активно сотрудничает с зарубежными партнёрами, в связи с этим на предприятии требуется высокий уровень автоматизации. На заводе на данный момент автоматизированы не все процессы производства. Основные трудности возникают с ведением сопроводительной документации производственного процесса в электронном виде. В настоящее время на электронных носителях хранятся отсканированные копии бумажных документов, в жестко структурированном виде, который тем не менее не позволяет осуществлять удобную навигацию и быстрый поиск необходимых документов. Формирование и заполнение всех сопроводительных документов производится вручную, оценка качества работ отдельных сотрудников затруднена.

Поэтому предлагается наиболее трудоемкие задачи учета производства подшипников объединить в систему полностью или частично автоматизирующую этот процесс, это позволит увеличить контроль над качеством и количеством продукции и снизить трудоёмкость ведения сопроводительной документации.

Целью данной работы является разработка автоматизированной системы учета производства подшипников на предприятии ОАО «ВПЗ» для понижения трудоемкости ведения сопроводительной документации.

Для достижения данной цели нужно решить следующие задачи:

- 7) ведение базы данных пользователей системы (сотрудники, контролеры, кладовщики, мастера цехов);
- 8) автоматизированное составление производственной документации;
- 9) автоматизированное движение сопроводительной документации по производственным этапам;
- 10) автоматизированная оценка качества работы сотрудников;
- 11) генерация пакетов отчетных документов.

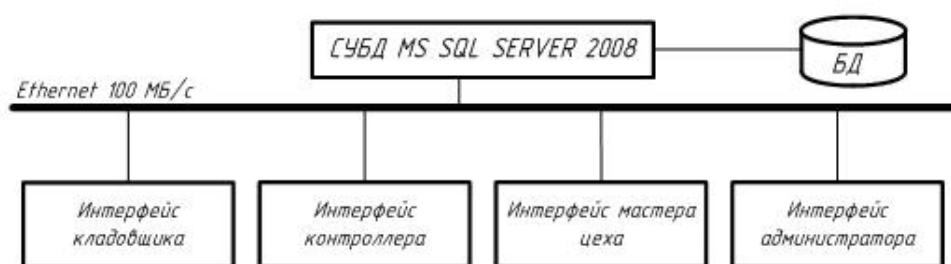
После анализа существующих систем, принято решение построения системы с учетом специфики деятельности организации.

Для доступа к данным будет использована СУБД Microsoft SQL Server, поскольку на предприятии уже установлена данная платформа и имеются клиентские лицензии.

Средой программирования была выбрана Microsoft Visual Studio 2010 Express Edition, языком программирования — C#.

Архитектура данной системы показана на рисунке 1. Сервер СУБД непосредственно взаимодействует с базой данных, определенной в системе. Клиентское приложение, в зависимости от типа вошедшего в систему пользователя определяет предоставляемый интерфейс и наделяет пользователя правами доступа в соответствии с настройками должностей в базе данных. Интерфейс администратора предоставляет полные права пользователю системы. Все элементы системы взаимодействуют между собой по локальной вычислительной сети.

Рис.1



При вычислении технико-экономических показателей, получили, что срок окупаемости капиталовложений будет 0,49 года и можно сделать вывод об целесообразности внедрения данной системы.

## АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ВНЕШНИМ СЕТЕВЫМ ТРАФИКОМ ПРИ НАЛИЧИИ НЕСКОЛЬКИХ КАНАЛОВ ДОСТУПА К ГЛОБАЛЬНОЙ СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Е. С. Пехота

В настоящее время многие малые и средние предприятия имеют два или более сетевых каналов доступа в Интернет. Чаще всего один из каналов используется как основной, а другой — в качестве резервного. Для того, чтобы обеспечить пользователей бесперебойным доступом в Интернет и повысить производительность сети, необходимо равномерно распределить нагрузку между каналами и реализовать автоматическое переключение на рабочий канал в случае отказа одного из них.

Существует множество сетевых устройств и программ для управления сетевым трафиком, но большинство из них работает только под управлением операционных систем семейства Windows и, как правило, являются дорогостоящими. В данной ситуации актуальна разработка автоматизированной системы управления трафиком, не зависящей от операционной системы и сетевого оборудования.

Целью разработки является обеспечение предприятия бесперебойным доступом в Интернет. Для достижения данной цели ставятся следующие задачи:

- 1) обеспечение высокой производительности сети;
- 2) обеспечение низкого уровня задержек;
- 3) равномерное распределение нагрузки между каналами;
- 4) снижение себестоимости разрабатываемого программного обеспечения.

Для обеспечения низкого уровня задержек необходимо классифицировать сетевой трафик



по приоритетам. Для этого были рассмотрены алгоритмы управления трафиком посредством очередей: приоритетное обслуживание (Priority Queuing), взвешенные настраиваемые очереди (Weighted Queuing), взвешенное справедливое обслуживание (Weighted Fair Queuing). Сравнительный анализ данных алгоритмов показал, что наиболее приемлемым для разрабатываемой системы является алгоритм взвешенного справедливого обслуживания, который был взят за основу алгоритма распределения трафика по типу. Разработанный алгоритм сортирует сетевые пакеты, учитывая три уровня приоритета: приоритет класса трафика, приоритет пользователя и приоритет сетевого ресурса, к которому обращается пользователь.

Для равномерного распределения нагрузки между каналами были проанализированы алгоритмы балансировки трафика: алгоритм переполнения (Spillover), циклический взвешенный алгоритм (Weighted Round Robin), правило менее загруженной очереди (Least Load First). В качестве основы алгоритма выбора сетевого канала был выбран алгоритм менее загруженной очереди.

Практическая ценность разработки заключается в снижении стоимости управления сетевым трафиком за счет использования бесплатного программного обеспечения и в повышении качества работы сети.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ЗАГРУЗКИ РЕАКТОРА В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ БУТИЛОВОГО КСАНТОГЕНАТА КАЛИЯ НА СТАДИИ СМЕШЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАЕМ СТАНДАРТА МЭК**

Алиев А. Р.

Научный руководитель Савчиц А. В.

Получение бутилового ксантогената калия (БКК) основано на смешивании бутилового спирта, щёлочи, сероуглерода и воды. Загрузка этих компонентов осуществляется последовательно. После загрузки всех компонентов начинается перемешивание реакционной смеси в течение определённого времени. Но для того чтобы этот процесс выполнялся последовательно, без участия человека необходимо чтобы управляющий контроллер смог реализовать последовательность действий для выполнения данной операции.

Для выполнения этой задачи была написана программа, реализующая выполнение прописанных в её коде действий.

Программирование контроллера *ICP DAS I8411* осуществляется как на языке верхнего уровня *C++*, так и при помощи интегрированной информационной *SCADA* системы *TRACE MODE*.

В данной статье описана программа, составленная в *TRACE MODE*. В качестве языка программирования выбран язык последовательных функциональных схем (*SFC*) стандарта МЭК 6 - 1131/3.

Программа управления процессом загрузки компонентов и последующим перемешиванием состоит из 15 шагов и 14 переходов. Каждый шаг состоит из действия или последовательности действий, выполнение которых начнётся лишь при условии, выполненном в переходе.

Пример программы для операции загрузки бутилового спирта (БС) приведён на рисунке 1. В данном случае открытие отсечного клапана и запуск насоса подающего БС произойдёт лишь в том случае, если условие в первом переходе будет верно, то есть если будет нажата кнопка запуска процесса.



Рисунок 1 – Программа для операции загрузки бутилового спирта

При запуске процесса, поступит сигнал на открытие отсечного клапана и на запуск насоса. В момент загрузки БС в реактор, информация поступающая с счётчика–расходомера в контроллер о текущем загруженном количестве БС будет сравниваться в программе с условием второго перехода. Если условие второго перехода будет верно, то есть количество загруженного БС будет больше или равно заданному количеству, то выполниться второй шаг. На отсечной клапан и насос поступит сигнал закрытия и останова.

Таким же образом выполняется загрузка остальных компонентов. Код программы написан на языке *ST* и имеет следующую структуру:

```
SFC_TRANSITION "Кнопка запуска процесса нажата" FROM( INITIAL_STEP ) TO( STEP_1 )
```

```
VAR_INPUT Кнопка_запуска_процесса : BOOL; END_VAR
```

```
VAR_OUTPUT Клапан_БС : BOOL; END_VAR
```

```
VAR_OUTPUT Насос_БС : BOOL; END_VAR
```

```
VAR_INPUT Счётчик_Расходомер_БС : REAL; END_VAR
```

```
VAR Количеств_БС : REAL; END_VAR
```

```
Кнопка_запуска_процесса
```

```
Насос_БС :=true;
```

```
Клапан_БС :=true;
```

```
Количеств_БС >= 5812
```

```
Клапан_БС :=false;
```

```
Насос_БС :=false;
```

```
END_SFC_TRANSITION
```

Готовая и отлаженная программа загружается в контроллер. Необходимыми файлами для загрузки программы в контроллер *I8411* являются: *dodef.cfg*, *имя\_узла.dbc*, *микроMPB.exe*.

Таким образом, написание программы является неотъемлемой частью при автоматизации технологических процессов. Программа, написанная на языках *SFC+ST* является легко читабельной и может быть быстро отредактирована для выполнения других операций.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ГРУППЫ ПЛАВИЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Бурцев А.Г., Субботин Н.С.

На ОАО "Волжский абразивный завод" карбид кремния получают в печах сопротивления периодического действия методом Ачесона. Процесс ведётся параллельно на группе плавильных установок. Основным параметром технологического процесса является активная мощность, которая поддерживается на заданном уровне. Регулированию также подлежит суммарная среднечасовая мощность всех плавильных печей – лимит, который является учётным параметром. В настоящее время управление лимитом ведётся оператором цеха, что часто приводит к большим погрешностям управления мощностью отдельных печей (до 15%).

Поставлена задача разработки автоматизированной системы управления лимитом электроэнергии. Разработка алгоритма управления предусматривает создание имитационной модели системы энергопотребления группы плавильных трансформаторов.

Моделирование процесса плавки выполнено методом "вход-выход" по имеющимся экспериментальным данным реальных плавок карбида кремния. По измеренным значениям напряжения  $U(t)$  (управляющего воздействия) и мощности  $P(t)$  (выходного параметра) рассчитано изменение электрической проводимости печи по формуле:

$$G(t) = \frac{P(t)}{U(t)^2}.$$

Динамика изменения электрической проводимости с достаточной степенью точности (5%) аппроксимирована дифференциальным уравнением 1-го порядка (апериодическим звеном):

$$T \frac{dG(t)}{dt} + G(t) = k \cdot U(t),$$

где  $T$ ,  $k$  - неизвестные параметры модели, подлежащие идентификации.

Идентификация неизвестных параметров выполнена методом наименьших квадратов. Выяснено, что увеличение порядка модели практически не сказывается на погрешности аппроксимации.

В среде MathCAD выполнено моделирование группы параллельно работающих плавильных установок. Построен график изменения лимита электроэнергии во времени (рис. 1).

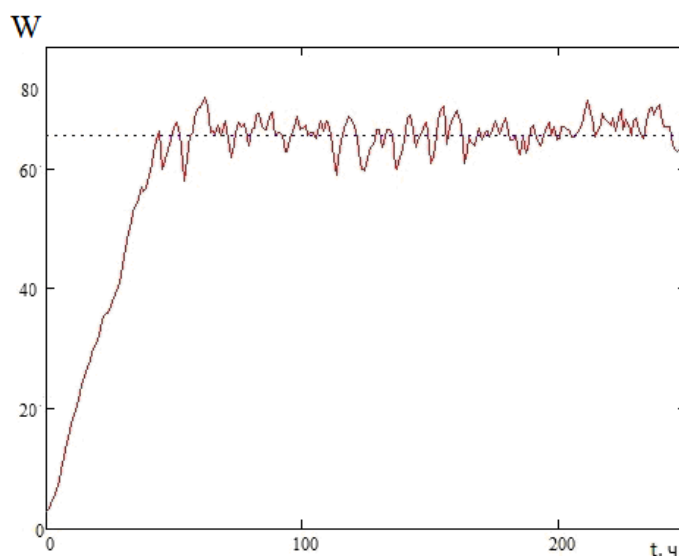


Рисунок 1 - Изменение суммарного лимита электроэнергии группы печей. Среднеквадратичное отклонение равно 4 %, максимальное отклонение равно 10 %.

При моделировании параметры каждой плавки (параметры дифференциального уравнения) выбирались случайно из заданного интервала, имитируя производство разных сортов карбида кремния на разных печах. График позволяет сделать вывод о требуемом значении лимита электроэнергии. Начальный участок графика (до 40 ч) соответствует последовательному включению всех печей. Провалы в суммарной электроэнергии  $W$  возникают в результате близкого окончания нескольких плавков. Скачки  $W$  свидетельствуют о высокой плановой мощности на нескольких печах.

Полученная модель может быть использована для разработки алгоритма управления суммарным лимитом электроэнергии группы плавильных трансформаторов. Предполагается включить данную модель в СУ в виде модуля, осуществляющего прогнозирование энергопотребления печей. В этом случае погрешность модели может быть оценена в 2 %.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТИЛ-ТРЕТ-БУТИЛОВОГО ЭФИРА С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ

Егоров А.Г.

Научный руководитель Савченко С.Н.

Метил-трет-бутиловый эфир - бесцветная жидкость с эфирным запахом; растворим в этаноле, диэтиловом эфире, плохо - в воде (4,6% при 20 °С); образует азеотропные смеси с водой, метанолом. При нагревании выше 460°С, а также при нагревании с катализаторами разлагается на метанол и изобутилен. Используется в качестве высокооктановой компоненты для получения высокооктановых неэтилированных, экологически чистых бензинов. Бензины, полученные компаундированием высокооктановых углеводородных фракций с добавкой МТБЭ обладает меньшим нагарообразованием, пониженной токсичностью, высокой детанационной стойкостью и стабильностью. Объектом управления является ректификационная колонна, в которой происходит разделение реакционной смеси на углеводороды и метил-трет-бутиловый эфир. Задачей управления является поддержание заданного значения температуры верха ректификационной колонны с требуемой точностью, что позволяет обеспечить получение продукции нужного качества, а также безопасную и экономичную работу технологического оборудования.

При определении аналитических выражений для характеристик замкнутой системы воспользуемся расчетной схемой САР рисунок 1.

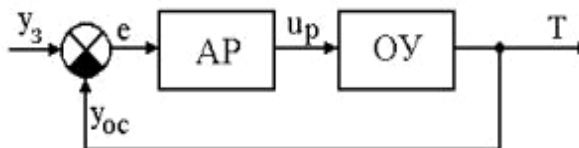


Рисунок 1 - Расчетная схема САР объектом управления, где AP - регулятор, OU - объект управления, Уз - задающее устройство, Уос - чувствительный элемент, up - исполнительный механизм.

Под объектом управления понимается неизменяемая часть системы, состоящая из преобразователей сигналов, исполнительного механизма, регулирующего органа, собственно объекта управления и датчика.

Передаточная функция разомкнутой системы с ПИД-регулятором запишется следующим образом:

$$W_p(p) = \frac{K_{об} T_{II} K_p T_{II} p^2 + K_p K_{об} T_{II} p + K_{об} K_p}{T T_{II} p^2 + T_{II} p} e^{-p\tau}$$

Передаточная функция предельной замкнутой системы равна:

$$W(p) = \frac{K_{об} T_{II} K_p T_{II} p^2 + K_p K_{oy} T_{II} p + K_{об} K_p}{(T T_{II} + K_{об} K_p T_{II} T_{II}) p^2 + (T_{II} + K_{об} T_{II} K_p) p + K_{об} K_p}$$

Передаточная функция объекта управления имеет вид:

$$W(p) = \frac{K_{oy}}{T p + 1} e^{-\tau p}$$

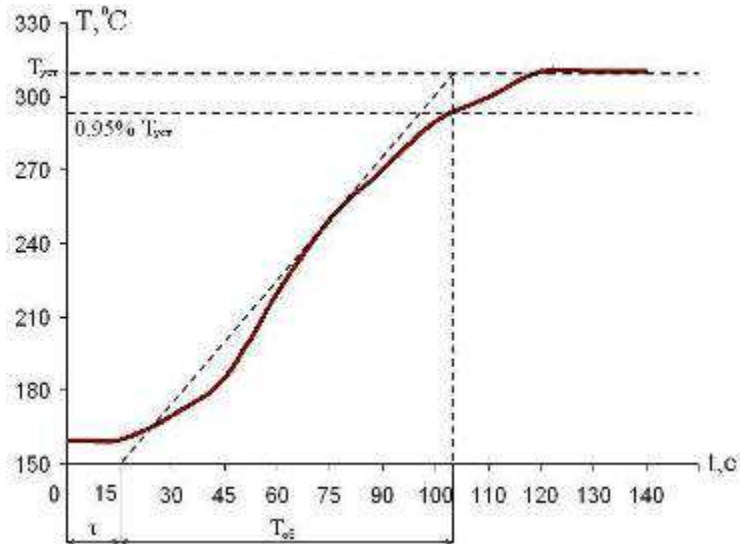


Рисунок 2- Переходная функция объекта управления  $T(t)$ .

Вид переходной функции ОУ позволяет сделать вывод, что с достаточной для практических задач точностью данный объект можно аппроксимировать звеном чистого запаздывания и апериодическим звеном первого порядка.

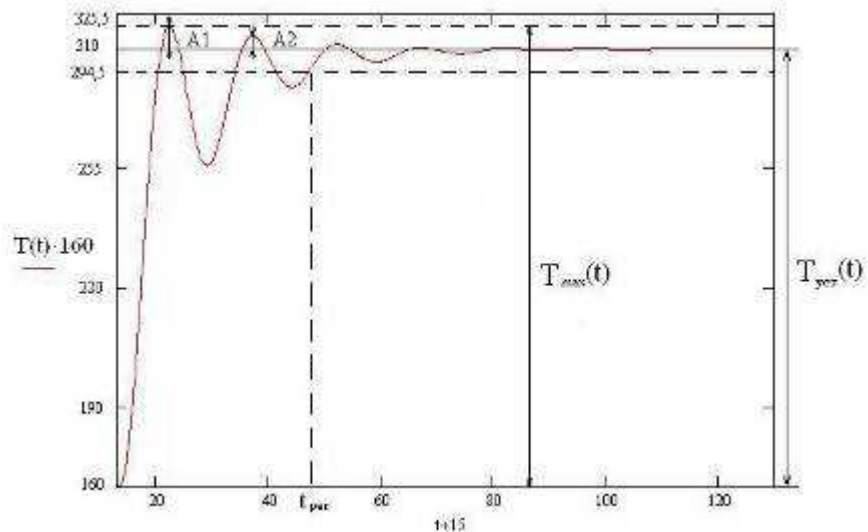


Рисунок 3- График переходной функции замкнутой системы.

Показатели качества – величины, характеризующие поведение системы в переходном процессе, вызванном определенным внешним воздействием.

Время регулирования  $t_{рег}=47$  секунд;

Степень затухания  $\psi=0,48$ ;

Перерегуливание  $\sigma=5\%$ .

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ В ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Сазонов К.В.

Научный руководитель Савчиц А. В.

Реализация алгоритмов управления для контроллера Mitsubishi FX3U-16MT/DSS осуществляется в программном средстве GX Developer FX, который предназначен специально для контроллеров серии MELSEC FX.

Алгоритм управления переключением ступеней напряжения обеспечивает воздействие на моторный привод, осуществляющий переключение ступеней напряжения.

Отработка алгоритма управления переключением ступеней напряжения начинается с задания рекомендованной ступени и анализируется, разрешено ли автоматическое управление.

Опрашивается датчик ступени напряжения и сравнивается с заданным значением. В зависимости от соотношения этих величин подается команда на привод: если текущее положение равно заданному, то привод останавливается, т.к. необходимая ступень трансформатора найдена; если текущая ступень меньше заданной, то привод вращается в сторону увеличения ступени, в противном случае – в сторону понижения ступени.

Управляющее воздействие выводится, если разрешен автоматический режим работы.

Данный алгоритм на языке «MELSEC instruction list»:

```
0 LD X002
1 OUT Y001
2 LD M53
3 SUB D0 D1 D2
4 LD M8020
5 CMP D2 K0 M5
6 LD M54
7 CMP D2 K0 M6
8 LD M55
9 CMP D2 K0 M4
```

Алгоритм, реализованный на языке «MELSEC ladder diagram» представлен на рисунке 1.1.

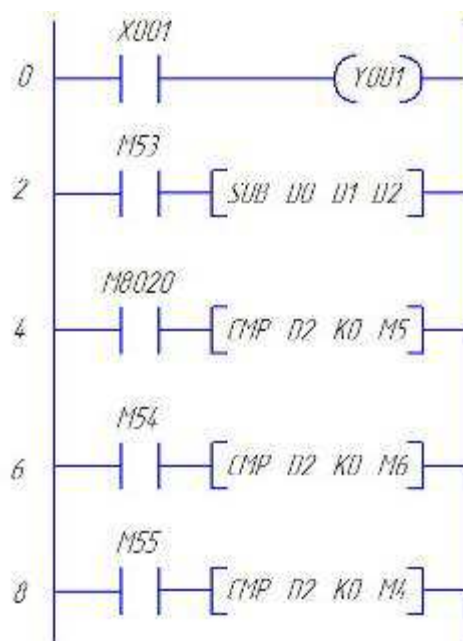


Рисунок 1.1 - Алгоритм на языке «MELSEC ladder diagram»

Обработка алгоритма заглубления электродов в шихту начинается с ввода заданного конечного положения электродов.

Осуществляется опрос датчика положения электрода. Если при сравнении с заданной величиной, текущее положение становится равным ему, то вырабатывается задание на прекращение движения исполнительного механизма. Если текущее положение меньше заданного, то формируется команда в прямом направлении, в противном случае – в обратном.

Данный алгоритм на языке «MELSEC instruction list»:

```
0 LD M50
1 SUB D3 D4 D5
2 LD M8020
3 CMP D5 K0 M2
4 LD M51
5 CMP D5 K0 M3
6 LD M52
7 CMP D5 K0 M1
```

Алгоритм, реализованный на языке «MELSEC ladder diagram» представлен на рисунке 1.2.

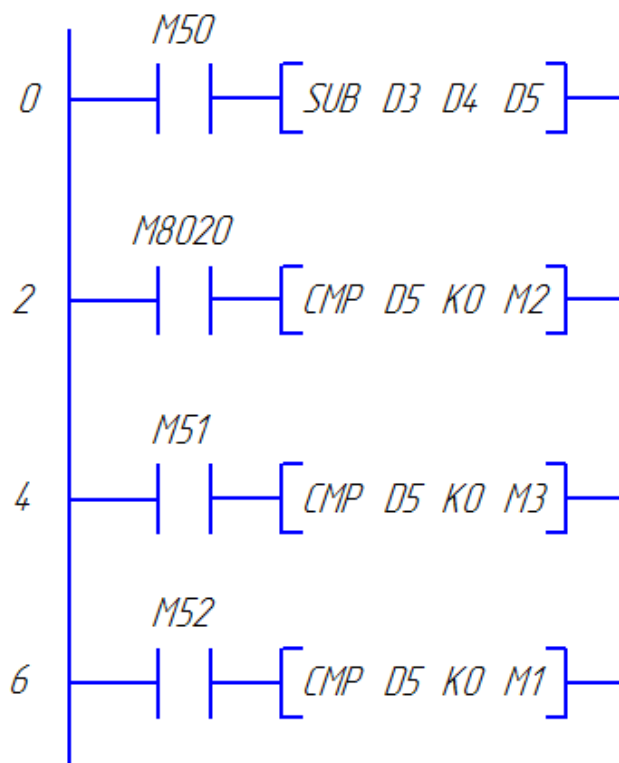


Рисунок 1.2 - Алгоритм на языке «MELSEC ladder diagram»

Языки программирования контроллеров Mitsubishi отличаются от стандартных языков стандарта МЭК, обладая специфическими командами, которые облегчают программирование и делают алгоритмы более читабельными.

# ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ИМИТАТОРА АНАЛОГОВЫХ И ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ РАБОТОРНЫХ РАБОТ НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА ПЛК-110

Студент группы ВАУ-426 И.А. Жолобов, Е.Г. Казакова.

Не маловажной частью учебного процесса по дисциплине «Автоматизация и управление» является работа с программируемым логическим контроллером (ПЛК). Эта работа связана не только с программированием в определённой среде и на определённом языке, но так же и работа с реальным контроллером. Необходимо освоить построение алгоритмов, так же как и программирование существующего контроллера, а так же освоить управление им через компьютер. Для этого предназначены лабораторные стенды. Они бывают узконаправленными для реализации какого-то существующего технологического процесса, а так же универсальными, рассчитанные на более широкое освоение с построением программ для ПЛК.

Существует множество вариантов для проведения лабораторных работ на базе ПЛК-110, самым универсальным вариантом является использование имитатора аналоговых и дискретных сигналов. В частности можно использовать только аналоговый имитатор сигнала – токовый задатчик. Промышленность выпускает различные варианты таких задатчиков, например: СИТ-2-ТК, ГСТП-002, ГСТП-003.

Целью работы является разработка подобной модели, но более универсальной для применения к лабораторному стенду.

Существуют различные варианты схемотехнических решений для создания принципиальной схемы имитатора аналоговых и дискретных сигналов. В частности возможно создания источника тока на дискретных элементах, например, на биполярных транзисторах. Однако большинство таких схем, кроме большого количества элементов обладают очень существенным недостатком: выходной ток несколько изменяется при изменении выходного напряжения, т.е. выходное сопротивление схемы не бесконечно. Это связано с тем, что при заданном токе транзистора напряжение база-эмиттер слегка меняется в зависимости от коллекторного напряжения. Это является проявление эффекта Эрли. В настоящее время существуют более простые схематические решения, например, использование интегральных схем. Самой широко применяемой интегральной схемой, в подобных случаях является интегральная схема LM317. Она удовлетворяет всем необходимым условиям и значительно упрощает общую модель.

Принципиальная схема одного аналогового канала имитатора представлена на рисунке 1.

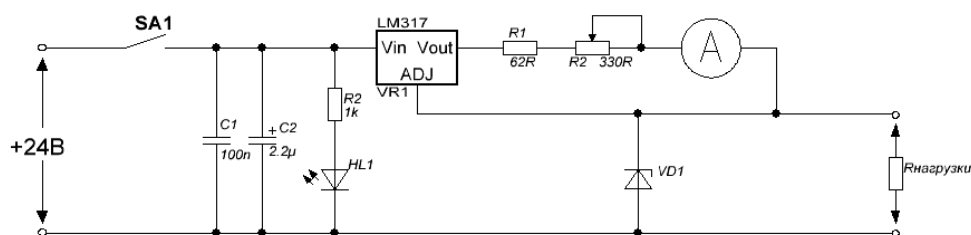


Рисунок 1 Принципиальная схема одного аналогового канала.

Основным элементом данной модели является интегральная схема LM317, работающая в режиме источника тока.

Модель имитатора будет снабжена сигнализирующими элементами – светодиодами. Они служат для индикации работы того или иного канала. В имитатор так же будет встроен амперметр для контроля подаваемых на контроллер сигналов.

Дискретная часть имитатора выглядит намного проще. Один дискретный сигнал состоит из выключателя, замыкающего цепь, работающую по принципу наличия или



отсутствия сигнала. Так же в дискретном канале используется светодиод для индикации работы текущего канала.

В работе были рассмотрены существующие имитаторы аналоговых и дискретных сигналов. Обоснована функциональная схема имитатора. Разработана модель имитатора. Определён состав компонентов для физической реализации имитатора. Разработанная модель проверена на адекватность.

Разработанный имитатор устраивает всем заявленным техническим требованиям, кроме этого реализация данного схематического решения проще в использовании, нежели готовый блок. Данный имитатор обладает простотой реализации и может быть собран в короткие сроки. Кроме этого он обладает лёгкостью обслуживания и ремонта. Имея минимальное количество деталей с модульным строением, его можно будет легко модернизировать при необходимости. Также при необходимости возможно увеличение количества аналоговых или дискретных каналов.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СИНТЕЗА ГИДАНТОИНА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

Савчиц А.В., Лежепекова А.В.

В современном развивающемся мире особенно важно внедрять модернизированное оборудование в промышленные и технологические процессы, чтобы достигнуть наилучшего качества продукции при минимальных затратах материальных средств. Не следует, и забывать о рациональном потреблении ресурсов, экологии и природопользовании, а так же соблюдении трудовых прав и других важных факторов. При соблюдении всех норм законодательства, а так же при разумном внедрении новшеств и последних разработок для промышленных производств, при точном расчете экономических и технических показателей проектируемого процесса поддерживается конкурентоспособность продукции и на этой благоприятной основе создается среда для выгодного и стабильного партнерства поставщика продукции и заказчика. Гидантоин – важное химическое соединение, имеющее многоцелевое назначение, поэтому процесс синтеза гидантоина также нуждается в модернизации.

Улучшая систему автоматизации любого производства в современном обществе невозможно обойтись без средств микропроцессорной техники, в данном случае, для производства с таким количеством регулируемых, контролируемых и сигнализируемых параметров разумно использовать программный логический контроллер. При выборе средств автоматизации выбор был сделан в пользу контроллера последнего поколения фирмы Beckhoff – BC3100. Такой выбор обусловлен несколькими факторами, такими как модульность, удобство монтажа, относительно небольшие габаритные размеры, незавышенная стоимость базового комплекта и дополнительных модулей, возможность подключения датчиков и приборов последнего поколения с цифровыми входными и выходными сигналами по стандарту протокола RS-485. С помощью этих средств автоматизации производится оперативное регулирование, контроль и сигнализация технологических значений, а так же прогнозирование и локализация аварийных ситуаций, диагностика состояния оборудования, оптимизация работы технологического оборудования и процессов.

Для данного процесса в среде программирования TwinCAT, предоставляемой производителем контроллеров Beckhoff, была разработана программа управления ПЛК с визуализацией в виде SCADA-системы.

Программа для управлением ПЛК составлялась в несколько этапов. Первый этап – постановка задачи, словесное описание алгоритма, создание алгоритма на основе словесного описания. Далее на следующем этапе алгоритм был построен в TwinCAT в

виде SFC-диаграммы. На третьем этапе к каждому действию SFC-диаграммы было привязана подпрограмма, выполняющая заданные функции, требующиеся для регулирования данного параметра. Конечным этапом стала SCADA-визуализация работы технологического процесса. Управление ПЛК посредством специально разработанной программы, позволяет своевременно получать и обрабатывать данные, получаемые с датчиков, следить за их изменением в реальном времени, прогнозировать и своевременно устранять ситуации, предшествующие авариям, проводить диагностику системы. SCADA-визуализация наглядно демонстрирует работу управляемого объекта, и позволяет оперативно управлять им.

Проектируя усовершенствованную систему автоматизации синтеза гидантоина таким образом, достигаются наилучшие технико-экономические показатели, а конечный продукт не только соответствует всем технологическим и экологическим нормам, но является продуктом высокого качества.

## СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ВОДОВОДОВ ГИДРОАГРЕГАТА ВОЛЖСКОЙ ГЭС

А.А. Силаев, Н.Г. Лазарева

Обрастание является вредным процессом, который сопровождается ухудшением параметров работы, повышением расхода энергии, усиленным износом механизмов и, соответственно, увеличением эксплуатационных расходов. Обрастание может вызвать затруднения с подачей воды по трубопроводам, оно разрушающе действует на защитные покрытия, усиливая коррозию конструкционных материалов. Поэтому очень важно решать проблему обрастания, так как она может привести к опасности разрушения изоляционного материала, и в конечном итоге к остановке гидроагрегата.

Одним из способов решения проблемы с обрастанием является разработка модели в пространстве состояния системы мониторинга за процессом обрастания водоводов и систем охлаждения обмоток генератора моллюском. Для этого на основе экспериментальных данных, полученных с гидроагрегатов Волжской ГЭС были проанализированы зависимости роста моллюска от: температуры, смены воды, кислотности, а также поверхности водоводов.

Было выявлено, что основным фактором, влияющим на рост моллюска, является температура воды в водоводе.

На основании этих зависимостей составлена модель в пространстве состояний процесса роста моллюска:

$$\begin{cases} X_k = X_{k-1} + \Delta t \cdot \left( \sum_{j=0}^m F_{k,j} \cdot \beta_j \right) \\ y_k = H \cdot X_k \end{cases}$$

где  $m$  – количество непрерывных интервалов В-сплайна;

$k$  – дискретный момент времени;

$X$  – численность моллюска;

$F_{k,j}$  – известные финитные функции от температуры (В-сплайны 3-го порядка);

$\beta$  – вектор неизвестных параметров, подлежащих определению на этапе параметрической идентификации математической модели процесса обрастания водоводов системы охлаждения моллюском;

$H$  – матрица наблюдения.

$y$  – выходной сигнал модели.

Также для очистки воздухоохладителей можно применить периодический прогрев аппарата, который достигается временным исключением прогреваемого аппарата из проточной системы. При превышении критического давления воздухоохладителя в фильтре образуется забивка, клапан открывается и производится автоматический прогрев воздухоохладителей за счет передачи тепла воздуха, нагретого от обмоток статора. Очистка воздухоохладителей производится попарно.

По экспериментальным данным было определено, что критическое давление в весенний и осенний период времени достигается в течении 16 суток; в летний период времени – 11,5 суток; в зимний – 18,5 суток. Исходя из этого можно сделать вывод о том что в летний период времени воду в воздухоохладителях необходимо прогревать чаще, для того чтобы не происходило превышение критического перепада давления.

Таким образом, по построенной модели процесса обрастания моллюском водоводов системы охлаждения в среде MathCad, можно сделать вывод, что в качестве главного фактора влияющего на гибель моллюска в условиях эксплуатации гидроагрегатов на Волжской ГЭС является температура воды в системе охлаждения. Данный алгоритм можно использовать в системе автоматизированного управления очисткой водоводов.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДИСТИЛЛЯЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ СЕРОУГЛЕРОДА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

Савчиц А.В. Цурихина Е.В.

Цель автоматического производства — повышение эффективности труда, улучшение качества выпускаемой продукции, создание условий для оптимального использования всех ресурсов производства.

Особое значение придаётся вопросам автоматизации процессов химических технологий в связи с взрыво- и пожароопасностью перерабатываемых веществ, их агрессивностью и токсичностью, с необходимостью предотвращения вредных выбросов в окружающую среду.

Например, система автоматического управления и регулирования процессом стабилизации и дистилляции сероуглерода включает в себя математическое описание объекта управления, спроектированную систему автоматического управления процессом, расчет экономической эффективности. Для этого необходимо сформировать систему управления на базе типизированных и унифицированных проектных решений. С целью унификации применяются типовые конфигурации технических средств, серийно выпускаемые датчики температуры, давления, расхода, преобразователи частоты, двигатели, исполнительные механизмы. В качестве контролирующего и регулирующего устройства используется логический контроллер Productivity3000 - модульный программируемый контроллер, предназначенный для построения систем автоматизации высокой и средней степени сложности.

Отклонение от заданных технологических параметров в результате некачественного регулирования, определённым значением вероятной ошибки регулирования, а также сложностью своевременного внесения в объект корректирующих воздействий на применяемых ранее средствах автоматизации, приводит к снижению качества, увеличению энергетических затрат на единицу продукции. Чтобы этого избежать и повысить технико-экономические показатели целевого продукта, была спроектирована система модернизации управления данным производством.

Ввиду того, что процесс дистилляции и стабилизации сероуглерода является взрывоопасным производством, то используются приборы во взрывоопасном исполнении и установлены барьеры искрозащиты.

Основными объектами управления являются две колонны: стабилизации и дистилляции. Так как принцип работы обеих колонн в общем случае можно считать одинаковым, следовательно объектом управления выбрана колонна стабилизации. Колонна представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат насадочного типа, предназначенный для очистки сероуглерода от легколетучих примесей. Работа этих двух колонн в технологическом процессе имеет непосредственное влияние на качество готового продукта.

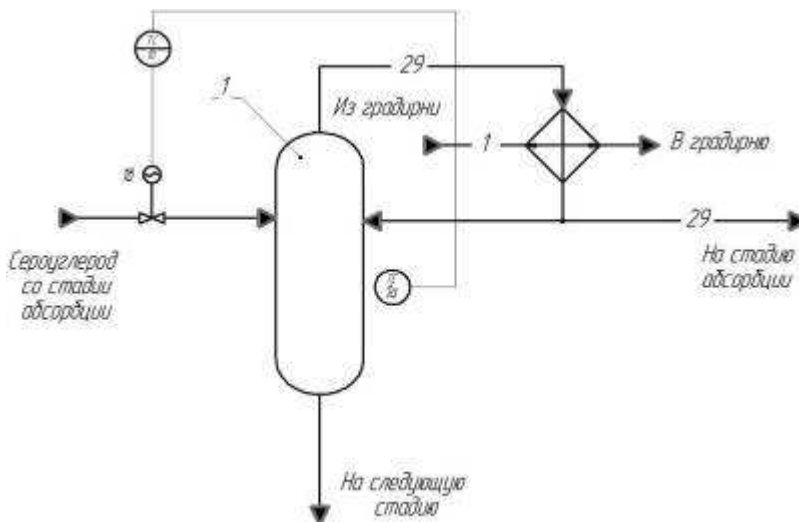


Рисунок 1 - Функциональная схема объекта управления

В соответствии с полученной кривой разгона объект управления будет описываться передаточной функцией второго порядка, соответствующей аperiодическому звену.

Согласно анализу управляемости ранг матрицы равен 2, следовательно, система управляема. Согласно анализу наблюдаемости система наблюдаема. Анализ корней уравнения на устойчивость показывает, что система устойчива, поскольку все корни расположены в левой полуплоскости.

В соответствии с расчетами было установлено что оптимальной для данных условий является передаточная функция ПИ-регулирования, которая имеет вид

$$W_{reg}(p) = 14.054 \cdot 1 + \frac{1}{64.418 \cdot p}$$

Таким образом, система управления процессом получения анилина на стадии ректификации и разгонки смолы, созданная на базе микропроцессорной техники с использованием современного оборудования в области автоматизации технологических производственных процессов. Внедрение новых средств автоматизации позволяет повысить качество ведения технологического процесса, уровень автоматизации производства, в результате чего предлагается повышение качества выпускаемой продукции, улучшение условий работы обслуживающего персонала, повышение безопасности процесса, обеспечение экологической безопасности проекта и уменьшение срока окупаемости капитальных вложений. Кроме того внедряемая система автоматизации позволяет уменьшить пожароопасность технологического процесса

## ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА РЕКТИФИКАЦИИ ПАРОВ ЭТИЛАЦЕТАТА

студент группы ВАУ-426 И.О. Афанасьев

руководитель работы Е.Г. Казакова

В химической, нефтехимической и других отраслях промышленности часто возникает необходимость разделения смесей двух или большего числа жидкостей на отдельные составляющие. Наиболее характерным примером является разделение нефтепродуктов на отдельные фракции, обладающие различными летучестями.

Для разделения жидких смесей широко применяют ректификацию, которая осуществляется в аппаратах, называемых ректификационными колоннами.

Комплексная автоматизация химических процессов предполагает не только автоматическое обеспечение их нормального хода с использованием различных автоматических устройств, но и автоматическое управление пуском и остановкой аппаратов для ремонтных работ и в критических ситуациях.

Автоматическое управление процессом ректификации может включать:

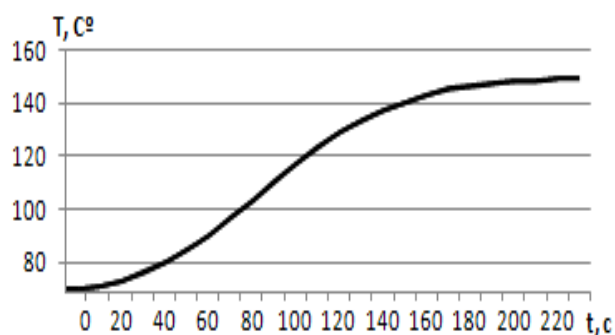
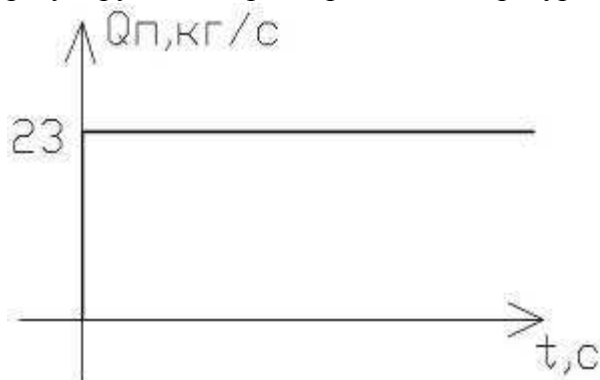
- систему регулирования протекания самого процесса, обеспечивающую регулирование давления; регулирование подачи смеси в ректификационную колонну и т.д.;
- систему безопасности на рабочем месте, обеспечивающую блокировки (защиты) на рабочем месте: включение аварийной, звуковой и световой сигнализации; срабатывание датчиков загазованности, в результате которого включение вентиляции и т.д.

Для системы регулирования процесса ректификации основными показателями эффективности данного процесса являются составы выходных потоков (кубовая жидкость, дистиллят), содержащих целевой продукт. Применительно к непрерывному процессу ректификации поддержание заданного по технологическому регламенту состава целевого потока является целью управления процессом. Состав потока, не содержащего целевого продукта, может меняться в определенных пределах вследствие изменения состава и скорости подачи исходного питающего потока.

В качестве объекта управления выбрана ректификационная установка для разделения бинарной смеси, состоящая из насадочной ректификационной колонны, выносного кипятильника, дефлегматора, теплообменника для подогрева питающей смеси и сборника конденсата.

Ректификационная установка является сложным многомерным объектом управления со значительной инерционностью и временем запаздывания по каналам регулирования. Наиболее сложным случаем управления ректификационной установкой является случай, когда целевыми потоками являются как поток дистиллята, так и поток кубовой жидкости. Взаимное влияние управляющих воздействий по обоим каналам на управляемые параметры вызывают дестабилизацию режима работы ректификационной колонны.

Была получена передаточная функция ОУ. Объектом управления является насадочная колонна, входным параметром является расход подогревающего пара  $Z_0$ , регулируемым параметром – температура водной смеси этилацетата внутри колонны.



Передаточная функция, полученная методом площадей (Симую 2) имеет вид:

$$W(p) = \frac{3,435}{44867,98 \cdot p^3 + 3244,87 \cdot p^2 + 92,1 \cdot p + 1}$$

С помощью аналитических методов расчета были получены оптимальные настроечные коэффициенты П, ПИ и ПИД - регуляторов для данного объекта регулирования.

По полученным настроечным коэффициентам регуляторов, были построены системы автоматического регулирования, реализующие различные законы регулирования, в программном средстве VisSim. Результаты исследования переходных процессов САР для данного объекта управления показали, что ПИД-регулятор имеет наименьшее время регулирования  $T_p=41$  с, а П-регулятор наименьшее перерегулирование  $\sigma=45,1$  % и степень затухания  $\psi=71,3$  %.

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА РУКОВОДИТЕЛЯ ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Е. С. Ковалева

Научный руководитель – А. Е. Несбытнов  
Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ

Руководитель дошкольного учреждения или заведующая, осуществляет общее руководство детским садом, и непосредственный контроль всех воспитательно-образовательных процессов и учета данных по учреждению. На данный момент вся информация фиксируется и хранится в канцелярских журналах. Записи ведутся разными сотрудниками, например, кладовщик вносит данные об инвентаре, мед.работник о здоровье и т.д. Таким образом, чтобы найти всю информацию о конкретном ребенке или сотруднике необходимо пролистать два или более журналов, тем самым доставляя массу неудобств. С учетом всех неудобств и была разработана данная система, которая способна за считанные секунды вывести на экран монитора всю необходимую информацию, что позволяет сэкономить время и расходные материалы.

Целью данной работы является разработка, отладка и внедрение автоматизированного рабочего места руководителя ДООУ.

Разработанная система реализована для ведения учета:

- детей, как уже посещающих детский сад (воспитанников), так и стоящих в очереди в детский сад (очередников);
- инвентаря;
- сотрудников детского сада;
- личных данных близких родственников и родителей воспитанников;
- оплаты услуг.

В результате внедрения системы решены следующие задачи:

- 1) повышение производительности работы руководителя за счет сокращения времени обработки данных, возможности организации работы удаленно;
- 2) создание отдельных интерфейсов для выполнения определенных задач;
- 3) повышение надежности хранения служебной информации в МДОУ .

Разработанная система содержит следующие модули:

- ведения учета воспитанников и очередников – ввод и редактирование личных данных всех воспитанников и очередников, а также их ближайших родственников, в единую базу данных;
- ведения учета инвентаря – хранение информации об инвентаре детского сада;

- ведения учета сотрудников – ввод, хранение, редактирование и просмотр личных данных сотрудников детского сада;
- ведения учета платежей – ведение журнала внесения платежей за детей и т.д.

Система состоит из четырех основных модулей:

- модуль управления данными детей;
- модуль управления данными сотрудников;
- модуль управления инвентарём;
- модуль управления платежами.

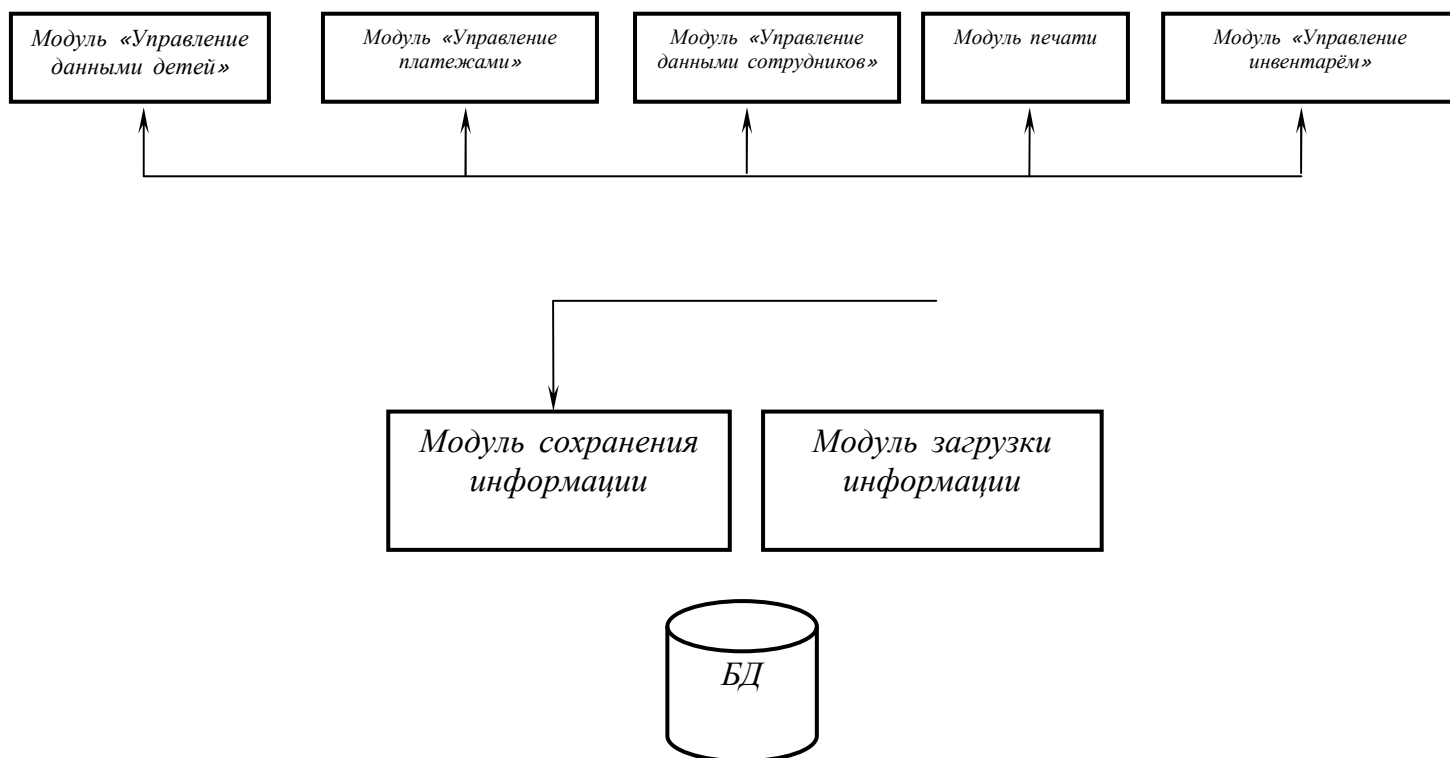
И трёх вспомогательных модулей:

- модуль печати;
- модуль сохранения информации;
- модуль загрузки информации.

Модули системы взаимодействуют между собой посредством разделяемой памяти. Управляющие команды ко всем модулям поступают от пользователя через модуль взаимодействия с пользователем (веб-интерфейс). Взаимодействие интерфейса клиента и серверного компонента системы осуществляется при помощи протокола HTTP. Извлечение, удаление, обновление и добавление данных в базу данных осуществляется при помощи SQL-запросов, формируемых модулями сохранения и загрузки информации. Модуль печати предназначен для формирования и печати отчетов, генерируемых системой. Общий принцип взаимодействия модулей системы: запрос пользователя при помощи веб-интерфейса передается соответствующему модулю управления, модуль управления при помощи модулей сохранения загрузки/информации обращается к базе данных системы и возвращает результаты запроса обратно веб-интерфейсу, формирующему графическое представление результата в понятном для пользователя виде.

Взаимодействие интерфейса клиента и серверного компонента системы осуществляется при помощи протокола HTTP. Извлечение, удаление, обновление и добавление данных в базу данных осуществляется при помощи SQL-запросов, формируемых модулями сохранения и загрузки информации. Модуль печати предназначен для формирования и печати отчетов, генерируемых системой. Общий принцип взаимодействия модулей системы: запрос пользователя при помощи веб-интерфейса передается соответствующему модулю управления, модуль управления при помощи модулей сохранения загрузки/информации обращается к базе данных системы и возвращает результаты запроса обратно веб-интерфейсу, формирующему графическое представление результата в понятном для пользователя виде.

Структурная схема системы показана на рисунке 1.



## ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЦЕССА АНТИКОРРОЗИЙНОЙ ОБРАБОТКИ ТРУБ НА СТАДИИ НАНЕСЕНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНА

студент группы ВАУ-426 И.В.Корабельникова  
руководитель работы Е.Г. Казакова

Коррозия – одна из ключевых причин почти 40% техногенных аварий. Экономические потери от ее разрушительного действия составляют 3-5% валового национального продукта. Особенно важна антикоррозионная защита трубопроводов в нефтегазовой отрасли, где аварии сопровождаются экологическими катастрофами и человеческими жертвами.

В настоящее время производственные мощности позволяют наносить следующие виды покрытий:

- одно- и двухслойное эпоксидное;
- трехслойное полиэтиленовое;
- двух- и трехслойное полипропиленовое.

Покрытие наносится на наружную поверхность труб, предназначенных для строительства надземных, подземных и подводных газо- и нефтепроводов, трубопроводов различного назначения с температурой транспортируемой среды до +80°C при температуре окружающей среды в процессе эксплуатации от -40°C до +80°C. Заводские трехслойные полиэтиленовые покрытия, наносимые на трубы с использованием толщины от 2,0 до 3,5 мм, отвечают самым современным техническим требованиям и способны обеспечить защиту трубопроводов от коррозии практически на весь период их эксплуатации (до 40-50 лет и более).

По сравнению с трассовой изоляцией трубопроводов внедрение технологии заводской изоляции труб не только позволило ускорить темпы строительства



трубопроводов, но и в значительной степени повысить эффективность их противокоррозионной защиты.

Многослойные системы антикоррозийного покрытия предназначены для непрерывного нанесения в заводских условиях, что обеспечивает их максимальную эффективность, экономичность и гарантирует высокое качество готового покрытия.

Трехслойная система покрытия представляет собой наилучшую и технически рациональную комбинацию изоляционных материалов, сочетающую превосходную связь покрытия со сталью, стойкость к катодному отслаиванию, низкую влаго- и кислородопроницаемость с высокими диэлектрическими и механическими свойствами.

В качестве объекта управления был выбран большой экструдер, в котором происходит процесс нанесения полиэтилена. Получена передаточная функция ОУ. Объектом управления является большой экструдер, входным параметром которого является частота вращения шнека, а, регулируемым параметром является давление на выходе экструдера.

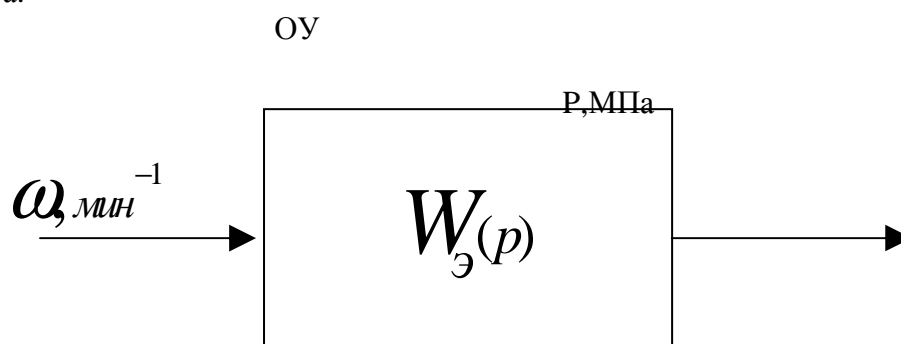


Рисунок 1- Объект управления (экструдер)

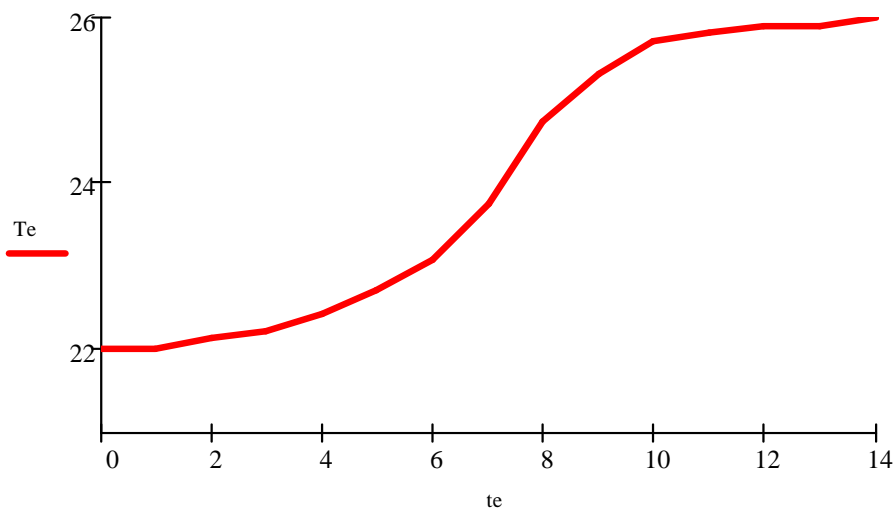


Рисунок 2 – Кривая разгона экструдера (большого)

С помощью метода Симою1 была получена передаточная функция

$$: w(p) = \frac{4}{6,3p^2 + 10,541p^2 + 5,8p + 1}$$

Аналитическим и графическим методом расчета были получены оптимальные настроечные коэффициенты П, ПИ и ПИД - регуляторов для данного объекта регулирования.

По результатам исследования было определено, что ПИД-регулятор наиболее удовлетворяет качеству управления.

# РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АППАРАТНОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕРВЕРОВ С ЦЕЛЬЮ СОКРАЩЕНИЯ ВРЕМЕНИ РЕАГИРОВАНИЯ НА ПРОИЗОШЕДШИЕ КРИТИЧЕСКИЕ СИТУАЦИИ

Е. С. Марносов, А. Е. Несбытнов, С. Г. Саньков

Мониторинг серверов и реагирование на происходящие критические изменения в их работоспособности являются важными задачами администратора. Отслеживание состояния системы в реальном режиме времени поможет локализовать проблему и обеспечить стабильную и бесперебойную работу серверов.

Предметной областью, на базе которой проектируется система, являются администрирование и мониторинг. Своевременное оповещение о произошедших критических событиях помогает предотвратить необратимые последствия изменений критических параметров состояния серверов.

Целью разработки данной системы является своевременное реагирование системного администратора на произошедшие критические ситуации.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) обеспечение сбора данных параметров рабочего сервера;
- 2) ведение статистики отслеженных данных;
- 3) определение критических и предупреждающих значений параметров;
- 4) анализ значений полученных параметров;
- 5) визуализация отчётов.

Разработка автоматизированной системы мониторинга серверов предназначена для контроля основных параметров серверов под управлением операционных систем семейства Windows.

Автоматизированная система является клиент-серверным приложением с трехуровневой архитектурой. Серверная часть состоит из агента-сервера, задачей которого является мониторинг основных параметров работоспособности системы, и главного сервера, осуществляющего анализ отслеженных значений. Основной задачей клиентского приложения является внесение данных о системном администраторе и передача их главному серверу.

Для хранения данных была выбрана СУБД SQLite, поскольку является кроссплатформенной, свободно распространяемой и встраиваемой. В качестве среды разработки выбрана Qt4, поскольку бесплатно распространяется.

В автоматизированной системе реализованы следующие основные функции:

- 1) обеспечение полного сбора данных о состоянии серверов;
- 2) запись полученной информации в базу данных для последующей обработки;
- 3) ранжирование значений параметров по степени критичности;
- 4) оповещение системного администратора посредством отправки сообщения на указанный адрес электронной почты.

При мониторинге работоспособности серверов учитывается как программное, так и аппаратное обеспечение. Ведётся контроль в режиме реального времени следующих параметров: количество свободного места на диске, температура, загрузка центрального процессора, запущенные процессы, запущенные службы, входящий и исходящий трафик, контроль устройств.

При мониторинге работоспособности серверов системный администратор может выбирать отслеживаемые параметры аппаратного или программного обеспечения, требующие постоянного контроля по своему усмотрению.

# РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЛУЖБОЙ ТАКСИ ООО «ВОЛЖСКТРАНСКОМП» С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИЕНТОВ

М. Ю. Чеховская, ВИЗ-671

Научный руководитель асс. кафедры ВАЭиВТ А. И. Тыртышный  
ВПИ (филиал) ВолгГТУ

В настоящий момент служба такси ООО «ВолжскТрансКомп» осуществляет перевозки населения по предварительным заявкам, которые поступают по многоканальным телефонам и фиксируются в журнале заявок. Такая схема организации работы значительно затрудняет задачу отслеживания статуса заявки, учета документов и получения различного вида отчетов.

Разработан модуль комплексной системы автоматизации деятельности службы такси, позволяющий автоматизировать работу диспетчеров и начальников смен, по учету и контролю выполнения заявок, регистрации заявок, созданию итоговых отчетов.

Разработанная система реализует следующие задачи:

- регистрация вызовов такси;
- регистрация водителей такси;
- ведение учета данных об автомобилях такси и учета личных данных собственников автомобиля;
- регистрация диспетчеров;
- представление хранимой информации в удобном виде для сотрудников компании.

В результате внедрения системы должны решаться следующие задачи:

- 1) повышение производительности работы диспетчера за счёт сокращения времени обработки заказа;
- 2) возможности организации работы удаленно;
- 3) создание отдельных приложений для выполнения определенных задач;
- 4) повышение надежности хранения информации.

На рынке представлено множество программных продуктов подобного назначения. Среди основных можно выделить система «Такси-Мастер», созданная компанией «Бит-мастер», система «Такси-Диспетчер», разработанная компанией F-Group Software, а также Система «Maxima Taxi», разработана компанией Maxima Software.

Однако, их внедрение сопряжено с рядом трудностей, обусловленных специфичностью службы такси «ВолжскТрансКомп».

Сервер СУБД непосредственно взаимодействует с базой данных, определенной в системе. Система разграничивает права доступа при работе с системой локальных и удаленных клиентов. Выбор режима выполнения функций системы производится на основе информации о типе пользователя, который определяется с помощью функции авторизации. Архитектура такой системы показана на рисунке 2.1.

Разработанная система содержит следующие модули:

- управления зарегистрированными водителями — регистрация, хранение, редактирование и просмотр личных данных всех водителей такси в единой базе;
- управления зарегистрированными автомобилями — регистрация, хранение, редактирование и просмотр всех имеющихся в наличии у такси автомобилей с указанием их характеристик и личных данных собственников автомобиля;
- управления вызовами — регистрация, хранение, редактирование и просмотр всех вызовов такси за время работы системы;
- управления диспетчерами — регистрация хранение, редактирование и просмотр личных данных о диспетчерах.
- модуль печати;

- модуль сохранения данных;
- модуль загрузки данных.

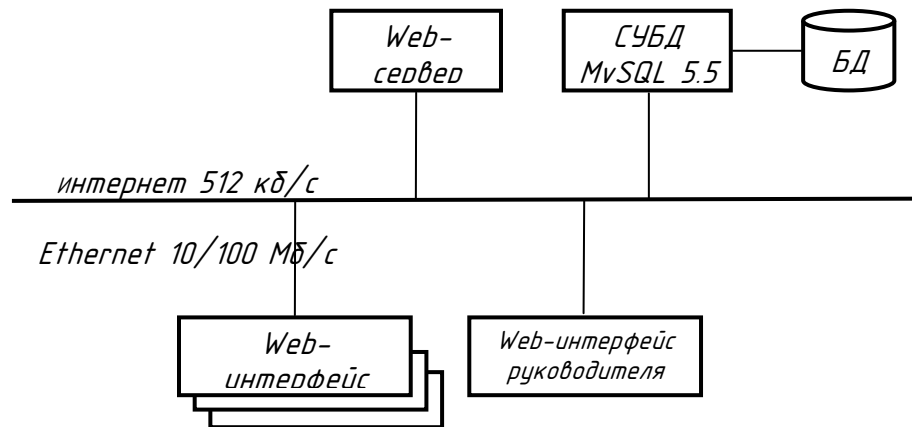


Рисунок 1 — Схема архитектуры системы

Таким образом, использование автоматизированной системы позволит сократить издержки и повысить конкурентоспособность службы такси ООО «ВолжскТрансКомп».

В будущем планируется расширить систему посредством внедрения подсистемы глобального позиционирования.

## СЕКЦИЯ 3. МЕХАНИКА, ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ, ТРАНСПОРТ

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АБРАЗИВНЫХ ЗЕРЕН

Александров А.А. (ВМ-436)

Научный руководитель – Носенко В. А.

Каждое зерно имеет определенную форму и размеры, характеризуется значениями радиусов округления и углов заострения вершин, их количеством и прочими геометрическими параметрами. Размеры и форма зерна в совокупности с физическими, химическими и механическими свойствами определяют его режущую способность, износостойкость, силу резания, температуру в зоне контакта и качество обработанной поверхности. Именно поэтому, без знания размеров и формы зерен невозможно провести глубокое исследование механизма стружкообразования и всего процесса абразивной обработки.

Обычно исследование формы, линейных и геометрических размеров зерен производят методами фотографирования или непосредственным измерением под микроскопом. Для определения геометрических размеров зерен в настоящее время широко используется специальное программное обеспечение, которое позволяет получать и обрабатывать электронные фотографии объектов. В частности, программа «Зерно НМ», разработанная в ВПИ, позволяет в автоматизированном режиме с электронных фотографий зерна получать следующие данные: длина  $l$ , ширина  $b$ , периметр  $p$ , площадь  $S$ , приведённый диаметр  $d$ , отношение  $l/d$ .

После загрузки электронных фотографий в программу, она производит анализ исходного изображения и выделяет контур абразивного зерна. Линейные размеры определяют в двух взаимно перпендикулярных направлениях. За длину  $l_3$  принимают наибольшее расстояние между крайними точками профиля зерна в горизонтальной плоскости. Ширина прямоугольника, условно описанного вокруг горизонтальной проекции зерна таким образом, чтобы большая сторона прямоугольника соответствовала наибольшей длине проекции зерна, принимается за ширину зерна  $b_3$ .

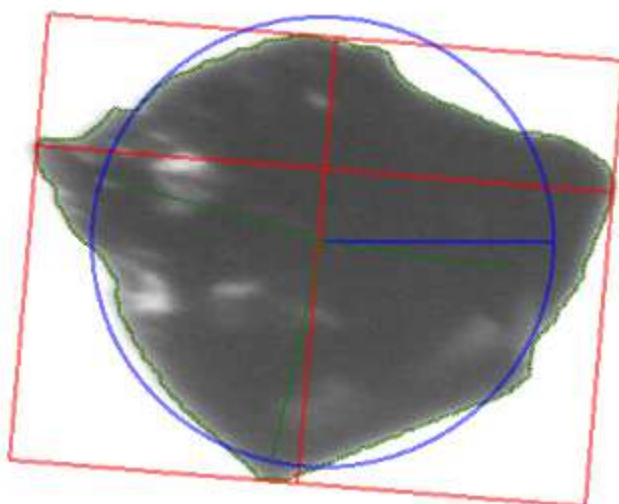


Рисунок 1 – Фотография абразивного зерна, обработанного в программе «Зерно НМ»

С использованием данной программы определены размеры зёрен порошков карбида кремния черного зернистостей F46 и F60 производства ОАО «Волжский абразивный завод». Каждая зернистость порошка была рассеяна на фракции в

соответствии с ГОСТ Р 52781–2005. В качестве примера на рис. 1 показано распределение некоторых параметров зёрен во фракциях зернистости F46. Аналогичным образом проведены исследования остальных фракций зернистости F60. Количество зёрен, измеренных в каждой фракции, составляло 700 штук.

Проверка распределений на нормальный закон производилась по критерию согласия Пирсона на уровне значимости 0,05. Принадлежность нормальному закону распределения подтвердилась для ширины зерен всех фракций, за исключением мелкой. Кроме отношения длины к ширине, можно говорить о приближении распределения параметров к нормальному закону распределения.

Исследовалась корреляционная зависимость между шириной абразивного зерна и остальными его геометрическими параметрами. Данные о коэффициентах корреляции приведены в табл.1

Таблица 1

Коэффициенты корреляции ширины зерна с остальными геометрическими параметрами

Зернистость	$l$	$P$	$S$	$d$	$l/b$
F46	0,25	0,51	0,69	0,71	-0,53
F60	0,35	0,59	0,78	0,81	-0,55
F46-F60	0,59	0,75	0,86	0,88	-0,48

Из табл.1 видно, что коэффициент корреляции между  $b$  и  $l$ ,  $P$ ,  $S$ ,  $d$  положительный, что свидетельствует о наличии прямой пропорциональной связи между параметрами. Наименьшая сила связи наблюдается между  $b$  и  $l$ . С увеличением зернистости прослеживается тенденция повышения силы связи. Между  $b$  и отношением  $l/b$  сила связи невелика, коэффициент корреляции для рассмотренных зернистостей отрицательный и составляет около 0,5.

Когда данные по зернистостям были объединены в одну выборку, коэффициенты корреляции для всех исследуемых параметров, кроме коэффициента формы  $l/b$ , возросли и находятся в диапазоне от 0,59 до 0,88 (см. табл.1). Это означает, что силу связи между  $b$  и  $l$ ,  $P$ ,  $S$  и  $d$  можно считать высокой. В то же время, между  $b$  и отношением  $l/b$  сила связи с увеличением объема выборки снизилась.

## МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ БИЕНИЯ СООСНЫХ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ВАЛОВ

Алексеева К. (ВМС-438)

Научный руководитель – Санинский В.А.

Измерение отклонения от соосности (биения) коренных шеек коленчатых валов и опорных шеек распределительных валов является одной их важнейших и наиболее трудоемких операций технического контроля. Особенностью измерения длинномерных валов является необходимость учета их разножесткости из-за наличия существенных различий осевых моментов инерции поперечных сечений и наличием несимметричных масляных каналов. Если не учитывать эти особенности, измерение биения может выполняться с недопустимыми погрешностями.

При установке измерительных приборов учитывается разножесткость коленчатого вала (на примере дизеля 8ЧВН 15/16). В качестве измерительных приборов в производстве используются микрометрические индикаторные головки типа "Калибр" с ценой деления 2 мкм, закрепленные в магнитных стойках, измерительные наконечники которых установлены диаметрально противоположно на коренных шейках (рис.1).

Подвергаемый микрометражу коленчатый вал перед окончательным контролем

имел противовесы, измеряемые коренные шейки  $\varnothing 110$  мм устанавливался в призмы контрольной плиты на 1-ую и 5-ую базовые коренные шейки (рисунок 1). Колена вала выполнены под прямым углом содержат в шатунных шейках масляные карманы  $\varnothing 40$  мм, соединены с радиальными масляными каналами  $\varnothing 8$  мм коренных шеек наклонным отверстием  $\varnothing 10$  мм, проходящим через щеки. В такой конструкции осевые моменты инерции шатунных и коренных шеек вала в различных сечения значительно отличаются [1]. На рисунке 1 показаны схемы определения составляющих полного радиального биения коренных шеек коленчатого вала дизеля 8 ЧВН 15/16. С целью выявления расхождений в показаниях индикаторных головок, вызванных различием осевых моментов инерции, они установлены в диаметрально противоположных точках каждой из промежуточных коренных опор в сечениях I – I и II – II. Установлено, что в сечениях А – А, Б – Б и В – В полярные моменты щек  $J_x, J_y$  различаются в два раза, что и создает условия для возникновения разножесткости при повороте коленвала вокруг его оси и погрешности измерений. На это указывают факты расхождения показаний верхней и нижней индикаторных головок. График (рисунок 2), подтверждает неустойчивость показаний по мере поворота коленчатого вала, связанной с этими радиальными деформациями вала в процессе его поворота вокруг оси при измерениях радиального биения.

Он подтверждает предположение о совместном проявлении величин  $R_{д1}, R_{д2}, R_{д3}$  прогиба коленчатого вала от собственной деформации под воздействием составляющей сил веса  $R_B$  и векторы  $\bar{R}_{\phi 1}, \bar{R}_{\phi 5}$  погрешностей формы  $\Delta_{\phi 1}, \Delta_{\phi 5}$  1-ой и 5-ой шеек. На разножесткость вала указывают и показания приборов, различные не только на разных опорах, но и на одной опоре в каждом из фиксированных положений А – А, Б – Б и В – В. С учетом погрешности  $R_{и}$  каждой индикаторной головки показание  $\sum R_i$  каждого прибора можно определить как сумму

$$\sum R_i = R_{\phi i} + R_{и}, \quad (1)$$

$$\text{где } R_{\phi i} = R_{\phi i} + R_{\phi i}. \quad (2)$$

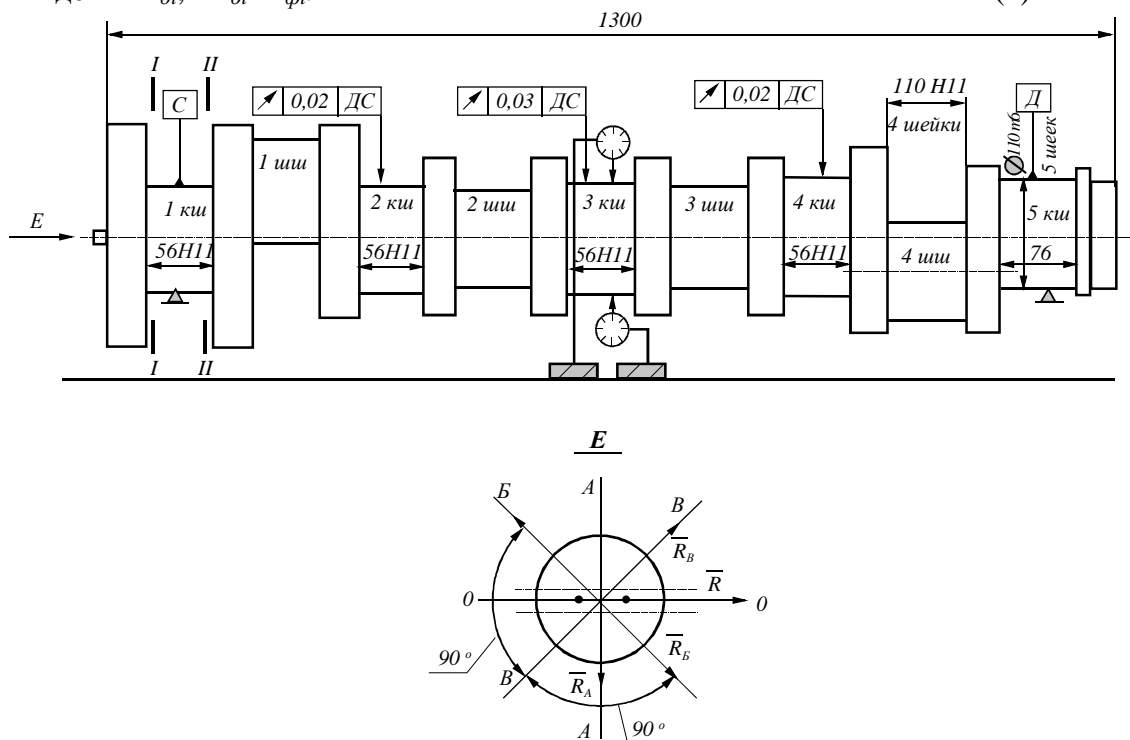


Рис. 1.- Схема измерения биений коренных шеек вала двигателя

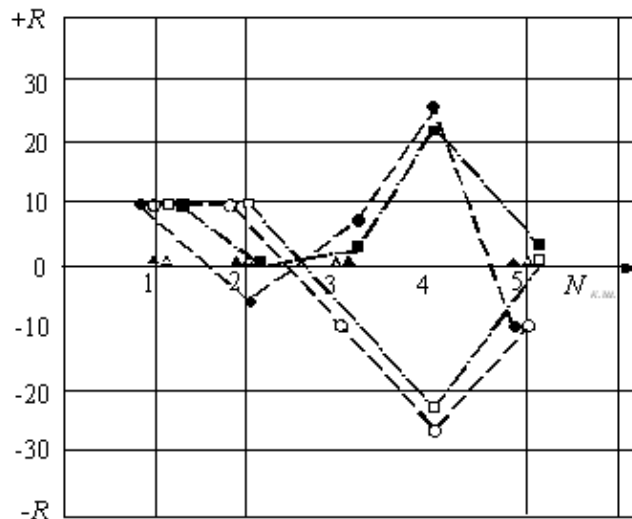


Рис. 2. Точечная диаграмма биений коренных шеек коленвала № 8ЧВН 15/16 по показаниям индикаторных головок:  $\Delta$  – верхней А – А;  $\blacktriangle$  – нижней А – А;  $\circ$  – верхней В – В;  $\bullet$  – нижней В – В;  $\square$  – верхней В – В;  $\blacksquare$  – нижней В – В

Вывод. Исследование разножесткости длинномерных валов показывает, что максимальная разница показаний верхней и нижней головок составляет величину, превышающую допуск на размер коренных шеек в два раза, что говорит о влиянии деформации вала на показания приборов и указывает на необходимость применения аналогичной методики измерения на распределительных длинномерных распределительных и других разножестких валах.

Библиографический список

1 Санинский, В. А. Отклонения расположения коренных опор длинномерного коленчатого вала / В. А. Санинский, Г. Г. Меньшенин, Ю. М. Быков // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2005. – № 3. – С. 36 – 43.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВНУТРЕННЕЙ ГЕОМЕТРИИ ПОСАДОЧНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КОРПУСА РЕДУКТОРА ЗАДНЕГО МОСТА НА ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАРУЖНЫХ КОЛЕС ПОДШИПНИКОВ 6-7807ЕУШЗ И 6-7705АЕШЗ ПОСЛЕ МОНТАЖА В УЗЕЛ**

Анисимова А.А.(ВМС-438)

Научный руководитель – Носенко С.В.

Основной задачей современного машиностроительного производства является повышение качества технологического процесса (в том числе – с использованием данных контроля), одним из важнейших параметров которого является микрогеометрия и качество обработанной поверхности. Качество поверхности является одним из важнейших факторов, обеспечивающих высокие эксплуатационные свойства деталей машин, которые зависят от состояния рабочих поверхностей. Также, на них существенно влияет шероховатость обработанной поверхности, и макрогеометрические отклонения, которые приводят к неравномерному износу отдельных участков.

Исследования проводили на ОАО «Волжский подшипниковый завод». Необходимо было установить причину повышенного шума и вибрации редуктора заднего моста в сборе. Заводом-изготовителем редуктора было установлено, что источником шума и вибрации является блок подшипников. Однако, анализ деталей подшипников, выбранных случайным образом из партии, показал, что их микрогеометрические параметры соответствуют техническим требованиям. В связи с этим было высказано предположение,



что искажение микрогеометрии деталей подшипников происходит при их запрессовке в посадочное отверстие редуктора. Исходя из этого была определена цель работы: исследование влияния параметров внутренней микрогеометрии посадочных поверхностей корпуса редуктора заднего моста на изменение микрогеометрических параметров наружных колец подшипников 6-7807ЕУШЗ и 6-7705АЕШЗ после монтажа. Для достижения поставленной цели были поставлены и решены следующие задачи: 1) определить микрогеометрические параметры посадочных поверхностей редуктора и рабочей поверхности наружного кольца подшипника перед запрессовкой; 2) исследовать влияние микрогеометрических параметров посадочных поверхностей редуктора на микрогеометрические параметры рабочей поверхности наружного кольца подшипника после запрессовки.

Перед выпрессовкой колец, запрессованных заводом-изготовителем, с помощью кругломера Talysond 73 было измерено отклонение формы роликковой дорожки наружных колец 6-7705АЕШЗ, 6-7807ЕУШЗ и посадочных поверхностей корпуса редуктора под них же. В результате проведения замеров было выявлено, что отклонения составляют: - 17,26 мкм (превышает нормы КД ОАО «ВПЗ» почти в 4 раза); -15,48 мкм (превышает нормы почти в 3,5 раза); -17,87 мкм, что превышает нормированное по ГОСТ 3325-85 значение (7,5 мкм) в  $\approx 2,5$  раза.; -28,9 мкм, что превышает нормированное значение в  $\approx 3,8$  раза. Расположение локальной неровности на дорожках качения колец подшипников и на посадочных поверхностях редуктора совпадают с расположением ребра жесткости корпуса редуктора. В результате проведения замеров отклонения от круглости дорожек качения подшипников, выпрессованных из корпуса редуктора, выявлено, что отклонения формы дорожек качения наружных колец 6-7705АЕШЗ и 6-7807ЕУШЗ составляют 2,42 мкм и 5,18 мкм соответственно.

Таким образом, можно сделать вывод, что детали соответствовали требованиям КД до запрессовки, но их микрогеометрия была искажена формой посадочных отверстий. Для подтверждения данного предположения с производственного потока было отобрано наружное кольцо подшипника 6-7705АЕШЗ, соответствующее требованиям КД по параметрам микрогеометрии (отклонение от круглости – 0,86 мкм). После запрессовки кольца в посадочное место корпуса (в 3-х положениях с поворотом на  $90^\circ$ ) было проведено измерение отклонения от круглости дорожки качения наружного кольца. Результаты показали, что отклонения формы дорожки качения запрессованного кольца 6-7807ЕУШЗ в 3-х положениях составляют 16,94; 16,61; 17,87 мкм соответственно. После сопоставления круглограмм установлено, что расположение локальной неровности на дорожке качения кольца и подшипника, а так же форма поверхности при каждом положении остаются неизменными. – это как раз свидетельствует о том, что запрессовка не влияет на микрогеометрию, т. к. неровность все время в 1м месте. По результатам проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

1. Величины отклонения от круглости посадочных поверхностей корпуса редуктора в несколько раз превышает нормированные значения по ГОСТ 3325-85. Это приводит к значительным изменениям формы и отклонениям от круглости поверхности роликковых дорожек колец после запрессовки в корпус.
2. Выявленные в результате исследования отклонения могут являться прямыми причинами повышенного шума и вибрации редуктора заднего моста.
3. Причинами искажения формы посадочных отверстий могут являться завышенные отклонения от круглости при изготовлении посадочного отверстия или остаточные деформации корпуса редуктора после изготовления в нём посадочного отверстия, Расположение локальной вогнутости на всех круглограммах запрессованных колец совпадает с расположением ребра жесткости.

Список литературы:

1. Палей М.А. Отклонения формы и расположения поверхностей // производственно-практическое издание, 1973. - 244 с.

2. Авдулов. А. Н. Контроль и оценка круглости деталей машин // 1974. - 175 с

### **ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ПРОШИВКИ В ОКОННЫХ ПРОФИЛЯХ**

Борисова М.Н. (ВМ-536)

Научный руководитель – Авилов А. В.

Так как после разрезания алюминиевого профиля на части наиболее рациональным способом дальнейшей обработки получившихся деталей оконной конструкции является вырубка, а на существующем производстве для вырубки каждого монтажного элемента применяется различное оборудование (компостеры, копировально-фрезерные станки, прессы с индивидуальными насадками и др.), то целесообразно объединить операции, необходимые для пробивки отверстий в алюминиевом профиле, в одной общей матрице.

В ходе моей дипломной работы был сконструирован универсальный штамп совмещенного действия для вырубки отверстий монтажных элементов в алюминиевых профилях, устанавливаемый на универсальный пресс. Он объединяет в себе 13 операций, производимых ранее на различном оборудовании. Использование данного штампа обеспечит большую производительность изготовления деталей оконных конструкций по сравнению с существующей технологией с применением индивидуальных насадок для вырубки.

При разработке конструкции данного приспособления необходимо рассчитать индивидуальные параметры для каждого элемента вырубки: периметра вырубаемого контура, усилия вырубки в штампах со скошенными и с прямыми режущими кромками, необходимого усилия прессы, усилия снятия и проталкивания отхода, определения центра давления штампа, определяются зазоры между матрицей и пуансоном, буферное устройство с переменным рабочим давлением. После всех необходимых расчётов был сконструирован универсальный штамп.

### **СМАЗЫВАЮЩЕ-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА (СОТС): СОСТАВ. ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ. ЭФФЕКТИВНОСТЬ**

Бреусов Н.С. (ВТМЗ-365)

Научный руководитель – Трегубов А.В.

Современные СОТС - это неотъемлемая часть всего комплекса средств, обеспечивающего эффективную эксплуатацию металлорежущего оборудования. Поскольку в практике металлообработки условия резания различаются значительно, то соответственно применяется и большое число СОТС, искусственно вводимых в зону резания.

Требования к СОТС. Наиболее важными из них являются требования увеличения производительности обработки, увеличение стойкости режущего инструмента и повышение качества обрабатываемой поверхности при соблюдении заданной точности. Выполнение этих требований приводит в конечном счете к снижению стоимости металлообработки, уменьшению затрат на режущий инструмент, сокращению брака и простоев станков, связанных с заменой затупившегося инструмента.

Жидкие СОТС наиболее распространены при производстве деталей подшипников качения. Их принято называть смазочно-охлаждающими жидкостями (СОЖ). Они разделены на классы: масляные и водосмешиваемые (водные).

Масляные СОЖ. Состоят из минерального масла, являющегося базовым, к которому могут быть добавлены антифрикционные, антиизносные и антизадириные присадки, ингибиторы коррозии, антиоксиданты, антипенные и антитуманные присадки.

Минеральное масло в масляных СОЖ занимает 60-95% (в процентах по массе). Обычно это высокоочищенные нефтяные или парафиновые масла. Иногда в качестве основы для масляных СОЖ используют смесь из нескольких минеральных масел.

Используют также в качестве базы маловязкие экстракты селективной очистки, очищая их каталитическим гидрированием. При выборе базовых минеральных масел учитывают прежде всего их физико-химические свойства /вязкость, индекс вязкости, групповой углеродный состав/ и обусловленные ими смазочные, антиокислительные и другие характеристики, влияющие на процесс трения и износ инструмента.

Масла без присадок применяют при обработке магния, латуни, бронзы, меди и углеродистых сталей при легких режимах резания. Однако они мало эффективны при обработке труднообрабатываемых сталей и сплавов, особенно при тяжелых режимах резания.

Водосмешиваемые СОЖ. Такие СОЖ могут содержать эмульгаторы, нефтяные масла, воду, спирты, гликоли, ингибиторы коррозии, бактерициды, противоизносные, противозадирные и антипенные присадки, электролиты и другие органические и неорганические продукты. Эти СОЖ применяют в виде эмульсий или истинных водных растворов при абразивной и лезвийной обработке (легкие и средние режимы резания) черных и цветных металлов. Преимуществами водосмешиваемых СОЖ является более высокая, чем у масляных СОЖ охлаждающая способность, относительно низкая стоимость, пожаробезопасность и меньшая токсичность, недостатки- сравнительно невысокие смазывающие свойства, низкая эффективность на отдельных операциях и недостаточно высокая стабильность свойств во времени.

Эмульгирующиеся СОЖ (эмульсолы) при смешивании с водой образуют эмульсии. В качестве основы эмульсолов используют средневязкие нефтяные масла нефтяного или смешанного типа, содержание которых в эмульсоле может достигать 85%. Применяют эмульсолы в виде 1-5%-ных эмульсий в воде.

Эмульгаторы являются поверхностно-активными веществами (ПАВ) и, кроме уменьшения поверхностного натяжения, они выполняют роль смазочных веществ и ингибиторов коррозии. В качестве эмульгаторов наибольшее распространение в составе эмульсолов получили анионоактивные ПАВ, а также их смеси: калиевые, натриевые мыла жирных, смоляных и сульфокислот.

Полусинтетические СОЖ принципиально не отличаются от эмульсолов по компонентному составу, однако они существенно отличаются от них по концентрации компонентов. Основу полусинтетических СОЖ составляет вода (до 50%) и эмульгаторы (до 40%). Обязательным компонентом является маловязкое (3-10 кв.мм/с при 50°С) нефтяное масло. Полусинтетические СОЖ, как и эмульсолы, могут содержать биоциды, противоизносные и противозадирные присадки. Их используют в виде 1-10%-ных водных растворов.

Синтетические СОЖ представляют собой смесь водорастворимых полимеров, поверхностно-активных веществ, ингибиторов коррозии, биоцидов, антипенных присадок и воды. В их состав для повышения смазывающих свойств вводят противоизносные и противозадирные присадки. Синтетические СОЖ могут быть приготовлены в виде порошков. Их применяют в виде 1-10% водных растворов. По универсальности, продолжительности сохранения эксплуатационных свойств синтетические СОЖ, как правило, превосходят эмульсолы.

В зависимости от условий обработки СОТС должны обеспечивать смазывающее, охлаждающее, диспергирующее или моющее действие. Однако в большинстве случаев от СОТС требуется обеспечить одновременно несколько действий в различной степени. Так, например, при фрезеровании твердосплавными фрезами требуется высокое смазывающее и обязательно низкое охлаждающее действие; при нарезании резьбы метчиками и при развертывании- высокоэффективные моющее и смазывающее; при токарной обработке титановых сплавов- охлаждающее, а при обработке их фрезерованием - смазывающее действие. В подшипниковом производстве на отделочных операциях точного шлифования СОТС должны обеспечивать снижение температур в зоне резания при одновременном увеличении производительности процесса. В ряде случаев в результате проведения

экспериментальных работ удастся подобрать или создать СОТС полностью удовлетворяющее поставленным требованиям.

На одном из предприятий были проведены испытания жидких СОЖ на операции шлифования колец подшипников качения. Сравнивались эмульгирующиеся СОЖ (эмульсолы) и синтетические СОЖ на основе концентратов СОТС 21/22. Испытания показали, что использование СОТС 21/22 вместо эмульсолов повысило производительность шлифования в 2-2,5 раза, износ абразивного инструмента уменьшился до 4,5 раз, общие эксплуатационные расходы на шлифование снизились в 3-5 раз.

Совершенно очевидно, что полученные при испытаниях результаты свидетельствуют о значительном снижении коэффициента трения в паре шлифовальный круг – кольцо подшипника при шлифовании, а это не только улучшает качество колец за счет снижения температуры резания, но и снижает как сами силы резания, так и потребляемую оборудованием мощность и значительно экономит энергопотребление шлифовального оборудования.

### **ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЕПАРАТОРА ПОДШИПНИКА 6-7614АКМ**

Варваровский А.В. (ВМ - 536)

Научный руководитель – Санинский В.А.

Необходимость повышения экономической эффективности общественного производства требует совершенствования систем управления и повышения технического уровня предприятий машиностроения, химии, энергетики, металлургии, строительства, транспорта и других отраслей национального хозяйства на основе использования достижений научного и технического прогресса (НТП). Совершенствование и развитие предприятий на основе НТП осуществляется путём разработки, выбора и внедрения новых технических решений в области машин и аппаратов химических производств, ресурсосберегающих и экологически чистых технологий химии и машиностроения, автотранспортных перевозок и автомобильных хозяйств, производства высокомолекулярных соединений, переработки пластических масс и эластомеров, систем и средств механизации и автоматизации, действующих и вновь разрабатываемых процессов и производств, систем автоматизации обработки информации и управления производством на базе современной электронной и лазерной компьютерной техники. Использование новой техники и технологии позволяет сократить расходы предприятий на производство и реализацию продукции, повысить качество, конкурентоспособность и цену продукции, осуществить более быстрое её продвижение и реализацию на внутренних и внешних рынках, увеличить, тем самым, объём реализации продукции и получаемой предприятием прибыли.

При прохождении преддипломной практики на ОАО «Волжский подшипниковый завод» была проведена работа по исследованию штамповки сепаратора подшипника 6-7614АКМ.

Для исследований выбрано следующее оборудование: прессы КА-264, КВ-235, АККЕ-2330, КИ-2132 и автомат листоштамповочный многопозиционный АА6136.

Анализ результатов испытаний показывает, что наиболее эффективным является автомат АА3136. При использовании автомата АА3136 время изготовления детали сократилось на 30%, уменьшилось число рабочих. На 10% сократилось потребляемое количество электроэнергии. На заводе прорабатывается вопрос о замене применяемого оборудования при изготовлении сепараторов на исследуемое.

## АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ И ГРАНУЛ ИЗ ТРОСТНИКА

Ганджалова А.А., Мухина К.А.

Научные руководители – Соколова Н.А., Костин В.Е.

Обширные заросли тростника в промышленной зоне города Волжского создают значительную угрозу возникновения и распространения неконтролируемых ландшафтных пожаров, которые могут распространиться на хозяйственные постройки, промышленные объекты, линии электропередач, а также возникает опасность здоровью и жизни людей. Вследствие, того, что тростник южный быстро возобновляет свою биомассу в течение тёплого времени года, рациональным решением проблемы снижения пожароопасности представляется выкос тростника в зимний период и производство из него топливных гранул или брикетов.

Проведённые в 2011 г. исследования показали, что урожайность тростника в промышленной зоне города Волжского достигает 14 тонн/га, а объём возможной ежегодной заготовки составляет около 1800 тонн.

Влажность тростника в зимний период является очень низкой до 8 %, что является кондиционным показателем для прессования и брикетирования без энергоёмкой операции – сушки, что существенно снижает стоимость оборудования, затраты энергии на производство и, следовательно стоимость готовой продукции.

Обобщение материала, посвящённого оценке качества топливных брикетов и гранул, выявило отсутствие каких-либо отечественных нормативных документов, регламентирующих параметры качества. Широкое использование древесных топливных брикетов и гранул получило в странах Западной Европы, где введены в действие различные нормативы для производства гранул. В Германии DIN 51 731 и DINplus, в Австрии O-Norm M 7135, в Швеции SS 1871 20. С 2010 г. действуют единые европейские нормы ENplus. Требования европейских стандартов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры качества топливных гранул

Стандарт	DIN	O-Norm M	DIN Plus	SS
Диаметр (мм)	4 — 10	4 — 10		< 25
Длина (мм)	< 50	< 5 x d	< 5 x d	< 5 x d
Плотность (кг/дм <sup>3</sup> )	> 1,0-1,4	> 1,12	> 1,12	нет
Влажность (%)	< 12	< 10	< 10	< 10
Насыпная масса (кг/м <sup>3</sup> )	650	650	650	> 500
Брикетная пыль (%)	нет	< 2,3%	< 2,3%	нет
Зольность (%)	< 1,5	< 0,5	< 0,5	< 1,5
Теплота сгорания (МДж/кг)	17,5-19,5	> 18	> 18	> 16,9
Сера (%)	< 0,08	< 0,04	< 0,04	< 0,08
Азота (%)	< 0,3	< 0,3	< 0,3	нет
Хлор (%)	< 0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,03
Мышьяк (мг/кг)	< 0,8	нет	< 0,8	нет
Свинец (мг/кг)	< 10	нет	< 10	нет
Кадмий (мг/кг)	< 0,5	нет	< 0,5	нет
Хром (мг/кг)	< 8	нет	< 8	нет
Медь (мг/кг)	< 5	нет	< 5	нет
Ртуть (мг/кг)	< 0,05	нет	< 0,05	нет
Цинк (мг/кг)	< 100	нет	< 100	нет
Связующие материалы (%)	нет	< 2%	< 2%	

По своему химическому составу сухой тростник представляет собой достаточно сложный комплекс структурных биополимеров, в основном, полисахаридов и лигнина. В стеблях тростника осенне-зимней заготовки, по различным данным, содержится 40-45% целлюлозы и свыше 25% лигнина. При прессовании топливных гранул или брикетов наличие лигнина играет важную роль. При высоком давлении прессования лигнин проявляет вязкопластические свойства и является связующим структуры брикета, придавая ему необходимую механическую прочность. С точки зрения уменьшения энергетических затрат на прессование тростниковых топливных брикетов является перспективной оптимизация параметров температурного и механического воздействия на исходный материал.

Для оценки возможности прессования брикетов и гранул из тростника и определения параметров их качества были изготовлены четыре пресс-формы, отличающиеся площадью поперечного сечения. Для прессования использовался ручной гидравлический пресс, развивающий усилие 80000 Н. В зависимости от площади пресс-формы прессование производилось при давлениях: 50, 65, 100 и 120 МПа. Температура прессуемого материала изменялась от 40 до 120 °С, за счёт предварительного нагрева в сушильном шкафу. Вид полученных брикетов-таблеток представлен на рис. 1.



Рис. 1. Брикеты из тростника

Из параметров качества, представленных в таблице 1, в настоящее время проведена оценка плотности и влажности. По результатам проведённых исследований получено уравнение (1), выражающее зависимость плотности от давления и температуры прессования

$$\rho = 0,77059 + 0,010048t + 0,062265P - 0,00718tP. \quad (1)$$

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ АБРАЗИВНЫХ ЗЕРЕН

Ганшу Е. Ф.(ВМ-436)

Научный руководитель – Носенко В. А.

Важной характеристикой абразивных материалов является прочность единичных абразивных зёрен, которую определяют, в основном, при статическом нагружении.

Наиболее трудоёмкий способ определения прочности единичных зёрен заключается в определении силы раздавливания при постепенном увеличении нагрузки. Зерно помещают между двумя твердосплавными пластинами. Нагрузку на верхнюю пластину постепенно увеличивают до момента раскалывания зерна, что фиксируют по характерному звуку или в результате непосредственного наблюдения за состоянием зерна.

Для контроля показателя прочности абразивных зёрен был разработан прибор, конструктивная схема которого изображена на рисунке 1.

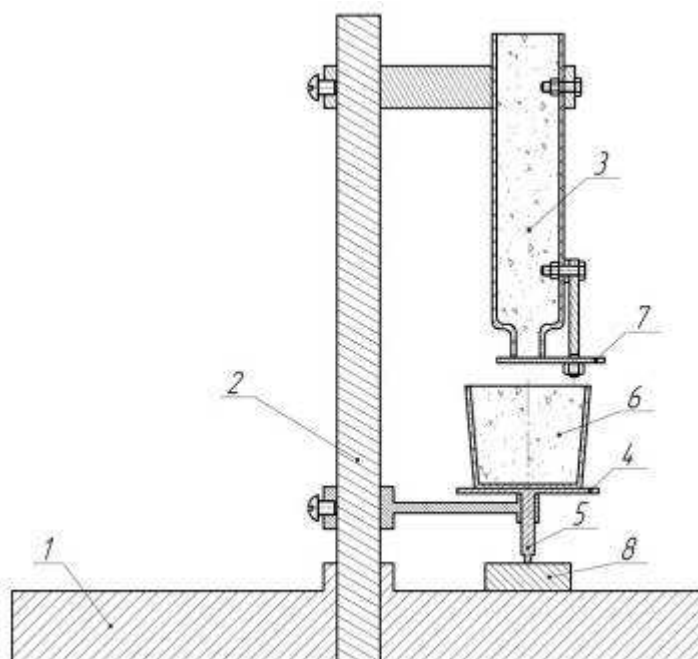


Рисунок 1 – Конструктивная схема прибора

Зерно кладется на предметный столик 8, при этом держатель 4 с твердосплавным наконечником 5 должны быть приподняты. Аккуратно устанавливаем торцевую поверхность наконечника 5 на зерно. Открываем задвижку 7 и пускаем струю песка, она должна быть небольшой. В какой-то момент зерно разламывается, что сопровождается характерным для этого хрустом, и мы закрываем задвижку 7. После того, как испытание закончено, мы снимаем тару 6, наполненную песком и взвешиваем на весах с точностью 0,001. Перед проведением испытаний необходимо взвесить держатель 4 и в дальнейшем прибавлять его массу к массе тары с песком. Полученные результаты заносим в таблицу, умножив на ускорение свободного падения.

В наших исследованиях мы испытывали на прочность зерна электрокорунда белого зернистости F 60. Испытанию подвергались 2 фракции не менее 600 зерен каждая.

В таблице 1 приведены статистические параметры силы раздавливания зёрен  $P_3$  двух фракций электрокорунда белого марки А25 зернистости F60.

**Таблица 1 – Статистические параметры силы раздавливания  $P_3$  зёрен 25AF60**

Параметр	$P_{ср}$ , Н	$S^2(P_3)$ , Н <sup>2</sup>	$P_{з\min}$ , Н	$P_{з\max}$ , Н	$K_{в}$ , %	$m_e$ , Н	$M_0$ , Н	$E_k$	$A_3$
Фракция минус 250 – плюс 300	12,1	23,31	3,7	36,7	40	11,2	4,5	3,8	1,46
минус 180 – плюс 212	7,6	8,13	3,08	21,4	38	7,01	5,53	1,96	1,22

Проверка гипотезы о принадлежности экспериментального распределения частот к нормальному закону распределения сделана по критерию Пирсона. Установлено, что наблюдаемое значение критерия  $\chi^2_n$  для уровня значимости  $\alpha=0,95$  значительно больше критического табличного значения. Из этого следует, что распределения силы раздавливания обеих не подчиняется нормальному закону.

Наличие в обоих случаях правосторонней асимметрии экспериментального распределения позволяет рассмотреть гипотезы о их принадлежности к логарифмически нормальному закону. Проверки на соответствие распределения логарифмированных значений  $P_3$  нормальному закону показали, что распределения статической силы раскалывания зёрен обеих фракции электрокорунда белого с вероятностью 0,95 подчиняются логарифмически нормальному закону распределения.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗМЕРЕНИЯ РАДИАЛЬНОГО БИЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛА

Горшенева М.П. (ВМ-436)

Научный руководитель – Санинский В.А.

Распредвал входит в систему газораспределения двигателя, имеет определённое число кулачков, соответствующее числу цилиндров. Получая вращение через передаточный механизм от коленвала, распредвал обеспечивает согласованную работу клапанов и поршней.

Распределительные валы автомобильных двигателей изготавливают из углеродистых, легированных сталей или легированного чугуна.

О том, что распредвал двигателя требует ремонта или, как минимум диагностики, вы узнаете практически сразу. О неисправности вам подскажут: датчик распредвала и нарушение штатной работы двигателя, низкое давление в системе смазки мотора.

В процессе эксплуатации двигателя характерными дефектами вала являются износ кулачков, опорных шеек и увеличение прогиба.

Опорные шейки вала при значительных повреждениях можно перешлифовать под ремонтный размер вкладышей.

Приборы для проверки изделий на биения делятся на контактные и бесконтактные.

К контактным относятся такие средства измерения как индикаторные головки, координатно-измерительные машины (механического типа) и др., а к бесконтактным – лазерные установки, оптические приборы, координатно-измерительные машины (оптического, лазерного типов) и др.

Приборы для проверки изделий на биение в центрах моделей ПБ-250, ПБ-500, ПБ-1600 предназначены для проверки биения цилиндрических деталей (валов, шкивов, шестерен), установленных в центрах. Контроль может производиться как по цилиндрическим, так и по торцовым поверхностям.

Координатно-измерительная машина (КИМ) — устройство для измерения физических, геометрических характеристик объекта. Машина может управляться вручную оператором или автоматизировано компьютером. Измерения проводятся посредством зонда, прикрепленного к подвижной оси машины. Измерительные зонды могут быть механического, оптического, лазерного типа, дневного света, и другими.

Теперь рассмотрим альтернативный метод измерения биений опорных шеек распределительных валов, под названием фотограмметрия.

В ВПИ проводится апробация данного метода, который заключается в следующем: цилиндрическая деталь (распределительный вал двигателя ВАЗ) была установлена в центра. При помощи цифрового фотоаппарата было получено по 6 снимков каждой цилиндрической шейки. Измерения осуществлялись с поворотом детали на 360° через 60°. Данные передавались на ЭВМ, анализировались с помощью программного обеспечения и в результате получили отклонение от формы. Установка для исследования возможностей фотоанализа состояла из центров, исследуемого объекта (распределительного вала), эталона по ГОСТ 9038-90 0 класса точности, цифрового фотоаппарата и компьютера со специальным программным обеспечением.

Результаты эксперимента подтверждают возможность измерения геометрической формы деталей машин с точностью, которая характеризуется 1 микрометр на пиксель. Точность измерения может изменяться, применяя масштабный коэффициент, например 4 пикселя на один микрометр.

Проводимые опыты в ВПИ указывают на возможность применения метода фотоанализа при измерении и контроле поверхностей типа коленчатых и распределительных валов их удобного осуществления в лабораторных и производственных условиях анализа погрешностей соосных поверхностей 6-го качества точности.



## ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ РОЛИКОВОЙ ДОРОЖКИ ВНУТРЕННЕГО КОЛЬЦА ПОДШИПНИКА 7615А

Дадаян А.Р.(ВТМз-365)

Научный руководитель - Соломоненко С.А.

При выполнении любого технологического процесса на технологическую систему действует большое количество различных факторов, зависящих как от конструкции и состояния технологической системы, так и от резания металлов.

В процессе работы все указанные факторы непрерывно изменяются и оказывают существенное влияние на достижение требуемой точности обработки.

Чтобы обеспечить заданную точность при том или ином режиме обработки, надо знать суммарную погрешность и динамическую жесткость технологической системы.

При массовой обработке деталей кроме систематических погрешностей  $\Delta_{сп}$  необходимо учитывать случайные погрешности  $\Delta_{сл}$ , которые происходят от неравномерной твердости обрабатываемого материала  $\Delta_{н.тв.}$ , неточностей измерений  $\Delta_{изм}$ , от переменного припуска на обработку  $\Delta_{п.пр.}$  и т. д.

Если систематические погрешности суммируются алгебраически, то случайные погрешности суммируются по правилу квадратного корня из суммы квадратов отдельных погрешностей в виде формулы (1):

$$\Delta_{сл} = \sqrt{(\Delta_{н.тв.})^2 + (\Delta_{изм})^2 + (\Delta_{п.пр.})^2} \quad (1)$$

Таким образом, в общем виде суммарная погрешность рассчитывается по формуле (2):

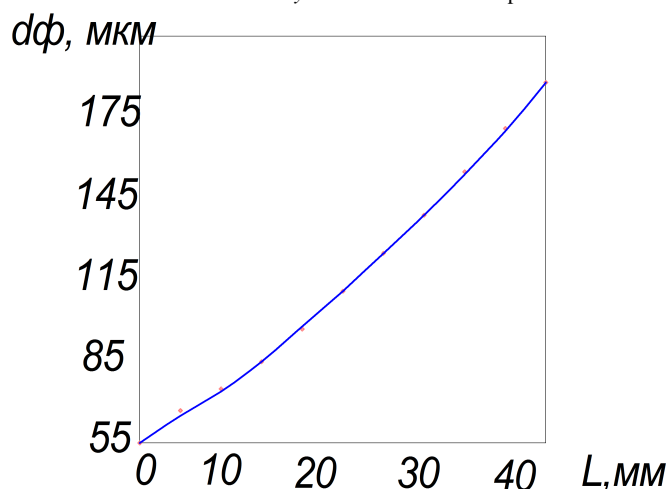
$$\Delta_{сум} = \Delta_{сп} + \Delta_{сл} \quad (2)$$

Суммарная погрешность для каждого вида механической обработки по выполняемому размеру подсчитывается отдельно.

При автоматизации производства особое значение приобретают вопросы достижения заданной точности.

Суммируя основные погрешности обработки, получим фактический диаметр детали  $d_{ф}$  в любом поперечном сечении он рассчитывается по следующей формуле (3):

$$d_{ф} = d_{заг} - 2t \pm \Delta d_{пр} + \Delta d_y - \Delta d_{\tau} - 2(\Delta L_p)_{\tau} + 2(h_3)_{\tau} \pm \Delta d_{гя}, \quad (3)$$



Значения фактических величин диаметра по длине обрабатываемого участка

Рисунок 1

На рисунке 1 наглядно представлены значения фактических диаметров по длине обрабатываемой поверхности.

Расчет суммарной погрешности показал, что максимальное рассчитанное значение суммарной погрешности при токарной обработке роликовой дорожки внутреннего кольца подшипника 7615А составило  $\Delta d = 175,6$  мкм, и не превышает допуска на размер, равный 200 мкм, а значит является приемлемым и не вызывает брак.

## **ЗАЩИТА ПОВЕРХНОСТИ СОПРИКОСНОВЕНИЯ ТОЛКАТЕЛЯ С КУЛАЧКОМ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛА ОТ ВОДОРОДНОГО ИЗНОСА**

Дмитриев М.В. (ВМ-436)

Научный руководитель – Санинский В.А

Как известно, при проникновении водорода в сталь изменяются механические, физические и химические свойства металлов. Особенно сильно водород влияет на механические свойства конструкционных сталей, вызывая заметное уменьшение прочности, пластичности, ударной вязкости и выносливости стали в процессе эксплуатации в различных средах. Резкое ухудшение механических свойств сталей при наводороживании объединяют термином “водородный износ” (ВИ).

Впервые явление ВИ обнаружили Поляков А.А., Гаркунов Д.И.

При трении во время переходов на малые обороты двигателей или холостой ход, то есть при трении опорных шеек распределительного вала, толкателя с кулачком автотракторного двигателя источником водорода и наводороживания могут быть самыми разными. Среди них преобладающими являются коррозионные процессы, термическая обработка и механическая деструкции неорганических веществ, попадающих на поверхность скольжения кулачка, как в чистом виде, так и адсорбирующихся из воздуха.

Таким образом, возможности наводороживания рабочих поверхностей толкателя с кулачком при эксплуатации, а также опорных шеек распределительного вала на малых оборотах двигателя имеют объективные причины.

Для защиты рабочих поверхностей толкатель-кулачок от ВИ предложена новая технология. Суть ее заключается в следующем. После обычной обработки толкателя и кулачков на токарном станке в резцедержателе закрепляют приспособление с инструментом из медного сплава (латуни, бронзы). Обрабатываемые поверхности толкатель-кулачок смачиваются особой технологической средой на основе поверхностно-активных и органических веществ. При вращении шпинделя на небольших оборотах к поверхности качения пары толкатель-кулачок с определенным усилием прижимают медьсодержащий инструмент и проводят фрикционные нанесения (натирающие) покрытия толщиной –  $(1-3) \cdot 10^{-3}$  м (1-3 мм).

Описанная выше технология названа специальной антифрикционной механической обработкой (САМО). Ее можно рассматривать как разновидность финишной антифрикционной без абразивной обработки (ФАБО), которая широко используется в различных отраслях промышленности и на транспорте, например, для снижения износа гильз цилиндров, шеек коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания. Использование ФАБО трущихся поверхностей снижает интенсивность изнашивания обработанных деталей на 30-40% при 100%-ной задиростойкости. Технология САМО имеет следующие существенные достоинства:

- снижается вероятность трещинообразования и возможный в дальнейшем рост трещин на поверхности касания вследствие возникновения на них медьсодержащей композиционной пластичной структуры, частично поглощающей периодические

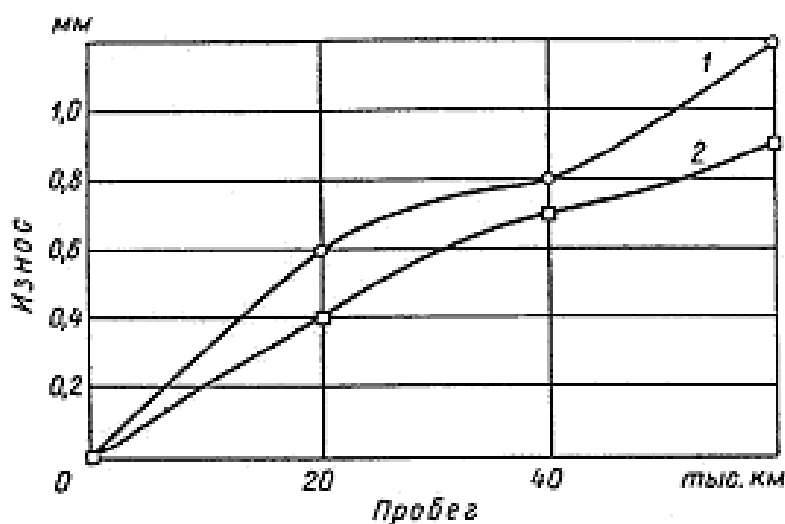
механические напряжения (микроудары) и защищающей материал толкателя от проникновения водорода в зону контакта с кулачком;

- отсутствует высокотемпературное воздействие на поверхностные структуры металла трущейся пары, как это происходит при других методах повышения износостойкости поверхности (различных видах закалки и оплавления, наплавки специальных покрытий и т.д.);

- осуществляется благоприятное воздействие на необработанные поверхности пары толкатель-кулачок, в частности происходит замазывание микротрещин в результате частичного переноса пластичного медьсодержащего покрытия;

- возможно широкомасштабное внедрение технологии САМО в сжатые сроки из-за относительной простоты применяемого оборудования, обычно имеющегося на ремонтных заводах, и невысокой стоимости расходных материалов.

Опытные трущиеся пары, прошедшие обработку методом САМО, в процессе эксплуатационных испытаний обеспечили пробег более 200 тыс.км, что в 3 раза превышает пробег на данном маршруте трущихся пар кулачок-толкатель после обычной обработки.



1 – контрольная пара; 2 – пара после обработки методом САМО  
Рисунок 1 – Результаты испытаний пар в процессе эксплуатации

Эксплуатационные испытания опытных трущихся пар, обработанных методом САМО, на экспериментальном кольце выявили снижение интенсивности изнашивания на 38,9% по сравнению с серийными трущимися поверхностями на пробеге 60 тыс. км (рис. 1)

Повышенное содержание водорода является основной причиной образования трещин и, следовательно, увеличивает скорость износа трущейся пары (толкатель-кулачок).

## ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ШИННОГО ЗАВОДА

Дырова Е.В. (ВМ-536), Тарановская В.А. (ВМ-536),

Сасова Е.Н. (ВМ-536)

Научный руководитель – Авилов А.В.

На протяжении всего срока службы основные фонды предприятия подвергаются износу и требуют постоянного технического обслуживания. Работоспособность оборудования восстанавливается путем его ремонта.

Согласно ОСТ 38-04164-78 установлены два вида технического обслуживания: ежесменное обслуживание и периодическое техническое обслуживание и три вида ремонтов: текущий, средний и капитальный.

Ежесменное техническое обслуживание проводится в течение рабочей смены технологическим и цеховым персоналом и включает в себя следующие основные операции:

- содержание оборудования в чистоте;
- контроль технического состояния оборудования путем наружного осмотра;
- проверка действия смазочных и охлаждающих устройств;
- проверка действия контрольно-измерительных приборов и автоматики;
- проверка натяжения ремней, тросов, цепей;
- проверка наличия и исправностей защитных ограждений;
- проверка действия тормозов и приспособлений для аварийной остановки оборудования;
- проверка состояния болтовых, винтовых, клиновых и шпоночных соединений;
- выполнение простейших регулировок;
- проверка работы сальниковых уплотнений.

Периодическое техническое обслуживание проводится ремонтным персоналом с целью предупреждения отказов или неисправностей. Этот вид обслуживания не является строго регламентированным, но должен проводиться не реже одного раза в месяц, как правило, в ремонтные или выходные дни или во время остановок оборудования из-за отсутствия электроэнергии, сырья, заготовок и по подобным причинам. В объем периодического технического обслуживания, помимо операций ежесменного обслуживания, входят:

- проверка наличия и качества смазки и, при необходимости, ее замена;
- проверка различных уплотнений и, при необходимости их замена;
- проведение простейших ремонтных работ;
- контроль гидравлических, пневматических и электрических систем;
- регулировка отдельных сборочных единиц или машины в целом.

Текущий ремонт (минимальный по объему ремонт): замена или восстановление быстроизнашиваемых деталей и регулировка механизмов; для нормальной работы оборудования до очередного планового ремонта; проводится без простоя оборудования (в нерабочее время); затраты на такой вид ремонта включаются в себестоимость продукции, выпускаемой на этом оборудовании.

Средний ремонт: смена или исправление отдельных узлов или деталей оборудования; замена и восстановление изношенных деталей; оборудование частично разбирается; выполняется без снятия оборудования с фундамента; в течение года подвергается около 20-25% установленного оборудования

Капитальный ремонт (наибольший по объему и сложности): цель - восстановления исправности и ресурса оборудования; требует полной разборки и ремонта всех базовых деталей, замены изношенных деталей и узлов, восстановление части деталей, проверки их на точность; выполняется со снятием оборудования с фундамента и с транспортировкой в другой цех;

с очередным капитальным ремонтом совмещают модернизацию оборудования.

Все виды работ по техническому обслуживанию и ремонту выполняют в определенной последовательности, образуя повторяющиеся циклы. Ремонтный цикл — это повторяющаяся совокупность различных видов планового ремонта, осуществляемых в заданной последовательности через определенные, равные между собой промежутки времени работы оборудования, называемые межремонтными периодами между двумя последовательно выполняемыми плановыми ремонтами. Ремонтный цикл определяется структурой и продолжительностью, и заканчивается капитальным ремонтом. Структура — это перечень ремонтов, входящих в его состав и расположенных в последовательности их выполнения.

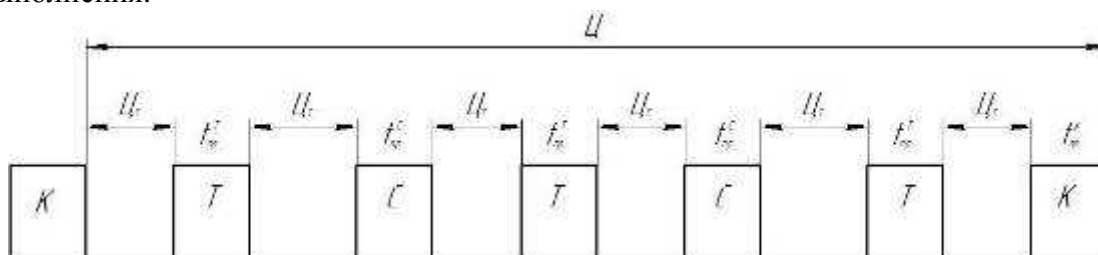


Рисунок 1 – Структурная схема ремонтного цикла

где Ц - ремонтный цикл; Ц<sub>т</sub> - межремонтный период; К - капитальный ремонт; Т - текущий ремонт; С- средний ремонт;  $t_{пр}^к$  - время простоя в капитальном ремонте;  $t_{пр}^т$  - время простоя в текущем ремонте;  $t_{пр}^с$  - время простоя в среднем ремонте [1].

Ремонтный цикл для форматора-вулканизатора ФВ-410-75-25 составляет Ц=48000 ч [2].

Определение потребного количества капитальных, средних и текущих ремонтов в год при работе на предприятии 100 форматоров-вулканизаторов ФВ 75 (при фактической работе  $T_{ф} = 6480$  ч) [3].

$$п = \frac{8760 \cdot Н \cdot K_k \cdot a}{Ц}, \quad (2)$$

где п – количество ремонтов;

8760 – календарный фонд времени оборудования за 1 год;

Н – среднегодовое количество единиц однотипного оборудования;

$K_k$  – коэффициент использования оборудования по календарному времени представляет собой отношение времени фактической работы оборудования к календарному фонду времени;

а – количество капитальных, средних или текущих ремонтов в ремонтном цикле соответственно;

Ц – ремонтный цикл.

Коэффициент использования оборудования при трехсменном режиме работы оборудования, для производства с прерывным технологическим процессом принимаю по [1] -  $K_k=0,75$ .

Количество капитальных ремонтов:

$$a_k = \frac{Ц}{Ц} \quad (3)$$

Количество средних ремонтов:

$$a_{cp} = \frac{Ц}{Ц_{cp}} - 1, \quad (4)$$

где  $Ц_{cp}$  – средний ресурс между капитальным и средним или между средними ремонтами.

Количество текущих ремонтов:

$$a_{\tau} = \frac{\text{Ц}}{\text{Ц}_{\tau}} - a_{\text{ср}} - 1, \quad (5)$$

где  $\text{Ц}_{\tau}$  – средний ресурс между текущими ремонтами.

Таким образом, при работе 100 форматоров – вулканизаторов необходимо планировать 14 капитальных, 27 средних и 1273 текущих ремонтов в год.

Список литературы.

1 В.М. Берданов, И.В. Кожин, В.И. Александрова, Ю.Б. Пашаев Положение о проведении планово-предупредительного ремонта на предприятии введенное в действие с 1 июля 1990 года г. Москва.

**2 ОСТ 38-04164-78 «Система технического обслуживания и ремонта оборудования для переработки резины».**

3 Дровишниц М. П., Подгорный Л. И., Кузьменко Л. Т., Попов И. В. Единые нормы времени на ремонт резиносмесителей РСВД-250-40 и форматоров-вулканизаторов 75 и 55 дюймов. – М.: 1977г. – 250 с.

## ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ ВНУТРЕННЕГО КОЛЬЦА ПОДШИПНИКА 7204А-02

Егупов П.А.(ВТМЗ-465)

Научный руководитель - Соломоненко С.А. ,

Расчет режимов резания на основные переходы операций механической обработки является повседневной задачей технолога. Результатами расчета являются приемлемые для конкретной обработки режимы резания. Тем не менее, часто при расчете не учитывают все особенности обработки, применяемого оборудования и инструмента. Поэтому найденные значения подачи  $s$  и скорости  $v$  могут быть не оптимальными по критерию производительности или себестоимости. Общепринятым критерием оптимизации режимов резания часто выступает производительность обработки – объем металла (припуска) снимаемого с заготовки в единицу времени. В виду того, что глубина резания на переход является назначенной величиной из технологических соображений, то оптимизация проводится только по двум переменным: подачи  $s$  и скорости  $v$  (или связанной с ней частоте вращения шпинделя  $n$ ). Целевую функцию (ЦФ) оптимизации в таком случае можно записать в виде произведения, прямо пропорционального производительности обработки  $Q$ .

$$\text{ЦФ: } F = S \cdot v \rightarrow \max, \text{ или } F = S \cdot n \rightarrow \max (1)$$

где  $v$  – скорость резания, м/мин;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;

$s$  – подача (в зависимости от вида обработки может измеряться в мм/об, мм/мин, мм/зуб).

Как видно по виду формулы (1), чем больше значения подачи  $s$  и частоты  $n$ , тем выше производительность обработки. Однако это вовсе не означает, что настроив станок на максимальную частоту вращения шпинделя  $n_{\text{max}}$  и подачу суппорта  $s_{\text{max}}$ , можно получить оптимальную (максимальную) производительность. Это обусловлено различными ограничениями.

В итоге задача оптимизации режимов резания сводится к нахождению пары значений  $s$  и  $n$ , при которых ЦФ  $F = s \cdot n$  имеет максимум, и выполняются все ограничения.

В результате произведенного расчета токарной обработки дорожки качения внутреннего кольца подшипника 7204А-02 получили линейную систему ограничений:

$$\begin{cases} x_2 \leq -0,432 \\ x_1 + 0,35x_2 \leq 3,753 \\ 0,85x_1 + 0,75x_2 \leq 3,829; \\ 3,219 \leq x_1 \leq 7,601 \\ -2,996 \leq x_2 \leq 1,030 \end{cases} \quad (2)$$

Система (2) определяет область допустимых решений (ОДР) – область поиска оптимального решения.

Получили оптимальные значения частоты вращения шпинделя  $n$  и подачи  $s$ , и далее скорости резания  $v$ :

$$n = e^{x_1} = e^{6,4} = 601 \text{ об/мин}; \quad (3)$$

$$S = e^{x_2} = e^{-0,432} = 0,68 \text{ об/мин}; \quad (4)$$

$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{\pi \cdot 29,43 \cdot 600}{1000} = 49,8 \text{ м/мин} \quad (5)$$

Значение исходной целевой функции при таких параметрах  $n$ ,  $s$  составит:

$$F = S \cdot n = 600 \cdot 0,68 = 408 \text{ мм/мин} \quad (6)$$

Тем не менее, настроить станок на обработку детали с найденными режимами резания будет возможно, только если станок оснащен частотно-регулируемыми приводами главного движения и подачи. Большинство же станков имеют коробку скоростей, поэтому найденные значения частоты  $n$ , и подачи  $s$ , необходимо откорректировать под паспортные значения. Однако это может привести к тому, что фактические режимы резания окажутся неоптимальными.

Так, если принять для станка 1Б265Н-6к  $n_{\text{факт}} = 500$  об/мин,  $s_{\text{факт}} = 0,6$  мм/об, то скорость резания  $v_{\text{факт}} = 46,2$  м/мин, а ЦФ:  $F = 300$  мм/мин.

Как видно, при наличии дискретного ряда частот  $n$  и подач  $s$ , откорректированные режимы резания оказываются неоптимальными, поэтому следует либо ограничивать режимы резания, либо оснащать станок частотно-регулируемыми приводами главного движения и подачи.

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРОЦЕССА «ПРОИЗВОДСТВО АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА» НА ОАО «ВОЛЖСКИЙ АБРАЗИВНЫЙ ЗАВОД Жиронкина В.В.(ВМС-438)

Научный руководитель – Степура А.В.

Результативность Системы менеджмента качества зависит от результативности каждого из процессов, входящих в состав СМК. Рассмотрим методику оценки результативности процесса «Производство абразивного инструмента» на ОАО «Волжский абразивный завод».

Результативность – степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов. Измерение процесса осуществляется по критериям результативности (в соответствии со шкалой результативности):

– Критерий № 1. Превышение планового уровня материальных затрат в цеховых расходах. Это процент материальных затрат к установленному лимиту.

– Критерий 2. Фактический уровень технологических потерь абразивного инструмента на керамической связке с учётом исправления путём переточки на другие размеры.

– Критерий 3. Фактический уровень технологических потерь абразивного инструмента на бакелитовой связке.

Показатели критериев каждого месяца складываются, в результате чего получают процентную результативность. В зависимости от значения процесс оценивают по шкале

результативности:

- более 95% - Устойчивые положительные результаты; Процесс функционирует результативно;
- от 80% до 95 - Большинство результатов имеют положительную тенденцию, но имеются несоответствия в протекании процесса; Процесс функционирует преимущественно результативно; Необходимо разработка корректирующих и предупреждающих мероприятий, а также мероприятия по улучшению процесса;
- от 50% до 80% - Большинство результатов не изменилось, имеются несоответствия в протекании процесса; Процесс функционирует условно результативно.
- ниже 50% - Незаметные изменения, имеются несоответствия в протекании процесса; Процесс функционирует нерезультативно.

При проведении анализа результативности процесса А34 за 2009-2011 гг. получены следующие данные (Рисунок 1):



Рисунок 1 – Результативность процесса А34 за период с 2009 по 2011 гг.

На рисунке 1 представлены значения результативности процесса за каждый месяц с 2009 по 2011 года. Линии тренда – линейная результативность. Она наглядно демонстрирует тенденцию изменения данных. Если оценить данные в соответствии со шкалой результативности, то практически 70% времени процесс показывает результат от 80 до 95%. Большинство результатов имеют положительную тенденцию, но имеются несоответствия в протекании процесса. Процесс функционирует преимущественно результативно. Необходимо разработка корректирующих и предупреждающих мероприятий, а также мероприятия по улучшению процесса. Линия тренда показывает динамику к уменьшению результативности процесса. В связи с этим можно прогнозировать и дальнейший спад. Соблюдение предприятием всех требований стандарта ИСО 9001 не достаточно для наилучшего эффекта от производства. С одной стороны необходимо ежеквартально внедрять мероприятия по улучшения процесса. Но с другой – необходимо пересмотреть саму методику оценки результативности. Критерии необходимо «ужесточить», добавить новые или убрать старые, демонстрирующие ежемесячно положительные результаты. По графику видно, что конечная точка (декабрь 2011 года) находится на отметке в 100 процентов. Это подтверждает необходимость перемен в самих критериях.



Второй путь развития наилучшей эффективности и результативности процесса – это внедрение на предприятие бережливого производства. Основное положение данного принципа – всегда нужно стремиться устранить или ослабить негативные последствия семи главных источников непроизводительных затрат: лишние движения, лишние запасы, дефекты, внутривозовские перевозки, перепроизводства, простои, избыточные обрабатываемые операции. Внедрение принципов бережливого производства, а также пересмотр методики оценки результативности положительно скажется на предприятии ОАО «Волжский абразивный завод».

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРЕССИВНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ КОЛЕЦ УПОРНОГО ПОДШИПНИКА С ЦЕЛЬЮ УМЕНЬШЕНИЯ ТРУДОЗАТРАТ**

Залеская И. В. (ВМ-536)

Научный руководитель – Даниленко М.В.

*В нашей работе мы рассматриваем возможность уменьшения трудозатрат при токарной обработке колец упорного подшипника за счет применения режущего инструмента с износостойким покрытием.*

*In our work we examine the rise efficacy of turning treatment of persistent bearing's rings by application of progressive cutting tool with wear proof covering.*

Уменьшение трудозатрат при токарной обработке колец упорного подшипника возможно за счет применения прогрессивного режущего инструмента с износостойкими покрытиями.

История использования износостойких покрытий в инструментальном производстве насчитывает несколько десятилетий. Износостойкие покрытия существенно влияют на различные параметры процесса резания и, как следствие, на параметры поверхностного слоя детали. Покрытия характеризуются низким коэффициентом трения, что существенно снижает длину пластического и упругого контакта стружки с деталью, силу резания и температуру в зоне обработки.

Производителями инструмента с износостойкими покрытиями являются «Sandvik Coromant» (Швеция), «Titex Plus» (Германия), «PRAMET» (Чехия), «SGS Tool Company» (США), «MITSUBISHI CARBIDE», «Union Tool» (Япония), «Прамета» (Россия).

Основные виды современных износостойких покрытий. CVD (Chemical Vapor Deposition) покрытия. При нанесении данного покрытия поверх слоя карбида титана TiC наносятся слои оксида алюминия Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и нитрида титана TiN. Первый слой покрытий служит основой для создания хорошей адгезии, а последующие слои усиливают защитные функции от различных факторов износа. Оксид алюминия является идеальным компонентом покрытия для защиты твердого сплава от воздействия высокой температуры и химических видов износа. Твердые сплавы с оксидным покрытием позволяют достичь скоростей резания порядка 250–300 м/мин. Фирма Sandvik Coromant разработала композиционно-многослойные покрытия TiN-TiN/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiCN для пластин серии GC 2025. Пластины GC 2025 дают стойкость до 2–2,5 раз выше стойкости пластин со стандартным многослойным покрытием при обработке обработки сталей от низкоуглеродистых до высоколегированных.

PVD (Physical Vapor Deposition) обладают хорошей адгезией, не влияют на прочность основного инструментального материала и даже создают благоприятные сжимающие напряжения в поверхностном слое. Токарные пластины, покрытые PVD сплавом, могут устойчиво работать на скоростях 200–250 м/мин.

В условиях высоких нагрузок на режущую кромку большие преимущества при производстве режущего инструмента обеспечивают наноструктурированные покрытия

(TiN)<sub>0,5</sub>B<sub>0,5</sub>, Ti-Cr-B-N, TiN/AlN, nc-TiAlN/a-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>. Материалы с увеличенной площадью межзеренных границ имеют более сбалансированное соотношение между твердостью, оказывающей определяющее положительное влияние на износостойкость и прочностными характеристиками материала. Наибольшее распространение получили покрытия (Ti, Al)N, где нанослои нитридов титана и алюминия постоянно меняются местами, создавая градиент концентрации составных элементов. Такие покрытия называют наноградиентными. Фирма Platit (Швейцария) разработала двухфазные наноструктурированные покрытия, у которых основную функцию по износостойкости выполняют зерна (Al,Cr)N или (Ti,Al)N (основная нанокристаллическая фаза) на границах которых располагается вторая нанокристаллическая (или аморфная) фаза Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, сдерживающая коагуляцию зерен основной фазы как при осаждении покрытия (вакуумно-дуговая технология), так и при эксплуатации инструмента.

Покрытия DLC (Diamond Like Coatings). Получаемые при нанесении данного покрытия углеродные нанопленки близки по свойствам к алмазу. Такие покрытия обладают очень высокой, превосходящей до 50 раз другие типы покрытий износостойкостью. К сожалению, их температурная стабильность и стойкость к окислению ограничены величиной 300 °С, что недостаточно для большинства случаев металлообработки. DLC показывают хорошие результаты при обработке резанием различных композиционных материалов, находящих широкое применение в технике.

Для обработки колец упорных подшипников применяют пластины с CVD покрытием. По сравнению с ранее используемыми твердосплавными пластинами из материалов Т15К6, Т5К10, данные покрытия позволяют увеличить скорость резания, повысить качество обработанной поверхности, сократить штучное время на обработку, что приводит к уменьшению трудозатрат.

#### Список литературы

1. Полянчиков Ю.Н. Повышение производительности на операциях токарной обработки колец подшипника. Учебное пособие.- Волгоград.: РПИ «Полтехник», 2005. - 104с.
2. <http://www.coromant.sandvik.com>.

## ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Каминская Ю.О. (ВТО-5)

Научный руководитель – Авилов А.В.

*В нашей работе мы рассматриваем возможность применения современных компьютерных технологий, для формирования новых принципов организации сварочного производства.*

*In this paper we consider the use of modern computer technology to create new principles of organization of production welding.*

Стремительное развитие программных средств, наделенных различными функциональными возможностями, способствовало формированию новых принципов организации сварочного производства. Использование современных компьютерных технологий для комплексной автоматизации всех аспектов сварки, включая моделирование протекающих в металле процессов, позволит быстро находить оптимальные технологические решения при значительном снижении ресурсоемкости.

Применение компьютерных технологий значительно расширяет возможности вычислительного эксперимента, что, в частности, дает возможность из множества вариантов технологии выбрать наиболее подходящую или прогнозировать результат сварки разнородных металлов.

Основным достоинством современного программного обеспечения является высокая точность расчетов и большой объем информации, которые они позволяют получать.

Российские и зарубежные программные продукты можно классифицировать по выполняемым функциям следующим образом:

1. Подготовка технологической документации с помощью систем CAPP/PDM/PLM;
2. Базы данных: основные материалы, сварочные материалы, нормативные документы и т.д.;
3. Конструирование и проектирование сварных конструкций с помощью систем CAD;
4. Расчет прочности, долговечности, жесткости сварных конструкций с помощью систем CAE;
5. Моделирование тепловых и металлургических процессов с помощью систем CAE;
6. Конструирование оборудования с помощью систем CAD/CAE;
7. Числовое управление сварочными роботами с помощью систем CAM;
8. Системы управления.

Классы программных продуктов перечислены в той последовательности, в которой их целесообразно внедрять на предприятии. Рассмотрим каждый класс систем.

Системы **CAPP** (Computer Aided Process Planning – планирование технологических процессов с использованием компьютерных программ или автоматизированная технологическая подготовка) предназначены для построения последовательности технологических операций и оформления технологической документации в виде операционных и маршрутных карт. Данные системы представлены на рынке такими продуктами, как Компас – Вертикаль (АСКОН, Санкт-Петербург); Интермех – TechCard (Минск); ARMSW (Центр ComHighTech, Тула); ADEM CAM/CAPP (Москва); WeldOffice (CSPEC, USA); WeldPlan (Force Technology, Дания).

Системы **CAD** (Computer Aided Design – конструирование с использованием компьютерных программ) содержат модули моделирования трехмерной сварной конструкции (детали), оформления чертежей и текстовой конструкторской документации (спецификаций, ведомостей и т.д.). Выделяют три типа таких систем: 1) чертежно-ориентированные системы (Компас, AutoCad); 2) системы объемного моделирования (SolidWorks, SolidEdge); 3) интегрированные системы, поддерживающие электронную информационную модель на протяжении всего жизненного цикла изделия, включая маркетинг, концептуальное и рабочее проектирование, технологическую подготовку, производство, эксплуатацию, ремонт и утилизацию (CATIA, Unigraphics, Pro/Engineer).

Система **CAM** (Computer Aided Modeling – подготовка производства с использованием компьютерных систем) представляют программные пакеты, управляющие движением роботов при сборке компонентов и перемещении их между операциями. Например, ADEM (Россия, Москва) используется для лазерной обработки и резки. Для создания управляющих программ сварки в ADEM используется возможность движения лазера вдоль объемной кривой с заданным фокусным расстоянием и вектором оси лазерного луча, что позволяет добиться пятикоординатной обработки лазером.

Системы **CAE** (Computer Aided Engineering – инженерные расчеты с использованием компьютерных программ) можно разделить на два класса в зависимости от сложности решаемых задач и квалификации пользователя.

Большой класс CAE – программ ориентирован на рядового технолога и позволяет решать отдельные прикладные задачи для выбранного вида сварки – расчет параметров режима сварки, определения расхода сварочных материалов, прогноз ожидаемых механических свойств металла шва и зоны термического влияния, прогноз размеров сварного шва.

Немногочисленный, но важный класс САЕ – программ ориентирован на высококвалифицированных пользователей – аналитиков – и позволяет решать комплексные задачи (численное моделирование процессов тепло- и массопереноса, физико-химические реакции и металлургические процессы, анализ электрических полей). Такие программы могут быть построены по модульному принципу, выделяя определенные виды сварки. Примерами могут служить комплекс SPOTSIM, BUTTSIM, MAGSIM, LASIM, CUTSIM (ComHighTech – международный научно – образовательный центр «Компьютерные высокие технологии в соединении материалов», Россия, Тула); SysWeld (ESI Group, Франция); SOAR (Sandia Optimization and Analysis Routines for automated welding – национальная лаборатория Министерства энергетики США); SORPAS (Swantec, Дания); VirtualArc (ABB, Швеция).

На данном этапе развития компьютерных технологий стало доступным широкое применение не только стандартного программного обеспечения, но и целого ряда комплексных специализированных компьютерных программ. Это позволит решить основные задачи сварочного производства, такие как оптимизация конструкции изделия, разработка технологии изготовления, подбор и совершенствование сварочных материалов, оформление технологической и конструкторской документации на изделие, а также решить проблему взаимосвязи различных подразделений предприятия, участвующих в изготовлении продукции.

### **КАЧЕСТВО ШЛИФОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ, ПОДШИПНИКОВОЙ СТАЛИ ШХ15, КРУГАМИ РАЗЛИЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК**

Гусев А.С., Кондратьева А.А. (ВМС-438)

Научный руководитель – Белухин Р.А.

Обычные абразивные круги не позволяют эффективно шлифовать из-за достаточно плотной структуры круга, малого объема и малых размеров пор в таких кругах. Поэтому основным направлением повышения эффективности шлифовальных кругов явилось создание кругов со значительно более открытой структурой путем увеличения, как размеров пор, так и содержания пор в круге.

Роль пор в круге заключается в создании пространства для размещения срезаемых зернами микростружек. Однако вследствие малых размеров «естественных» пор, они удовлетворительно выполняют свою функцию, когда микростружки очень малы. При шлифовании сталей, когда размеры и количество стружек возрастают, «естественных» пор недостаточно для размещения стружки, которая напрессовывается («налипает») на поверхность круга, приводя к ее засаливанию, и как следствие, к снижению режущей способности и стойкости круга.

На рисунке 1 представлены результаты опытов при шлифовании стали ШХ15 выполненных по методике [1] кругами различных характеристик: 25AF60K7V (K7), 25AF60L7V (L7), 25AF60K10V (K10).

При шлифовании на глубине 10 мкм/ход с увеличением твердости круга на степень от *K* до *L* все высотные параметры шероховатости снижаются в среднем в  $1,03 \pm 0,02$  раза. Повышение номера структуры с 7 до 10 приводит к уменьшению высотных параметров шероховатости в среднем на  $27\% \pm 2\%$ .

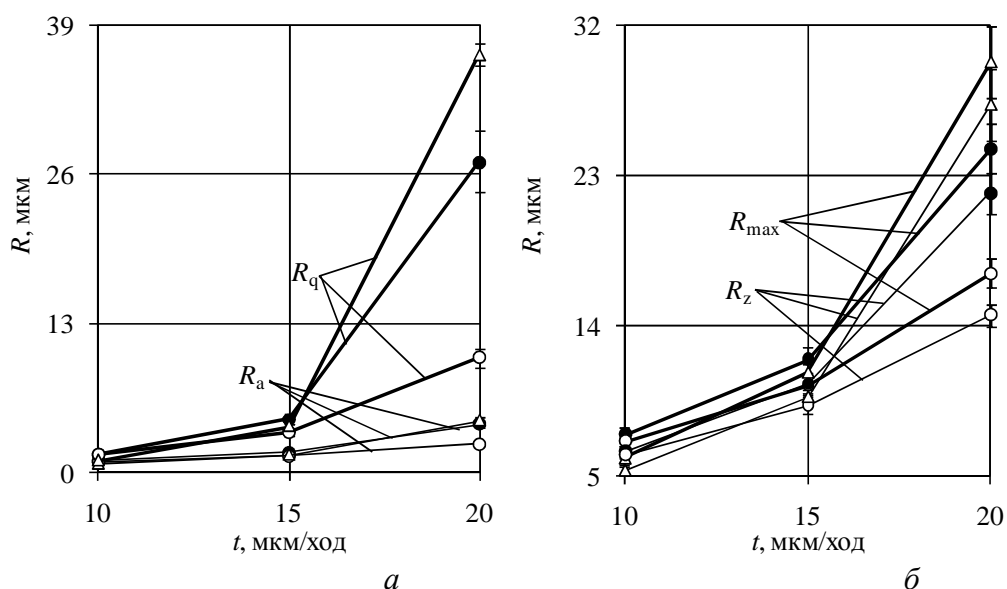


Рисунок 1 – Изменение средних значений высотных параметров в зависимости от глубины шлифования кругами различных характеристик:

● – K7; ○ – L7; Δ – K10

С увеличением глубины шлифования в 1,5 раза в наибольшей степени увеличиваются высотные параметры высокоструктурного круга K10 – в  $2,35 \pm 0,93$  раза. Далее в порядке снижения степени роста следует круг K7 – в  $1,94 \pm 0,59$  раза и L7 – в  $1,66 \pm 0,34$  раза. В среднем по трём кругам параметры шероховатости увеличились с ростом глубины шлифования в  $1,98 \pm 0,39$  раза.

На глубине 15 мкм/ход с увеличением структуры круга от K7 до K10 высотные параметры снижаются всего на 7 – 15 %. С увеличением твердости круга с K до L параметры шероховатости снижаются на 14 – 33 %.

В результате при шлифовании на глубине 15 мкм/ход между кругами различных характеристик закономерность, установленная для глубины 10 мкм/ход, изменяется. В частности соотношение между высотными параметрами шероховатости для кругов одинаковой структуры, но разной твердости увеличивается в среднем с 3 до 19 %, а для кругов разной структуры уменьшается с 30 до 10 %.

С увеличением глубины шлифования до 20 мкм/ход в большей степени возрастает шероховатость поверхности при шлифовании высокоструктурным кругом, среднее увеличение по всем высотным параметрам составляет  $4,31 \pm 3,02$  раза. В меньшей степени возрастают высотные параметры для круга K7 – в  $3,09 \pm 1,75$ , а при шлифовании кругом L7 шероховатость становится больше всего в  $1,93 \pm 0,59$ .

На глубине 20 мкм/ход наибольшие значения высотных параметров шероховатости получены на круге K10. Круг K7 занимает промежуточное положение. С увеличением твердости круга на одну степень шероховатость снижается на 43 – 69 %.

При шлифовании подшипниковой стали ШХ15 на глубинах 10 и 15 мкм/ход высокопористый круг дает наименьшие значения параметров шероховатости, т.е. лучшее качество обработанной поверхности.

### Литература

1. Белухин, Р.А. Методика проведения испытаний абразивных кругов и смазочно-охлаждающих жидкостей в процессе плоского шлифования / Р.А. Белухин, Цибермановский Д.В. // 7-я научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ВПИ (филиал) ВолгГТУ (г. Волжский, 2008 г.): сб. матер. конфер. Серия – Механика, машины, материаловедение. Волгоградский государственный технический университет. – Волгоград, 2008. – С. 68-70.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШЛИФОВАНИЯ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ

Кравцова И.С. (ВМ-436), Кузюткина А.В. (ВМС-438)

Научный руководитель – Митрофанов А.П.

Наиболее перспективным и доступным методом совершенствования абразивного инструмента является импрегнирование специальными составами.

Воздействуя на процесс резания сразу по нескольким направлениям, импрегнирование абразивного инструмента снижает трение при шлифовании, увеличивает износостойкость инструмента, повышая качество обработанной поверхности и препятствуя образованию тепловых дефектов.

Применение импрегнаторов способных создавать в зоне резания активную газовую среду позволит увеличить их эффективность воздействия. Данному требованию к импрегнатору наиболее подходит использование веществ из класса порофоров (органические газообразователи), которые уже при низких температурах (140 – 220 С), разлагаются с выделением большого количества газовых продуктов.

К числу таких органических газообразователей относится азодикарбонамид (АДКА) и 4,4-оксибис(бензолсульфонилгидразид) (OBSH). При температуре около 210 °С АДКА выделяет более 220 см<sup>3</sup>/г газов. OBSH имеет более низкую температуру разложения около 140 - 150 °С при которой образуется 125-130 см<sup>3</sup>/г (по азоту).

Для введения импрегнаторов в поры круга применяли метод свободного капиллярного поднятия, как самый доступный и практичный способ пропитки абразивного инструмента.

По результатам исследований были разработаны три состава при следующем соотношении ингредиентов, масс. %: АДКА 5 – 7, диметилсульфоксид остальное (патент РФ №2440886); OBSH 12 – 15, диметилсульфоксид остальное (патент РФ №2443538); АДКА 5 – 7, OBSH 8 – 10, диметилсульфоксид.

На предприятии ОАО «Волжский подшипниковый завод» были проведены испытания импрегнированных шлифовальных кругов составом из смеси порофоров на операции предварительной обработки отверстия внутреннего кольца подшипника У-2007120А.

Обработку кольца выполняли на внутришлифовальном полуавтомате *SIW 5* с использованием эмульсионной СОЖ «Авазол» (ТУ 0258-001-34705841-95). Режимы шлифования: скорость круга – 40 м/с, радиальная подача круга на врезание  $S_p$  – 0,5 мм/мин, скорость подачи изделия  $v_s$  – 75 м/мин, время цикла  $T_{ц}$  – 1,265 мин. Типоразмер и характеристика круга – 1 85×36×20 25AF60K–L6V. Правку круга осуществляли алмазным карандашом 3908-0052 ГОСТ 607-80 перед шлифованием каждого кольца. Припуск на предварительную обработку кольца составлял в среднем 0,5 мм на диаметр. Материал кольца – сталь ШХ15. Испытания проводили при шлифовании импрегнированным и стандартным абразивным инструментом.

Контроль процесса шлифования осуществляли по следующим параметрам с применением оборудования: количество обработанных деталей до полного износа круга (ресурс инструмента); непостоянство диаметра и конусообразность отверстия измеряли прибором 299М (ТУ2-034-431–73), оснащенным микрокатером СИГПВ; шероховатость обработанной поверхности – прибором «SURTRONIC» отклонение от прямолинейности поверхности – прибором «MP 125»; огранку отверстия и волнистость поверхности – «TALYROND 73»; прижоги – методом травления обработанной поверхности.

В соответствии с технологическим процессом предельный размер круга, определяющий ресурс, равен  $0,8D=69$  мм. Установлено, при шлифовании импрегнированным абразивным инструментом его ресурс возрос в 1,75 раза.

Применение импрегнированного абразивного инструмента снижает верхнее значение непостоянства диаметра и конусообразности отверстия, уменьшая тем самым

величину вариационного размаха данных показателей. При шлифовании инструментом твердостью  $K$  вариационный размах непостоянства диаметра отверстия сокращается с 25 до 15 мкм, а конусообразности отверстия – с 11 до 8 мкм. При обработке инструментом твердостью  $L$  вариационный размах непостоянства диаметра отверстия сокращается с 20 до 10 мкм, а конусообразности отверстия – с 13 до 8 мкм.

Наблюдается снижение шероховатости обработанной поверхности, при шлифовании импрегнированным инструментом до среднего значения  $R_a = 0,92$  мкм, стандартным –  $R_a = 1,06$  мкм. Также отмечается тенденция к уменьшению средних значений волнистости поверхности и отклонения от круглости отверстия.

Отклонение от прямолинейности поверхности в пределах 2 – 8 мкм, в отличие от результатов при шлифовании стандартным инструментом равным 4 – 11 мкм.

Уменьшение значения в баллах прижогов шлифованной поверхности при использовании импрегнированного инструмента.

Полученные результаты подтверждают эффективность разработанных пропитывающих составов с использованием веществ из класса порофоров.

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СМК ОАО «ВПЗ»**

Круписчатых А.И. (ВМС-438)

Научный руководитель – Степура А.В.

В настоящее время на многих предприятиях и организациях внедряются системы управления качеством в соответствии с требованиями ИСО 9001.

После внедрения системы существует заинтересованность в оценке ее эффективности. Но существует сложность этой задачи, связанная с тем, что оценку эффективности можно рассматривать применительно к продукции или услуге, процессу или системе в целом, а также для всей компании или структурного подразделения, рабочего места или бизнес-процесса.

ISO 9000:2008 дает следующие определения:

- управление качеством (менеджмент качества), согласованная скоординированная деятельность предприятия по руководству и управлению организацией применительно к качеству;

- эффективность (п. 3.2.15) – «соотношение между достигнутым результатом и использованными ресурсами».

Система менеджмента качества ОАО "Волжский подшипниковый завод" разработана и функционирует, в соответствии с требованиями к системам, установленным в ISO 9001:2008 "Системы менеджмента качества. Требования» и ISO/TS 16949:2009 «Особые требования по применению ИСО 9001:2008 в автомобильной промышленности и организациях, производящих соосао тветствующие запасные части»

Анализ СМК со стороны руководства проводится ежеквартально.

По окончании 2011 года на ОАО «ВПЗ» была проведена оценка функционирования СМК по наиболее важным процессам:

1. Процесс «Внутренний аудит (проверки)» (п.8.8.2 МС ИСО 9001:2000).

В 2011 году были проведены аудиты во всех структурных подразделениях предприятия и по всем разделам СМК

Выполнение плана аудитов за 2011 год:

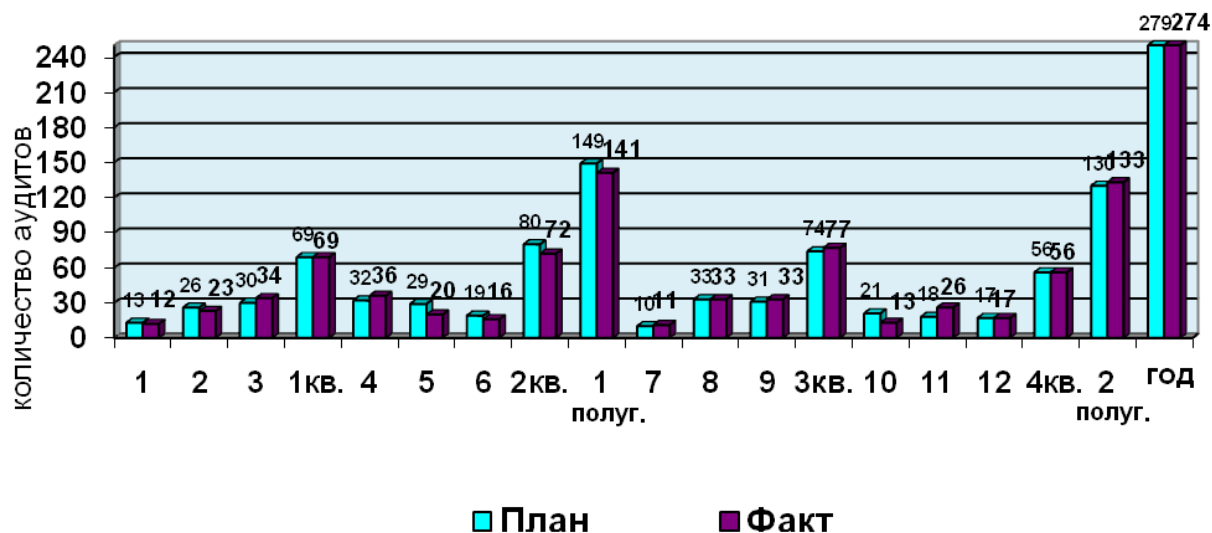


Рисунок 1.1 –Выполнение плана аудита за 2011 год.

В среднем по заводу за 2011 г.  $K_c = 0,96$ , что оценивает деятельность по функционированию процессов как полное соответствие требованиям СМК.

2. Управление документацией СМК, востребованность документации СМК, совершенствование в соответствии с требованиями ИСО 9001:2000.

Порядок управления документацией и данными изложены и контролируются в соответствии с разработанными и введенными документами СМК: ДП 4.2.3-01 «Руководство по управлению документацией» и ДП 4.2.4-01 «Учет и регистрация данных о качестве». Эти процедуры являются основополагающими при подготовке информационных материалов для анализа функционирования СМК.

За 2011 год было выпущено 23 новых документа (ДП, И, П ВПЗ и прочих), выпущена 71 карта извещений об изменении и актуализации документации СМК, для совершенствования как самих документов, так и улучшения функционирования процессов Системы менеджмента качества в целом.

3. Процесс «Изготовление продукции» определен в ДП 7.1.1-01 «Оперативное планирование производства» и ДП 7.5.1-02 «Производство продукции».

Выполнение плана производства по номенклатуре за 2011 год:

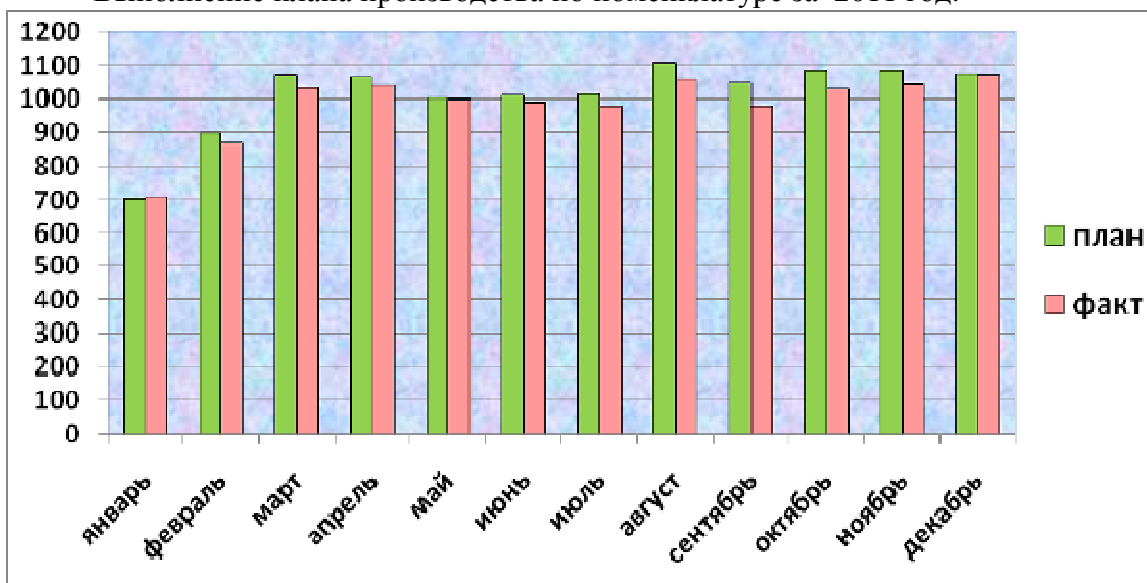


Рисунок 1.2 - Динамика производства подшипников, тыс. штук

4. Удовлетворенность потребителей

Степень удовлетворенности потребителей по результатам анкетирования за 2011 г. – факт 87 %, увеличилась по отношению к итогам 2010 г.



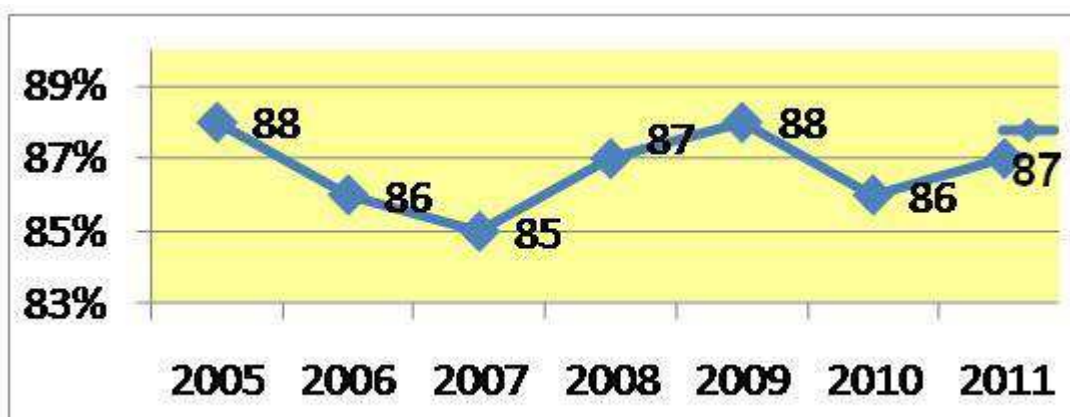


Рисунок 1.3 - Удовлетворенность потребителей в целом

6. «Управление персоналом», определен ДП 6.2.1-01 «Управление персоналом». Итоги работы по этому показателю подводятся по полугодиям. По данным 2011 г. план подготовки персонала перевыполнен.

7. Процесс «Материально-техническое обеспечение (закупки)» определен в ДП 7.4.1-01 «Закупки».

По набору показателей оцениваются и ведутся реестры поставщиков.

Работа по закупкам, в основном, ведется только с поставщиками, оцененными как «надежный».

8. Процесс «Метрологическое обеспечение производства»

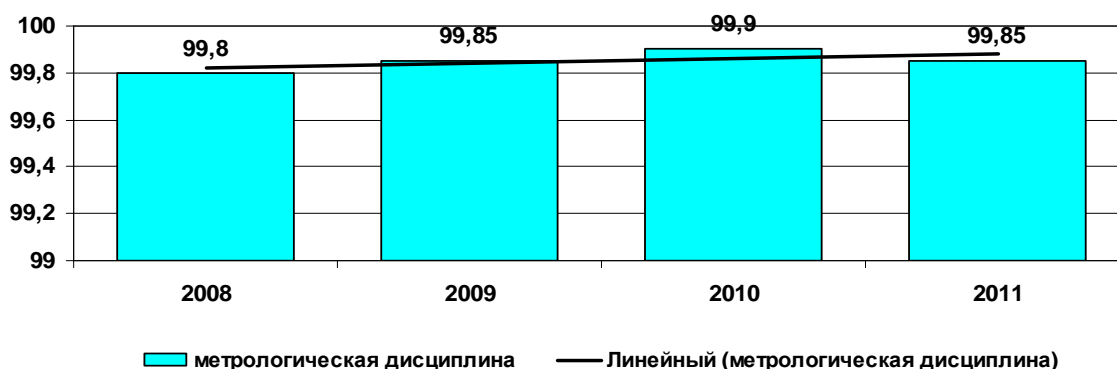


Рисунок 1.4 - Состояние метрологической дисциплины

В целом, результативность функционирования СМК можно оценить преимущественно удовлетворительно.

Выстроенная система управления (менеджмента) качества позволила снизить затраты предприятия на обнаружение и исправление дефектов, а также внешние и внутренние потери, вызванные дефектами и несоответствиями у потребителя. Эффективная система менеджмента качества позволила также снизить затраты на управление: документированность ключевых процессов деятельности предприятия обеспечивает их лучшую управляемость; контроль.

## **ПРОВЕДЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ШУМА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ В ОРГАНИЗАЦИИ ЗАО "ТРУБНЫЙ ЗАВОД "ПРОФИЛЬ-АКРАС" ИМ. МАКАРОВА В. В."**

Кудряшова А. В. (ВМС-438)

Научный руководитель – Синьков А. В.

Проблема повышенного уровня шума приобрела в настоящее время чрезвычайно важное значение, так как с развитием промышленности, техники, строительства шум стал одним из серьезнейших факторов внешней среды, отрицательно влияющих на самочувствие и здоровье человека.

Широкое внедрение в промышленность новых интенсивных технологий, мощного и высокоскоростного оборудования, использование многочисленных и быстроходных средств наземного, воздушного и водного транспорта, применение разнообразных бытовых приборов – все это привело к тому, что человек на работе, в быту, на отдыхе, при передвижении подвергается многократному воздействию вредного шума.

Повышенный шум влияет на нервную и сердечнососудистую системы, вызывает раздражение, утомление, агрессивность и пр. Заболевания, связанные с воздействием шума и вибрации занимают первые места среди всех профессиональных болезней.

Измерение уровня шума, является обязательным при производстве, строительстве зданий и сооружений и других видов деятельности. Измерение уровней шума на территории предприятия имеет основное значение при разработке мероприятий по созданию комфортных условий производственного процесса. От выявленной ситуации в результате измерения шума зависит объем принимаемых мероприятий: архитектурно-планировочные методы борьбы с шумом, строительно-акустические, санитарно-технические методы борьбы с шумом и др.

Шумом называют любые, независимо от происхождения, сочетания звуков, неадекватные обстановке, мешающие восприятию полезных сигналов, отдыху, работе, звуки, оказывающие вредное или раздражающее действие. Уровень шума измеряется в дБ - относительной единице, показывающей во сколько раз один звук громче другого.

С целью гигиенической оценки шума, т.е. сравнения действующего шума с санитарными нормами, проводятся измерения на рабочих местах.

В соответствии со стандартом ГОСТ 12.1.050-86 /1/ и санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 /2/ на рабочих местах нормируются следующие величины:

- уровень звука, дБА, и октавные уровни звукового давления, дБ, – для постоянного шума;
- эквивалентный уровень звука, дБА, и максимальный уровень звука, дБА<sub>I</sub>, – для импульсивного шума;
- эквивалентный и максимальный уровни, дБА, - для прерывистого шума.

В основу нормирования шума на предприятиях положены нормативно-правовые акты: СН 2.2.4/2.1.8.562-96, ГОСТ 12.1.003-83, СП 1.1.1058-01, которые устанавливают допустимые уровни шума на рабочих местах, общие требования к защите от шума, шумовых характеристик машин и механизмов, а также характеристики приборов, с помощью которых следует проводить измерения.

Шумомер – это прибор для объективного измерения уровня звука.

Общие технические требования и методы испытаний изложены в ГОСТ 17187-81 (СТ СЭВ 1351-78). Они, как правило, состоят из датчика (микрофона), усилителя, частотных фильтров (анализатора частоты), регистрирующего прибора и индикатора, показывающего уровень измеряемой величины в дБ. Шумомеры снабжены блоками частотной коррекции с переключателями А, В, С, D и временных характеристик с переключателями F (fast) - быстро, S (slow) - медленно, I (pik) - импульс. Шкалу F применяют при измерениях постоянных шумов, S - колеблющихся и прерывистых, I - импульсных.

В зависимости от точности шумомеры подразделяются на четыре класса:

- 0 - шумомеры, применяемые в качестве образцовых средств измерений;
- 1 - шумомеры для точных лабораторных и натуральных измерений;
- 2 - шумомеры для натуральных измерений нормальной точности;
- 3 - шумомеры для ориентировочных измерений.

В 2011 году, лабораторией промсанитарии и экологической безопасности Волжского политехнического института (филиала) Волгоградского государственного технического университета аккредитованной в соответствии с требованиями Системы аккредитации аналитических лабораторий, а также требованиями ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006, на техническую компетентность и независимость и зарегистрированной в Государственном реестре под № РОСС RU.0001.513351, были проведены работы по инструментальному измерению шума на рабочих местах с целью производственного контроля в организации ЗАО "Трубный завод "Профиль-Акрас" им. Макарова В. В."

Измерения проводились, в соответствии с методикой проведения измерений, изложенной в стандарте ГОСТ 12.1.050-86 /1/ на стационарных рабочих местах в помещениях и на территориях производственных предприятий. Для проведения измерений на рабочем месте водителя автомобиля используется методика, изложенная в документе: «Санитарные правила по гигиене труда водителей автомобилей № 4616-88».

Измерения проводились на рабочих местах в цехах, в помещениях дирекции, а также в кабине машинистов тепловозов и на местах водителей строительно-дорожных машин. При проведении измерений использовался шумомер первого класса точности Октава 110А, прошедший обязательную метрологическую поверку. В общей сложности исследования были проведены на двадцати рабочих местах.

Точки измерений на рабочих местах (рабочих зонах) выбирают на удалении не более 20 м друг от друга на расстоянии 2 м от стен здания: при различии уровня звука в двух смежных точках более 5 дБА выбирают промежуточную точку.

Если работа выполняется стоя, то микрофон располагается на высоте 1,5 м над уровнем пола или рабочей площадки, если сидя – на уровне уха сидящего человека. В каждой точке измерений делают не менее трех отсчетов. Микрофон должен быть направлен в сторону источника шума и удален не менее, чем на 0,5 м от оператора, проводящего измерения.

Измерения на непостоянных рабочих местах проводились не менее чем в трех равномерно распределенных точках рабочей зоны. Уровень фонового шума должен быть на 10 дБ (дБА) ниже уровня измеряемого сигнала.

Обработка полученных экспериментальных данных проводилась с использованием специальной программы, разработанной в лаборатории промсанитарии и экологической безопасности Волжского политехнического института (филиала) ВолгГТУ. Оценка результатов проводилась в соответствии с санитарными нормами [1]. В случаях превышения предельно допустимых уровней шума в определенных рабочих зонах, время пребывания работников в таких зонах должно регламентироваться таким образом, чтобы эквивалентный уровень шума за всю рабочую смену не превышал нормативных значений. Кроме того, работников, находящихся в зонах с повышенным уровнем шума, необходимо обеспечивать средствами индивидуальной защиты органов слуха.

Список используемой литературы:

1. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
2. ГОСТ 12.1.003-83 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.».
3. СП 1.1.1058-01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».

4. ГОСТ 17187-81 (СТ СЭВ 1351-78) «Шумомеры. Общие технические требования и методы испытаний».

## **АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА НА ООО "ЮМЦ"**

Мартыненко А.А. (ВМС-438)

Научный руководитель – Авилов А.В.

Качество в машиностроении непосредственно связано с обеспечением функционирования предприятия, зависящего от качества руководства и управления.

Для анализа результатов контроля качества широкое распространение получили методы статистического контроля качества (Statistical Quality Control – SQC).

Наиболее известными среди них стали «семь инструментов контроля качества». В состав этих «семи инструментов контроля качества» входят: контрольный листок, гистограмма, расслоение (стратификация) данных, причинно-следственная диаграмма Исикавы, диаграмма Парето, диаграмма разброса и контрольная карта. Основное их назначение – контроль протекающего процесса и предоставление участнику процесса факторов для его корректировки и улучшения.

В данной работе с помощью статистических методов, таких как контрольные карты Шухарта, проанализируем процесс производства. Эти инструменты контроля качества лучше применять к операциям, оказывающим наибольшее влияние на характеристики ножа

На предприятии ООО «ЮМЦ» были собраны исходные данные – результаты измерения по термической обработке ножей отрезного станка: твердость после закалки. Измерения по параметру составляют 200 значений.

Статистическое регулирование технологического процесса основывается на применении контрольных карт. Необходимо определить, какие контрольные карты нужно использовать для эффективного анализа точности и стабильности ТП. Так как все измерения имеют количественную характеристику, то применяем карты по количественному признаку.

Чтобы в наиболее полной мере отразить технологический процесс и в дальнейшем принимать меры по его регулированию выбираем два типа контрольных карт: карта, отражающая отклонения от номинальной твердости (т.е. математического ожидания) – карта средних значений; карта, характеризующая рассеяние (размах) отдельных значений и их изменение во времени – карта размахов « $R$ ».

Проведя расчеты для построения карт, получаем графики X-карты и R-карты, которые представлены на рисунке 1 и 2.

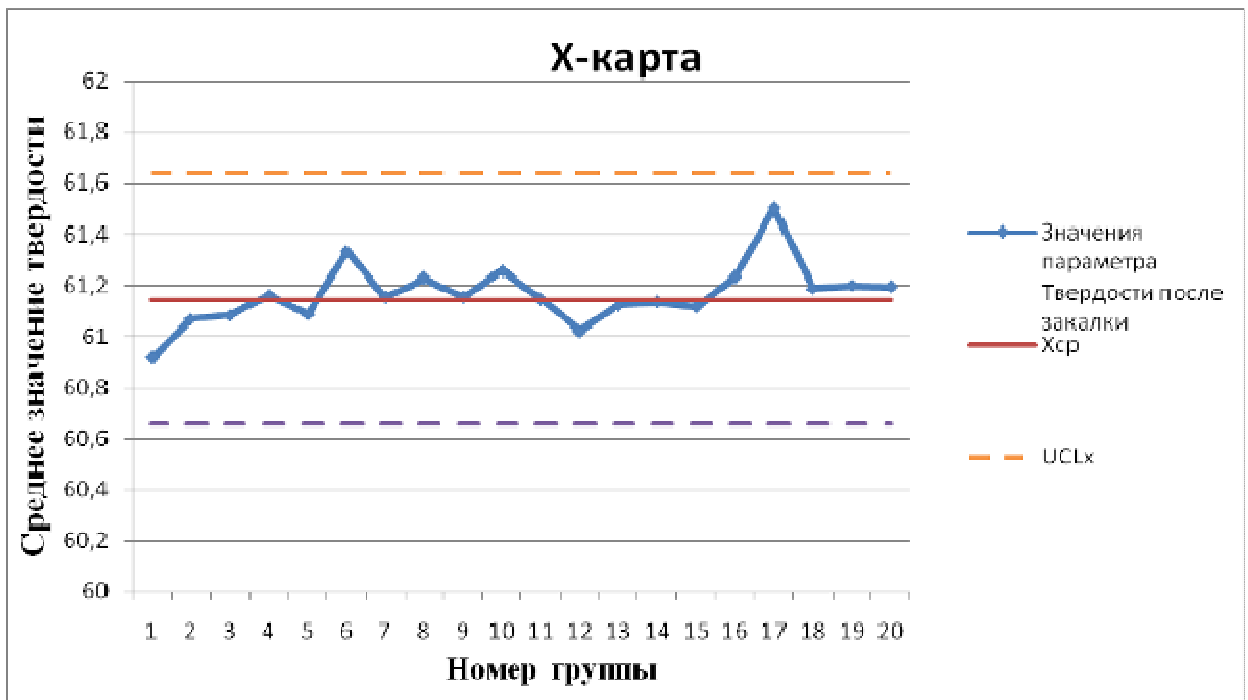


Рисунок 1 - Контрольная карта средних значений

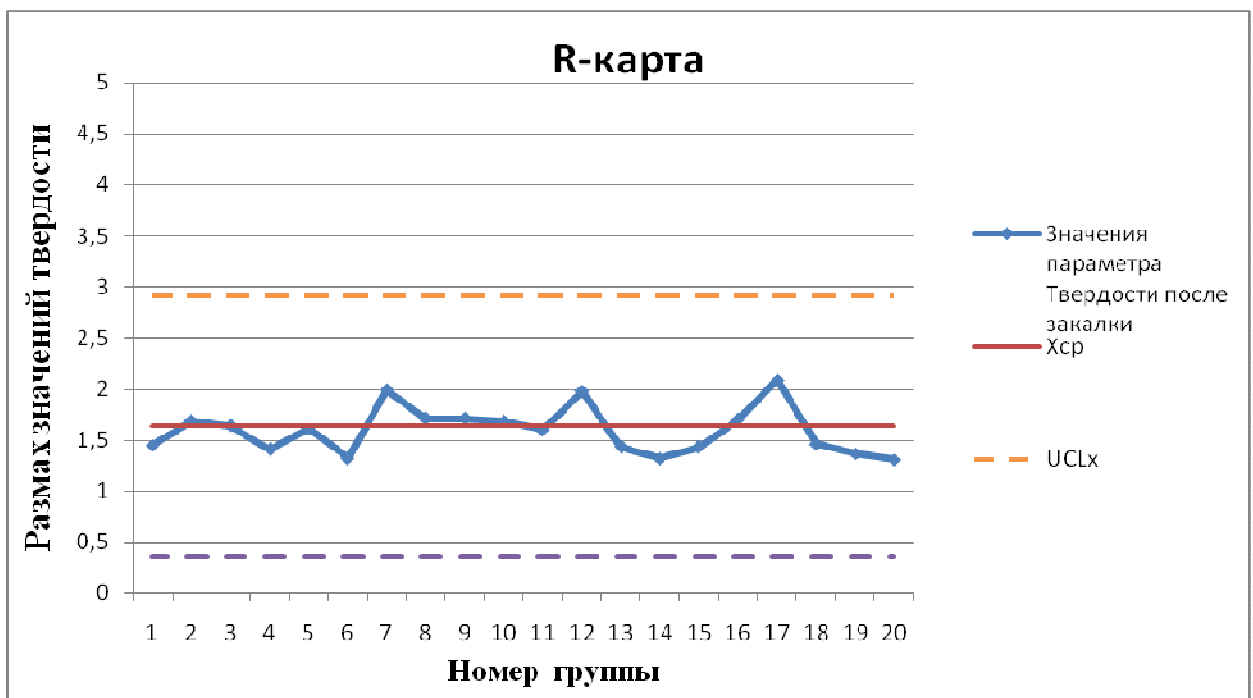


Рисунок 2 – Контрольная карта размахов

Т.к. измеренные отклонения находятся внутри контрольных границ, и, кроме того, не нарушены границы поля допуска, то можно сделать вывод, что процесс стабилен и находится в подконтрольном состоянии.

Стабильность производственного процесса – это устойчивая повторяемость каждой операции в предусмотренных технологических режимах, нормах и условиях.

Самый дешевый путь обеспечения стабильности в процессе производства — это принятие профилактических мер по недопущению появления негодных изделий в процессе изготовления и сборки изделий.

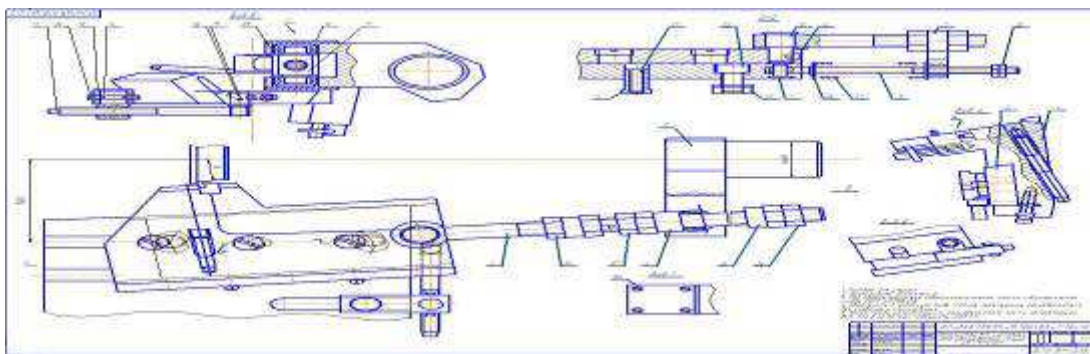
## ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ УЛУЧШЕНИЙ В УСТРОЙСТВЕ ДЛЯ ЧИСТОВОГО РАСТАЧИВАНИЯ РОЛИКОВОЙ ДОРОЖКИ

Мирошников И.А. (ВМ-536)

Научный руководитель –

Устройство для чистового растачивания роликовой дорожки служит для обточки наружной конической поверхности внутренних колец подшипников. Оно применяется на восьми шпиндельных патронных полуавтоматах типа 1Б265П-8.

Работает устройство следующим образом:



Поперечный суппорт подает все устройство в зону обработки и останавливается. В это время происходит осевое перемещение продольного суппорта, который через стойку и тягу передает движение резцедержателю-ползуну. Он перемещается по направляющей.

Тяга соединена с резцедержателем шарнирно.

Необходимый угол обточки роликовой дорожки достигается поворотом направляющей, которая крепится винтами и сухарями к поперечному суппорту в Т-образные пазы. На тяге имеются гайки для осуществления регулировки поступательного хода.

Резец в резцедержателе крепится с помощью прихвата, который соединен резьбой с винтом. Этот винт имеет две резьбы. Одна на конце для соединения с прихватом, другая в средней части для соединения с корпусом резцедержателя. При повороте винта происходит втягивание прихвата в корпус. И он, как бы клином прижимает резец в пазу.

Для обеспечения плавности хода порезцедержателя имеется пружина сжатия, которая обеспечивает необходимый натяг и своевременный отвод резцедержателя.

При проектировании пружины сжатия важно правильно считать витки.

В устройстве для чистового протачивания роликовой дорожки используется пружина 7039-9040.

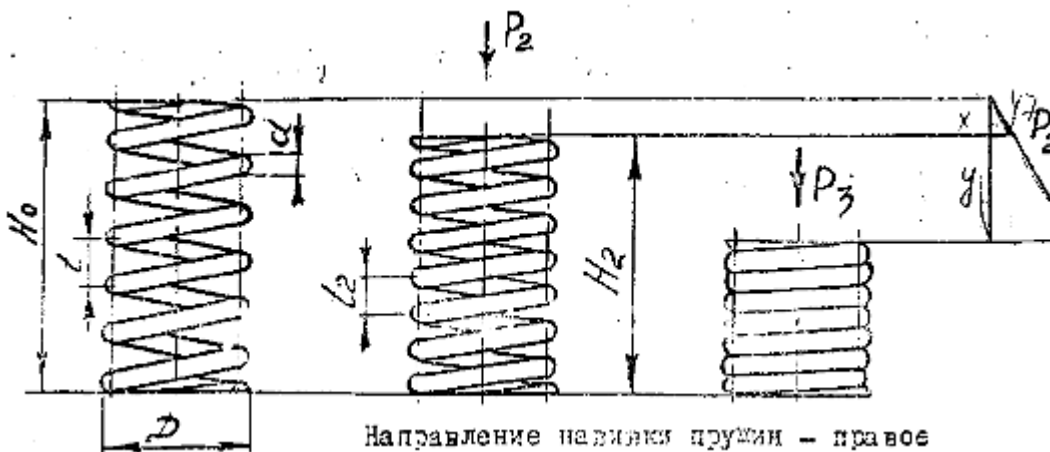


Рисунок 4.1 – Параметры пружины

$$d_0 = 15 \text{ мм}, D_1 = 27 \text{ мм}, D = 25 \text{ мм}, d = 4 \text{ мм}, t_2 = 4,8 \text{ мм}, f_2 = 1,7 \text{ мм}, P_2 = 47 \text{ кг}, t = 6,5 \text{ мм},$$

$P_3 = 69$  кг, вес 1000пог.  $m = 98,6$ кг,  $H_2 = 72$ мм.

Материал – проволока II d ГОСТ 9 389 -75,

Покрытие – химический оксид или химический фосфор по ГОСТ 9. 306-85.

Расчет пружины:

$$n = \frac{H_2 - d}{t_2},$$

Количество витков пружины:

Длина пружины в свободном

$$H_0 = nt + d, \quad n = \frac{72 - 15}{4,8} = 11,8.$$

состоянии:

$$H_0 = 11,8 \cdot 6,5 + 4 = 80,71 \text{ мм.}$$

Длина пружины  $H_0$  в свободном состоянии выбираем только из следующего ряда: 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, далее через 5 мм до 200мм.

Принимаем  $H_0 = 80$ мм.

Чтобы «отскок» пружины происходил быстрее мы заменим пружину на пружину с большим количеством витков.

Из таблицы 4.1 выбираем пружину 7039-9038.

Пружина 7039-9038:

$d_0 = 18$  мм,  $D_1 = 27$ мм,  $D = 25$ мм,  $d = 2,5$ мм,  $t_2 = 3,5$ мм,  $f_2 = 5$ мм,  $P_2 = 17,2$ кг,  $t = 8,5$  мм,  $P_3 = 20,7$  кг, вес 1000пог.  $m = 38,5$ кг,  $H_2 = 72$ мм.

Материал – проволока II d ГОСТ 9 389 -75,

Покрытие – химический оксид или химический фосфор по ГОСТ 9. 306-85.

Длина пружины в свободном состоянии:  $H_0 = 85$ мм.

$$n = \frac{72 - 18}{3,5} = 15,4.$$

Таблица 4.1 – Обозначение пружин.

Обозначение пружин	$d_0$ , мм	$D_1$ , мм	$D$ , мм	$D$ , мм	$t_2$ , мм	$f_2$ , мм	$P_2$ , мм	$T$ , мм	$P_3$ , мм	Вес 1000 пог.м, кг
7039-9027	12	19	18	2,5	3	2	21	5	26,2	38,5
7039-9028	11			3	3,6	1,2	28,8	4,8	43,2	55,5
7039-9029	16	21	20	1,6	3	6	6,3	9	7,8	15,8
7039-9030	15			2	2,8	4,2	11,6	7	13,7	24,7
7039-9031	14			2,5	3,1	2,9	21	8	25,6	38,5
7039-9033	17	24	22	1,6	3,55	7,65	5,74	11,2	7,2	15,8
7039-9034	16			2	3,2	5,3	10,8	8,5	13	24,7
7039-9035	15			2,5	3,3	3,7	19,3	7	23,7	38,5
7039-9037	19	27	25	2	3,4	7,1	9,4	10,5	11,2	24,?
7039-9038	18			2,5	3,5	5	17,2	8,5	20,7	38,5
7039-9040	15			4	4,8	1,7	47	6,5	69	98,6

Вывод:

Использование предложенной пружины позволит уменьшить время на токарную обработку внутреннего кольца подшипника, что позволит сэкономить средства на изготовление данной детали.

## ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА ПРИ СОЗДАНИИ СМК

Мозгунова А.Ю. (ВМС-438)

Научный руководитель – Авилов А.В.

Современная рыночная среда требует от российских предприятий постоянного совершенствования для того чтобы быть конкурентоспособными. Повышение качества выпускаемой продукции расценивается в настоящее время, как решающее условие её конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках. Именно повышение качества продукции определяет степень выживаемости фирмы в условиях рынка, темпы научно – технического прогресса, рост эффективности производства, экономию всех видов ресурсов, используемых на предприятии. Руководство предприятия ООО «ЮМЦ» своей основной целью считает улучшение качества изготавливаемой продукции. В настоящее время ООО «ЮМЦ» - молодая, динамично развивающаяся компания по производству запасных частей и оснастки для технологического оборудования шинной, резинотехнической и нефтехимической промышленности. Поэтому появилась необходимость внедрения СМК на предприятии. Руководство ООО «ЮМЦ» решило использовать для этой цели процессный подход.

Внедрение процессного подхода к управлению даст предприятию следующие возможности:

1) Будет оптимизирована система общего корпоративного управления, она станет прозрачной для руководства и способной гибко реагировать на изменения внешней среды.

2) Будет получена и использована систему показателей и критериев оценки эффективности управления на каждом этапе производственной/управленческой цепочки. Система показателей эффективности управления будет разделена на 2 ступени: а) показатели, по которым владелец процесса оценивает результативность и эффективность своего процесса и работ, входящих в его состав; б) показатели, по которым владелец процесса отчитывается перед высшим руководством о результатах деятельности процесса.

3) Будет обеспечена уверенность у соучредителей предприятия в том, что существующая система управления нацелена на постоянное повышение эффективности и максимальный учет интересов заинтересованных сторон поскольку:

- система основана на измерении показателей деятельности предприятия, планировании и достижении непрерывного улучшения результатов деятельности;
- система направлена на удовлетворение потребностей 5 групп лиц, заинтересованных в деятельности организации:

1. соучредители (инвесторы);
2. потребители на рынке;
3. персонал организации;
4. поставщики.
5. общество.

4) На предприятии будет построена системы менеджмента качества в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 9001:2008.

Наличие сертификата соответствия системы менеджмента качества требованиям ISO 9001:2008 гарантирует потребителям, что организация не только выполнит установленные требования потребителя, но и постарается установить и выполнить его предполагаемые требования. Наличие сертификата ISO 9001:2008 гарантирует потребителям, что в организации вопросам качества работы уделяется большое внимание, что дает организации конкурентные преимущества на рынке услуг.

5) Будет гарантирован четко определенный порядок и ответственность за разработку, согласование, утверждение и ведение документации, соответствие ее действующей нормативной базе РФ.

Процессный подход к управлению компанией предусматривает то, что необходимо



как совершенствование отдельного процесса в частности, так и системы (сети) процессов в целом. Мировая практика показывает, что система управления, построенная на принципах процессного подхода, является более эффективной и результативной по сравнению с равной ей по масштабу функциональной системой. Принципиальное отличие процессного подхода от других подходов заключается в том, что основное внимание менеджмента концентрируется не на самостоятельных функциях, выполняемых различными подразделениями и должностными лицами, а на межфункциональных процессах, объединяющих отдельные функции в общие потоки и нацеленные на конечные результаты деятельности организации. При этом главное внимание обращается не на вертикальные связи в организационной структуре, которые традиционно хорошо отлажены, а на горизонтальные, являющиеся наиболее слабыми. Определяющее достоинство процессного подхода заключается, прежде всего, в управлении на стыках деятельности подразделений и должностных лиц.

Переход к процессному подходу позволяет рассматривать деятельность, проводимую в рамках системы менеджмента качества не в статике, а в динамике. Преимущество процессного подхода состоит в непрерывности управления, которое он обеспечивает на стыке отдельных процессов в рамках системы процессов, а также при их комбинации и взаимодействии.

## **МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ АБРАЗИВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ**

Митрофанов А.П., Морозов В.И.

Одним из самых важных параметров, характеризующих эксплуатационные свойства круга, является его износ. Анализ процессов, протекающих во время шлифования показывает, что износ абразивного инструмента вызывает: изменение силы резания, повышение температуры в зоне контакта инструмента и заготовки, вибрации в технологической системе и т.д. Это обуславливает режим работы при шлифовании, а также влияет на все выходные параметры процесса: съем металла, отклонения формы, шероховатость поверхности и себестоимость операции. Выход за допустимые пределы отклонений формы и расположения, а также увеличение высоты неровностей обработанной поверхности в связи с износом подтверждается теоретическими и экспериментальными исследованиями.

Неравномерность профиля изношенного абразивного инструмента вызывает отклонения формы и влияет на высоту неровностей обработанной поверхности.

Следовательно, необходимо искать методы борьбы с данным явлением, которые должны быть заложены в мероприятия по повышению эксплуатационных свойств абразивного инструмента.

Возможна реализация двух групп методов повышения эксплуатационных свойств АИ. Это, во-первых, группа методов улучшения свойств абразивного инструмента, которая реализуется в процессе его изготовления на определенной стадии технологического процесса в условиях абразивных заводов (легирование самих абразивных материалов различными элементами типа хрома, титана; замена традиционных абразивов сверхтвердыми; обжиг зерен; введение различных наполнителей в связующее и др.).

Во-вторых, возможна реализация методов повышения эксплуатационных свойств абразивного инструмента на машиностроительных заводах. В состав второй группы методов входят следующие: заполнение пор абразивных инструментов специальными составами - импрегнаторами; создание прерывистой рабочей поверхности АИ; специальная термообработка АИ, в том числе в криогенных средах; применение

специальных смазывающе-охлаждающих жидкостей (СОЖ); наложение колебаний; применение твердых смазок и др..

В условиях современного подшипникового производства большое внимание уделяется увеличению экономической эффективности производства и качеству обработки на операциях шлифования. Приоритетным направлением в реализации данного курса является применение на операциях шлифования высокоэффективного абразивного инструмента.

Один из наиболее перспективных методов повышения эффективности применения абразивного инструмента заключается в дополнительном введении в поры абразивного инструмента (АИ) определенным образом подобранных веществ — импрегнаторов. Импрегнирование оказывает положительное влияние практически на все показатели процесса шлифования, особенно: стойкость инструмента, шероховатость обработанной поверхности, среднюю скорость износа кругов и их засаливаемость, повышает режущую способность инструмента. В ряде случаев, при использовании импрегнированных кругов устраняются скрытые тепловые дефекты шлифованной поверхности (прижоги, микротрещины). Также достоинством данного метода является выравнивание свойств часто неоднородной структуры абразивного инструмента, что влияет на уменьшение дисбаланса круга при обработке.

Лабораторные испытания эксплуатационных показателей импрегнированного инструмента проведены методом плоского шлифования с охлаждением 0,3 % содовым раствором в воде. В ходе исследований применяли абразивный инструмент без пропитки, импрегнированный OBSH (патент РФ №2443538), смесью ADC и OBSH и эрукамидом.

Установлено, что применение абразивного инструмента, пропитанного предложенными составами при шлифовании стали ШХ15, приводит к снижению силы резания 1,2 – 1,6 раза износа абразивного инструмента в 1,3 – 1,5 раза и способствует снижению шероховатости обработанной поверхности на 15 – 30 % в зависимости от вида импрегнатора.

Таким образом, применение импрегнированного абразивного инструмента взамен стандартного абразивного инструмента используемого на ОАО «Волжский подшипниковый завод» позволит увеличить ресурс шлифовального круга и повысить качество обработанной поверхности при шлифовании колец подшипников.

## **ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЕПАРАТОРА ПОДШИПНИКА 7517А**

Муравьев Р.А.

Научный руководитель – Даниленко М.В.

Сепаратор предназначен для удержания тел качения на соответствующем расстоянии друг от друга и предотвращения непосредственного контакта между соседними телами качения для поддержания минимального трения и, следовательно, тепловыделения. Сепаратор подшипника 7517А изготавливается из латуни марки Сталь 08кп(08 пс) и имеет 19 окон. В условиях ОАО «Волжский подшипниковый завод» сепаратор изготавливают путем холодной штамповки. В связи с большими нагрузками при формировании детали,

инструмент быстро изнашивается.

Износ — изменение размеров, формы, массы или состояния поверхности изделия или инструмента вследствие разрушения (изнашивания) поверхностного слоя изделия при трении.

Основной вид износа при холодной штамповки - это деформация рабочей части. Данный дефект можно устранить с помощью лазерного упрочнения.

Упрочнение материалов лазерным излучением основано на локальном нагреве участка поверхности под воздействием излучения и последующем охлаждении этого поверхностного участка с высокой скоростью в результате теплоотвода тепла во внутренние слои металла. Эти условия обеспечивают высокие скорости нагрева и охлаждения обрабатываемых поверхностных участков. В результате специфических тепловых процессов на поверхности обрабатываемых деталей возникает мелкодисперсная приповерхностная структура. На обрабатываемой детали образуется своеобразная скорлупа, с повышенными прочностными характеристиками.

Важнейшим преимуществом этой технологии является то, что поверхностное термоупрочнение на глубину 0,1 – 0,5 мм осуществляется за счет структурно-фазовых изменений поверхностных слоев исходного материала путем управляемого воздействия на обрабатываемую поверхность готовой детали лазерным излучением специализированного для этой технологии лазера без какой-либо наплавки, без оплавления поверхности, без нарушения макро- и микрогеометрии и, соответственно, без необходимости какой-либо последующей обработки. Широкое применение лазерная поверхностная обработка находит для повышения долговечности, надежности инструмента.

Лазерное упрочнение приводит к повышению износостойкости штампов в 2 раза и более.

Данная технология может быть успешно реализована на следующем оборудовании :

- Универсальные автоматизированные лазерные комплексы серии LRS-AU (рис 1)



Рис.1  
Технические характеристики:

Модель	LRS-150AU	LRS-200AU	LRS-300AU
Лазер			
Тип лазера	Импульсно-периодический YAG:Nd <sup>3+</sup> , $\lambda = 1,06$ мкм		
Максимальная энергия импульса излучения	60 Дж	60 Дж	80 Дж
Длительность импульса излучения	0,2 ... 20 мс		
Частота повторения импульсов излучения	1 ... 200 Гц		
Максимальная мощность излучения	150 Вт	200 Вт	300 Вт
Максимальная импульсная мощность излучения	5 кВт (8 кВт)*	6 кВт (10 кВт)*	8 кВт (12 кВт)*
Оптическая система			
Диаметр сфокусированного луча	0,3 ... 2,0 мм		
Микроскоп:			
увеличение	15 <sup>x</sup>		
диаметр поля зрения	10 мм		
Ослабление лазерного излучения в визуальном канале	не менее 10 <sup>7</sup>		
Система позиционирования			
Максимальный размер зоны лазерной обработки	500 x 300 мм		
Перемещение излучателя по вертикали	200 мм		
Перемещение объектива по вертикали	±10 мм		
Автоматизированный координатный стол			
максимальная скорость	40 мм/с		
точность позиционирования	± 20 мкм		
грузоподъёмность	25 кг		
Ручной координатный стол:			
Пределы перемещения	100 x 150 x 300 мм		
Грузоподъёмность	100 кг		
Эксплуатационные параметры			
Электропитание	380/220В, 3 ф., 50Гц		
Потребляемая мощность	6,5 кВт	7 кВт	8 кВт
Расход водопроводной воды	до 0,4 м <sup>3</sup> /час		
Габаритные размеры	1215x720x1200 мм		
Вес	160 кг		

## ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ УСПО В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

ОАО «ПОРШЕНЬ»

Никулин (ВТМЗ-365)

Научный руководитель - Соломоненко С.А. ,

Комплекты крепежной оснастки роботизированных технологических модулей и ГПС для механообработки включают в себя унифицированные вспомогательные средства для базирования и закрепления заготовок. В зависимости от типа обрабатываемых заготовок (тел вращения, призматических, плоских или фигурных) крепежная оснастка может быть разделена по видам обработки для токарных, сверлильно-фрезерно-расточных, зуборезных, шлифовальных и других станков.

Для крепления заготовок на столах станков сверлильно-фрезерно-расточной группы, поворотных столах и планшайбах токарных и многоцелевых станков с ЧПУ применяются различные типы универсальной и специальной технологической оснастки.

Особенностью технологической подготовки производства с применением универсально-сборной переналаживаемой оснастки УСПО является замена специальных приспособлений универсальным набором взаимозаменяемых деталей и узлов для изготовления разнообразной переналаживаемой оснастки, предназначенной для выполнения конкретных механосборочных операций.

По конструктивному исполнению детали и сборочные единицы УСПО изготавливаются трех видов (серий). Конструктивные элементы деталей и сборочных единиц УСПО, их основные параметры и нормы точности выполняются по ГОСТ 31.121.41-84, а технические требования — по ГОСТ 31.121.42-84.

Детали, сборочные единицы и средства механизации УСПО классифицированы по функциональному признаку на группы: базовые, корпусные, установочные, направляющие, зажимные, крепежные, пневмогидравлические приводы, элементы блокировки и арматуры, вспомогательные.

Единством конструктивного исполнения деталей и сборочных единиц УСПО обеспечивается их функциональная взаимозаменяемость в каждой серии, а посредством переходных установочных деталей — взаимозаменяемость между смежными сериями. Соединение и фиксирование деталей и сборочных единиц при агрегатировании приспособлений. Детали и сборочные единицы УСПО специально предназначены для агрегатирования приспособлений при обработке на станках с ЧПУ, встраиваемых в ГПС. В отличие от универсально-сборных приспособлений типов УСП и УОПМ, данная система основана на базировании элементов не по пазам и шпонкам, а по точным отверстиям, расположенным с шагом 20, 30 или 40 мм (в зависимости от серии), в которые устанавливаются фиксирующие пальцы.

Разработано приспособления на основе УСПО для сверлильной операции (см. рисунок 1). Был произведен силовой расчет, который является проверочным для определения достаточности диаметра резьбы используемых в приспособлении зажимных элементов. В разработанном приспособлении диаметр резьбы зажимных элементов принят М12, что обеспечивает запас прочности.

УСПО применяется в мелкосерийном среднесерийном и серийном механообрабатывающем производстве на станках с повышенными режимами резания, при необходимости большей в сравнении с УСП (УСПМ) жесткостью конструкций и стабильностью параметров приспособлений.

На заводе ОАО «Поршень» существует специальный участок на котором собираются УСП. Необходимость применения УСП определяется технологом – разработчиком технологического процесса.

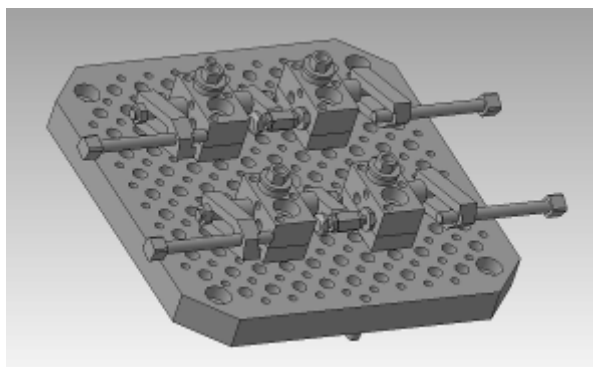


Рисунок 1

## **АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПЕРЬЕВ ШНЕКА ШПРИЦ - МАШИНЫ ШМ-200**

Новиков Р.А. (ВМ-436)

Научный руководитель – Даниленко М.В.

Объектом анализа ремонта данной работы является шнек для ШМ-200. Шнек, является главным рабочим органом червячной машины. Он имеет винтовую нарезку с большим шагом, помещен в цилиндр с некоторым зазором и приводится во вращение от привода по той или иной схеме. Исходный материал, подлежащий переработке на червячной машине, может иметь различную форму. Это бесформенные куски каучука или резиновой смеси.

Конструктивно червяк состоит из двух частей: нарезной части и хвостовика. Нарезная часть червяка входит в цилиндр машины и обеспечивает ее работу, а хвостовик служит для соединения червяка с приводом.

По числу заходов нарезки червяки бывают однозаходные, двухзаходные и комбинированные — однозаходные в зоне загрузки и двухзаходные в зоне нагнетания. Двухзаходная нарезка обеспечивает более равномерную подачу материала в головку с меньшей пульсацией, чем при однозаходной нарезке, что очень важно при выпуске профилированных изделий.

Перья шнека – основная часть нарезной поверхности, которая затягивает в пространство между червяком и цилиндром резиновую смесь, вовлекая ее в сложное движение, и перемещает ее в осевом направлении к головке. Головка и профилирующий инструмент оказывают сопротивление движению материала, поэтому перерабатываемый материал уплотняется, заполняет все пространство между внутренней поверхностью цилиндра и наружной поверхностью червяка. В следствии этого шнек изнашивается. Основные виды деформации перьев шнека: сколы, трещины, конусность, бочкообразность, седлообразность, скругление поверхностей.

Виды ремонта:

Наплавка, металлизация, электролитическое наращивание, сварка.

Сварка

Для получения сварного шва с высокими механическими свойствами хорошо подготавливают свариваемые кромки, правильно подбирают мощность горелки, регулируют сварочное пламя, выбирают присварочный материал, устанавливают положение горелки и направление перемещения ее по свариваемому шву.

Подготовка кромок состоит в очистке их от масла. Окалина и других загрязнений, разделке под сварку и прихвате короткими швами. Свариваемые кромки зачищают на ширину 20-30 мм с каждой стороны шва. Для этого используют пламя сварочной горелки.

При нагреве окалина отстает от металла, а краска и масло выгорают. Затем поверхность свариваемых элементов зачищают стальной щеткой до металлического блеска. При необходимости (например, при сварке алюминия) свариваемые кромки травят в кислоте и затем промывают и сушат.

Разделка кромок под сварку зависит от типа сварного соединения, а тип соединения – от взаимного расположения свариваемых деталей. При сварке металла толщиной более 5 мм, как у шнека ШМ-250, скашивают угол в пределах 70-90°; при этих углах получают хороший провар вершины шва.

Скос кромок выполняют ручным или пневматическим зубилом, а также на кромкострогальных или фрезерных станках. Экономичным способом подготовки кромок является ручная или механическая кислородная резка; образующиеся при резке шлаки и окалину удаляют зубилом металлической щеткой.

Чтобы не допустить изменения положения свариваемых деталей и зазора между кромками в течении всего процесса сварки, изделие закрепляют в приспособлениях или с помощью прихваток. При сварке толстого металла и значительной длине швов прихватки делают длиной 20-30 мм, а расстояние между ними 300-500 мм.

Основные параметры режима сварки выбирают в зависимости от свариваемого металла, его толщины и типа изделия. Определяют необходимую мощность пламени, вид пламени. Марку и диаметр присадочной проволоки. Технологию сварки. При толщине свариваемого слоя более 10 мм, швы накладывают в три слоя.

Альтернативный метод.

Наплавка в среде углекислого газа.

Дуга между электродом и наплавляемым изделием горит в струе газа, вытесняющего воздух из плавильного пространства и защищающего расплавленный металл от воздействия кислорода и азота.

Преимущества метода:

При наплавке отсутствуют вредные выделения и шлаковые корки; открытая дуга дает возможность наблюдать и корректировать процесс, проводить наплавку при любом пространственном положении наплавляемой плоскости, механизировать наплавку.

Углекислый газ из баллона подается по рукаву чрез сопло, внутри которого находится наконечник, подается между концом электродной проволоки и напыляемым изделием к дуге, окружает дугу со всех сторон и вытесняет воздух из плавильного пространства.

Таким образом, при ремонте сколов шнека ШМ-200, для получения более высокой точности, удобства исполнения и качества нанесенного материала, целесообразнее использовать методы наплавки в газовой среде.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗМЕРЕНИЯ РАДИАЛЬНОГО БИЕНИЯ КОРЕННЫХ ШЕЕК КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА**

Потехин Д.В. (ВМ-436)

Научный руководитель - Санинский В.А.

Коленчатый вал — деталь сложной формы, имеющая шейки для крепления шатунов, от которых воспринимает усилия и преобразует их в крутящий момент. Такие валы изготавливают из углеродистых, хромомарганцевых и других сталей, а также из специальных высокопрочных чугунов.

Радиальное биение - вредное явление в машинах и механизмах, приводящее к повышенному и неравномерному износу подшипников и разбиению посадочных мест.

Методы измерения радиального биения шеек вала можно разделить на контактные и бесконтактные.

Основными традиционными методами измерения радиального биения шеек вала являются контактные методы измерения, например, при помощи индикаторной головки часового типа, установленной на стойке.

Для измерения радиального биения вала индикатором проверяемую окружность делят на шесть равных частей, измерительный стержень индикатора устанавливают в верхней части проверяемой поверхности, предварительно стрелку его устанавливают на нуль. Поворачивая вал, производят запись показаний индикатора при каждом из шести положений. Запись показаний индикатора ведут со знаком « + » или « — » в зависимости от направления отклонения его стрелки. Разница в показаниях индикатора свидетельствует об эксцентricности проверяемой поверхности или искривлении вала.

Существуют приборы, которые способны сочетать в себе контактный и бесконтактный методы измерения. К таким можно отнести координатно-измерительные машины.

Координатно-измерительная машина (КИМ) — устройство для измерения физических, геометрических характеристик объекта. Машина может управляться вручную оператором или автоматизировано компьютером. Измерения проводятся посредством зонда, прикрепленного к подвижной оси машины. Измерительные зонды могут быть механического, оптического, лазерного типа, дневного света, и другими.

При измерении радиального биения при помощи координатно-измерительной машины зонд соприкасается с поверхностью шейки при каждом повороте вала. Преимуществами использования КИМ являются высокая точность измерения, автоматизированный процесс измерения и возможность обработки и долгосрочного хранения полученных данных в памяти ЭВМ.

При бесконтактных измерениях устройство организует последовательное измерение объекта в нескольких сечениях (от 1 до 8) датчиками расстояния. Каждый датчик производит около 1000 замеров в секунду в течение трех полных оборотов объекта вокруг оси (в одном сечении). На основе полученных данных делается вывод об эксцентricности объекта.

Рассмотрев возможные методы измерения радиального биения шеек коленчатого вала можно сделать вывод, что все бесконтактные методы измерения в своей основе используют либо лазерные установки, либо фотографии в отраженном свете.

В ВПИ проводится апробация метода, использующего фотографии с проходящим свете, который заключается в следующем: цилиндрическая деталь (коленчатый вал двигателя ВАЗ) была установлена в центра. При помощи цифрового фотоаппарата было получено 6 снимков цилиндрической шейки диаметром 50,795 h6 мм (по чертежу изготовителя). Измерения осуществлялись с поворотом детали на 360° через 60°. Данные передавались на ЭВМ, анализировались с помощью программного обеспечения и в результате получили отклонение от формы. Установка для исследования возможностей фотоанализа состояла из центров, исследуемого объекта (коленчатого вала), эталона (концевая мера длины ГОСТ 9038-90 1 класса точности), цифрового фотоаппарата и компьютера со специальным программным обеспечением.

В процессе исследования были получены значения радиального биения цилиндрических шеек. Для первой шейки величина биения составила 0,116 мм, для второй – 0,141 мм, для третьей – 0,587 мм, для четвертой – 0,531 мм, для пятой – 0,238 мм. Так же была выявлена зависимость получаемых значений от фокусного расстояния и расстояния между матрицей фотоаппарата и измеряемым объектом. Измерения удобно осуществлять в лабораторных и производственных условиях при анализе погрешностей соосных поверхностей до 6-го квалитета точности. При этом, что особенно важно, для соблюдения технологической дисциплины, имеется возможность хранения и обработки данных на компьютере.



## ВОПРОС О ПРИМЕНЕНИИ НАПЛАВКИ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ ТИПА «ВАЛ»»

Ракшенко М.П. (ВМ-436), Перова А.Н. (ВМ-436)

Научный руководитель -

Наплавка покрытий - это процесс нанесения покрытия из расплавленного материала на разогретую до температуры плавления поверхность восстанавливаемой детали.

Покрытия, полученные наплавкой, характеризуются отсутствием пор, высокими значениями модуля упругости и прочности на разрыв. Прочность соединения этих покрытий с основой соизмерима с прочностью материала детали.

В результате исследования, проведенного при рассмотрении технологического процесса наплавки, выполняемой для восстановления формы и размера изношенных элементов поверхностей цилиндрических деталей, определен метод восстановления и способы выполнения восстановительной наплавки. Восстановительная наплавка обеспечивает заданные свойства, а также получение новых свойств поверхностей: коррозионной, эрозионной, кавитационной износо-, жаростойкости и др.

Анализ технологических методов восстановления деталей (шейки валцов, полый вал) показал возможность использования способов указанных в таблице 1.

Таблица 1 - Основные показатели способов наплавки

Способ	Толщина слоя, мм	Производительность, кг/ч	Прочность соединения, МПа
Электродуговая самозащитой проволокой	0,5...3,5	1,0...3,0	450
Электродуговая под слоем флюса	1,0...5,0	0,3...3,0	550

Применение наплавки требует определенного соотношения между материалом детали и электрода. Углеродный эквивалент  $C_3$  служит показателем свариваемости:

$$C_3 = C + 1/16Mn + 1/24Si + 1/40Ni + 1/5Cr + 1/4Mo + 1/14V$$

Для получения высококачественного покрытия подготавливают поверхность деталей.

Перемешивание материалов основы и покрытия ухудшает его свойства, поэтому необходимо точно определить материал электрода и режимы наплавки.

Марка электродного материала и флюса, выбирается с учетом требуемых физико-механических свойств наплавленного покрытия.

Расчет режимов наплавки: диаметр электрода (зависит от толщины стенки детали или толщины покрытия); напряжение дуги  $U$  (зависит от силы сварочного тока); масса наплавленного металла  $m_и$ ; шаг наплавки (определяется шириной наплавленного валика  $B$ ).

Для увеличения производительности, прочности соединения и точности толщины наплавленного слоя предлагается ввести электродуговую наплавку под слоем флюса.

Наплавка под слоем флюса хорошо защищает расплавленный металл от вредного воздействия воздуха, по сравнению с ручной электродуговой сваркой облегчаются условия, и повышается производительность труда. Кроме того, есть возможность улучшить качество наплавленного металла за счет легирования флюса.

Флюс при наплавке покрытий осуществляет следующие функции:

- устойчивое горение дуги;
- защиту расплавленного металла от воздействия кислорода и азота воздуха;
- очистку расплавленного металла от включений и его раскисление;
- легирование необходимыми элементами материала покрытия;

- образование в дальнейшем теплоизоляционного слоя из флюса и его корки, что замедляет процесс затвердевания металла.

Предлагается восстановление поверхности наплавкой вести на установке ОКС – 11240 ГосНИТИ, которая обеспечивает высокую производительность и контролируемое содержание легирующих элементов в наплавленном слое.

Электроды: прутковый из легирующей стали.

Флюс: керамические флюсы, содержащие ферросплавы, которые придают флюсам легирующие свойства.

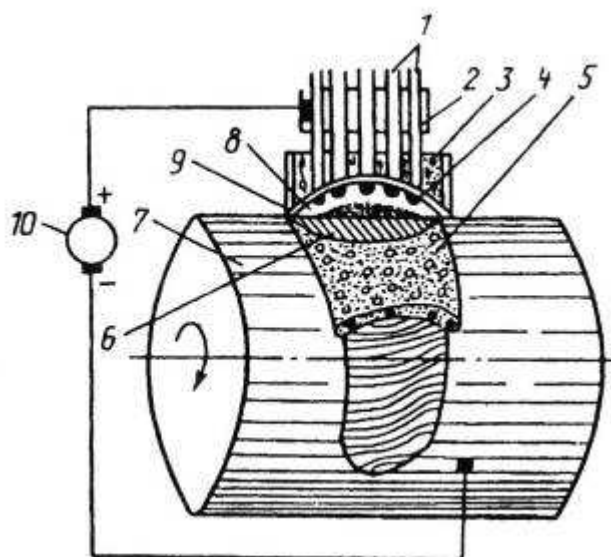


Рисунок 1 – Установка ОКС – 11240 ГосНИТИ.

1 - электроды; 2 - токоподводящий контакт; 3 - флюс; 4 - электрическая дуга; 5 - шлаковая корка; 6 - наплавленный металл; 7 - восстанавливаемая деталь; 8 - газопаровой пузырь; 9 - оболочка расплавленного флюса; 10 - источник питания

## **ТЕХНОЛОГИЯ ГАЗОПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ.**

Рибейро М.Ю. (ВМ- 436)

Научный руководитель - Тарасова Т.С.

Целью исследовательской работы является рассмотрение технологии плазменного (газоплазменного) напыления.

Исследование ведется с целью определения оптимального процесса газоплазменного напыления для выполнения работ по восстановлению поверхности ротора из стали 45Л.

Стадии газоплазменного процесса:

1. Генерация плазменной струи;
2. Ввод распыляемого материала в плазменную струю, его нагрев и ускорение;
3. Взаимодействие плазменной струи и расплавленных частиц с основанием.

Разновидности газоплазменного напыления:

	Напыление без оплавления	Напыление с последующим оплавлением	Напыление с одновременным оплавлением
Материал на который наносится покрытие	алюминиевые и медные сплавы	углеродистая, нержавеющая сталь и чугун	алюминий, медь, сталь и их сплавы
Износ для которого применяется	для восстановления валов, насосов, посадочных мест под подшипники и деталей, не восстанавливаемых другими методами	для деталей преимущественно имеющие форму тел вращения (втулка, валы, штоки, и т.д.)	на поверхность детали с местным износом покрытия
Отличительные особенности	способ получения покрытий без изменения структуры основы или каких- либо ее деформаций с нагревом детали в интервале 200-250 °С	может быть применен для новых деталей	осуществляется в единой операции нагрева поверхности, распыления порошка и одновременного оплавления нанесенного слоя

Для ремонта ротора выбираем схему газоплазменного напыления с последующим оплавлением, так как ротор – тело вращения, и метод подходит для марки сталь 45Л.

Основным аппаратом используемым в рассматриваемом методе является плазменный распылитель (плазмотрон), разработанный в 1956 г. фирмами Gianini Corp. и UC на основе работ Смита (пат. 2157498, 1939 г.), предложившего устройство для нанесения покрытий, содержащее катод в форме стержня и анод в форме сопла.

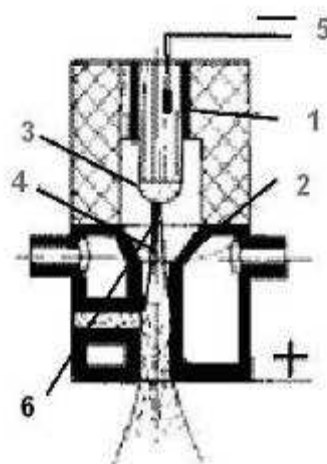


Рис. 1. Схема плазменного распылителя: 1 - катодный узел; 2 - анодный узел; 3 - катод; 4 - анод; 5 - анодное пятно; 6 – электрическая дуга

Плазменный распылитель (рис. 1) состоит из катодного 1 и анодного 2 узлов. Между катодом 3 и анодом 4 возбуждается электрическая дуга 6. Дуга в сопле анода

отжимается газовым потоком от стенок охлаждаемого сопла, что увеличивает плотность ее энергии и повышает температуру столба дуги.

На рис. 2 представлены схемы пруткового и проволочного плазменных распылителей. Радиальная подача материала (см. рис. 2, а) используется и для подачи порошковых материалов для нанесения покрытий.

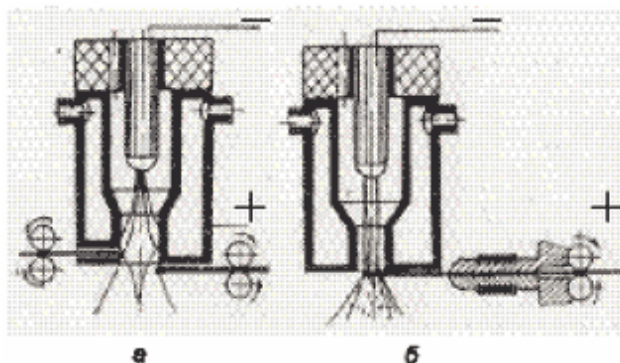


Рис. 2. Схемы плазменных распылителей: а - пруткового; б - проволочного ("проволока - анод")

Схема проволочного распыления "проволока - анод" (см. рис. 2, б) была разработана В.В. Кудиновым в конце 50-х годов. Тогда удалось получить невиданную производительность - 15 кг/ч вольфрама при мощности 12 кВт.

Для ремонта ротора выбираем плазменный распылитель проволочного типа, исходя из того что его использование более рационально, так как такие распылители имеют большую производительность и чаще всего используются в России.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ СООСНЫХ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ

Румянцев Е.И. (ВМ-436)

Научный руководитель -

В развитии машиностроения двигателестроение занимает одно из важнейших мест.

Оно является одним из пяти направлений развития экономики страны, озвученных президентом Медведевым Д.А.

Технология механической обработки корпусов распределительного вала и самого распределительного вала наиболее сложные и трудоемкие в техпроцессе изготовления двигателей серии ВАЗ. Их способность воспринимать радиальные переменные нагрузки при высоких частотах вращения определяют моторесурс и работоспособность машин в целом.

Точность размеров корпусов распределительного вала и самого распределительного вала подшипника, определяется допускаемыми отклонениями их соосных поверхностей. У корпуса это пять соосных отверстий 7-го качества точности у распределительного вала это пять сопрягаемых с корпусом шеек 7-го качества точности

### Селективная и индивидуальная сборка МУПВ

Разработан метод стабилизации зазоров в соосных подшипниках скольжения диаметральной компенсацией изменчивости размеров диаметров и биения коренных опор после механической обработки методами групповой или индивидуальной сборок. Запас точности  $K_{mm}$  лимитирующих подшипников в ряду соосных рассчитывается по формуле:

$$K_{mm} = (S_{\max F} - S_{\min F}) / (TD + Td) + \Sigma EPC, \quad (12)$$

где  $S_{\max F}$ ,  $S_{\min F}$  - максимальный и минимальный функциональные зазоры подшипников,  $\Sigma EPC_i = \Delta t / 2 + EPC_i + \Delta_{н.с.} + \Delta D_n$ ,  $\Delta t$  - разница толщин парных вкладышей;  $EPC_i$  - биения средних шеек относительно крайних;  $\Delta_{н.с.}$  - отклонения от соосности

средних отверстий ГПО относительно крайних;  $\Delta D_n$  – разница диаметров соседних отверстий одного ряда ГПО.

Эффективность предложенных методов стабилизации сборки МУПВ можно установить путем сравнения результатов расчетных коэффициентов запаса на износ  $K_{и}$  при внедрении различных методов технологического обеспечения запаса точности: методом групповой, индивидуальной сборки и традиционного метода «максимум-минимум».

Разработанный метод групповой сборки, основан на применении расчета посадок шеек – подшипника и позволяет установить дополнительный запас на износ.

Тогда относительный коэффициент Ким запаса на износ (индекс и) для многоопорного (индекс м) узла при групповой сборке можно рассчитать по формуле

$$K_{им} = S_{и. групп} / S_{и. max-min}, \quad (107)$$

где  $S_{и. групп}$  – запас на износ при групповом методе сборки;

$$S_{и. групп} = 0,5[(S_{max F} - S_{min F}) - (TD/4 + Td/4)] - (\Delta_{нс.о} + \Delta_{нс.к.ш.} + \Delta_{i-j}), \quad (108)$$

$$\text{где } (\Delta_{нс.о} + \Delta_{нс.к.ш.} + \Delta_{i-j}) = EPC_{i-j} \quad (109)$$

При индивидуальной сборке подшипниковых опор корпуса и шеек распределвала в их диаметральные размеры подбираются так, чтобы радиальный зазор находился в пределах 5-10 мкм.

При сборке по методу максимум-минимум зазор можно гарантировать в пределах 10- 100 мкм.

Можно подсчитать  $S_{и. max-min}$  – запас на износ при существующем методе сборки и определении запаса на износ на основе метода «максимум-минимум» [7].

$$S_{и. max-min} = 0,5[(S_{max F} - S_{min F}) - (TD + Td)] - (\Delta_{нс.о} + \Delta_{нс.к.ш.} + \Delta_{i-j}), \quad (110)$$

Аналогично и здесь, при сборке подшипников в соседних опорах так, что верхний вкладыш i-й опоры подбирается с верхним предельным размером, нижний с нижним предельным размером, а в j – й опоре наоборот верхний с нижним и нижний с верхним предельными размерами получим  $\Delta_{i-j} = \Delta_{ti} = \Delta_{tj} = 25$  мкм. Расчет, выполненный по рекомендациям [2] (применяемое масло М10 ДМ ГОСТ 8581-78 группа Д) показал, что  $S_{max F} = 405$  и  $S_{min F} = 10$  (мкм).

Тогда коэффициент запаса на износ для многоопорного подшипникового узла

$$K_{им1} = 0,5[(S_{max F} - S_{min F}) - (TD/4 + Td/4)] - (\Delta_{нс.о} + \Delta_{нс.к.ш.} + \Delta_{i-j}) / 0,5[(S_{max F} - S_{min F}) - (TD + Td)] - (\Delta_{нс.о} + \Delta_{нс.к.ш.} + \Delta_{i-j}), \quad (111)$$

$$K_{им1} = 0,5 [(405-10) - (5+5)-(5+30+5)] / 0,5[(405-10)-(22+22)]-(30+30+25) = 152,5/111,5 = 1,81$$

Приведенный расчет Ким позволяет сделать вывод, что в случае неблагоприятного сочетания величин и направления векторов погрешностей поверхностей контакта деталей МУПВ при групповой сборке относительный коэффициент запаса на износ больше, чем при методе полной взаимозаменяемости в 1,81 раза.

При индивидуальной сборке погрешность TD диаметра коренных опор, Td коренных шеек и отклонение от соосности коренных опор  $\Delta_{нс.о}$  может быть полностью компенсировано подбором разницы толщины  $\Delta_{i-j}$  верхних и нижних вкладышей соседних коренных подшипников так, что их образующие будут относительно общей линии смещены минимально: на величину погрешности измерения 2 мкм (деформацию вкладышей и опор при затяжке болтов и от рабочих нагрузок не учитываем). Поскольку эта величина в предыдущем расчете не учитывалась, примем в расчете Ким2 при индивидуальном подборе  $Td=TD = \Delta_{нс.о} = 0$ .

Тогда для индивидуального подбора комплектующих деталей МУПВ

$$K_{им2} = S_{и.и} / S_{и. max-min}, \quad (112)$$

где  $S_{и.и}$  – запас на износ, рассчитанный при индивидуальном подборе.

$$K_{им2} = 0,5[(S_{max F} - S_{min F}) - (0 + td/4)] - (0 + \Delta_{нс.к.ш.} + 0) / 0,5[(S_{max F} - S_{min F}) - (TD + Td)] - (\Delta_{нс.о} + \Delta_{нс.к.ш.} + \Delta_{i-j}), \quad (113)$$

$$K_{им2} = 0,5 [(405-10) - 0] - (0+30+0) / 0,5[(405-10)-(22+22)]-(30+30+25) = 153/90 =$$

1,86

Вывод: при групповой и индивидуальной сборке запасы на износ лимитирующих коренных подшипников превышают запасы на износ, рассчитанный по традиционному методу «максимум-минимум» в 2,14 и 1,86 раза, соответственно.

Для метода полной взаимозаменяемости коэффициент запаса точности  $K_{тм1}$  (индекс т) многоопорного (индекс м) узла при неблагоприятной направленности векторов погрешностей

$$K_{тм1} = (S_{\max F} - S_{\min F}) / (TD + Td + \sum EPC_{i,j}) . \quad (114)$$

**ПОСЛЕ ПОДСТАНОВКИ ЧИСЛЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ В ФОРМУЛУ, ПОЛУЧИМ  $K_{тм1} = 2,56$**

Для метода групповой сборки аналогично  $K_{тм2} = 4,94$

**ДЛЯ МЕТОДА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ (ВИРТУАЛЬНОЙ) СБОРКИ  $K_{тм3} = 13,17$ .**

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета коэффициентов и их соотношений

$S_{\max}$	$S_{\min}$	TD	Td	$\Delta$ нс.о	$\Delta$ нс.кш	$\Delta_{i,j}$	Ким1	Ким2	$K_{тм2}/$ $K_{тм1}$	$K_{тм3}/$ $K_{тм1}$
405	10	22	12	30	30	25	1,81	1,86	1,93	5,14

Примечание: параметры зазоров и погрешностей даны в мкм.

Вывод: методы групповой и индивидуальной сборок имеют резерв повышения запаса точности  $K_{тм}$  (работоспособности) МУПВ по сравнению с традиционным методом полной взаимозаменяемости соответственно в 1,93 и 5,14 раза.

Подбор вкладышей для пар трения условная втулка-подшипник и коренная шейка может быть осуществлен с применением ЭВМ.

## **ВЛИЯНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПРИПУСКА, ДЛИН И ДИАМЕТРОВ РАСТАЧИВАЕМЫХ ОТВЕРСТИЙ НА ТОЧНОСТЬ ИХ ОБРАБОТКИ**

Рябова К.Л.

Научный руководитель – Санинский В.А.

Отверстия под подшипники коленчатого, распределительного вала и оси рокеров представляют собой группу координированных параллельных рядов глубоких прерывистых отверстий (КПР ГПО) 6-го и 7-го квалитетов точности, соответственно. Обеспечение такой точности представляет сложную техническую задачу из-за тенденции увеличения длин картеров и, соответственно, соотношения  $l/d$  длины  $l$  общей оси отверстий под подшипники к его диаметру  $d$  (рис. 1). Из анализа конструкций различных картеров тяжелых дизелей следует, что отношение  $l/d$  для отверстий под оси рокеров  $\varnothing 40Н7$  увеличивается до 30 до 70. При этом возникают трудности при их механической обработке, связанные со снижением жесткости технологической системы и, соответственно, точности. Обычно, допуск на форму каждого из отверстий, составляющих ГПО, нормируется в пределах допуска на размер, более высокие уровни относительной точности  $A$ ,  $B$ ,  $C$  не назначаются из-за отсутствия жестких и точных станков и технологий повышения точности селективной сборкой подшипников [1].

Стандартные требования к точности формы отверстия дополняются требованием к отклонениям от соосности коренных опор, которые нормируется в пределах 0,02 мм. Поля допусков на расположение общих осей отверстий относительно друг друга и базовой поверхности – плоскости разъема с поддоном, соответствуют 9 – 11 квалитетам точности.

Увеличение количества соосных отверстий и общей длины ГПО вызывает необходимость применять для их растачивания борштанги большой длины и дополнительные люнеты. При большом количестве люнетов задача обеспечения допуска на соосность люнетов, прямолинейность их общей оси в течение длительного времени и



Как показывают расчеты, подтвержденные теорией и практикой, назначение больше 4-х рабочих ходов не приводит к существенному увеличению точности из-за неравномерности припуска по длине и диаметру отверстия и стабилизации коэффициента уточнения формы КТР ГПО.

#### Библиографический список

1 Смольников, Н. Я. Специальные станки для растачивания глубоких прерывистых отверстий шпинделями на выносных опорах: монография / Н. Я. Смольников, В. А. Санинский. – Волгоград. гос. техн. ун-т. – Волгоград, 2004. – 176 с.

2 Санинский, В.А. Методология повышения запаса точности коренных подшипников дизелей размерной механической обработкой и компьютерной сборкой: учеб. пособ.(гриф). Доп. УМО вузов по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ) / В.А. Санинский; ВПИ (филиал) ВолГТУ. – Волгоград, 2011. – 223 с.

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА 6-269779А**

Сайгин И.Н. Сайгина О.Г. (ВТМЗ-465)

Научный руководитель – Носенко В.А.

*В работе рассматриваются особенности организации технологического процесса обработки колец подшипника на станке с числовым программным управлением ПАБ 130.*

*In this paper the features of the technological processing of the bearing rings on a lathe with numerical control PUB 130.*

В настоящее время в машиностроении большое значение имеет изыскание новых методов, позволяющих обеспечить высокую производительность, требуемую точность и качество обработанных поверхностей. В этом плане теоретические разработки, новые идеи, а так же повышение возможностей известных методов имеют особое значение.

Требования повышения качества, надежности и долговечности работы подшипников, в значительной степени определяются физико-механическими и геометрическими характеристиками металлов и поверхностей обрабатываемых деталей.

Решению указанных задач способствуют исследования, разработка и внедрение усовершенствованных технологических процессов изготовления подшипников. Технологический процесс изготовления колец подшипника на ОАО «ВПЗ» рассчитан на трубную заготовку, которая экономически менее выгодна, чем поковка. Например, при обработке заготовки из трубы горячекатаной используется многошпиндельный токарный полуавтомат 1Б290-6К. , станок с ЧПУ ПАБ-130. При внедрении нового технологического процесса отходы при обработки заготовки уменьшаются до 5% и используется только один станок ПАБ 130, что позволяет уменьшить расходы на изготовление детали и её себестоимость.

Станок предназначен для изготовления деталей из штучных заготовок в основном в массовом производстве. Преимущества полуавтоматов заключается в том, что они могут одновременно выполнять несколько операций: обточка, подрезка, центрование, сверление, расточка, точение канавок, нарезание наружной и внутренней резьб. Тем не менее, они, не оправдывают себя в массовом производстве наружных и внутренних колец подшипников, так как занимают большую площадь, имеют большой вес и мощность электродвигателя. До 60 % узлов и механизмов станка не используется в наладке при обработке колец подшипников.

Учитывая данные недостатки, предлагается перейти от использования



многоспindelных полуавтоматов при производстве колец подшипников к станкам с числовым программным управлением (ЧПУ).

Внедряя станки с ЧПУ и учитывая их технологические возможности, обусловленные высокой гибкостью, повышенной жесткостью, мощностью и точностью, многоинструментальностью, широким диапазоном частот вращения шпинделя и подач, возможностью коррекции положения режущего инструмента и изменениями величины подачи без изменения содержания программносителя. В станках с ЧПУ часто используются резцы с механическим креплением многогранных неперетачиваемых быстросменных пластинок из твердого сплава. Особенность неперетачиваемых пластинок в том, что при эксплуатации нет необходимости в их заточке. После затупления одной режущей грани необходимо развернуть пластинку, введя в работу другую грань. Одним из недостатков использования данных резцов является несовпадение режущих кромок при повороте пластинки, достигающее 0,2 мм.

На станках ЧПУ сокращается вспомогательное время вследствие высоких скоростей (до 10 ... 12 м/мин) холостых перемещений и минимизации до 4... 6 с вспомогательного времени на смену инструмента, а технологические возможности станков обеспечиваются их конструкцией и функциональными возможностями устройств.

Точность современных станков с ЧПУ значительно превышает точность полуавтоматов, т.к. погрешности на стадии обработки компенсируются управляющей программой. Было выявлено, что при обточке колец подшипников на станках с ЧПУ точность обработки выше на 0,01 мм, чем при использовании многоспindelного полуавтомата. В результате снижается припуск на последующее шлифование.

При широкой номенклатуре выпускаемых подшипников значимым является и тот факт, что переналадка многоспindelных станков занимает 1-2 суток, в то время как станка с ЧПУ – около двух часов.

Из гаммы станков с ЧПУ в результате проделанного анализа выбран станок модели ПАБ-130. Станок имеет максимальную эффективность использования при коротких циклах обработки детали. Это объясняется тем, что при коротких циклах обработки исключаются непопроизводительные потери времени, т.к. загрузка-выгрузка заготовки производится одновременно с обработкой детали на другом шпинделе; поэтому самая большая часть капиталовложений – в систему управления, суппорт и базовые элементы станка непрерывно эффективно используются. Срок окупаемости данного станка составляет 1,5 года.

## **ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА НА УДЛИНЕНИЕ ПРИ НАГРЕВАНИИ КОНСОЛЬНОЙ ЧАСТИ РЕЗЦОВ**

Самарский К. В. (ВТМЗ-465)

Научный руководитель –Тарасова Т. С.

При исследовании точности обработки заготовок необходимо определить структуру суммарной погрешности обработки.

Данная погрешность состоит из элементарных погрешностей. Исследования показали, что большее влияние на описываемую точность, т. е. суммарную погрешность, оказывают шесть элементарных погрешностей.

Это погрешность установки заготовок, погрешность, связанная с упругими деформациями технологических систем, с износом режущего инструмента, погрешность настройки инструмента, погрешность, связанная с состоянием металлорежущего оборудования и прежде всего с геометрической точностью и погрешности обработки,

вызываемые воздействием тепла на технологическую систему.

Рассмотрим более подробно последнюю элементарную погрешность.

При нагревании технологической системы до наступления момента теплового равновесия состояние её в каждый момент времени оказывается различным и компенсировать его практически не удаётся. Время, затрачиваемое на достижение теплового равновесия, исчисляется часами, что составляет часть производственной смены.

На точность размеров и формы существенное влияние оказывает тепловая деформация заготовок. Поэтому не рекомендуется выполнять чистовую обработку нагретой заготовки, измерять её в нагретом состоянии. Необходимо правильно закреплять заготовки, чтобы устранить возможность температурной деформации при обработке.

Рассматривая распространение тепловых потоков возможен следующий тепловой баланс при токарной обработке: в стружку уходят 50 – 85 % тепла; 10 – 40 % тепла переходит в резец; 3 – 9 % остаётся в заготовке, около 1 % рассеивается в окружающую среду.

Удлинение от нагревания консольной части резцов особенно ощутимо. Для определения состояния теплового равновесия консольно закреплённых резцов их удлинение можно определять по эмпирическим формулам.

Рассмотрим величину удлинения резца от скорости резания, подачи, глубины резания, учитывая механические свойства материала обрабатываемой заготовки, по формуле А. П. Соколовского, для установившегося равновесия и при условии равномерного распределения теплоты по консольной части резца при обтачивании дорожки качения внутреннего кольца подшипника:

$$\Delta l_p = c \frac{L_p}{F} \cdot \sigma_B \cdot (t \cdot s)^{0,75} \cdot \sqrt{V}.$$

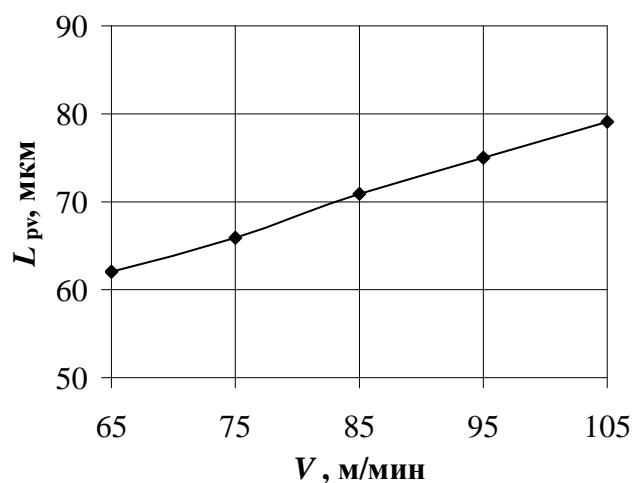


Рисунок 1 – Зависимость удлинения резца от скорости резания

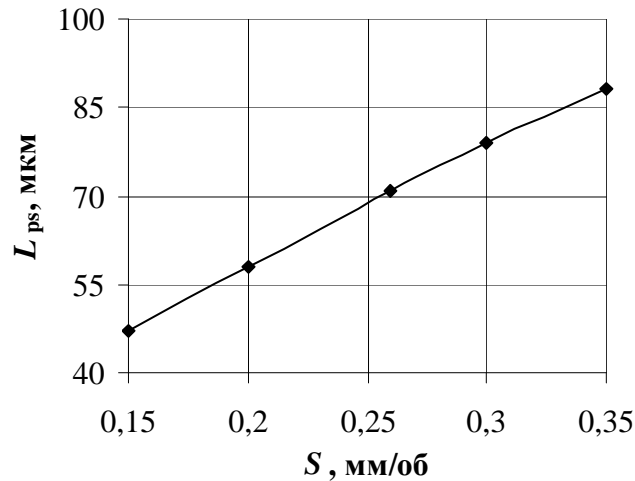


Рисунок 2 – Зависимость удлинения резца от подачи

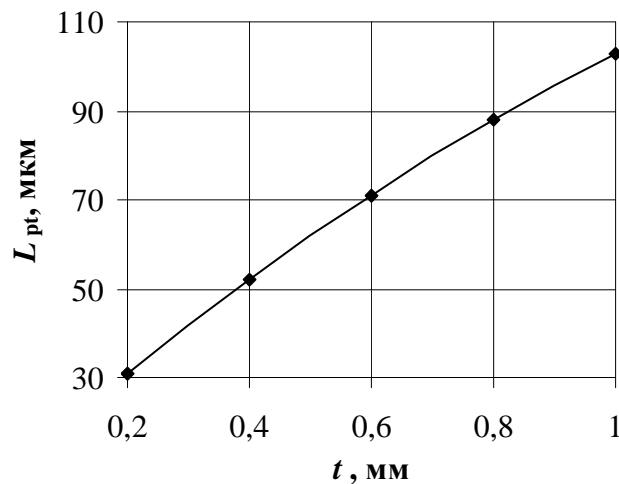


Рисунок 3 – Зависимость удлинения резца от глубины резания

Результаты исследования показали, что выбранные режимы резания  $S = 0,26$  мм/об.;  $t = 0,6$  мм;  $V = 85$  м/мин при точении поверхности детали являются оптимальными, т. к. удлинение резца 71 мкм.

### ПРИМЕНЕНИЕ СОЖ ПРИ ШЛИФОВАНИИ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА 6-7516А НА ОАО «ВПЗ»

Сахно В.С.(ВТМЗ-465)

Научный руководитель - Соломоненко С.А.

В зоне контакта абразивного круга и обрабатываемой детали возникает высокая температура, достигающая в некоторых случаях 1000—1600° С.

При большой температуре в зоне резания, появляется огромное количество дефектов, которые в свою очередь влияют на качество поверхности. Поэтому необходимо правильно подбирать оптимальные для заданных условий обработки режимы резания, учитывая скорость резания, глубину, параметры круга, характеристики СОЖ и правильную ее подачу. Не соблюдение столь многих факторов ведет к браку продукции.

Для устранения возможности возникновения ожогов необходимо уменьшить тепловой эффект при шлифовании. Опыт показывает, что на количество выделяемого при

шлифовании тепла, а следовательно, и на возможность появления ожогов можно влиять соответствующим подбором режимов резания, характеристик шлифовальных кругов и соответствующей наладкой станка. Поскольку наибольшее количество тепла выделяется за счет трения круга о шлифуемую поверхность, то основные, мероприятия, направленные на снижение температуры шлифования, заключаются в снижении коэффициента трения между кругом и деталью.

Прежде всего, необходимо обеспечить достаточно обильную подачу охлаждающей жидкости в зону резания и улучшение ее качества, так как охлаждающая жидкость уменьшает коэффициент трения между кругом и деталью.

Применение смазочно-охлаждающих жидкостей нового поколения - СОТС-21, СОТС-22 позволяет уменьшить коэффициент трения, по сравнению с используемым на ОАО «ВПЗ» эмульсолами.

СОТС относятся к классу безмасляных условно-синтетических СОЖей. Они применяются в самых различных областях промышленности и используются при всех видах механической обработки металлов и сплавов, в том числе при точении, фрезеровании, сверлении, шлифовании, резке, хонинговании, резьбонарезании, вытяжке, волочении, их можно применять при операциях закаливания, термообработки токами высокой частоты, прессовке, штамповке, в том числе при производстве резинотехнических изделий.

Были проведены испытания СОТС, полученных на станках с ЧПУ мод. *SIW4 UB*, на операциях шлифования роликовой дорожки колец подшипников (Таблица 1)

Таблица 1

Испытуемая СОТС	Аквол-10М	Укринол-1	НГЛ-205	Ризол	ФМИ-5М	Syntilo R-4 фирмы Castrol	Xostakor V-4154 фирмы Хехст Германия	СОТС-21
концентрация рабочего раствора, %	3	3	5	4	3	3	5	2
припуск, мм	0,51	0,56	0,57	0,58	0,53	0,48	0,46	0,47
подача, мм/мин	0,74	0,51	0,35	0,74	0,71	1,24	1,04	1,02
время цикла, сек	61,5	68,47	82,07	51,22	50,19	36,84	39,1	35,21
удельный съем, мм/с	22,8	18,5	18,96	30,8	28,7	30,05	30,1	31,6
производительность при 100 %, шт/час	58	52	43	70	71	98	98	102
щелочность рабочего раствора (PH)	8,6-9,2	9	8,6-9,2	8,6-9,2	8,7-9,2	8,6-9	8,9	8-8,6

Экономическое сравнение смазочно-охлаждающих жидкостей показывает, что несмотря на то, что стоимость концентратов СОТС 21/22 больше, чем эмульсолов, общие затраты на годовое обслуживание станка значительно ниже.

СОТС позволяют выпускать высококачественную продукцию, повысить производительность труда в 1,5-2,5 раза, уменьшить износ инструмента в 4,5 раза.

Таким образом, анализ смазочно-охлаждающих технологических средств показывает, что конечные затраты при использовании СОТС 21/22 в 3-5 раза меньше, чем эмульсолов.

## О ВОЗМОЖНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОПРАВОК ЭЛОНГАТОРА В УСЛОВИЯХ ООО «ЭНЕРГОТЕХМАШ-ПРОМ»

Ситников А.М. (ВМ-536)

Научный руководитель – Санинский В.А.

Оправка элонгатора (рисунок 1) используется в трубном производстве на станках-элонгаторах в качестве поддерживающего устройства при прошивке и раскатке труб.

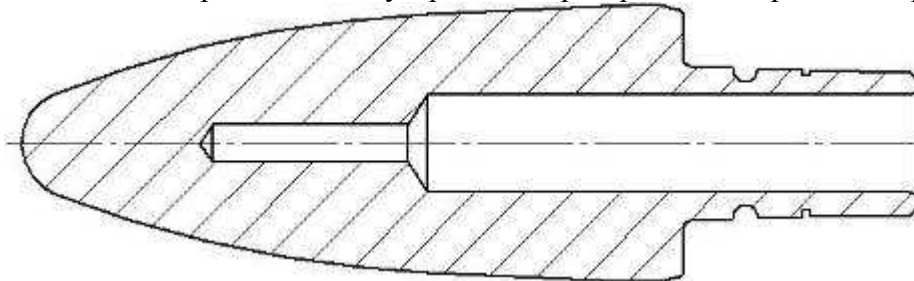


Рисунок 1 – Оправка элонгатора

Оправка является традиционной номенклатурой трубного производства и может быть изготовлена либо на участке РМЦ металлургического предприятия, либо приобретена у другого предприятия, занимающегося выпуском готовой продукции для металлургических производств.

В нашем случае таким предприятием может стать ООО «Энерготехмаш-Пром». Создание новой для данного предприятия технологии производства требует корректного обоснования. Оно заключается в качественном технико-экономическом анализе и подтверждении целесообразности производства оправок элонгатора на данном предприятии.

В нашем городе располагается крупнейшее на юге России предприятие по производству труб - Волжский трубный завод. В настоящее время оправки для трубных станков там не производят, они закупаются на более удаленном предприятии. Расположение кооперирующих предприятий в одном городе – один из экономических показателей целесообразности изготовления оправок на заводе «Энерготехмаш-Пром».

Качественный анализ деятельности предприятий показывает, что экономический эффект может быть получен за счёт снижения затрат (себестоимости) при изготовлении деталей на ООО «Энерготехмаш-Пром» по сравнению с затратами ВТЗ на их закупку.

Немаловажно принять во внимание и социальные аспекты предлагаемой региональной кооперации. Наличие в г. Волжском машиностроительных предприятий, а также высших и средне-специальных учебных заведений, готовящих для них специалистов нужных профилей. Представляется, что размещение этого и других заказов на машиностроительную продукцию на местном предприятии положительно скажется на уровне трудоустройства в городе и регионе. И это еще один довод в пользу принципов предлагаемой кооперации.

Анализ производственных мощностей ООО «Энерготехмаш-Пром» показывает, что технические вопросы также могут быть разрешены в его пользу. Имеется в наличии необходимое, и достаточное по точности, оборудование для проведения всех механообрабатывающих работ, в том числе: токарных, токарных с ЧПУ и др. Поскольку деталь имеет сложный профиль поверхности, то применение станков с ЧПУ выгодно скажется при производстве, а наличие на предприятии участка для термообработки позволит полностью выполнить все операции изготовления деталей.

Завод обладает мощной производственной базой, включающей железнодорожные подъездные пути и оборудованной мостовыми кранами. Все это позволяет эффективно выполнять полный комплекс услуг по хранению и отгрузке продукции потребителю. Причем расходы на перевозку внутри города, очевидно, будут выгодно отличаться от расходов на междугороднюю перевозку.

На современном этапе приоритетными задачами развития экономики являются повышение эффективности производства, а также занятие устойчивых позиций предприятий на внутреннем и международном рынках. Чтобы выдержать острую конкуренцию и завоевать доверие покупателей предприятие должно выгодно выделяться на фоне предприятий того же типа. Хорошо известно, что покупателя, в первую очередь, интересует качество продукции и ее цена. Чем выше качество и ниже цена, тем лучше и выгоднее для покупателя. ООО «Энерготехмаш-Пром» вполне удовлетворяет этим условиям.

Технико-экономические исследования показывают, что привлечение таких и аналогичных заказов позволит предприятию выйти на новую ступень развития, расширить рынок сбыта и номенклатуру выпускаемой продукции и, как следствие, увеличить прибыль.

Список литературы

1. <http://etmprom.ru/>

2. <http://tmkgroup.ru/volgsky.php>

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЖЕСТКОСТИ ШПИНДЕЛЯ НА ТОЧНОСТЬ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ НАРУЖНОГО КОЛЬЦА ПОДШИПНИКА 7512А

Сиушкин Д.И. (ВТМЗ-365)

Научный руководитель – Соломоненко С.А.

Жесткости суппортов, столов и других узлов не зависят от режимов резания и представляют собой постоянную величину. Лишь жесткости шпинделей с увеличением скорости вращения несколько повышаются. Это обусловлено возрастающим сопротивлением масляного слоя и наличием гироскопического эффекта вращающихся масс.

Пульсирующий характер силы резания и неоднородная жесткость элементов шпиндельных узлов по углу поворота определяют возникновение вибраций, которые часто носят характер самовозбуждающихся колебаний. Вибрации ухудшают чистоту обработанной поверхности, неблагоприятно влияют на работу режущего инструмента, а также усиливают динамический характер сил резания.

При расчете на жесткость шпиндель рассматривается как балка ступенчато-переменного сечения на податливых точечных опорах. Считается, что радиальные подшипники обладают только радиальной жесткостью, радиально-упорные радиальной, осевой и угловой, упорно-радиальные осевой и угловой жесткостью. Значения жесткости подшипников определяют по справочникам.

Жесткость шпинделя зависит от следующих параметров:

- частота вращения шпинделя;

При вращении шпинделей появляются вибрации, биение, т. е. уменьшается жесткость, а в следствие и точность обработки.

Зависимость жесткости шпинделя от частоты вращения выражается следующей формулой:

$$j = C_{py} \cdot S^{y_{py}} \cdot V^{z_{py}} \cdot \frac{k_{py} (t_2^{x_{py}} - t_1^{x_{py}}) \cdot 2}{d_2 - d_1} \quad (1)$$

где  $S$ -продольная подача, мм/об;  $t$ -глубина резания, мм;  $V$ -частота вращения шпинделя, об/мин;  $k$ - поправочный коэффициент;  $C_p$ - коэффициент зависящий от механических свойств обрабатываемого материала;  $x_p$ ,  $y_p$ ,  $z_p$ - показатели степени, определяющие влияние на силу резания глубины, подачи и скорости соответственно;  $d_2$ ,  $d_1$ - диаметры заготовки после обработки, мм.

Проведя расчет для наружного кольца подшипника 7512А можно сделать вывод,

что при увеличении скорости вращения увеличивается жесткость шпинделя и точность обработки. (Рисунок 1)

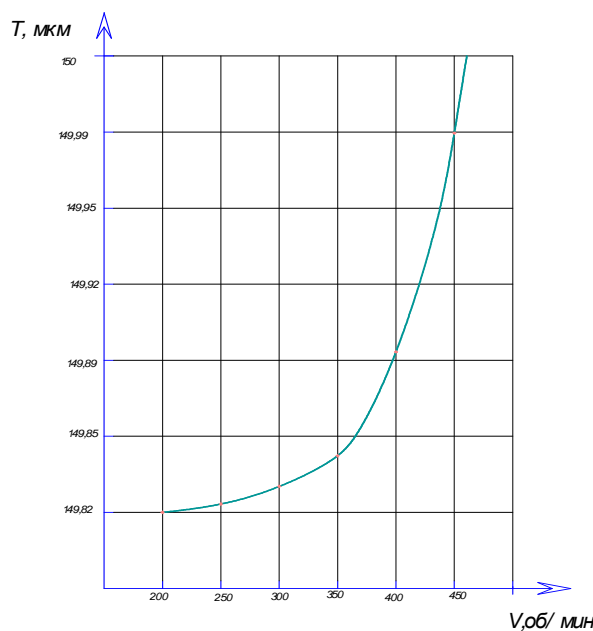


Рисунок 1- Зависимость точности обработки от частоты вращения

- радиальное биение шпинделя;

Жесткость шпинделя зависит от зазоров шпиндельных подшипников. Радиальное биение шпинделя определяется из уравнения:

$$\Delta = 1,5 \left[ \frac{\Delta_1}{\sqrt{m_1}} \pm \frac{1}{k} \left( \frac{\Delta_1}{\sqrt{m_1}} + \frac{\Delta_2}{\sqrt{m_2}} \right) \right] \quad (2)$$

где-  $\Delta_1$  и  $\Delta_2$  радиальные биения подшипников, мм;  $m_1$  и  $m_2$  число подшипников, воспринимающих радиальную нагрузку;  $k$  – отношение расстояний между опорами, мм

Подставляя в эту формулу различные значения биений подшипника, мы получим зависимость, что устанавливая подшипники с меньшим радиальным биением мы можем уменьшить биение шпинделя (рисунок 2), а в результате уменьшения биения шпинделя мы можем увеличить точность обработки.

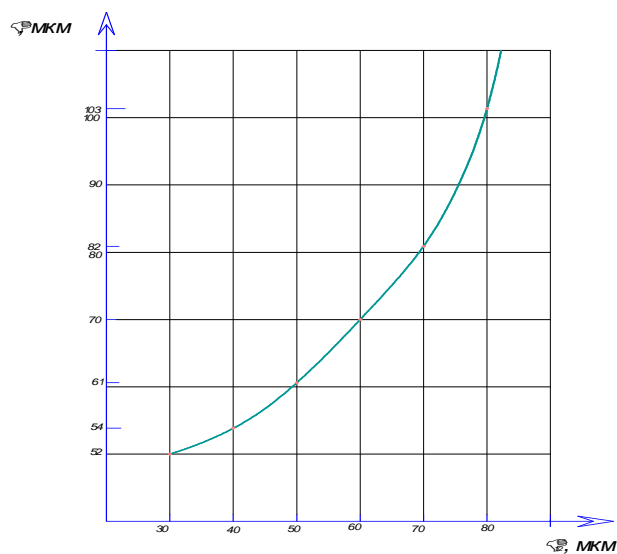


Рисунок 2 - Зависимость биения шпинделя от биения подшипников

# МЕТОДИКА ВЫБОРА ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Сомов Д.Ю. (ВТМЗ-365)

Научный руководитель – Соломоненко С.А.

Успешное выполнение технологических операций механической обработки на станках с ЧПУ в большей степени, чем на универсальных станках с ручной настройкой, зависит от качества инструмента и его державки.

На станках с ЧПУ рабочий орган станка может обеспечить высокую точность положения, однако погрешность инструмента, может свести ее на нет. Эти особенности необходимо учитывать при разработке технологического процесса обработки на станках с ЧПУ.

Конфигурацию рабочей части инструментов выбирают так, чтобы, используя имеющиеся на станке перемещения, обеспечить обработку часто встречающихся форм поверхностей деталей. При этом предпочтительно за счет более сложных движений станка иметь более простой контур рабочей части инструментов.

Инструмент, одинаковый по конфигурации, но отличающийся по размерам рабочей частью, включают в номенклатуру в том случае, если он обеспечивает снижение затрат при обработке различных изделий или увеличивает надежность обработки.

Выбор режущего инструмента для токарной обработки на станках с ЧПУ проводят в следующей последовательности.

## **А) ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ ДЕРЖАВКИ**

При решении данной задачи рекомендуется поступать следующим образом:

- разделить поверхность обрабатываемой детали на элементарные геометрические составляющие (торцовые, конические, цилиндрические поверхности с указанием направления подачи при обработке каждой поверхности);
- определить подходящие типы державок для обработки отдельной поверхности в зависимости от вида обработки (таблицы приведены в графической части);
- выбрать из полученного набора одну державку(или минимальную комбинацию державок), обеспечивающую возможность обработки всех элементарных составляющих поверхности детали.

### **б) выбор типоразмера режущей пластины**

При выборе типа пластин необходимо учитывать следующие факторы:

- сравнимые различные типы режущих пластин должны соответствовать выбранному ранее типу державки;
- тип обрабатываемого материала определяет требования к прочности, геометрии резания и стружколомательной способности режущей пластины;
- стружколомательная способность пластин при различных видах обработке пластин и режимах резания;
- прочность режущей кромки при прерывистой обработке с учетом геометрии резания и нижней опорной пластины;
- влияние формы пластины на направление и величину сил резания и вероятность возникновения вибраций;
- влияние формы пластины на потребляемую мощность.

### **в) определение размеры пластины и конструктивные особенности.**

- Определить необходимую эффективную длину режущей кромки (L), считаясь с главным углом в плане ( $\phi$ ) и наибольшей глубиной резания (t)

г) согласование выбранного варианта типоразмера режущей пластины с номенклатурой режущих пластин из современных сплавов

д) определение марки токарного резца (расточной державки) в соответствии с используемой в настоящее время системой классификации.

- основываясь на выбранном типе токарного резца (расточной державки),



типоразмера режущей пластины и конструктивными особенностями используемого токарного оборудования, определить размеры инструмента (правое или левое исполнение, высота тела державки, ширина тела державки, длина резца и т.п.) и его полное кодовое обозначение по системе ИСО или ГОСТ;

- согласовать выбранный вариант с номенклатурой режущих инструментов.

Инструмент применяемый в дипломном проекте соответствует представленной методике по выбору инструмента для токарных операций. Применение современных методик и технологий изготовления режущего инструмента позволяет увеличить режимы резания, что является одним из параметров производительности технологического процесса.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШТАМПОВОЧНОЙ ОСНАСТКИ**

Стяжкина И.А.(ВМ-436)

Научный руководитель – Соломоненко С.А.

Одним из основных направлений развития автоматизации технологии машиностроения является внедрение систем автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП), которые обеспечивают сквозное проектирование изделия. Так, разработанные САПР технологических процессов (САПР ТП) позволяют проектировать на ЭВМ технологические процессы, выдавая всю необходимую технологическую информацию. Человек участвует только в кодировании исходных данных.

На предприятиях с массовым и крупносерийным производством, к которым относятся и подшипниковые заводы «ЕПК», повышаются требования к качеству проектного решения. Даже незначительное уменьшение, например, расхода металла или трудозатрат в одном технологическом процессе дает большой экономический эффект при изготовлении сотен тысяч и миллионов деталей. Каждый год проектируются новые типоразмеры подшипников, поэтому необходимо автоматизировать проектирование технологической оснастки для их производства.

Подшипниковое производство хоть и относится к массовому типу, однако САПР ТП «тяжелого уровня» применять не очень выгодно, т.к. детали штамповочной оснастки для изготовления заготовок колец подшипника имеют простую форму и легко подвергаются типизации. Для оптимального проектирования технологических процессов производства штамповочной оснастки выгодно создавать модули, использующие современные САПР ТП ("ТехноПро", "Вертикаль", "SolidWorks"). На базе САПР ТП "ТехноПро" разработан модуль «OCN\_POD».

Модуль позволяет в несколько раз сократить время подготовки проекта, так как он автоматизирует практически весь процесс проектирования, начиная от входных данных размеров колец подшипников до вывода документации на технологические процессы штамповой оснастки для изготовления заготовок колец подшипника. Проектирование происходит на основе типовых технологических решений. Детали штамповочной оснастки сгруппированы по сходству технологии их изготовления и для каждой группы деталей создан общий технологический процесс (ОТП), содержащий весь перечень операций изготовления всех деталей группы. Для создания ОТП используются технологические процессы, которые уже освоены в производстве. Модуль состоит из двух типовых технологических процессов «пуансоны-выталкиватели» и «матрицы».

При формировании технологического процесса изготовления штамповой оснастки для изготовления заготовок колец подшипника соблюдены условия выбора оборудования, режущего инструмента, технологической оснастки. Создав данный модуль мы добились того, чтобы система САПР ТП формировала технологический процесс максимально

приближенный к заводскому. Использовать данный модуль можно для проектирования технологических процессов множества штамповой оснастки для изготовления заготовок колец конических роликовых подшипников. Создание и дальнейшее использование модуля «обучает» систему и впоследствии значительно уменьшает время на формирование технологических процессов ряда подобных деталей.

Разработанный модуль способен выполнить весь спектр задач, связанных с запуском нового изделия в производство и внесением изменений в уже выпускаемое изделие. При этом значительно сокращаются сроки технологической подготовки его производства.

#### Список литературы

1. Кондаков А.И. САПР технологических процессов: Учебник для студентов вузов./ Кондаков А.И.- М: Академия, 2008. - 272 с.
2. Дементьев Ю.В., Щетинин Ю.С. САПР в автомобилестроении и тракторостроении./ под ред. Шарина В.М. - Москва: Академия, 2004. - 224 с.
3. Васильев, К.И. Моделирование процессов пластического формоизменения в плоском симметричном сечении. / Васильев, К.И., Силитухин К.В. // Автоматизация и управление в машиностроении.

### **АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ НА МАЛОЙ ОЦЕНОЧНОЙ ДЛИНЕ**

Супонькин Н. А.(ВМС-438)

Научный руководитель – Носенко С. В.

Поверхность обработанной детали не является идеально ровной и геометрически правильной. Она отличается от номинальной (заданной чертежом) микро- и макрогеометрическими отклонениями. Микрогеометрические отклонения определяют шероховатость поверхности, макрогеометрические - характеризуют волнистость и отклонения формы.

Чертежом, как правило, задаются требования к шероховатости всей рабочей поверхности детали. Контроль соблюдения этих требований осуществляется обычно по некоторому числу профилей ограниченной длины. При этом возникают вопросы: какой длины должен быть каждый обследуемый профиль, т.е. участок измерения; сколько должно обследоваться таких участков; какие участки выбирать для измерений, чтобы оценить качество поверхности в целом.

Одна из существующих проблем – определение шероховатости на короткой оценочной длине менее 1,25 мм. Зачастую промышленные предприятия, сталкиваются с проблемой определения шероховатости на поверхностях, протяженность которых меньше данной длины.

В частности на ОАО «Волжский подшипниковый завод» возникла необходимость определения шероховатости обработанной поверхности борта внутреннего кольца подшипника 6-42205A1E1УШ1.02-ГОСТ 520. Ширина борта колеблется от 0,5 до 0,8 мм, согласно допуску.

В связи с чем, цель работы заключается в анализе приборов, используемых для оценки шероховатости поверхности и разработки методики оценки шероховатости поверхностей малой длины.

Для достижения поставленной цели необходимо было выполнить следующие задачи:

- 1) Провести анализ ГОСТ и ИСО, согласно которых необходимо провести измерение.
- 2) Провести анализ существующих приборов оценки шероховатости поверхности

- 3) Исследовать методику оценки шероховатости на конкретном выбранном приборах
- 4) Провести исследование фильтров, используемых на приборах.
- 5) Выявить зависимость шероховатости от количества базовых длин, используемых для анализа и длинны волн фильтра.
- 6) Определить минимальную трассу, необходимую для оценки шероховатости на конкретном измерительном оборудовании.
- 7) Исследовать возможные варианты оценки шероховатости поверхности на малой оценочной длине ( $R_a$  и  $R_a$ ).

Производственные испытания проводились на ОАО «ВПЗ». На предприятии используется измерительное оборудование фирмы Taylor Hobson: прибор для измерения шероховатости Surtronic и прибор для измерения отклонения формы и шероховатости Form Talysurf Intra. Приборы оценки шероховатости используют фильтры Гаусса и волновые фильтры  $\lambda_s$ , предназначенные для корректировки отсечки шага (базовой длины).

Согласно ГОСТ для оценки шероховатости из диапазона 0,025-0,4 мкм необходимо использовать базовую длину 0,25мм.

Оценочная длина приборов Surtronic 3+ выбирается автоматически и равна пяти базовым длинам, т. е. уже составляет 1,25 мм. Кроме того существует холостой ход прибора. Конструкция щупа также не позволяет установить его на край галтели. Таким образом, данный прибор не подходит для измерения с заданными параметрами.

Программное обеспечения прибора Form Talysurf Intra позволяет «вручную» задавать оценочную длину и автоматически разбивает заданное значение на базовые длины, количество которых может быть меньше пяти.

Таким образом, минимальная оценочная длина для данного прибора, с использованием одной базовой длины составляет 0,8 мм. Она складывается из холостого хода прибора, одной базовой длины, а так же дополнительного хода щупа, необходимого для обработки данных, которое было определено экспериментально.

Однако, согласно ISO 4287 «Геометрические характеристики изделий. Структура поверхности. Профильный метод. Термины, определения и параметры структуры» базовая длина, соответствующая шероховатости борта по параметру  $R_a$  будет составлять 0,8 мм, следовательно, общая длина оценки увеличится еще на 0,55 мм и будет составлять 1,35 мм при использовании одной базовой длины;

Кроме того рекомендуемое число базовых длин в оценочной длине – 5. Соответственно, минимальная трасса будет составлять 1,8 мм при базовой длине 0,25мм и 4,25 мм при базовой длине 0,8 мм. Однако, можно ограничиться и одной базовой длиной, проводя измерения в пяти сечениях, что подтверждается экспериментально.

Таким образом, в результате проделанной работы был выбран прибор для оценки шероховатости, щуп, для осуществления трассирования, написана методика измерения шероховатости и установлена минимальная трасса, необходимая для оценки шероховатости по параметру  $R_a$ , которая обеспечивается технологией производства (допуском).

Выявление взаимосвязи между параметрами  $R_a$  и  $R_a$  осуществлялось с помощью вариационного анализа полученного профиля при изменении оценочной длины от 0,5 мм до 1,25 мм, с помощью программного обеспечения прибора. Данные, полученные в результате эксперимента, представлены в табл. 1

Таблица 1

Результаты измерения параметров  $R_a$  и  $R_a$  на различных базовых длинах

Оценочная длина ( $L_n$ ), мм	Количество базовых длин, используемых для оценки шероховатости	$R_a$ , мкм	$R_a$ , мкм
0,5	1	0,3256	0,3338
0,8	2	0,2936	0,3038
1	3	0,2668	0,3235
1,25	4	0,298	0,3787

Так же было произведено измерение параметра  $R_a$  на оценочной длине 0,25 и 0,1 мм. Так как данная длина трассы неприемлема для изменения шероховатости, результаты измерений в таблице не приведены, однако, учитывая, что для оценки шероховатости на трассе 0,5 мм используется 1 базовая длина (0,25 мм), значение параметра  $R_a$  на той же оценочной длине может быть использовано для анализа.

Данные о значениях параметра  $R_a$  на базовых длинах 0,1 и 0,25 мм приведены в табл. 2

Таблица 2

Оценочная длина, мм	$R_a$ , мкм
0,1	0,3339
0,25	0,3122

Характер изменения параметра шероховатости  $R_a$  и параметра отклонения формы  $R_a$  представлены на рис. 1

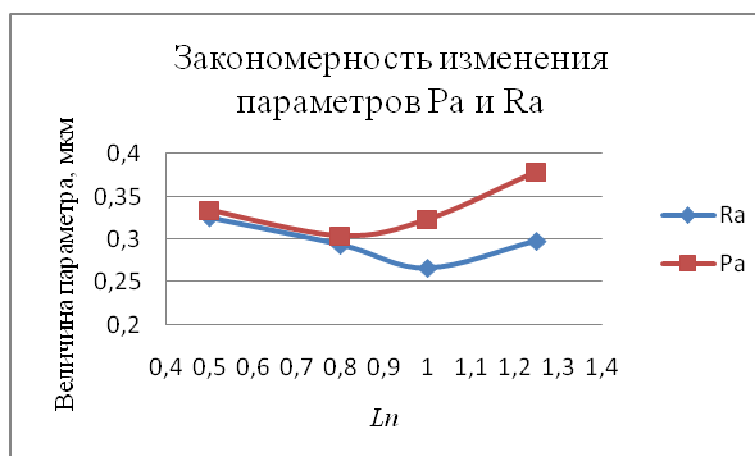


Рис. 1

**Основные выводы:** анализируя полученные данные, можно сделать вывод о том, что значения и характер изменения параметров  $R_a$  и  $R_a$  одинаковы на малых оценочных длинах (0,5 – 0,8 мм).

Таким образом, возможно использования параметра  $R_a$  в качестве альтернативного при измерении плоских поверхностей малой длины.

## ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАСТМАСС В АВТОБУСОСТРОЕНИИ

Трусова Д. С. (ВТО-5). Черёмушкина К. В. (ВМ-536)

Научный руководитель – Авилов А. В.

*Рассматриваются рекомендации по выбору полимерных материалов для изготовления основных узлов и деталей автобуса*

*This article considers the recommendations on the choice of polymeric materials for the manufacture of basic units and parts of bus*

Применение пластмасс (пластиков) в конструкции автобусов приобретает все более широкие масштабы. Это объясняется тем, что по ряду показателей пластики значительно превосходят традиционные материалы, используемые при изготовлении автобусов. Значительное внедрение пластмасс в изготовление автобусов обусловлено следующими факторами:

- 1) автобус становится легче, а это означает, что снижается расход топлива;
- 2) открывается возможность для новых конструктивных решений;
- 3) применение пластиков помогает не только отказаться от дорогостоящих цветных металлов и нержавеющей стали, но и сократить энерго- и трудозатраты в процессе производства, а значит, снизить стоимость автобуса;
- 4) повышение долговечности и эксплуатационных характеристик;

В таблице 1 представлены рекомендации по выбору полимерных материалов для изготовления основных узлов и деталей автобуса.

Таблица 1

Группы узлов и деталей автобусов	ПЭНД	ПЭВД	Полипропилен	Полистиролы АБС - пластики	Термопласты армированные стекловолокном	Стеклопластики	Полиуретаны	Полифенилен- оксиды	Полиамиды	Полиформаль- дегиды	Поликарбонаты	Фенопласты	Акрилаты	Полиэтилен-терефталат	Лавсан
Детали внешней облицовки			+	+	+		+				+				
Детали пассивной защиты			+				+	+							
Амортизационные детали							+								
Емкостные детали для хранения жидкостей	+							+							
Детали зацепления и ременных передач				+					+	+		+			
Детали узлов трения					+		+		+	+	+			+	
Детали электроизоляционного назначения	+		+						+			+		+	
Детали систем питания	+	+	+					+	+	+	+			+	
Детали общего назначения	+	+	+	+				+	+			+	+		
Крупногабаритные детали кузовов			+	+		+	+	+							
Корпусные детали	+		+				+	+	+						
Рабочие органы насосов, компрессоров.			+						+	+		+			
Светотехнические детали											+		+		+
Детали информационного назначения				+											
Детали внутренней отделки	+		+												+
Детали теплошумоизоляции							+								

## РАСЧЕТ ПРОГИБОВ БОРШТАНГИ Ø50 ПРИ РАСПОЛОЖЕНИИ РЕЗЦОВ ЧЕРЕЗ 72°.

Хребтов М.Г. (ВМ-536)

Научный руководитель -

Расчет производится с целью получения данных по смещению резцов от номинального значения получаемого диаметра и дальнейшего влияния на точность обработки глубоких прерывистых отверстий.

Методика расчета заключается в раскрытии статической неопределимости системы и дальнейшем расчете перемещений в соответствующих точках борштанги.

Схема расположения резцов представлена на рис. 1.

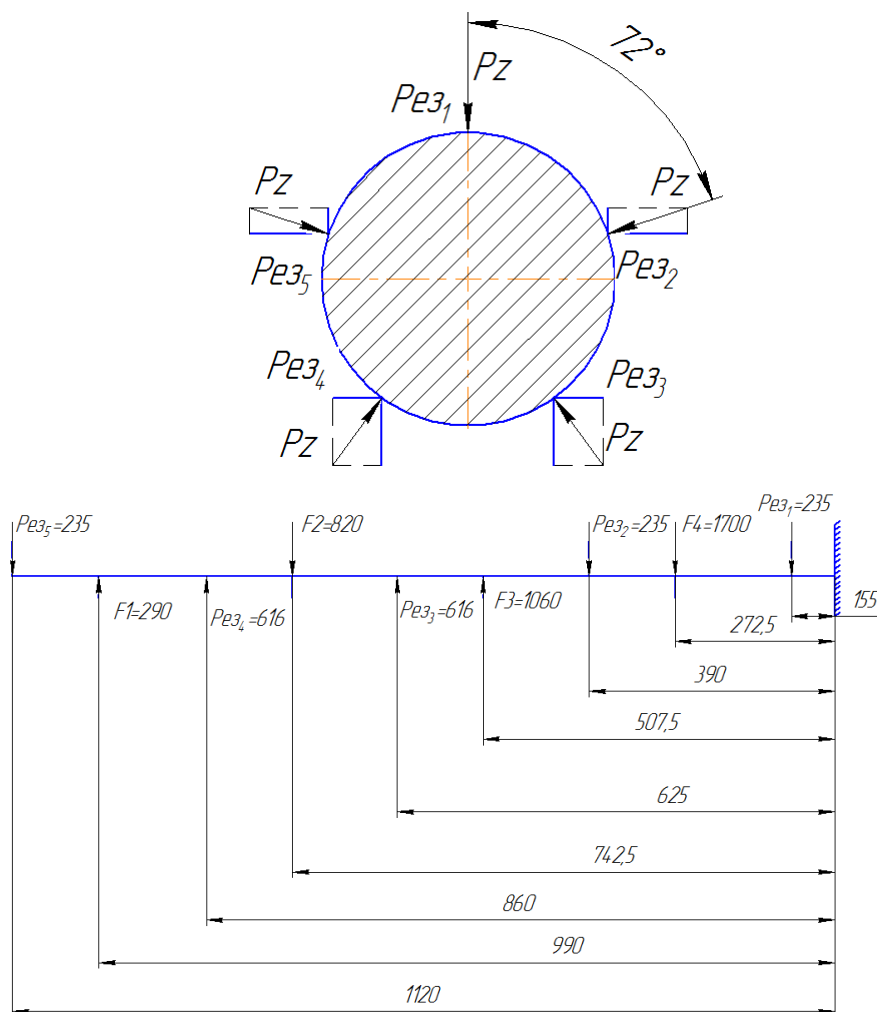


Рисунок 1 – Схема расположения резцов по диаметру и длине борштанги

Реактивные усилия  $F$  возникающие в люнетах были рассчитаны в предыдущей главе и на данной схеме показаны вместо шарнирных опор. При определении сил действующих на борштангу от работы резцов (сила  $Pz$ ), необходимо при расчете силы, учитывать неравномерность распределения припуска вдоль оси заготовки. При определенном расположении резцов по длине борштанги, при расчете силы  $Pz$ , неравномерностью припуска можно пренебречь.

Так как расположение резцов относительно оси борштанги является пространственным и не находится в одной плоскости, необходимо спроецировать все силы на ось  $Y$  и построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов возникающих в борштанге. В данном расчете проекция на ось  $X$  не учитывается, так как она влияет на сжимающие усилия и при расчете прогиба не учитывается. Полученные данные представлены на рис. 2.

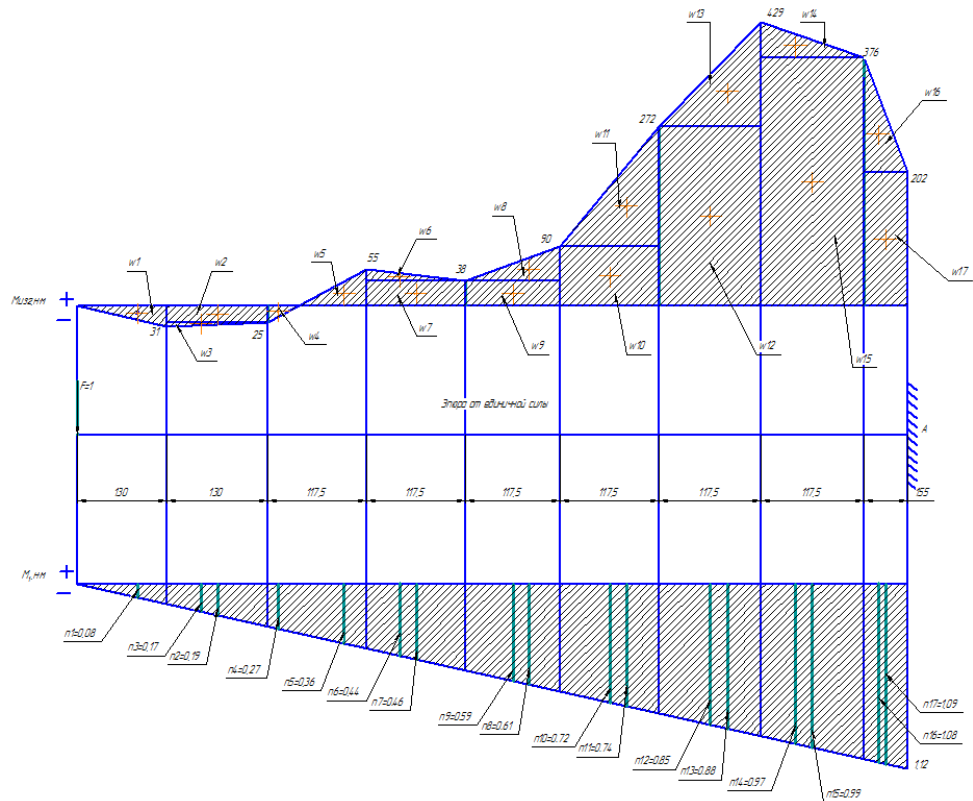


Рисунок 2 – Эпора изгибающих моментов от нагрузки и от единичной силы

Прогиб борштанги в точке, где установлен 5 резец, определяется методом Верещагина – Мора:

$$Y_P = \frac{1}{EJ} \sum_{i=1}^m w_i \cdot n_i,$$

где E-модуль Юнга ; I- момент инерции борштанги;

$W_i$ - площадь эпюры от нагрузки;  $N_i$  – ордината единичной эпюры соответствующая центру тяжести эпюры от нагрузки.

$$w_1 = \frac{-31 \cdot 0,13}{2} = -2,015 \text{ н} \cdot \text{м}^2; w_2 = -25 \cdot 0,13 = -3,25 \text{ н} \cdot \text{м}^2;$$

$$w_3 = \frac{-6 \cdot 0,13}{2} = -0,39 \text{ н} \cdot \text{м}^2; w_4 = \frac{-25 \cdot 0,037}{2} = -0,4625 \text{ н} \cdot \text{м}^2;$$

$$w_5 = \frac{55 \cdot 0,08}{2} = 2,2 \text{ н} \cdot \text{м}^2; w_6 = \frac{17 \cdot 0,1175}{2} = 0,999 \text{ н} \cdot \text{м}^2;$$

$$w_7 = 38 \cdot 0,1175 = 4,465 \text{ н} \cdot \text{м}^2; w_8 = \frac{52 \cdot 0,1175}{2} = 3,055 \text{ н} \cdot \text{м}^2;$$

$$w_9 = 38 \cdot 0,1175 = 4,465 \text{ н} \cdot \text{м}^2; w_{10} = 90 \cdot 0,1175 = 10,575 \text{ н} \cdot \text{м}^2;$$

$$w_{11} = \frac{182 \cdot 0,1175}{2} = 10,6925 \text{ н} \cdot \text{м}^2; w_{12} = 272 \cdot 0,1175 = 31,96 \text{ н} \cdot \text{м}^2;$$

$$w_{13} = \frac{157 \cdot 0,1175}{2} = 9,224 \text{ н} \cdot \text{м}^2; w_{14} = \frac{153 \cdot 0,1175}{2} = 3,1138 \text{ н} \cdot \text{м}^2;$$

$$w_{15} = 376 \cdot 0,1175 = 44,78 \text{ н} \cdot \text{м}^2; w_{16} = \frac{172 \cdot 0,155}{2} = 13,33 \text{ н} \cdot \text{м}^2;$$

$$w_{15} = 202 \cdot 0,155 = 33,31 \text{ н} \cdot \text{м}^2.$$



Ординаты соответствующие эпюрам определены графически.

$$Y_{рез_5} = \frac{1}{EI} (2.015 \cdot 0.08 + 3.25 \cdot 0.19 + 0.39 \cdot 0.17 + 0.4625 \cdot 0.27 - \\ - 2.2 \cdot 0.36 - 0.999 \cdot 0.44 - 4.465 \cdot 0.46 - 3.055 \cdot 0.61 - 4.465 \cdot 0.59 - ; \\ - 10.575 \cdot 0.72 - 10.6925 \cdot 0.74 - 31.96 \cdot 0.85 - 9.224 \cdot 0.88 - \\ - 3.1138 \cdot 0.97 - 44.78 \cdot 0.99 - 13.33 \cdot 1.08 - 33.31 \cdot 1.09)$$

$$Y_{рез_5} = \frac{-155,7 \text{ Н} \cdot \text{м}^3}{2 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2 \cdot 30,64 \text{ м}^4} = -242 \cdot 10^{-6} \text{ м};$$

Знак минус у всех прогибов означает, что при построении эпюр от единичной силы в точке нахождения перемещения, направление единичной силы расходится с действительным направлением перемещения борштанги.

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ ШУХАРТА

Худов Р.(ВМС-438)

Научный руководитель –

Ни одно производство не может обойтись без каких-либо потерь, каким бы совершенным и передовым оно ни было. В последнее время понятие «технологические потери» находит всё более широкое распространение в мире, но не все до конца тем или иным образом понимают, что оно значит на самом деле. Попробуем разобраться в этом на практике на примере производства абразивного инструмента ОАО «ВАЗ».

Технологические потери – это потери товарно-материальных ценностей (сырья, материалов, полуфабрикатов), технологического времени и людских ресурсов.

На производстве абразивных инструментов образуются потери материалов в виде технологических отходов. Отходы производства керамических изделий обычно включают:

- бой заготовок и изделий при формовании, сушке, обжиге и послеобжиговой обработке, а также обломки огнеупорных материалов;
- пыль из установок очистки отходящих газов;
- отработанные гипсовые формы – на стадии формования;
- отработанные сорбенты (гранулированный известняк, известковая пыль) из систем очистки дымовых газов;
- отходы упаковки (пластик, дерево, металл, бумага и др.) – на стадии упаковки;
- твердые остатки, например, зола от сжигания твердого топлива.

Некоторые виды накапливаемых в процессе производства отходов могут быть повторно использованы в переделах предприятия в соответствии с требованиями к продукции и технологическим регламентом. Те материалы, которые завод не может переработать самостоятельно, отправляют на сторонние предприятия по переработке отходов или передают в другие отрасли.

Анализ технологических потерь на производстве ОАО «Волжский абразивный завод»

1. С целью более точного декларирования уровня технологических потерь на 2012 год через нормы потерь, был проведен анализ уровней технологических потерь за период 2009 г., 2010 г. и 2011 г. (период январь – октябрь) на основании отчетных документов ОТК за указанные периоды.

Средний уровень технологических прямых потерь (без учёта аварийных потерь и потерь, связанных с освоением новых видов продукции) составил по годам и в целом за

период:

Таблица 1

Годы, период	2009	2010	2011 (январь-октябрь)	2009-2011 (январь-октябрь)
Показатели				
Уровни потерь, %	3,36	3,41	3,47	3,40
Отклонение от среднего уровня в 5 (+;-)	-1,2 %	+0,3 %	+2,1 %	100%

2. Проведён анализ зависимости уровней технологических потерь от колебаний объемов выпуска продукции за эти же периоды времени:

Таблица 2

Годы, период	2009	2010	2011 (январь-октябрь)	2009-2011 (январь-октябрь)
Показатели				
Объём выпуска ТН (ср. по мес.)	682,7	313,3	448,8	509,9
Отклонение от ср.уровня в % (+;-)	+33,9 %	-38,6 %	-12,0 %	100 %
Уровни потерь и отклонения их от среднего %	3,36 (01,2 %)	3,41 (+0,3 %)	3,47 (+2,1 %)	3,40 (0 %)

Данные о технологических потерях как правило определяет отдел технологического контроля (ОТК) или аналогичные структуры (бюро, службы), которые осуществляют функцию технологического контроля.

Технологический контроль представляет собой систему информации, непрерывно описывающую состояние технологического процесса, качества сырья и продукции в течение всего периода эксплуатации предприятия.

ОТК определяет выпуск продукции на соответствие с НД (нормативная документация). На приемку в ОТК предъявляют только готовую продукцию, документация на которую должна быть оформлена и скомплектована в соответствии с требованиями НД.

Периодичность обычно составляет какой-то определённый период времени квартал, месяц, год. На ОАО «ВАЗ» периодичность составляет месяц, что по словам руководителя ОТК, может позволить своевременно принять быстрые меры корректирующего воздействия.

На данном рисунке (Рис.1) представлена контрольная карта технологических потерь (X) на ОАО «ВАЗ» за период январь-октябрь 2011 года

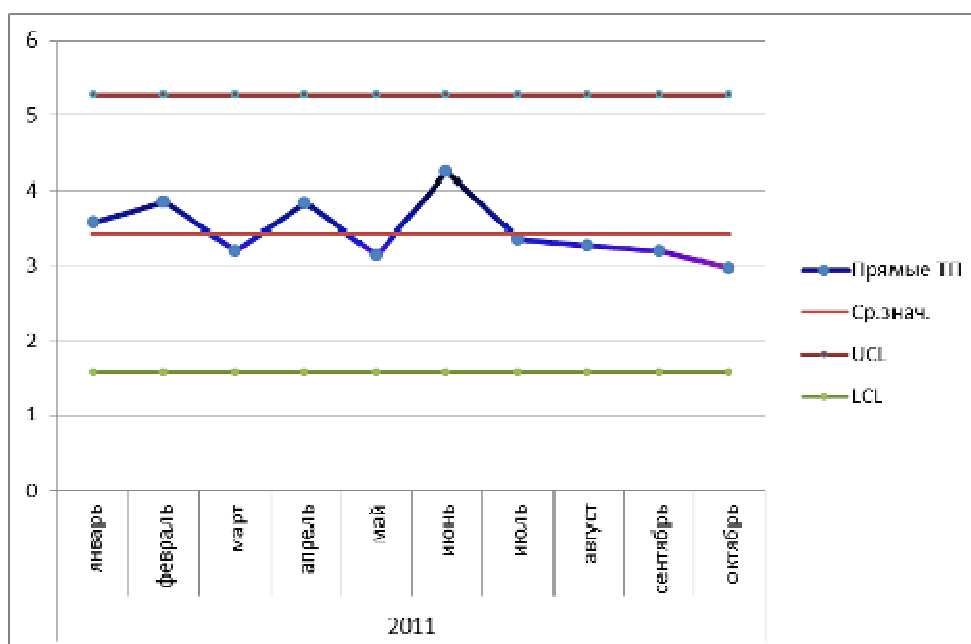


Рисунок 1

Контрольные пределы определяются в зависимости от технологии выбранного процесса.

Предупреждающие границы (верхняя и нижняя) по степени реагирования.

Переходя к теме превышения контрольной границы и последующих мероприятий, в первую очередь стоит сказать, что за ответственность за это несет руководитель подразделения (получивший данные от ОТК).

Данные о превышении технологических потерь заносятся в акт контроля, который передают руководителю подразделения для принятия мер по устранению выявленных недостатков или нарушений технологической дисциплины.

Анализ причин проблемы может привести к предложению некоторых решений, среди которых могут быть переподготовка персонала или изменение процедур контроля производственных процессов.

Масштабы проблемы и связанные с ней деловые риски определяют, какие действия следует предпринять. Если корректирующее действие проведено, то это должно быть отражено в отчетности, а за его результатами следует понаблюдать в течение некоторого времени, чтобы убедиться в его эффективности.

Исходя из графика (рис.1) можно сделать вывод, что технологические потери за достаточно длительный период времени изменяются в обычных для данного производства интервалах, и являются приемлемыми для данного процесса.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА БЕСЦЕНТРОВОШЛИФОВАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЯХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОДШИПНИКА 7821**

Ширенин С.С.

Научный руководитель –Белухин Р.А.

С каждым днем все стремительнее развивается производство в отрасли машиностроения, а вместе с ним происходит процесс модернизации и совершенствования применяемого оборудования.

Создание материально-технической базы и необходимость непрерывного повышения производительности труда ставит перед машиностроителями весьма

ответственные задачи, так как основное требование к современному производству – дать как можно больше продукции лучшего качества и с наименьшей стоимостью – относится, прежде всего, к машиностроению, призванному обеспечить технический прогресс всех отраслей народного хозяйства. Выполнение этого требования обеспечивается за счет множества факторов, к которым относятся – новое капитальное строительство, увеличение рабочей силы, модернизации устаревшего оборудования и создания нового.

Большое количество станкостроительных заводов мира позволяет производить выбор наиболее подходящих станков, для различных областей машиностроения.

В подшипниковом производстве используются в основном токарные и шлифовальные станки. Последние, в свою очередь подразделяются на плоско-, внутри-, торце- и бесцентрово-шлифовальные, и занимают основной парк подшипниковых заводов.

Бесцентрово-шлифовальные станки предназначены для шлифования поверхностей типа тел вращения не имеющих центровых отверстий, поэтому требуют особой точности изготовления.

На бесцентрово-шлифовальных станках заготовки обрабатывают тремя способами – шлифованием напроход, врезным шлифованием, шлифованием до упора. Перемещение заготовки вдоль периферии круга осуществляется в результате поворота ведущего круга на определенный угол или за счет наклона опорного ножа. Во всех случаях заготовка находится в контакте с опорным ножом, шлифующим кругом и ведущим кругом. Оба круга вращаются в одном направлении. Частота вращения шлифовального круга в 60-100 раз выше частоты вращения ведущего круга.

При производстве подшипника 7821 на заводе используют бесцентрово-шлифовальный станок модели SASL200x500 – 1980 года выпуска.

С 1949 года марка MIKROSA известна во всем мире своей передовой технологией бесцентрового круглого шлифования с точностью, граничащей с измеримым диапазоном.

При этом постоянно ведутся работы над совершенствованием технологии бесцентрового шлифования. Результатом этой работы являются концепции станков и инновации, делающие данную фирму сегодня ведущим мировым производителем бесцентровых круглошлифовальных станков.

Под маркой «MIKROSA» в настоящее время выпускают станки:

**KRONOS S** – сочетание высочайшей точности и производительности. Предназначен для достижения рекордных значений в бесцентровом наружном круглом шлифовании мелких деталей.

**KRONOS M** – гибкость и прецизионность на высочайшем уровне. Способен оптимально адаптироваться к любой задаче шлифования на длине врезания до 395 мм.

**KRONOS L** – высокая точность для крупных деталей. Разработан специально для обработки крупных, тяжелых деталей и подкупает коротким временем наладки и переналадки.

Станок **KRONOS L 660** обеспечивает высокую мощность для обработки деталей. Бесцентровый шлифовальный станок объединяет в себе способность напрямую снижать производственные затраты с высшим качеством шлифования.

Для сравнительного анализа станков SASL200x500 и **KRONOS L 660** в таблицу 1 сведены их основные характеристики.

Из данных представленных в таблице 1 следует, что диапазон обрабатываемых деталей по предельным размерам в среднем на 20 % шире у **KRONOS L 660**, а также данный станок позволяет обрабатывать детали с частотой вращения рабочего круга на 26 % быстрее и имеет на 14 % меньшую мощность электродвигателей.

Следовательно, применение бесцентрово-шлифовального станка модели **KRONOS L 660**, за счет лучших показателей, позволит снизить энерго- и трудозатраты, и как результат себестоимость подшипника.

Таблица 1 – Основные характеристики станков SASL200x500 и KRONOS L 660

<i>Характеристика станка</i>	<i>SASL2 00x500</i>	<i>KRON OS L 660</i>
Наибольший диаметр обрабатываемой детали, мм	200	250
Наименьший диаметр обрабатываемой детали, мм	10	5
Наибольшая длина обрабатываемой детали, мм	400	655
Диаметр шлифовального круга наибольший, мм	500	660
Наибольшая ширина круга, мм	500	660
Частота вращения рабочего круга, об/мин	1530	1800
Мощность электродвигателя, кВт	70	60

## ЗАВИСИМОСТЬ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА ОТ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНСТРУМЕНТА И ВРЕМЕНИ СУПЕРФИНИШИРОВАНИЯ

Юров В.С. (ВТМЗ-465)

Научный руководитель – Даниленко М.В.

Известно, что проблема повышения качества изделий машиностроения – это, прежде всего технологическая проблема. Особенно остро стоит проблема повышения качества подшипников качения, так как от этого на 50–70% зависит работоспособность механизмов и машин.

Одним из наиболее перспективных методов повышения эксплуатационных характеристик подшипников качения является совершенствование технологии окончательной суперфинишной обработки. К сожалению, применяемые в настоящее время в подшипниковой промышленности способы суперфиниширования, хотя и обеспечивают требуемую шероховатость и волнистость обрабатываемых поверхностей, но отличаются невысокой способностью исправлять низкочастотные погрешности продольного и поперечного сечений деталей: овальность, гранность, погрешность профиля, что резко снижает эксплуатационные свойства подшипников. Поэтому тема данной работы, направленная на выявление новых возможностей повышения эффективности технологического процесса суперфиниширования деталей подшипников, является актуальной.

В настоящее время отечественной промышленностью выпускаются принципиально новые конструкции суперфинишных автоматов, отличающиеся простотой конструкции и универсальностью наладки, позволяющие существенно исправлять различные погрешности формы деталей и формировать поверхности выпуклой формы в пределах 3–4 мкм на дорожках качения роликоподшипников.

На основе исследований [1] были получены эмпирические модели, отражающие влияние на величину шероховатости, волнистости и отклонения от круглости обрабатываемой поверхности, времени обработки, зернистости и твердости инструмента, при обработке на станке предлагаемой конструкции. Зависимости получены при обработке на следующих режимах:  $n_z = 3000$  об/мин;  $n_6 = 125$  об/мин;  $P = 80$  Н;  $\alpha = 2^\circ$ :

$$Ra = 0,041 \cdot t^{-0,78} \cdot HRC^{0,17} \cdot Z^{0,81};$$

$$W_z = 0,136 \cdot t^{-0,33} \cdot HRC^{0,23} \cdot Z^{-0,37};$$

$$D = 2,59 \cdot t^{-0,69} \cdot HRC^{0,36} \cdot Z^{-0,4};$$

$$q = 2,551 \cdot t^{0,3} \cdot HRC^{-0,34} \cdot Z^{0,51},$$

где  $Ra$  – среднее арифметическое отклонение профиля, мкм;  $W_z$  – амплитуда волнистости обработанной поверхности, мкм;  $D$  – отклонение от круглости обработанной

поверхности, мкм;  $q$  – толщина снимаемого металла, мкм;  $t$  – время обработки, с;  $HRC$  – твердость брусков;  $Z$  – зернистость бруска, мкм.

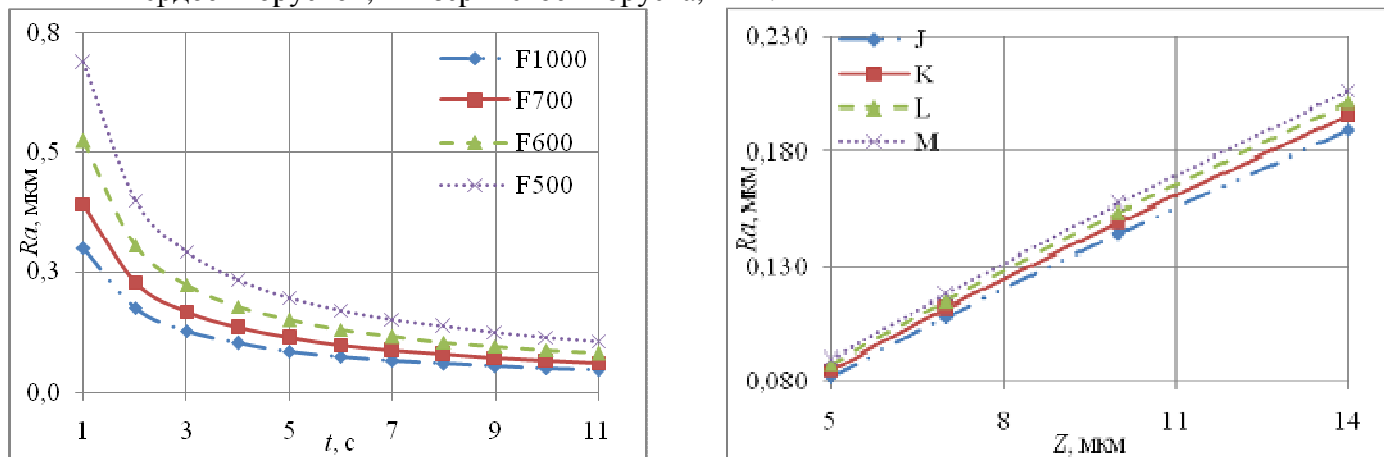


Рисунок 1 – Зависимость  $Ra$  от времени обработки, твердости и зернистости абразива

Увеличение времени обработки обеспечивает значительное снижение шероховатости, волнистости и отклонений от круглости обрабатываемой поверхности (рис. 1, 2, 3). Наиболее резкое снижение этих параметров наблюдается при обработке в течении первых 7 секунд, дальнейшее увеличение времени доводки не приводит к существенному уменьшению указанных показателей.

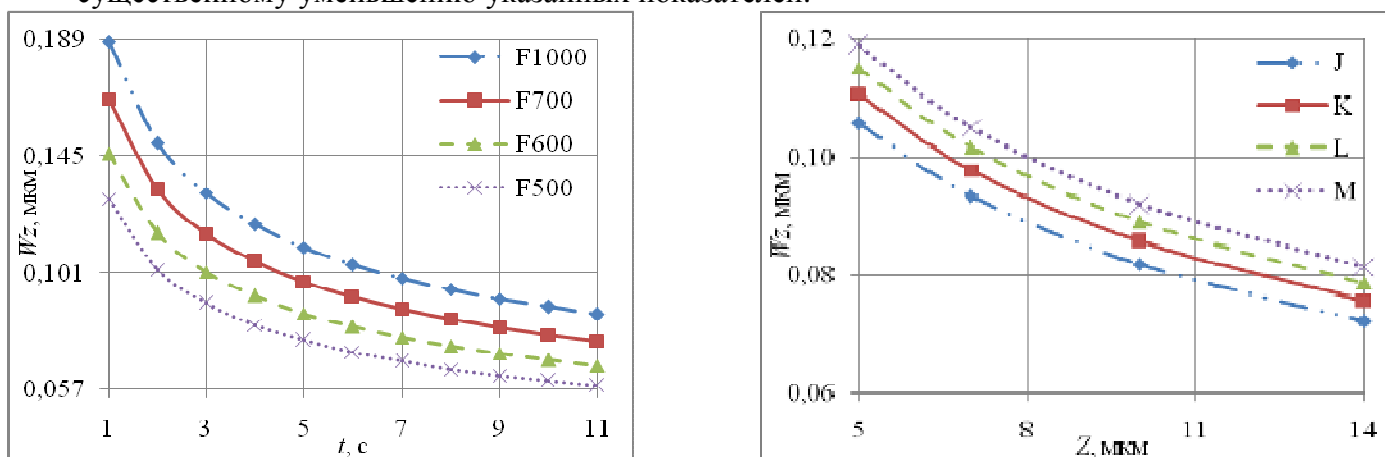


Рисунок 2 – Зависимость волнистости обработанной поверхности от времени обработки, твердости и зернистости абразива

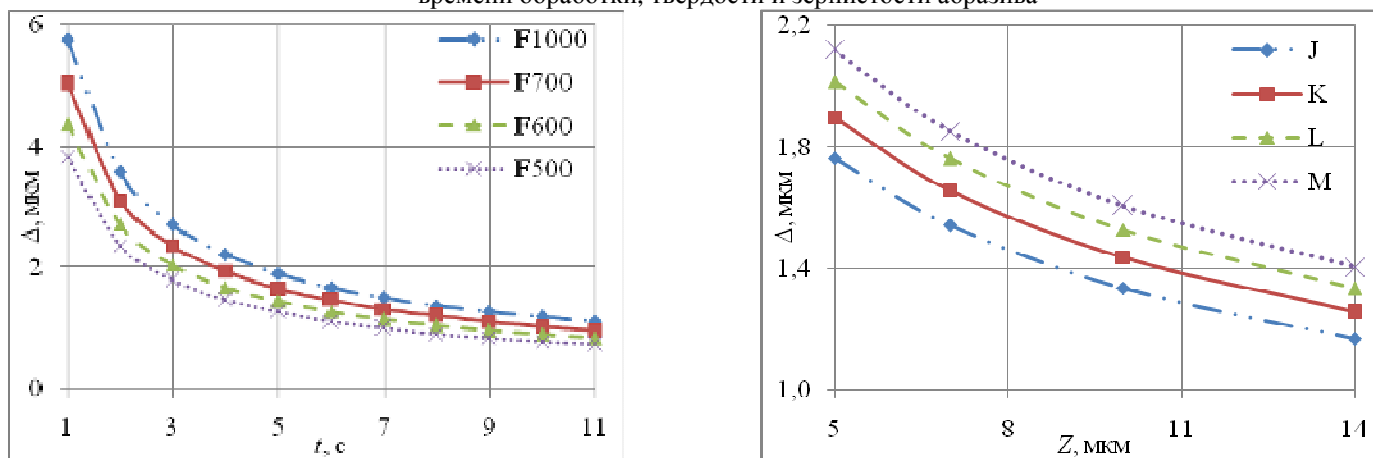


Рисунок 3 – Зависимость отклонения от круглости обработанной поверхности от времени обработки, твердости и зернистости абразивных брусков

Как следует из выполненного анализа, исследуемый процесс суперфиниширования обеспечивает высокие режущие свойства инструмента, что позволяет интенсивно удалять

исходный шероховатый, дефектный слой и формировать заданную геометрическую форму заготовки. В наибольшей степени на результаты профилирующего суперфиниширования оказывают время обработки и зернистость инструмента, регулируя которые, можно существенно управлять процессом. Твердость инструмента на результаты обработки оказывает менее значительное влияние.

#### **Список литературы**

1 **Королев, А.А.** Современная технология формообразующего суперфиниширования поверхностей деталей сложного профиля / А.А. Королев – Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2001. – 156 с.

### **ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ ОБРАБОТКИ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА НА ОАО «ВПЗ»**

Юров С.С. (ВТМЗ-465)

Научный руководитель – Даниленко М.В.

Повышение уровня качества подшипникового производства невозможно без совершенствования технологии изготовления деталей подшипников, в частности, технологии шлифовальной обработки, так как формирование многих параметров качества (шум, вибрация, долговечность) обеспечивается в значительной степени на стадии шлифования.

В рассматриваемом производстве существуют возможности создания новой автоматической линии, которая не только сократит время обработки колец подшипников, но и улучшит качество и уменьшит себестоимость их изготовления. Новая автоматическая линия требует покупки недостающего оборудования. Возможность возникновения рисков ситуаций можно считать равной нулю, так как предстоит изменить расположение оборудования и добавить недостающее для того, чтобы составить автоматическую линию, включающую обработку внутреннего и внешнего колец подшипника.

Рассмотрим технологию действующего производства и предлагаемую автоматическую линию.

Наиболее ответственны в технологическом цикле изготовления подшипников шлифовальные и доводочные операции. При шлифовании достигается заданная точность размеров, взаимного расположения и геометрии поверхностей деталей. На доводочных операциях удаляется дефектный слой, снижается шероховатость, уменьшается до заданных величин волнистость обрабатываемых поверхностей. Они определяют основные параметры качества подшипников и в значительной мере производительность всей технологии обработки деталей (трудоемкость шлифовально-доводочной обработки составляет около половины общей трудоемкости изготовления колец подшипника). По технологии, применяемой на исследуемом производстве, станки для шлифовальной обработки стоят разрозненно и после каждой шлифовальной операции кольца подшипников падают в кассеты, при этом от соударения качество колец ухудшается. Кольца получают механические повреждения на дорожках качения. Значительные трудозатраты приходится на осуществление транспортных и перегрузочных операций, большой процент времени приходится на осуществление организационных технических мероприятий по обслуживанию оборудования в процессе обработки колец.

Комплексная автоматизация производства характеризуется широким применением автоматических линий, представляющих собой систему взаимосвязанных станков и вспомогательных устройств, производящих обработку заготовок согласно установленному технологическому процессу. Эта обработка осуществляется без вмешательства рабочего, но она нуждается в контроле, наладке и уходе со стороны обслуживающего персонала. Автоматы в линии обычно устанавливают последовательно

друг за другом в соответствии с технологическим процессом обработки заготовки и связывают единой транспортной системой. Для снижения стоимости шлифовального блока автоматические линии предлагается составить из имеющегося на заводе оборудования.

Технологические операции шлифовальной обработки колец подшипника не синхронизированы, то есть время выполнения отдельных операций различно. Вследствие неравенства или некратности операций такту на таких линиях невозможно достигнуть непрерывности обработки предметов, работы оборудования и рабочих-операторов. Нарушение непрерывности производственного процесса вызывает необходимость создания межоперационных оборотных заделов (что служит показателем прерывности) и простоев оборудования. Так как на всех операциях степень десинхронизации превышает 10 %, то такая линия является несинхронизированной прямоточной (прерывно-поточная линия). Для обеспечения работы такой линии необходимо предусмотреть несинхронизированную транспортную систему и установить накопители перед наиболее трудоемкими операциями.

### **АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИТЕЛЕЙ г. ВОЛЖСКОГО УСЛУГАМИ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА**

Бадиков К. А. (ВТС – 431), Чернова Г. А. – науч. рук., к.т.н.  
Волжский политехнический институт (филиал)  
Волгоградского государственного технического университета

Тенденция развития общественного транспорта в городе Волжском такова, что начиная с 1998 года перевозку пассажиров наряду с автобусами средней, большой и особо большой вместимости МУП ВАК-1732 стали осуществлять частные перевозчики на автобусах ГАЗель и ПАЗ.

Для оценки и анализа развития общественного транспорта авторами проведена работа по сбору статистических данных, начиная с 1998 года: количество маршрутов, автобусов на маршрутах, год открытия маршрутов. В результате составлен реестр маршрутов, соответствующие таблицы и графики. Динамика изменения количества автобусов на городских маршрутах представлены на рис. 1. Изменения произошли за счёт стремительного входа на рынок пассажирских перевозок автобусов ГАЗель с 35 единиц (маршрут № 6) в 1998 году до 530 в 2011 году (рис. 1). Количество автобусов МУП ВАК-1732 за этот период оставался стабильным на уровне 112 единиц.

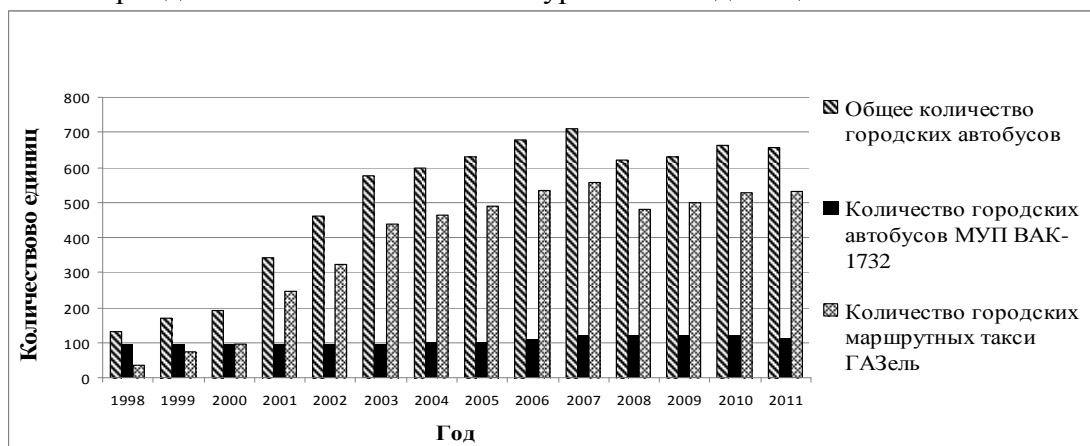


Рис. 1. Динамика изменения количества автобусов на городских маршрутах.

Динамика изменения количества маршрутов на городских маршрутах представлены на рис. 2.



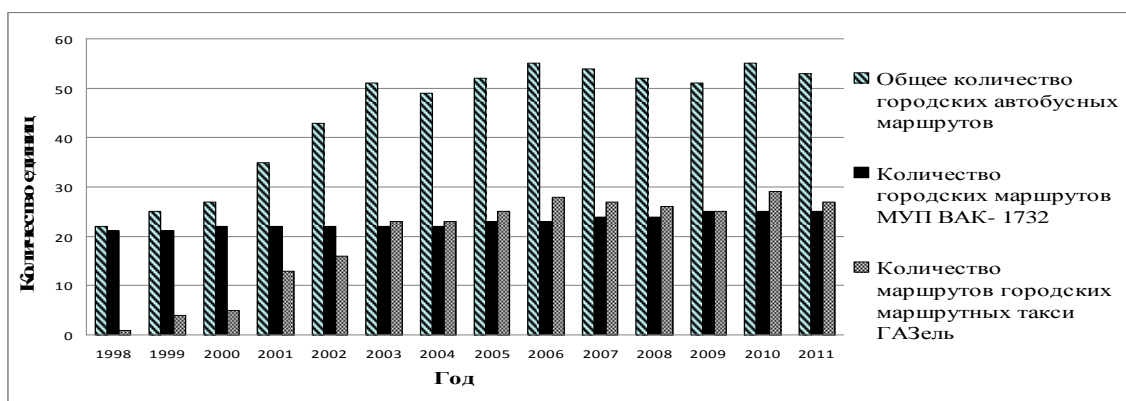


Рис. 2. Динамика изменения количества маршрутов на городских маршрутах.

Число городских маршрутов за этот период увеличилось с 22 (21 маршрут МУП ВАК-1732) до 53 за счёт маршрутов частных перевозчиков пассажиров.

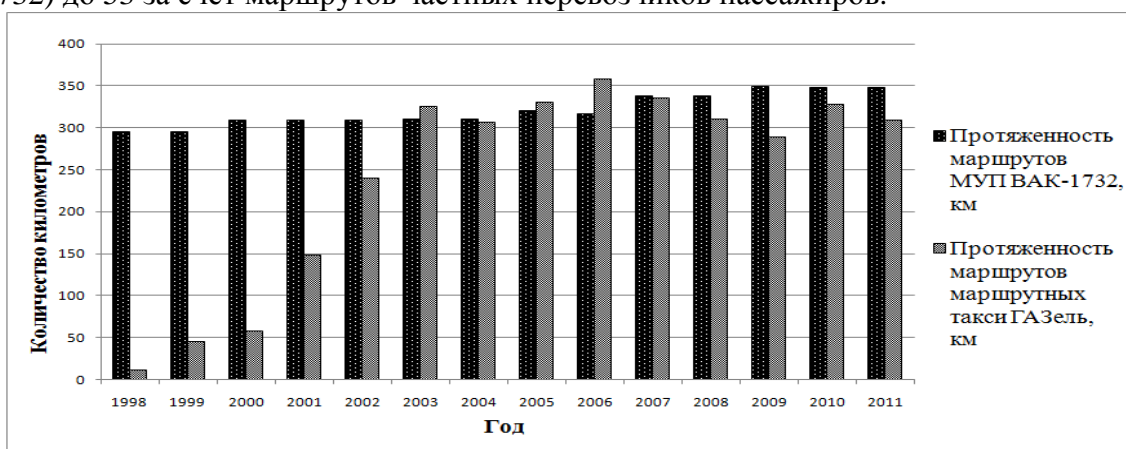


Рис. 3. Динамика изменения протяжённости городских маршрутов.

Протяжённость муниципальных маршрутов практически не изменилась с 1998 года, а протяжённость маршрутов частных перевозчиков пассажиров выросла с 11,5 км на маршруте № 6 до 309 км за счёт появления 27 новых маршрутов в черте города.

Предоставление пассажирских услуг частными перевозчиками имеют свои положительные и отрицательные стороны. Жители города в результате получили возможность пользоваться услугами не только на остановочных пунктах, но и имеют возможность посадки и высадки по требованию пассажиров. Поездка осуществляется комфортно с обязательным обеспечением места для сидения. Так как маршрутных такси в достаточном количестве, пассажирам не приходится терять время на ожидание автобусов.

Отрицательными сторонами деятельности частных перевозчиков на маршрутных такси является увеличение числа ДТП с их участием и ухудшение экологической обстановки за счёт выбросов токсичных веществ с выхлопными газами.

Таблица 1. Количество ДТП по участникам движения

Принадлежность автобусов	Количество участников ДТП по годам													
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Автобусы ВАК-1732	10	9	9	15	12	3	15	15	9	10	9	14	15	10
Автобусы частных перевозчиков	1	8	16	18	16	10	16	16	15	17	48	36	25	37
Σ кол-во ДТП	11	17	25	33	28	13	31	31	24	27	57	50	40	47

Количество ДТП с участием маршрутных такси увеличивается с каждым годом. Анализ городской экологической обстановки показывает, что маршрутные такси является одной из главных причин ухудшения экологической ситуации на улицах нашего города [1].

В связи со стремительным увеличением количества частных перевозчиков пассажиров на маршрутных такси назрела необходимость оптимизации их количества, как это проводится в странах Европы.

#### **Выводы и предложения**

Администрации города рекомендуется убрать дублирующие маршруты частных перевозчиков (14т, 11т, 24т, 24ат) и на городских маршрутах использовать автобусы большой и особо большой вместимости, как это предполагает пассажиропоток.

#### **Литература**

1. Чернова Г.А., Гудков В.А., Федотов В.Н. Методика квотирования числа пассажирских автотранспортных средств по критерию экологической безопасности. Журнал «Вестник транспорта», №7. – 2004 г. – С. 35-37.

### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИСПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ДЕФЕКТОВ КУЗОВА АВТОБУСА С ЦЕЛЬЮ ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ**

О.Н. Беляева (студ. ВТС-531)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Моисеев Ю.И.  
Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

Технологии по восстановлению кузова автобуса являются актуальными для современного перевозчика. В этой связи, являются востребованными современные технологии, применяемые для восстановления кузова автобуса.

Приведенные ниже технологии, применимы на автобусном заводе ООО «ВАП» Волжанин. В качестве, примера для восстановления кузова будем использовать модель 429801 «РИТМИКС», кузов автобуса подразделяется на три объемно-основные части: модуль передка, модуль задка и боковины с крышей в сборе. Так как все эти части автобуса можно взять как отдельные металлоконструкции, увязанные вместе посредством сварки и болтового соединения, вследствие чего исправления механических дефектов кузова при ремонте применяются два способа исправления деформированных элементов: правка и замена. Ремонт сварных конструкций и отдельных сварных узлов должен производиться на основании утвержденных рабочих чертежей, технологической документации и настоящих технических условий.

Сварные конструкции (соединения), в зависимости от степени ответственности, подразделяются на два класса (см. табл. 1). Классы сварных конструкций (соединений) устанавливаются конструктором и указываются в технических требованиях чертежей. Классификация сварных конструкций по степени ответственности.

Таблица 1.

Класс	Степень ответственности	Примеры сварных конструкций
I	Конструкции оборудования, подконтрольную Госгортехнадзору СССР	Поворотная и ходовая рамы железнодорожных кранов; рамы механизмов; стрелы; мосты и другие ответственные конструкции машин.

II	Сварные конструкции общего назначения	Кожухи; кабины; капоты; желоба; короба и другие малоответственные узлы и детали машин.
----	---------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------

Применяют два способа исправления деформированных элементов: правка и замена. Правка (холодная или горячая) должна применяться в случаях, когда фактические отклонения от проектной формы элементом превышают величины, установленные техдокументацией завода-изготовителя. Правку производить на вальцах прессах и других приспособлениях, обеспечивающих плавное приложение нагрузки. Замену производить в случаях, если:

- а) в элементах металлоконструкций имеются резкие изгибы;
- б) в элементах из отдельных прокатных профилей имеются трещины в полках или надрывы, полученные при аварии;
- в) при наличии усталостных трещин;
- г) в элементах в результате коррозии потеряно более 50% первоначального сечения.

При ремонте элементов с трещинами должен быть разработан техпроцесс на заварку трещин.

После выполнения работ, необходимо провести контроль качества и устранение дефектов.

Контроль качества сварочных конструкций осуществляется систематически в течение всего производственного цикла, на всех этапах ремонта и изготовления. Предъявляемые к проверке сварные конструкции не должны быть окрашены и зашпаклеваны.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод об актуальности процесса восстановления кузова автобуса, вышеуказанные методы являются актуальными и применимыми для кузова автобуса.

## **ПРОЕКТ ТЕХНОПАРКА ПО РЕМОНТУ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И АВТОБУСОВ НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ С ЦЕЛЬЮ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА**

Моисеев Ю. И. – научный руководитель, к.т.н., доцент.

Бережной С.А.

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, город Волжский

Администрацией Волгоградской области разработана стратегия социально-экономического развития до 2020. Она базируется на повышении конкурентных преимуществ волгоградской экономики в промышленности, транспорте, аграрном секторе, торговле при реализации крупных инвестиционных проектов. Среди них выделяется:

- создание условий для развития на территории Волгоградской области участков международных транспортных коридоров, таких как "Север-Юг" и "Транссиб";
- содействие развитию малого и среднего бизнеса;
- осуществление модернизации технической и технологической базы дорожно-транспортного комплекса, реализацию инфраструктурных проектов, направленных на устранение разрывов и "узких мест"<sup>[1]</sup>;

Сегодня в России во многом принято ориентироваться на мировой опыт. В этой части мировой опыт показывает что есть инструмент позволяющий решить поставленные задачи – это технопарки. Технопарк – специально обустроенный территориальный комплекс, в который привлекаются высокотехнологичные предприятия и организации, заинтересованные в экономической и юридической интеграции с целью разработки, коммерциализации и внедрения инноваций. В технопарках создается инфраструктура, стимулирующая обмен знаниями и технологиями между исследователями, университетами и корпорациями и способствующая становлению новых инновационных компаний.<sup>[2]</sup>

Была сформирована концепция проектируемого технопарка и поставлены цели и задачи. Так, основная цель – активизация процесса транспортно – экономического и инновационного развития в Волгоградской области. Она в свою очередь определила состав сервиса технопарка: оказание ремонтных услуг грузовым автомобилям и автобусам; весь сопутствующий сервис водителям проезжающего транспорта; создание крупнейшего транспортно-логистического центра на юге России; складские помещения; контейнерная площадка; развитие предпринимательства. При этом должны решаться следующие задачи:

- переход дорожно-транспортного комплекса на новую технологическую и инфраструктурную базу, основанную на передовых мировых и перспективных отечественных разработках в области пассажирских и грузовых перевозок, устранением инфраструктурных ограничений и формированием региональных зон опережающего развития.
- формирование и распространение новых транспортных (перевозочных) и транспортно-логистических технологий, обеспечивающих повышение качества и доступности транспортных услуг;
- формирование опорной транспортной сети, интегрированной в мировую транспортную систему
- развитие транспортно-логистических центров в Волгограде, Волжском, а также создание контейнерных терминалов;

Место расположения проектируемого технопарка выбрано не случайно. В Волгограде реализуется крупный проект – «Дорога «Обход г. Волгограда», предусматривающий строительство дороги, которая снизит нагрузку на дороги города.

При этом, предполагается, что произойдет увеличение грузонапряженности участка до следующих значений: интенсивность движения грузовых автомобилей ; интенсивность движения автобусов; грузооборот в год  $P = 455\ 011$  тыс т. км . Эти цифры и стали исходными данными при расчете производственных мощностей технопарка.

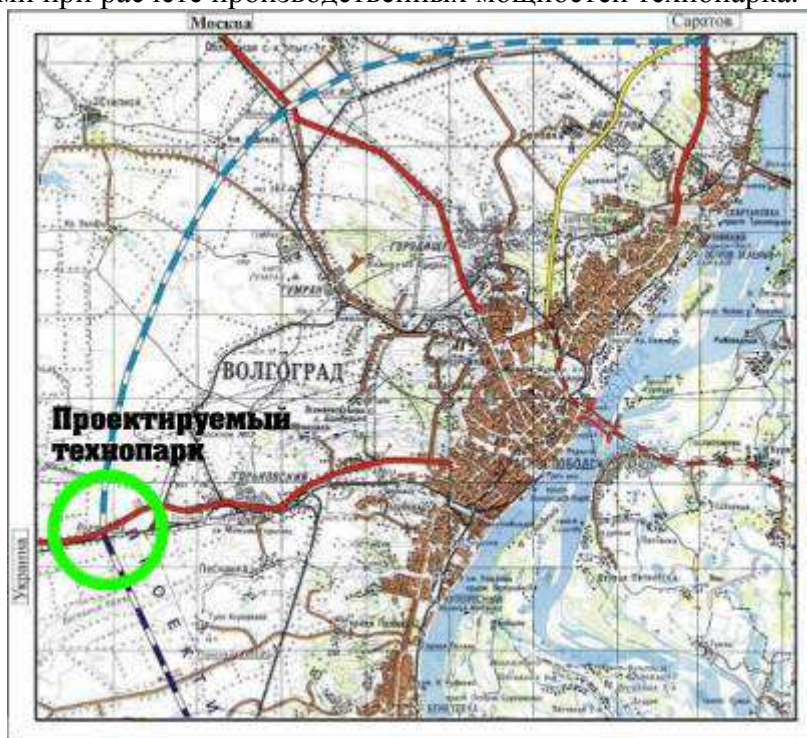


Рис. 1. Расположение проектируемого технопарка

При проектировании необходимо было выделить функциональные зоны, определяющиеся выбранной спецификой технопарка: инкубатор бизнеса; администрация; площади для размещения компаний технопарка; лабораторно-испытательный корпус, торгово-выставочный комплекс; гостиничный комплекс, продовольственная зона, складская зона, контейнерная площадка, грузовые терминалы, стоянки.

Расчеты показали, что необходимо создание:

- Ремонтной зоны площадью:
- транспортно-грузового комплекса и грузового терминала
- Непроизводственных площадей исходя из потребностей компаний резидентов:

Итого: общая площадь: 130 Га

Проект создаст в общей сложности 450 новых рабочих мест (высококвалифицированных).

Используя концепцию содействия учредителей технопарка, можно выделить вклад каждого из них: ВУЗ – технологии и работники; Администрация области – земля и гранты; Банки – капиталовложения и оборотный капитал; предприятия – капиталовложения, экспертиза проектов и spin-offкомпании.

На реализацию потребуется 0,65 млрд. руб. При этом ожидаемая годовая выручка составляет 0,16 млрд. руб. в год. Таким образом срок окупаемости проекта 4 года.

Создание технопарка на территории Волгоградской области позволит решить поставленные Администрацией области поставленные задачи.

#### **Литература:**

1. Стратегия социально - экономического развития Волгоградской области до 2020 года (проект). Волгоград 2011г.; <http://economics.volganet.ru/>

2. Эксперт РА. Информационная записка «Технопарки как инструмент интенсификации развития производства». Москва 2004 г.
4. Презентация «Строительство дороги «Обход г. Волгограда». <http://economics.volganet.ru/>
5. Напольский Г. М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания. Учебник для ВУЗов. М.: Транспорт – 1985 г. с.184-195
6. ОНТП-01-91/РОСАВТОТРАНС, с. 45
7. <http://www.tgs-jd.ru/>

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОКРАСКИ КУЗОВА АВТОБУСА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ КУЗОВА АВТОБУСА**

Б.А. Верховский (студ. ВТС-531)

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент Моисеев Ю.И.  
Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

Долговечное и прочное лакокрасочное покрытие кузова не только придаёт транспортному средству красивый внешний вид, но и предохраняет его от коррозии и преждевременного разрушения.

Практика эксплуатации автобусов в разных странах показала, что наиболее эффективными способами борьбы с коррозией кузова является их качественная окраска и дополнительная противокоррозионная обработка. Большое внимание уделяется подготовке поверхности изделий перед окраской, что позволяет значительно повысить антикоррозийные свойства и долговечность покрытия. Выполнение рекомендаций по уходу за лакокрасочными покрытиями позволит постоянно поддерживать хороший внешний вид автобуса.

Подготовка поверхности кузова к окраске — это наиболее важный этап технологического процесса. От качества подготовки поверхности зависят антикоррозионные свойства покрытия, адгезия эмали к поверхности, а соответственно и дальнейшие эксплуатационные характеристики: качество, износостойкость, коррозионная стойкость, долговечность.

Подготовка поверхности кузова предусматривает выполнение следующих работ: удаление продуктов коррозии, обезжиривание, фосфатирование, защита поверхностей, не подлежащих окраске и др. работы.

При механическом способе используют различный механизированный инструмент или металл очищается вручную стальными щетками или наждачной шкуркой. Для облегчения работы проводят «мокрую» очистку.

Для удаления оксидов металлов с поверхности кузова химическим способом обычно используют растворы кислот и кислых солей. Перед травлением поверхность кузова обезжиривают. Наибольшее распространение среди составов для удаления ржавчины имеет «Автоочиститель ржавчины Омега-1».

Обезжиривание применяют для удаления следов смазочных материалов и жировых загрязнений, ухудшающих ее смачивание и адгезию покрытия. Для этого используют водные щелочные растворы и органические растворители.

Для обезжиривания используют уайт-спирит или промышленный обезжириватель.

Для нанесения грунтов и эмалей на кузова применяют воздушное (пневматическое) и безвоздушное распыление в электрическом поле и окрашивание кистями. Воздушное распыление происходит в результате превращения лакокрасочного материала с помощью сжатого воздуха в тонкую дисперсную массу, которую наносят на окрашиваемую

поверхность в виде мельчайших капель, которые сливаясь друг с другом, образуют покрытие.

Наибольшее применение имеют ручные краскораспылители. Для получения высококачественных покрытий необходимо правильно выбрать нужную модель распылителя и режим его работы. Для окраски кузова выбирают, как правило, круглую форму факела. После окончания работы краскораспылитель рекомендуется тщательно очистить от краски.

При работе с ручным краскораспылителем необходимо соблюдать следующие правила: при окраске нельзя делать волнообразных и петлеобразных движений; распылитель держат перпендикулярно поверхности; скорость передвижения должна быть равномерной и составлять 14...18 м/мин; расстояние от распылителя до поверхности должно быть 250...350 мм.

Безвоздушное распыление – лакокрасочный материал подается насосом к соплу краскораспылителя под высоким давлением со скоростью, при которой поток жидкости дробится на мелкие частицы. По сравнению с пневматическим распылением способ безвоздушного распыления имеет ряд преимуществ: потери краски снижаются на 10-15 %; время окраски сокращается вследствие нанесения меньшего числа слоев и т. д.

К недостаткам относятся: необходимость применения материала более тонкого помола; более низкое качество покрытия.

Сушка лакокрасочных покрытий.

Различают три стадии высыхания лакокрасочного покрытия:

- высыхание «до отлипа», когда на поверхности образуется поверхностная пленка;
- практическое высыхание, когда пленка утрачивает липкость;
- полное высыхание.

Режим сушки (температура, продолжительность) оказывает большое влияние на качество покрытий. С повышением температуры процессы полимеризации и окисления протекают значительно быстрее, что способствует увеличению адгезии, твердости, прочности и уменьшению водопоглощаемости. Нанесенные на поверхность материалы сушат при комнатной температуре 18...23°C (естественная сушка) или при повышенной температуре 60...175°C (искусственная сушка). Первая (продолжительность от 2 до 48 часов) должна осуществляться в хорошо отапливаемых и вентилируемых помещениях при отсутствии пыли, копоти и влаги. Она применяется для кузовов, окрашенных быстросохнущими нитроцеллюлозными и перхлорвиниловыми эмалями. Искусственная сушка получила наибольшее распространение. Время сушки зависит от толщины металлического листа, цвета покрытия и расстояния от источника излучения. Если применяют горячую сушку, то продолжительность процесса сильно сокращается.

Сушка эмалей катализаторами отверждения применяется в случае отсутствия сушильных камер. Все покрытия холодной сушки после их высыхания до начала эксплуатации надо выдерживать не менее 7 суток, по возможности на солнце. Это повысит их качество.

Таким образом, можно сделать вывод о актуальности работ по повышению долговечности лакокрасочного покрытия кузова автобуса.

## **СРАВНЕНИЕ ШИН АВТОМОБИЛЯ**

М.С. Гавриленко (ВТС-431)

Научный руководитель – ст. преподаватель Д.А. Шиповалов  
Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ

Пневматические шины легковых автомобилей различаются по способу герметизации внутреннего объема, расположению нитей корда в каркасе, отношению



высоты к ширине профиля, типу протектора и по ряду некоторых других специфических особенностей, вызванных назначением и условиями эксплуатации шин.

По способу герметизации внутреннего объема, шины бывают камерными и бескамерными.

Камерные шины состоят из покрышки и камеры с вентилем. Вентиль представляет собой обратный клапан, позволяющий нагнетать воздух в шину и препятствующий его выходу наружу.

Бескамерные шины отличаются наличием воздухонепроницаемого резинового слоя, наложенного на внутренний слой каркаса покрышки (вместо камеры) и имеют следующие особенности:

меньшая масса;

повышенная безопасность при езде, так как в случае прокола воздух выходит только в месте прокола (при мелких проколах достаточно медленно);

простота ремонта в случае прокола (нет необходимости в демонтаже).

Камерные и бескамерные шины по расположению нитей корда в каркасе покрышки могут быть как диагональной, так и радиальной конструкции.

В диагональных шинах нити корда в смежных слоях ткани располагаются (пересекаются) под некоторым углом между собой (95— 115°). Число смежных слоев обычно равно четырем.

В радиальных шинах все нити корда расположены параллельно по радиусу от одного борта к другому и не пересекаются между собой. Эта «незначительная» (на первый взгляд) разница обеспечивает лучшие эксплуатационные свойства радиальных шин практически вытеснивших диагональные шины из употребления во всем мире. У радиальных шин значительно меньшее сопротивление качению и еще более заметное увеличение срока службы (пробега) шины. Сравнить эксплуатационные характеристики радиальных шин с диагональными можно по данным табл. 1.

Таблица 1. Сравнение эксплуатационных характеристик радиальных и диагональных шин

Эксплуатационные показатели	Оценка радиальных шин в сравнении с диагональными
Эластичность каркаса	Больше
Внутреннее трение	Меньше
Сопротивление качению	Меньше
Расход топлива	Меньше
Увод (боковой) — смещение колеса вместе с автомобилем из-за деформации шины (угол искривления пятна контакта) или отклонение автомобиля от заданной траектории под действием внешних сил	Меньше
Управляемость автомобиля	лучше
Пробег шин	заметно больше
Нагрев (от внутреннего трения)	меньше
Износостойкость	выше
Подверженность каркаса разрушению (при ударах, порезах и т.п.)	большая
Требования к технологии и материалу брекера (металлокорду)	выше
Прочность и долговечность каркаса металлокордных шин	на хороших дорогах — лучше на плохих дорогах — хуже

В каждой шине можно выделить следующие основные элементы.



Каркас — главный силовой элемент шины (покрышки), который придает ей прочность и гибкость. Представляет собой один или несколько слоев обрешиненного корда.

Брекер — подушечный слой (пояс), представляет собой резинотканевую или металлокордную прослойку по всей окружности покрышки между каркасом и протектором. Брекер состоит из двух и более слоев обрешиненного корда и является элементом радиальной шины, серьезно влияющим на многие эксплуатационные качества.

Протектор — «беговая» часть шины (покрышки), непосредственно контактирующая с дорогой. Представляет собой толстый слой специальной износостойкой резины, состоящий из сплошной полосы (закрывающей брекер) и наружной рельефной части, которая и называется собственно протектором. Рисунок рельефной части определяет приспособленность шины для работы в различных дорожных условиях.

Боковина — тонкий эластичный слой резины толщиной 1,5—3,0 мм на боковых стенках каркаса. Защищает каркас от механических повреждений, проникновения влаги и служит для нанесения наружной маркировки шины.

Борт — жесткая посадочная часть покрышки, необходимая для фиксации шины на ободе колеса. Состоит из слоя корда, завернутого вокруг проволочного кольца, и твердого наполнительного резинового шнура. Борты придают шине нерастягивающуюся конструкцию и необходимую структурную жесткость при номинальном внутреннем давлении воздуха.

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ПОДХОДА АВТОБУСА К ОСТАНОВОЧНОМУ ПУНКТУ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗОК

Головачев Д.А., Христенко С.А. (студ. ВТС-531)

Научный руководитель - к.т.н., доцент Г.А. Чернова

Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

Увеличение автомобильного парка в городах и повышение интенсивности дорожного движения привели к уменьшению скоростей движения, возникновению задержек на транспортных узлах, росту аварийности на улично-дорожной сети, к скоплению автобусов на остановочных пунктах. В результате возникла необходимость в определении факторов, влияющих на безопасную остановку автобусов и разработки алгоритма подхода автобусов на определённый остановочный пункт с учётом этих факторов с целью совершенствования организации работы остановочных пунктов.

Проведено исследование выхода автобусов на 11 маршрутах с начального остановочного пункта «37 микрорайон» и подхода остановочному пункту «Рынок Валентина» в период времени с 8 часов до 8 часов 30 минут в будний день в час пик и разработана программа, в которой учитываются контролируемые факторы.

На входе программы представлены №№ маршрутов, время выхода с начального остановочного пункта «37 микрорайон» (по расписанию и фактический выход), государственные номера автобусов, длина перегонов, техническая скорость, контролируемые факторы. На выходе программы: время подхода каждого автобуса на обследуемый остановочный пункт «Рынок Валентина» без учёта и с учётом контролируемых факторов.

Значения средне-технических скоростей автобусов определено с применением GPS навигатора и равняется для автобусов «Волжанин» МУП ВАК-1732:  $V_t = 26,3$  км/ч; для маршрутных такси:  $V_t = 33,5$  км/ч.

Таблица 2. Время подхода автобусов к остановочному пункту «Рынок Валентина»

№	мар	шру	та	Гос	но	мер	Время выход от «37	уча	стк	а	ая	ско	дви	жен	Время подхода к «рынок
---	-----	-----	----	-----	----	-----	--------------------	-----	-----	---	----	-----	-----	-----	------------------------

		микрорайона					Валентина»	
		По расписанию	Фактическое				Теоретическое	Фактическое
14Т	м411ео	08:00:00	08:00:00	3480	33,5	454	08:07:34	08:08:00
24Т	а532не	08:00:00	08:00:00	3480	33,5	454	08:07:34	08:10:00
6Т	к473ас	08:00:00	08:01:00	3480	33,5	454	08:08:34	08:11:00
14Т	-	08:03:00	-	3480	33,5	454	Отсутствовал	
24Т	-	08:03:00	-	3480	33,5	454	Отсутствовал	
6Т	-	08:03:00	-	3480	33,5	454	Отсутствовал	
14 МУП	р451тн	08:06:00	08:06:00	3480	26,3	592	08:15:52	08:18:00
14Т	-	08:06:00	-	3480	33,5	454	Отсутствовал	
24Т	-	08:06:00	-	3480	33,5	454	Отсутствовал	
6Т	-	08:06:00	-	3480	33,5	454	Отсутствовал	
14Т	ае414	08:09:00	08:11:00	3480	33,5	454	08:18:34	08:20:00
24Т	р669ео	08:09:00	08:09:00	3480	33,5	454	08:16:34	08:18:00
6Т	ас526	08:09:00	08:09:00	3480	33,5	454	08:16:34	08:18:00
14 МУП	ам804	08:10:00	08:10:00	3480	26,3	592	08:19:52	08:18:00
14Т	м512ое	08:12:00	08:14:00	3480	33,5	454	08:21:34	08:22:00
24Т	р802ое	08:12:00	08:12:00	3480	33,5	454	08:19:34	08:19:00
14 МУП	р529ст	08:14:00	08:16:00	3480	26,3	592	08:25:52	08:24:00
6Т	е932оп	08:15:00	08:15:00	3480	33,5	454	08:22:34	08:24:00
14Т	ам432	08:15:00	08:15:00	3480	33,5	454	08:22:34	08:25:00
24Т	-	08:15:00	-	3480	33,5	454	Отсутствовал	
6Т	н852ак	08:18:00	08:18:00	3480	33,5	454	08:25:34	08:25:00
6Т	ам271	-	08:19:00	3480	33,5	454	08:26:34	08:28:00
6Т	р045вк	-	08:19:00	3480	33,5	454	08:26:34	08:29:00
14 МУП	с293кт	08:18:00	08:21:00	3480	26,3	592	08:30:52	08:32:00
14Т	р371рт	08:18:00	08:18:00	3480	33,5	454	08:25:34	08:28:00
24Т	о293мс	08:18:00	08:18:00	3480	33,5	454	08:25:34	08:27:00
6Т	-	08:21:00	-	3480	33,5	454	Отсутствовал	
14Т	-	08:21:00	-	3480	33,5	454	Отсутствовал	
24Т	-	08:21:00	-	3480	33,5	454	Отсутствовал	
14 МУП	е352мк	08:22:00	08:24:00	3480	26,3	592	08:33:52	08:35:00
6Т	-	08:24:00	-	3480	33,5	454	Отсутствовал	
14Т	о321тс	08:24:00	08:26:00	3480	33,5	454	08:33:34	08:34:00
24Т	г007па	08:24:00	08:25:00	3480	33,5	454	08:32:34	08:35:00
14 МУП	к433мт	08:26:00	08:26:00	3480	26,3	592	08:35:52	08:38:00
6Т	-	08:27:00	-	3480	33,5	454	Отсутствовал	
14Т	о715тк	08:27:00	08:28:00	3480	33,5	454	08:35:34	08:34:00
24Т	н593кп	08:27:00	08:29:00	3480	33,5	454	08:36:34	08:38:00
6Т	-	08:30:00	-	3480	33,5	454	Отсутствовал	
14Т	-	08:30:00	-	3480	33,5	454	Отсутствовал	
24Т	-	08:30:00	-	3480	33,5	454	Отсутствовал	
14 МУП	о351рт	08:30:00	08:29:00	3480	26,3	592	08:38:52	08:41:00

**Выводы:**

1. Фактическое прибытие автобусов к остановочному пункту «Рынок Валентина» не совпадает с расчётным временем прибытия, которое не учитывает контролируемые факторы.

2. Задержка на участке маршрута протяжённостью 3480 м составляет от 30 с до 2,5 минут и происходит за счёт факторов, представленных в таблице 1.

3. Максимальное количество одновременно подошедших автобусов составило 4 единицы, причём с начальной остановки они вышли в разное время. Одновременный подход одного автобуса «Волжанин» и трёх маршрутных такси не может обеспечить безопасную остановку автобусов, так как с учётом интервалов безопасности остановочный пункт «Рынок Валентина» должен иметь длину 51 метр, а длина его составляет 30 метров.

4. В действительности входящий поток автобусов может быть значительно больший по величине, так как нарушено расписание выхода маршрутных такси и в исследованиях не учитывались автобусы, выходящие с улицы Оломоуцкой. В этом случае автобусы будут останавливаться в два, а то и в три ряда, что зачастую и происходит.

#### **Предложения:**

1. С целью обеспечения безопасной организации работы остановочных пунктов необходимо со стороны заказчика перевозок следующее: обеспечить контроль за соблюдением расписания движения автобусов; постановку автобусов на остановочный пункт должны производить с соблюдением интервала безопасности;

2. По решению правительства РФ с 1.06.2012 г. на всех автобусах будут установлены навигационные системы, которые позволят автоматизировать процесс сбора исходных данных и в дальнейшем скорректировать расписание движения автобусов, получить данные по загруженности остановочных пунктов по числу автобусов одновременно находящихся на них.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА АВТОБУСАХ**

А.П. Демушкин (студ. ВТС-531)

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент Моисеев Ю.И.

Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

Интенсивное развитие современной энергетики и транспорта актуализирует проблемы экономичности и экологичности перевозок.

Вместе с тем, стремительное сокращение запасов ископаемого топлива принуждает развитые страны принимать серьезные усилия по поиску альтернативных возобновляемых экологически чистых источников энергии.

Эти поиски привели к возникновению нового инновационного подхода: использованию более эффективного энергоресурса — водорода.

Водород обладает целым набором качеств, делающих сегодня его употребление выгодным: он имеет большую энергоэффективность и химическую активность, в результате его сгорания образуется вода, не обладающая токсичностью и не наносящая ущерба окружающей среде.

Использование водорода на борту транспортного средства возможно при наличии топливного элемента (ТЭ). Топливный элемент – это электрохимический источник тока, в котором осуществляется прямое превращение энергии топлива и окислителя, непрерывно подводимых к электродам, непосредственно в электрическую энергию, без необходимости сначала преобразовывать её в тепло или механическую работу вращения турбин. Так как преобразование тепла в работу у этих установок отсутствует, их энергетический КПД значительно выше, чем у традиционных энергоустановок и может составлять до 90%.

Одним из лидеров в области применения топливных элементов на городском транспорте является немецкая фирма Mercedes-Benz. Их автобус Citaro FuelCell Hybrid фактически не выделяет вредных выбросов и имеет очень низким уровнем шума. От обычной машины с гибридным приводом он отличается отсутствием дизельного двигателя. Его функции выполняют работающие на водороде топливные элементы. В результате происходящей в них химической реакции водорода с воздухом на выходе получается постоянный ток, который затем используется для подзарядки аккумуляторных батарей или через преобразователь подается на электродвигатели. Токсичность выхлопа при этом нулевая – из выхлопной трубы выходит лишь водяной пар. Общего запаса в 35 кг водорода хватает на 200-250 км пробега. На крыше автобуса, сразу за баллонами с водородом, размещены литий-ионные аккумуляторные батареи с водяным охлаждением. Накапливаемой ими энергии хватает для того, чтобы приводить в движение автобус в течение 2-3 км без участия топливных элементов. С учетом энергии рекуперации АКБ позволяет сэкономить от 10% до 25% водорода в зависимости от условий движения. Энергетическим узлом Citaro FuelCell Hybrid – два модуля с топливными элементами. Они также установлены на крыше по соседству с системой кондиционирования. Каждый модуль состоит из 396 топливных элементов. Суммарно они развивают пиковую мощность до 160 кВт, которая через преобразователь подается на электродвигатели, смонтированные в ступицах колес ведущего заднего моста.

Из проведенного анализа видно, что использование топливных элементов в автобусах является следующим шагом на пути создания транспорта с нулевыми выбросами и низким уровнем шума, что в городских условиях эксплуатации имеет несомненное преимущество, перед традиционными энергетическими установками.

## **ОЦЕНКА КОНСТРУКЦИИ ТОРМОЗНОГО МЕХАНИЗМА АВТОБУСОВ «ВОЛЖАНИН»**

Джанситов А.Ю. (студ. ВТС-531)

Научный руководитель - к. т. н., доцент Чернова Г.А.

Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

На автобусах «Волжанин» установлены тормозные механизмы марки Knorr-Bremse». Автобусы «Волжанин – 5270», «Волжанин – 6270» эксплуатируются в муниципальном унитарном предприятии ВАК-1732 на городских пассажирских перевозках.

Основные неисправности тормозного диска:

- появление трещин на тормозном диске;
- естественное выкрашивание тормозного диска;
- заклинивание втулки суппорта;
- выход из строя подводного механизма колодок;

Необходимо замерять толщину тормозного диска в самом тонком месте (учитывайте увеличение толщины на кромке диска).

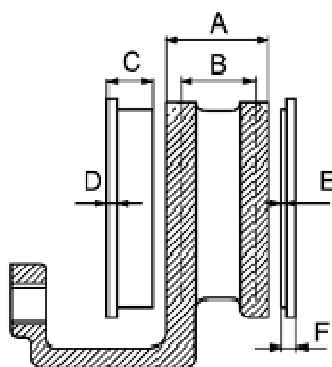


Рисунок 1 – Схема измерения тормозных колодок и дисков

A = 45 мм – толщина нового тормозного диска.

B = 37 мм – минимальная толщина (при которой диск подлежит замене).

C = 30 мм – полная толщина новой тормозной колодки.

D = 9 мм – толщина основания тормозной колодки.

E = 2 мм – минимальная толщина фрикционной накладки.

F = 11 мм – минимальная толщина тормозной колодки, включая толщину основания – тормозная колодка подлежит замене.

Если размер  $B \leq 39$  мм, то одновременно с заменой колодок следует заменить и тормозной диск. Эксплуатация транспортного средства с толщиной тормозного диска менее 37 мм не допускается.

На рисунке 3 показаны допустимые размеры повреждений поверхности тормозного диска.

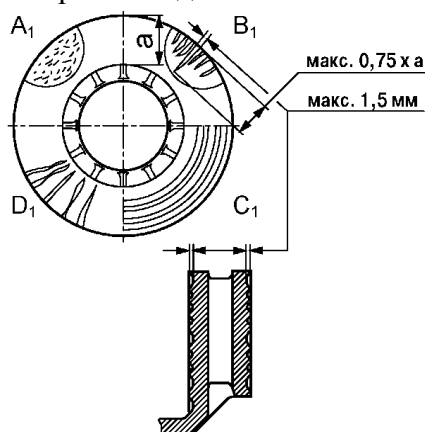
**A1** – наличие мелких рисок **допускается**.

**B1** – наличие повреждений размером до 1,5 мм (ширина и глубина), направленных к центру диска, **допускается**.

**C1** – продольные риски на поверхности тормозного диска глубиной до 1,5 мм **допускаются**.

**P1** – сплошные повреждения, направленные к центру диска **не допускаются**, диск **подлежит замене**.

**a** – ширина фрикционной поверхности диска.



Если при проверке поверхности диска выполняются условия A1...C1, то диски можно эксплуатировать до минимально допустимой толщины  $A=37$  мм.

Расчет основных параметров тормозного механизма показал:

- удельное давление на поверхности тормозных накладок менее рекомендуемого значения 5 МПа и составляет от 4,19 до 4,7 МПа, на заднем мосту автобуса «Волжанин-6270» 1,66 для SCANIA, 1,82 для ZF-06;

- удельная работа трения не превышает рекомендуемого значения  $0,6 \dots 0,8 \text{ кДж/см}^2$  и составляет от  $0,27$  до  $0,36 \text{ кДж/см}^2$ ;
- температура нагрева деталей тормоза не превышает  $3,6$  градуса при рекомендуемом;
- значении  $15 \dots 20$  градусов.

Реализуемый максимальный тормозной момент тормозного механизма Knorr-Bremse  $29600 \text{ Нм}$ , что превышает моменты, необходимые для затормаживания автобусов «Волжанин». Для улучшения работы тормозного механизма, увеличения ходимости узла и экономии следует применять на автобусах « Волжанин» тормозную систему фирмы Knorr-Bremse.

## АЭРОДИНАМИКА АВТОМОБИЛЯ

А.В. Иволгин (студ. ВТС-431)

Научный руководитель – ст. преподаватель Д.А. Шиповалов  
Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

Главные цели автомобильной аэродинамики это:

- уменьшение сопротивления воздуха и, как следствие, увеличение максимальной скорости и снижение расхода топлива;
- снижение уровня шума;
- предотвращение появления поднимающих сил (обеспечение прижимной силы) и других проявлений аэродинамической неустойчивости.

Применительно к автомобильной технике аэродинамическое сопротивление можно представить как сумму нескольких его составляющих. К ним относятся:

- сопротивление формы;
- сопротивление трения о наружные поверхности;
- сопротивление, вызываемое выступающими частями автомобиля;
- внутреннее сопротивление.

Аэродинамика автомобилей изучается двумя основными методами — испытаниями в [аэродинамической трубе](#) и компьютерным моделированием. Аэродинамические трубы для испытания автомобилей иногда оснащаются подвижной дорожкой, имитирующей движущееся дорожное полотно. Кроме того, колеса испытываемого автомобиля приводятся во вращение. Эти меры принимаются для того, чтобы учесть влияние дорожного полотна и вращающихся колес на потоки воздуха.

Самым большим фактором, влияющим на общую аэродинамику авто, является форма кузова - ведь именно кузов является основным препятствием на пути воздушного потока. Существуют следующие типы кузовов автомобиля:

1. закрытые: седан, универсал; хэтчбек; купе; лимузин; и др.
2. открытые: кабриолет; родстер; фазтон; и др.
3. грузопассажирские: пикап; фургон.

На расход топлива, в особенности при больших скоростях движения, значительное влияние оказывает сопротивление воздуха (аэродинамическое сопротивление), сила аэродинамического сопротивления пропорциональна квадрату скорости и рассчитывается по формуле

$$P_v = c_x \cdot S \cdot v^2 \cdot \rho / 2, \quad (1)$$

где  $S$  – площадь фронтальной проекции автомобиля,  $\text{м}^2$ ;  $v$  – скорость движения автомобиля относительно воздуха,  $\text{м/с}$ ;  $\rho$  – плотность воздуха,  $\text{кг/м}^3$ ;  $c_x$  – коэффициент аэродинамического сопротивления.

Результаты расчета силы сопротивления воздуха для разных типов кузовов автомобиля приведены в табл. 1.

Таблица 1. Сила сопротивления воздуха для разных типов кузовов автомобиля

<b>Аэродинамическое сопротивление различных автомобилей</b>				
<b>Кузов автомобиля</b>	<b>Коэффициент сопротивления воздуха <math>c_x</math></b>	<b>Сила сопротивления воздуху при различных скоростях движения, Н</b>		
		<b>40 км/ч</b>	<b>60 км/ч</b>	<b>80 км/ч</b>
Грузовой автомобиль	0,519	1172,3 6	2637,8 3	4689,4 7
Автобус	0,710	1875,1 8	4219,1 5	7500,7 2
Легковой автомобиль	0,335	638,53 1	1436,7 2	2554,5 7

Аэродинамика влияет не только на скоростные качества автомобиля и расход топлива. В ее компетенцию входят также задачи обеспечения должного уровня курсовой устойчивости, управляемости автомобиля, снижения шумов при его движении.

Особое внимание заслуживает влияние аэродинамики на устойчивость и управляемость автомобилем. Это в первую очередь связано с возникновением подъемной силы, которая серьезно влияет на ходовые качества машины - уменьшает силу сцепления колес с дорогой, а в некоторых случаях может быть одной из причин опрокидывания автомобиля.

## **МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ШУМОИЗОЛЯЦИИ АВТОМОБИЛЯ И АВТОБУСОВ**

Ильменский В.М.(студ. ВТС-531)

Научный руководитель – ст. пр. Привалов Н.Я.

Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

Поездка в автомобиле с высоким уровнем шума приводит к быстрой утомляемости водителя и снижает безопасность вождения.

Шумоизоляция автомобиля – один из основных факторов, напрямую влияющих на комфорт.

В любом автомобиле имеется множество источников шума и вибраций. Чем выше класс автомобиля, тем значительно больше степень его заводской шумовиброзащиты и соответственно акустического комфорта в салоне.

К материалам, предназначенным для использования в автомобилях и автобусах в качестве шумо- и виброизоляции предъявляются высокие требования. В настоящее время в качестве таковых используются нижеследующие материалы:

Таблица 1:

Наименование материала	Краткая характеристика	Зоны применения
<b><u>ВИБРОПОГЛОЩАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ:</u></b>		
ВИБРОПЛАСТ Silve	Коэффициент механических потерь не менее: 0,25 ед Факт КМП: 0,25-0,35	Двери, крыша, боковины кузова, крышка капота и

	Толщина материала: 2,0 мм Удельный вес: 3 кг/м <sup>2</sup> Оптимальная площадь обработки: 70-80%	багажника, щиток передка со стороны салона.
Визомат МП	Прочность связи материала с несущей поверхностью не менее 5 Н/см. Коэффициент механических потерь не менее: Визомат МП (толщина 2,7 мм) - 0,28 у.е. Визомат МП-2 (толщина 2,0 мм) - 0,20 у.е. Выпускается в листах размером 0,75м*0,53м.	Тоннель, пол салона, щиток передка.
<b><u>ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ</u></b>		
Бипласт	Эффективное звукопоглощение до 85%; Благодаря вязкой структуре активно гасит вибрации панелей интерьера автомобиля Долговечен, стоек к внешнему воздействию; Легко монтируется на изогнутые поверхности. Обладает теплоизолирующими свойствами	Крышка капота и багажника, перегородка моторного отсека.
<b><u>ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ</u></b>		
Изолон ППЭ 3008	Состоит из пенополиэтилена толщиной от 5 до 50 мм. Теплопроводность 0,038 Вт/мК. Материал эластичен, водостоек, не разлагается. Может эксплуатироваться при температурах от - 70°С до + 100°С. СТИЗОЛ - без клеевого монтажного слоя. СТИЗОЛ КС - с клеевым монтажным слоем. СТИЗОЛ ЛМ КС - с лицевой лавсановой металлизированной пленкой, с клеевым монтажным слоем	Стизол - пол салона и багажника. Стизол КС - арки колес, перегородка моторного отсека со стороны салона. Стизол ЛМ КС - крышка капота и багажника.
<b><u>ДЕКОРАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ</u></b>		
Маделин	Уплотнительный и декоративный материал на основе ткани (черного цвета) толщиной 1-1,5мм; с клеевым слоем, защищенным антиадгезионной прокладкой. Материал может эксплуатироваться в диапазоне температур от - 40°С до + 60°С. Прочность связи материала с несущей поверхностью не менее 3 Н/см.	Зазоры между декоративными элементами салона и кузовом автомобиля, зазоры в панели приборов, уплотнение воздухопроводов.

Указанные материалы или их аналоги успешно применяются на предприятиях, производящих автомобили и автобусы в отечественной и зарубежной автомобильной промышленности.

Кроме этого дополнительно для снижения шумов в салоне ведущие мировые производители автомобилей применяют систему деактивации цилиндров и активного устранения шума от двигателя (ANC), которая при помощи датчиков следит за уровнем шума в салоне (например, как у автомобилей Audi S7).

На не очень больших (до 60 км/час) скоростях четыре цилиндра из восьми могут отключаться, и машина становится 4-х цилиндровой, а с целью минимизации вибрации двигателя встроили активные опорные подушки, которые через бортовой компьютер



автомобиля управляют их упругими свойствами, а для того, чтобы удалить ненужные звуки, через колонки аудиосистемы паразитные шумы подаются с обратной фазой

**Выводы:**

С целью обеспечения наилучшего комфорта в салоне рекомендую использовать приведенные выше материалы или их аналоги, также более новые технологии. Так как от комфорта зависит усталость водителя и его реакции, а следовательно безопасность движения автотранспорта на дорогах.

**РАЗРАБОТКА УЧАСТКА ДРОБЕСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ АВТОБУСА МАЛОГО КЛАССА «РИТМИКС-4298» С ПРОГРАММОЙ ВЫПУСКА 2000 МАШИН В ГОД С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ ПЕРЕД ПОКРАСКОЙ**

С.М.Окишор (студ. ВТС-531)

Научный руководитель – старший преподаватель Н.Я. Привалов  
Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

Актуальность струйной обработки в современном промышленном производстве не вызывает сомнений. Если раньше на многих предприятиях такому виду обработки отводили второстепенную или даже “необязательную” роль, а то и вовсе пренебрегали ей, то теперь повышенные требования к качеству и внешнему виду продукции, а также жесткие требования санитарных норм для данного вида работ, заставляют предприятия более тщательно подходить к вопросам организации производственного процесса, связанного со струйной обработкой, и выбору соответствующего оборудования.

Основные задачи струйной обработки:

- обработка изделий перед покраской и нанесением различных покрытий. Обеспечивает повышение качества наносимого в последующем покрытия и его долговечность;
- очистка металлических изделий от коррозии, окалины, остатков и т. п. Обеспечивает повышение качества и внешнего вида поверхности, а также повышение стойкости металлорежущего инструмента при последующей механической обработке;
- зачистка сварных швов;
- поверхностное упрочнение изделий;
- придание поверхностям изделий качественного внешнего вида (матирование и т. д.).

Итак, переходим к оборудованию, на котором мы собираемся осуществлять струйную обработку.

По принципам функционирования принято различать следующие типы установок:

- напорные установки;
- инъекционные установки;
- дробеметные установки.

Напорные установки одни из наиболее распространенных и наиболее универсальных, способных работать как отдельно, так и в составе целых комплексов с различной степенью автоматизации.

Струйная обработка связана с целым рядом опасных факторов, представляющих угрозу для жизни и здоровья оператора. Поток частиц струйного материала, летящих из сопла с очень высокой скоростью, может при попадании на незащищенные участки тела вызвать серьезные травмы и увечья. Кроме того, сухая струйная обработка абразивным материалом связана с неизбежным попаданием в воздух большого количества пыли, образующейся в результате удаления с обрабатываемой поверхности слоев разного рода налетов, а также в результате разрушения самих абразивных частиц. Такая пыль может

содержать частицы вредных для здоровья химических веществ, которые могут быть как в удаляемом с поверхности слое материала, так и в применяемом абразивном материале. Особенно вредным в данном отношении является используемый в качестве абразивного материала обычный песок. При его разрушении в воздух попадает большое количество свободного силикона, который становится причиной серьезного заболевания — силикоза легких.

Все это делает окружающий воздух непригодным для дыхания.

С учетом перечисленных факторов защитное снаряжение оператора должно включать в себя достаточно герметичный шлем с подводом чистого воздуха для дыхания и защитный костюм из плотного и износостойкого материала.

Использование данных средств защиты необходимо как при ведении струйной обработки внутри специализированных производственных помещений, так и при работе на открытом воздухе.

#### **Выводы:**

1. Актуальность струйной обработки в современном промышленном производстве не вызывает сомнений.

2. Струйная обработка перед покраской позволяет добиться более качественного процесса покраски, что в свою очередь увеличивает долговечность и износостойкость обработанной детали.

3. Использование автоматизированных струйных установок позволяет увеличить безопасность работника, ускорить процесс обработки, а так же получить экономию расходных материалов (абразива).

4. При выборе оборудования следует учитывать специфику проводимых работ и их объемы.

5. При проведении струйной обработки необходимо строго соблюдать технику безопасности для рабочих, а также постоянно поддерживать оборудование в надлежащем состоянии.

#### **Предложения:**

1. С целью повышения качества покраски узлов и деталей на предприятии необходимо разработать и ввести в эксплуатацию участок дробеструйной обработки.

2. Необходимо дальнейшее развитие на предприятии данного способа обработки и применение его на все виды выпускаемых автотранспортных средств.

## **ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОБУСА «ВОЛЖАНИН-32901»**

Сторчилова Т.А., Олимпиев Е.Ю., Чернова Г.А. – науч. рук., к.т.н.

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, город Волжский

На автобусе «Волжанин-32901» установлен рулевой механизм марки ZF8033 типа «винт-шариковая гайка-рейка-сектор».

Автобусы «Волжанин – 32901» эксплуатируются в муниципальном унитарном предприятии ВАК-1732 на городских пассажирских перевозках. За период с 2008 года по 5 марта 2012 года. 10 автобусов модели «Волжанин – 3290» и её модификаций имеем 100 сходов с линии с неисправностью рулевого механизма.

Основные неисправности рулевого управления:

- люфт продольной рулевой тяги;
- люфт поперечной рулевой тяги;
- люфт карданного вала руля;
- люфт пальца рулевой тяги;
- крепление насоса гидроусилителя;

- течь масла с рулевого механизма;
- течь масла с насоса гидроусилителя;
- тугое рулевое управление и биение руля.

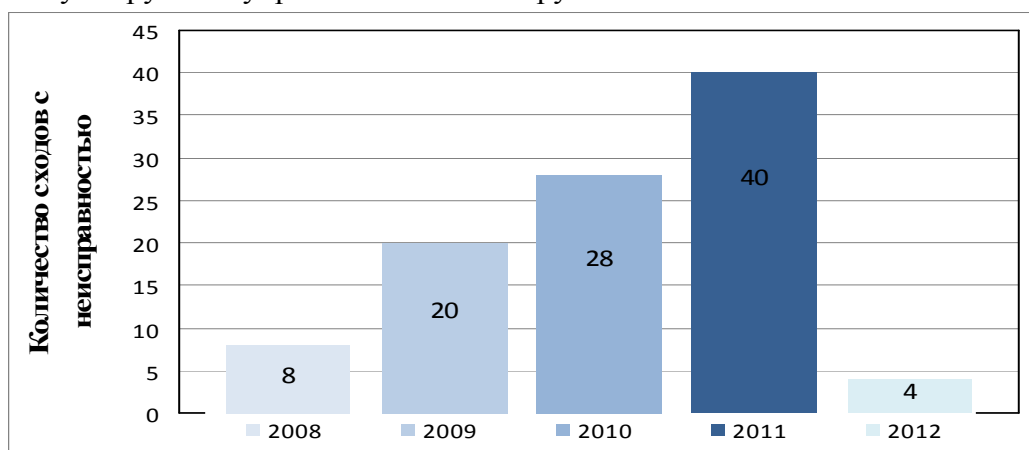


Рисунок 1 - Количество сходов с неисправностью рулевого управления по годам для автобуса модели «Волжанин-32901» и её модификаций.

Основная часть неисправностей заключается в появлении люфтов в шарнирах рулевых тяг, карданного вала, шарового пальца. Люфт рулевого колеса появляется в результате износа или ослабления крепления элементов переднего моста и рулевого привода. Потери на трение складываются из сил трения в элементах передних колес, шкворневых соединениях и рулевого управления, прогрессирующих главным образом в результате неправильной сборки и регулировки узлов, при нарушении геометрических соотношений деталей привода и отсутствия смазки. Люфт в шаровом пальце может вызвать образование люфта в продольной и поперечной тягах. В связи с определением причин неисправностей был проведён прочностной расчет сошки и шарового пальца.

Сходы с неисправностями рулевого управления зависят от множества факторов. Проведенный расчет показал, что напряжение изгиба в шаровом пальце сошки  $\sigma_i = 297 \text{ МПа} \leq [\sigma_i] = 300 \text{ МПа}$ , то есть запас прочности по напряжению изгиба не обеспечивается. Выход из строя и люфты шаровых пальцев могут возникнуть из-за отсутствия грязезащитного фартука – кожуха и состояния дорог, так как автобус используется для перевозки пассажиров на пригородных маршрутах с неудовлетворительным состоянием дорог, то возможен дополнительный износ и выбивание шаровых пальцев.

Предлагается:

1. При производстве автобусов устанавливать чехлы на шаровые соединения.
2. Учитывать дополнительные нагрузки на рулевое управление при эксплуатации автобуса по пригородным маршрутам увеличить диаметр шарового пальца до 40 мм.

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ УГЛОВЫХ СКОРОСТЕЙ КАРДАННОЙ ПЕРЕДАЧИ АВТОБУСА «ВОЛЖАНИН-32901» НА ОСНОВЕ КИНЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

Сторчилова Т.А., Голубев А.Г., Чернова Г.А. – науч. рук., к.т.н.

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, город Волжский

На автобусе «Волжанин-32901» устанавливается карданная передача типа Dana-Spicer серии 1550 с двумя валами и промежуточной опорой.

Особенностью карданной передачи автобуса «Волжанин-32901» является расположение валов под углом по отношению друг к другу и к валу КПП как в

горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях. В данной статье приведен кинематический анализ карданной передачи в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Таблица 1 – Сводная таблица углов наклона валов карданной передачи автобуса «Волжанин-32901»

Искомый параметр	Формула	Результат				Рекомендуемые значения
		Углы в горизонтальной плоскости		Углы в вертикальной плоскости		
Абсолютные углы $\gamma_B \gamma_G$	$\gamma_n = \gamma_n - \gamma_{n-1}$	$\gamma_{1Г}$	0,0°	$\gamma_{1В}$	6,0°	6...8°
		$\gamma_{2Г}$	2,8°	$\gamma_{2В}$	2,5°	
		$\gamma_{3Г}$	4,1°	$\gamma_{3В}$	3,5°	
		$\gamma_{4Г}$	0,0°	$\gamma_{4В}$	6,0°	
Результующий угол $\gamma$	$\gamma_p = \sqrt{\gamma_r^2 + \gamma_b^2}$	$\gamma_1$	6,0°			В норме
		$\gamma_2$	3,75°			В норме
		$\gamma_3$	5,39°			В норме
		$\gamma_4$	6,0°			В норме
Угловая скорость на вторичном валу КПП, $\omega_a$	$\omega_a = \frac{\pi \cdot n_M}{30 \cdot i_1}$	31,62 об/мин				

Составлены графики изменения угловых скоростей ведомого вала КПП, который является ведущим для карданной передачи и угловых скоростей двух валов карданной передачи. На графиках по оси ординат даны значения угловых скоростей в радианах (1/с), по оси абсцисс даны углы поворота вала от 0° до 180°.

На рисунке 1 представлен результирующий график зависимости угловых скоростей в горизонтальной плоскости.

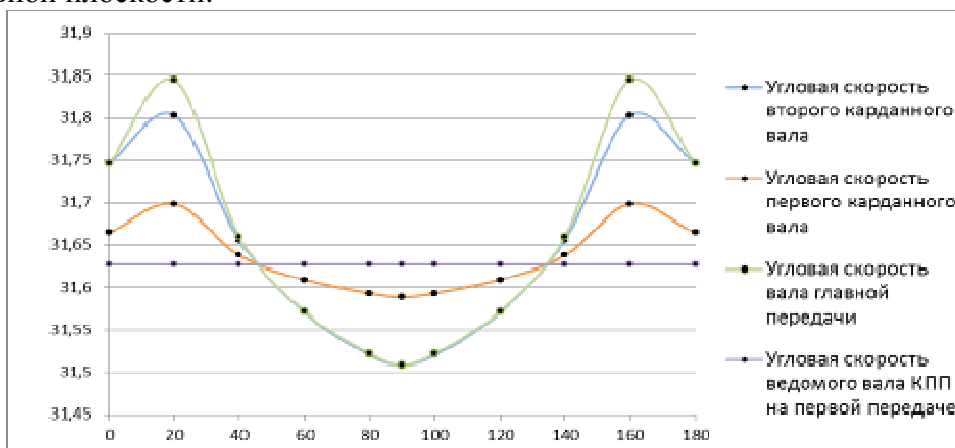


Рисунок 1 – График зависимостей угловых скоростей от углов поворота валов.

Угловая скорость ведомого вала КПП не зависит от угла поворота и остается постоянной. Первый вал карданной передачи наклонен к валу КПП под углом 2,8° в горизонтальной плоскости. Максимальное значение угловой скорости  $\omega_{Г1}=31,609$  1/с достигает при повороте вала на 20° и минимальное при 90°  $\omega_{Г1}=31,589$  1/с.

Второй вал карданной передачи наклонен к первому карданному валу под углом 4,1° в горизонтальной плоскости. Максимальное значение угловой скорости  $\omega_{Г2}=31,803$  1/с достигает при повороте вала на 20° и минимальное при 90°  $\omega_{Г2}=31,508$  1/с.

Второй вал карданной передачи наклонен к валу главной передачи под углом 0,0° в горизонтальной плоскости. Максимальное значение угловой скорости  $\omega_{Г2}=31,845$  1/с достигает при повороте вала на 20° и минимальное при 90°  $\omega_{Г2}=31,508$  1/с.

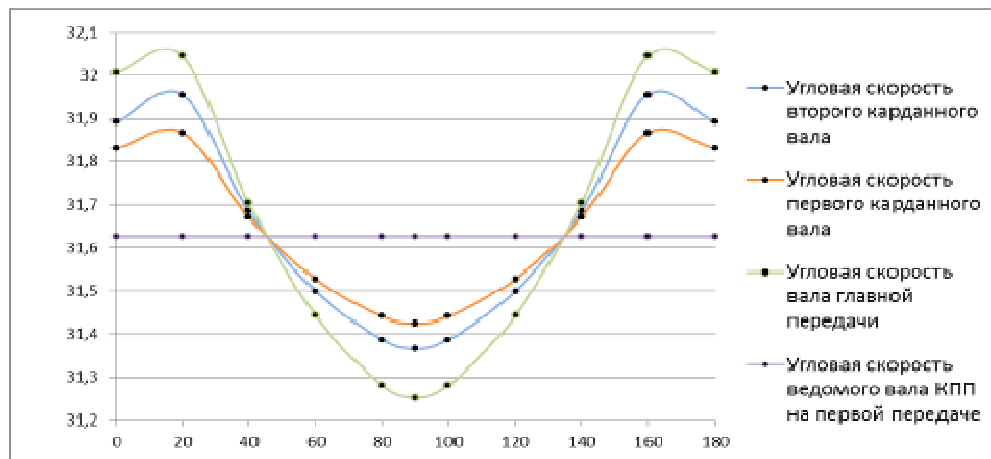


Рисунок 10 – График зависимостей угловых скоростей от углов поворота валов.

На рисунке 10 представлен результирующий график зависимости угловых скоростей в вертикальной плоскости.

Угловая скорость ведомого вала КПП не зависит от угла поворота и остается постоянной. В вертикальной плоскости первый вал карданной передачи наклонен на угол  $6^\circ$ . Первый вал карданной передачи наклонен к валу КПП под углом  $2,5^\circ$  в вертикальной плоскости. Максимальное значение угловой скорости  $\omega_{B1}=31,868$  1/с достигает при повороте вала на  $20^\circ$  и минимальное при  $90^\circ$   $\omega_{B1}=31,424$  1/с.

Второй вал карданной передачи наклонен к первому карданному валу под углом  $3,5^\circ$  в вертикальной плоскости. Максимальное значение угловой скорости  $\omega_{B2}=31,956$  1/с достигает при повороте вала на  $20^\circ$  и минимальное при  $90^\circ$   $\omega_{B2}=31,364$  1/с.

Второй вал карданной передачи наклонен к первому карданному валу под углом  $6,0^\circ$  в вертикальной плоскости. Максимальное значение угловой скорости  $\omega_{B3}=31,719$  1/с достигает при повороте вала на  $20^\circ$  и минимальное при  $90^\circ$   $\omega_{B3}=31,192$  1/с.

Вывод: отсутствие методик по кинематическому расчёту карданных передач с расположением валов под углом по отношению друг к другу и к валу КПП как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях требует разработки таких методик, которые бы позволили произвести кинематический анализ и оценку работоспособности с учётом вибраций.

Исследовательская работа позволила расчетным путем показать, что в применяемой карданной передаче невозможно получить такие же значения угловых скоростей как на выходном валу КПП.

Для получения результирующих значений угловых скоростей, учитывающих углы наклона карданных валов в горизонтальных и вертикальных плоскостях, подготавливается соответствующая программа.

## АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ И АВТОМАТИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕМЕНЫ ПЕРЕДАЧ

Р.В. Хаиров (студ. ВТС-432)

Научный руководитель – старший преподаватель А.В. Нестеренко  
Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВПО ВолгГТУ

В настоящее время на автомобилях применяются трансмиссии - следующих видов: механическая, гидромеханическая, электромеханическая, гидрообъемная (гидростатическая).

Наибольшее распространение получили механические и гидромеханические трансмиссии. Основными преимуществами механической коробки перемены передач

являются простота конструкции и низкая стоимость, высокие КПД и надежность; недостатками — ступенчатое регулирование крутящего момента и сложность компоновки на многоприводных автомобилях.

Применение на автомобилях гидромеханических передач (ГМП) позволяет увеличить срок службы двигателя и трансмиссии, уменьшить число ступеней механического редуктора, уменьшить частоту переключений передач, повысить проходимость автомобиля и улучшить его комфортабельность. ГМП по сравнению с механическими КПП имеет более сложную конструкцию, повышенные массу и стоимость. Замена механической передачи гидромеханической обычно приводит к некоторому ухудшению характеристик разгона автомобиля и увеличению расхода топлива. В трансмиссиях с ГМП момент от двигателя передается на насосное колесо гидротрансформатора непосредственно или при необходимости через согласующий редуктор. В качестве механического преобразователя в ГМП применяются планетарные и вальные ступенчатые редукторы, позволяющие переключать передачи при сохранении силовой и кинематической связи трансмиссии с двигателем. В этом случае фрикционное сцепление в конструкции отсутствует. Если используется ступенчатая коробка перемены передач с переключением передач и разрывом потока мощности, то сцепление сохраняется.

В трансмиссиях легковых автомобилей обычно используют механическую коробку перемены передач полностью синхронизированную.

В последнее время с целью повышения топливной экономичности ГМП выполняются по двухпоточной схеме, предусматривается блокировка гидротрансформатора, трехступенчатые редукторы заменяются четырехступенчатыми. Для улучшения распределения веса по мостам в заднеприводных автомобилях возможен перенос коробки передач назад и объединение ее с главной передачей.

В трансмиссиях автомобилей полной массой до 12 т преимущественно используются пятиступенчатые коробки передач с высшей прямой передачей.

В трансмиссиях грузовых автомобилей различной грузоподъемности применяются ГМП с числом передач шесть—восемь, а в трансмиссиях многоприводных автомобилей высокой проходимости — три—пять передач.

Существуют разные типы автоматических трансмиссий. Как правило, в ней вместо фрикционного сцепления используется гидродинамическая передача в той или иной форме, которая проскальзывает достаточно эффективно, чтобы автомобиль стоял на месте, когда двигатель работает на холостом ходу, и постепенно передает все больший крутящий момент, когда число оборотов двигателя нарастает.

Существуют два типа гидродинамической передачи. Один из них представляет собой гидродинамическую муфту, состоящую из двух установленных встречно турбин, которые погружены в маловязкое масло. Одна из турбин соединена с валом двигателя. При вращении вала двигателя эта турбина приводит в движение масло, энергия которого передается второй турбине; так крутящий момент передается с ведущего вала на ведомый. Гидромуфта действует так же, как два вентилятора, поставленные на столе напротив друг друга: когда один из вентиляторов включается, создаваемый им воздушный поток заставляет вращаться второй вентилятор. Другой тип гидродинамической передачи — гидротрансформатор, принцип действия которого тот же, что и у гидромуфты, однако в нем между ведущей и ведомой турбинами помещено третье колесо с реактивными лопатками, изменяющее направление потока масла. Оно замедляет вращение ведомой турбины, но увеличивает (умножает) крутящий момент. Типичные современные гидротрансформаторы умножают крутящий момент двигателя в два-три раза при трогании с места, что обеспечивает более быстрое ускорение. Коэффициент умножения снижается с ростом числа оборотов двигателя; наконец, масло начинает давить на заднюю сторону лопаток направляющего колеса и освобождает его от соединения с валом. При этом гидротрансформатор действует как простая гидромуфта, без умножения крутящего момента. В экономичном режиме движения у гидротрансформатора потери энергии на

трение больше (КПД меньше), чем у гидромуфты. Поэтому в стремлении к топливной экономичности были разработаны различные типы блокирующего гидротрансформатора, в котором на высшей передаче автоматическое сцепление жестко соединяет две турбины.

Автоматические коробки передач в корне отличаются от шестеренных. Они способны менять передачи на полной мощности двигателя, что практически неосуществимо со скользящими шестернями и синхронизаторами. Самое простое решение проблемы дает планетарная коробка передач типа установленной на автомобиле «Форд» модели Т. Она имеет следующие элементы: центральное («солнечное») зубчатое колесо, внешнее «кольцевое» зубчатое колесо и три или четыре сателлита (малые шестерни), обращающиеся между солнечным и кольцевым колесами; оси сателлитов закреплены на подвижном звене, называемом водилом. В коробке передач этого типа определенное передаточное число получается путем фиксации одного из элементов на месте, приведения в движение второго и снятия крутящего момента с третьего. Различные передаточные числа можно получить, фиксируя и перемещая различные комбинации зубчатых колес. Когда колеса соединяются с муфтами сцепления, такая коробка передач может изменять передаточное число на полной мощности двигателя. Два планетарных набора зубчатых колес можно использовать с целью получения трех или четырех передач для движения вперед. Управление изменением передаточного числа осуществляется с помощью автоматической системы регулирования, а для управления внутренними муфтами сцепления масляный насос в коробке передач создает гидравлическое давление. Действие муфт контролируется центробежными регуляторами и дроссельно-стержневыми модуляторами, так что момент изменения определяется автоматически по скорости автомобиля и открытию дросселя.

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ 1. ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ПОЛУЧЕНИЕ, СТРУКТУРА И ПРИМЕНЕНИЕ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ  
ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ Na<sup>+</sup>-МОНТМОРИЛЛОНИТОВЫХ  
НАНОКОМПОЗИТОВ.

О. А. Барковская, С. В. Кудашев . . . . . 4

ВЫДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКОГО ШТАММА МИКРООРГАНИЗМОВ  
ИЗ ОБЪЕКТОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ.

Д.А. Максимов, И.В. Владимцева. . . . . 5

СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И СОСТАВ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ФОРПОЛИМЕРНЫХ  
ПРОДУКТОВ РЕАКЦИИ 4,4'-ДИФЕНИЛМЕТАНДИИЗОЦИАНАТА  
С 1,1,5-ТРИГИДРОПЕРФТОРПЕНТАНОЛОМ-1.

К. Р. Шевченко, С. В. Кудашев. . . . . 6

АНАЛИЗ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА.	
Багдасаров А.Ю., Тишин О. А. ....	7
ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЧЕРВЯЧНОЙ МАШИНЫ С ПРОНИЦАЕМОЙ СТЕНКОЙ МАТЕРИАЛЬНОГО ЦИЛИНДРА.	
Горбунов М.П., Шаповалов В.М. ....	7
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПЕРЕМЕШИВАНИЯ В АППАРАТЕ С МЕШАЛКОЙ.	
Девкин А. В., Островская Т. В., Тишин О. А. ....	9
АНАЛИЗ КОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ СИНТЕЗА МТБЭ.	
Дубровин В.В., Филиппенков А.А., Лапшина С.В. ....	11
ОЦЕНКА РАБОТЫ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ КАТАЛИТИЧЕСКИХ РЕАКТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНЫХ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ.	
Жирнов А.И., Климова Е.В., Бердникова Н.Ю.	12
РАСЧЁТ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ВИНТОВОГО НАСОСА.	
Журкин Н.А., Харитонов В.Н. ....	13
РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЗИНОСМЕСИТЕЛЯ.	
Карнюхина Е.В., Харитонов В.Н. ....	14
ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ВАЛКОВОЙ МАШИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР.	
Коротких А.С., Харитонов В.Н. ....	16
ТЕЧЕНИЕ АНОМАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ В КЛИНООБРАЗНОМ ЗАЗОРЕ С ПОДВИЖНОЙ СТЕНКОЙ.	17
Косов С.Ю., Шаповалов В.М. ....	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМАТОРА-ВУЛКАНИЗАТОРА.	
Кузнецов А.В., Ахрамеев А.Ф. ....	20
АНАЛИЗ РАБОТЫ СИСТЕМЫ РЕГЕНЕРАЦИИ ТЕПЛА В ПРОЦЕССЕ СИНТЕЗА АНИЛИНА.	
Ледаев А.А., Тишин О.А. ....	21
ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ВАЛКОВЫХ МАШИНАХ	
Майкова И. А., Кореньков М. А. ....	21
ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПВХ.	
Нежелской А. В., Кореньков М. А. ....	22





ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА НА УСИЛЕНИЕ СВОЙСТВ КОМПЛЕКСНОГО ПРОТИВОСТАРИТЕЛЯ	
Башарова И.А., Спиридонова М.П. . . . . .	40
О ВОЗМОЖНОСТИ УСИЛЕНИЯ КАУЧУКОВ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ КРЕМНЕКИСЛОТНЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ.	
Е.В.Черняк, А.Ф.Пучков, В.Ф. Каблов. . . . .	41
АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОВАРНОЙ ПОЛИТИКИ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.	
Т.А. Шамис, Е.А. Маренцева. . . . .	41
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ 1,3-ДЕГИДРОАДАМАНТАНА С 2-МЕРКАПТОЭТАНОЛОМ.	
Ачкасова М., Бутов Г.М., Иванкина О.М. . . . .	43
ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ 1,3-ДЕГИДРОАДАМАНТАНА С <i>l</i> -КРЕЗОЛОМ.	
Битюцкая А. В., Бутов Г. М., Камнева Е. А. . . . .	45
ИССЛЕДОВАНИЕ КОАГУЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ КОМПЛЕКСНЫХ РЕАГЕНТОВ НА ОСНОВЕ ГИДРОКСОХЛОРИДА АЛЮМИНИЯ НА СТОКАХ ТРУБНОГО ЗАВОДА.	
О.К. Жохова, Н.А. Богачёв, Е.Е. Уткина, А.А. Блинов . . . . .	46
СИНТЕЗ АЗОМЕТИНОВ НА ОСНОВЕ СЛОЖНОГО АДАМАНТИЛОВОГО ЭФИРА <i>l</i> -АМИНОБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ.	
Данилов Д.В., Бутов Г.М., Камнева Е.А. . . . .	47
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ 1,3-ДЕГИДРОАДАМАНТАНА С <i>l</i> -ГЕКСАХЛОРКСИЛОЛОМ	
П.А. Лагутин, Г.М. Бутов, С.В. Дьяконов. . . . .	48
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ ГИДРИРОВАНИЯ <i>n</i> -НИТРОФЕНОЛА НА 1% ПЛАТИНОВОМ КАТАЛИЗАТОРЕ, НАНЕСЕННОМ НА ОКСИДЫ Sm И Gd	
А.О. Мазаева, Н.В. Костенко, Г.И. Зорина, Г.М. Курунина, Г.М. Бутов. . . . .	48
РЕАКЦИИ 1,3-ДЕГИДРОАДАМАНТАНА С ГАЛОГЕНАЛКИЛАМИ.	
Е.А. Орлянская, Г.М. Бутов, С.В. Дьяконов. . . . .	50
1-(АДАМАНТ-1-ИЛ)-3,4,5- $R_1, R_2, R_3$ -ЗАМЕЩЕННЫЕ 1Н-ПИРАЗОЛЫ – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.	
А. Ю. Сакадеев, Г. М. Бутов, Б. А. Лысых, Ю.Н. Климочкин, И.Л. Далингер, С.А. Шевелев. . . . .	50
ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХЕМОСОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИКАПРОАМИДА.	
М.А. Мальщук, Е.А. Перевалова. . . . .	52
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ 1,3-ДЕГИДРОАДАМАНТАНА С 6-АМИНО-1-МЕТИЛУРАЦИЛОМ.	
Володина Е.С., Романова М.Ю. . . . .	53
ИЗУЧЕНИЕ СКОРОСТИ ГИДРИРОВАНИЯ <i>n</i> -ХЛОРОНИТРОБЕНЗОЛА НА 1% Pt/Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> КАТАЛИЗАТОРЕ В ЭТАНОЛЕ	
А.Ю. Ушакова, К.А. Калинова, Г.М. Курунина, Г.И. Зорина, Г.М. Бутов. . . . .	54
ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИЙ 1,3-ДГА С ГАЛОГЕНСОДЕРЖАЩИМИ ИМИДАЗОЛАМИ.	
Чеботарева Н. В., Панюшкина О. А., Бутов Г.М. . . . .	55
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ 1,3-ДЕГИДРОАДАМАНТАНА С 2-МЕРКАПТОАНИЛИНОМ	
Чеснокова Н., Бутов Г.М., Иванкина О.М. . . . .	56

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ 1,3-ДЕГИДРОАДАМАНТАНА С ТИОФЕНОМ Шевченко А. К., Бутов Г. М., Камнева Е. А., Мохов В. М. ....	58
ЗАКОНОМЕРНОСТИ АДСОРБЦИИ ГИДРОФИЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ НА ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛАХ. А.А. Живаев, С.В. Васильченко, В.Ф. Каблов. ....	59

## **СЕКЦИЯ 2. АВТОМАТИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ АДЕКВАТНОСТИ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК АДСОРБЕРА В ПРОЦЕССЕ РЕКУПЕРАЦИИ БЕНЗИНА. Студент гр. ВАУ-426 И. А. Семенова, Л. И. Медведева. ....	63
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ GPS-МОНИТОРИНГА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СОТРУДНИКОВ. М. Ю. Пономарев, А. Е. Несбытнов. ....	64
«ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ СТРУЙНЫХ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ». Казакова Л. Г., Корзин В. В. ....	66
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫМ СРЕДСТВОМ МАССОВОЙ ИНФОРМАЦИИ. О. В. Гладышев, Е. В. Климова. ....	67
WEB-СИСТЕМА ИНФОРМИРОВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ О ДВИЖЕНИИ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА. А. А. Гладышева, Е. В. Климова. ....	68
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВЕДЕНИЯ УГОЛОВНЫХ ДЕЛ С ЦЕЛЬЮ СОКРАЩЕНИЯ ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ Бондарева И. А., Несбытнов А. Е. ....	69
АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ РЕКУПЕРИРОВАННОЙ СЕРЫ НА ОАО «ВОЛЖСКИЙ ОРГСИНТЕЗ» Е.Ю. Абраменкова, А.С. Гольцов, Д.А. Качегин, А.А. Силаев. ....	71
АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ. Кокарев А.А., Костин В.Е., Силаев А.А. ....	72
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОЛУЧЕНИЯ АНИЛИНА НА СТАДИИ РЕКТИФИКАЦИИ И РАЗГОНКИ СМОЛЫ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ. Кочерева М.А., Савчиц А.В. ....	74
РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТОТНЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ С ПОМОЩЬЮ КОНТРОЛЛЕРА ОВЕН ПЛК 110. Бурцев А. Г., Мельников А. В. ....	75
МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕЧЬЮ С ШАГАЮЩИМИ ПОДАМИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ. Михайлов А.В. ....	76
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ И ПОЛУЧЕНИЯ ЗАЯВОК НА ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИЕЙ ООО «РЦ ТЕХНОТАЙР» С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И СВОЕВРЕМЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ. А. А. Скулаченко, Силаев А. А. ....	78

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И УЧЁТА ПРОИЗВЕДЁННОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОАО «ВПЗ» С ЦЕЛЬЮ СОКРАЩЕНИЯ ЗАТРАТ НА ОФОРМЛЕНИЕ СОПРОВОДИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.	
А. П. Назарова А. Е. Несбытнов. ....	79
АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ВНЕШНИМ СЕТЕВЫМ ТРАФИКОМ ПРИ НАЛИЧИИ НЕСКОЛЬКИХ КАНАЛОВ ДОСТУПА К ГЛОБАЛЬНОЙ СЕТИ ИНТЕРНЕТ.	
Е. С. Пехота. ....	80
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ЗАГРУЗКИ РЕАКТОРА В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ БУТИЛОВОГО КСАНТОГЕНАТА КАЛИЯ НА СТАДИИ СМЕШЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАЕМ СТАНДАРТА МЭК.	
Алиев А. Р., Савчиц А. В. ....	81
МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ГРУППЫ ПЛАВИЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ.	
Бурцев А.Г., Субботин Н.С. ....	82
МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТИЛ-ТРЕТ-БУТИЛОВОГО ЭФИРА С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ.	
Егоров А.Г., Савченко С.Н. ....	84
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ В ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ.	
Сазонов К.В., Савчиц А. В. ....	86
ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ИМИТАТОРА АНАЛОГОВЫХ И ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ РАБОРАТОРНЫХ РАБОТ НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА ПЛК-110	
И.А. Жолобов, Е.Г. Казакова. ....	88
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СИНТЕЗА ГИДАНТОИНА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ.	
Савчиц А.В., Лежепекова А.В. ....	89
СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ВОДОВОДОВ ГИДРОАГРЕГАТА ВОЛЖСКОЙ ГЭС.	
А.А. Силаев, Н.Г. Лазарева. ....	90
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДИСТИЛЛЯЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ СЕРОУГЛЕРОДА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ.	
Савчиц А.В., Цурихина Е.В. ....	91
ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА РЕКТИФИКАЦИИ ПАРОВ ЭТИЛАЦЕТАТА.	
И.О. Афанасьев, Е.Г. Казакова. ....	93
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА РУКОВОДИТЕЛЯ ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ.	
Е. С. Ковалева, А. Е. Несбытнов. ....	94
ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЦЕССА АНТИКОРРОЗИЙНОЙ ОБРАБОТКИ ТРУБ НА СТАДИИ НАНЕСЕНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНА.	
И.В.Корабельникова, Е.Г. Казакова. ....	96

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АППАРАТНОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕРВЕРОВ С ЦЕЛЬЮ СОКРАЩЕНИЯ ВРЕМЕНИ РЕАГИРОВАНИЯ НА ПРОИЗОШЕДШИЕ КРИТИЧЕСКИЕ СИТУАЦИИ.	
Е. С. Марносов, А. Е. Несбытнов, С. Г. Саньков.	98
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЛУЖБОЙ ТАКСИ ООО «ВОЛЖСКТРАНСКОМП» С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИЕНТОВ.	
М. Ю. Чеховская, А. И. Тыртышный.	99
<b>СЕКЦИЯ 3. МЕХАНИКА, ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ, ТРАНСПОРТ</b>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АБРАЗИВНЫХ ЗЕРЕН.	
Александров А.А. ....	101
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ БИЕНИЯ СООСНЫХ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ВАЛОВ.	
Алексеева К., Санинский В.А. ....	102
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВНУТРЕННЕЙ ГЕОМЕТРИИ ПОСАДОЧНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КОРПУСА РЕДУКТОРА ЗАДНЕГО МОСТА НА ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАРУЖНЫХ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ 6-7807ЕУШЗ И 6-7705АЕШЗ ПОСЛЕ МОНТАЖА В УЗЕЛ.	
Анисимова А.А., Носенко С.В. ....	104
ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ПРОШИВКИ В ОКОННЫХ ПРОФИЛЯХ.	
Борисова М.Н., Авиллов А. В. ....	106
СМАЗЫВАЮЩЕ-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА (СОТС). СОСТАВ. ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ. ЭФФЕКТИВНОСТЬ.	
Бреусов Н.С., Трегубов А.В. ....	106
ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЕПАРАТОРА ПОДШИПНИКА 6-7614АКМ.	
Варваровский А.В., Санинский В.А. ....	108
АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ И ГРАНУЛ ИЗ ТРОСТНИКА.	
Ганджалова А.А., Мухина К.А., Соколова Н.А., Костин В.Е. ....	109
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ АБРАЗИВНЫХ ЗЕРЕН.	
Ганшу Е. Ф., Носенко В. А. ....	110
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗМЕРЕНИЯ РАДИАЛЬНОГО БИЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛА.	
Горшенева М.П, Санинский В.А. ....	112
ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ РОЛИКОВОЙ ДОРОЖКИ ВНУТРЕННЕГО КОЛЬЦА ПОДШИПНИКА 7615А.	
Дадаян А.Р., Соломоненко С.А. ....	113
ЗАЩИТА ПОВЕРХНОСТИ СОПРИКОСНОВЕНИЯ ТОЛКАТЕЛЯ С КУЛАЧКОМ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛА ОТ ВОДОРОДНОГО ИЗНОСА.	
Дмитриев М.В. ....	114
ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ШИННОГО ЗАВОДА.	
Дырова Е.В., Тарановская В.А., Сасова Е.Н., Авиллов А.В. ....	116
ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ ВНУТРЕННЕГО КОЛЬЦА ПОДШИПНИКА 7204А-02.	
Егупов П.А., Соломоненко С.А. ....	118

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРОЦЕССА «ПРОИЗВОДСТВО АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА» НА ОАО «ВОЛЖСКИЙ АБРАЗИВНЫЙ ЗАВОД.	
Жиронкина В.В., Степура А.В. ....	119
ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРЕССИВНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ КОЛЕЦ УПОРНОГО ПОДШИПНИКА С ЦЕЛЬЮ УМЕНЬШЕНИЯ ТРУДОЗАТРАТ.	
Залеская И. В., Даниленко М.В. ....	121
ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА.	
Каминская Ю.О., Авилов А.В. ....	122
КАЧЕСТВО ШЛИФОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ, ПОДШИПНИКОВОЙ СТАЛИ ШХ15, КРУГАМИ РАЗЛИЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК.	
Гусев А.С., Кондратьева А.А., Белухин Р.А. ....	124
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СМК ОАО «ВПЗ»	
Крупичатых А.И., Степура А.В. ....	126
В ПРОВЕДЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ШУМА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ В ОРГАНИЗАЦИИ ЗАО "ТРУБНЫЙ ЗАВОД "ПРОФИЛЬ-АКРАС" ИМ. МАКАРОВА В. В."	
Кудряшова А. В., Синьков А. В. ....	127
АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА НА ООО "ЮМЦ".	
Мартыненко А.А., Авилов А.В. ....	132
ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ УЛУЧШЕНИЙ В УСТРОЙСТВЕ ДЛЯ ЧИСТОВОГО РАСТАЧИВАНИЯ РОЛИКОВОЙ ДОРОЖКИ.	
Мирошников И.А. ....	134
ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА ПРИ СОЗДАНИИ СМК.	
Мозгунова А.Ю., Авилов А.В. ....	136
МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ АБРАЗИВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ.	
Митрофанов А.П., Морозов В.И. ....	137
ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЕПАРАТОРА ПОДШИПНИКА 7517А.	
Муравьев Р.А., Даниленко М.В. ....	138
ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ УСПО В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ПОРШЕНЬ».	
Никулин, Соломоненко С.А. ....	141
АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПЕРЬЕВ ШНЕКА ШПРИЦ - МАШИНЫ ШМ-200.	
Новиков Р.А., Даниленко М.В. ....	142
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗМЕРЕНИЯ РАДИАЛЬНОГО БИЕНИЯ КОРЕННЫХ ШЕЕК КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА.	
Потехин Д.В., Санинский В.А. ....	143
ВОПРОС О ПРИМЕНЕНИИ НАПЛАВКИ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ ТИПА «ВАЛ».	
Ракшенко М.П., Перова А.Н. ....	145
ТЕХНОЛОГИЯ ГАЗОПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ.	
Рибейро М.Ю., Тарасова Т.С. ....	146

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ СООСНЫХ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ.	148
Румянцев Е.И. ....	
ВЛИЯНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПРИПУСКА, ДЛИН И ДИАМЕТРОВ РАСТАЧИВАЕМЫХ ОТВЕРСТИЙ НА ТОЧНОСТЬ ИХ ОБРАБОТКИ.	
Рябова К.Л., Санинский В.А. ....	150
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА 6- 269779А.	
Сайгин И.Н., Сайгина О.Г., Носенко В.А. ....	152
ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА НА УДЛИНЕНИЕ ПРИ НАГРЕВАНИИ КОНСОЛЬНОЙ ЧАСТИ РЕЗЦОВ.	
Самарский К. В., Тарасова Т. С. ....	153
ПРИМЕНЕНИЕ СОЖ ПРИ ШЛИФОВАНИИ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА 6-7516А НА ОАО «ВПЗ».	
Сахно В.С., Соломоненко С.А. ....	155
О ВОЗМОЖНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОПРАВОК ЭЛОНГАТОРА В УСЛОВИЯХ ООО «ЭНЕРГОТЕХМАШ-ПРОМ».	
Ситников А.М., Санинский В.А. ....	157
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЖЕСТКОСТИ ШПИНДЕЛЯ НА ТОЧНОСТЬ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ НАРУЖНОГО КОЛЬЦА ПОДШИПНИКА 7512А.	
Сиушкин Д.И., Соломоненко С.А. ....	158
МЕТОДИКА ВЫБОРА ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ.	
Сомов Д.Ю., Соломоненко С.А. ....	160
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШТАМПОВОЧНОЙ ОСНАСТКИ	
Стяжкина И.А., Соломоненко С.А. ....	161
АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ НА МАЛОЙ ОЦЕНОЧНОЙ ДЛИНЕ.	
Супонькин Н. А., Носенко С. В. ....	162
ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАСТМАСС В АВТОБУСОСТРОЕНИИ.	
Трусова Д. С., Черёмушкина К. В., Авилов А. В. ....	165
РАСЧЕТ ПРОГИБОВ БОРШТАНГИ Ø50 ПРИ РАСПОЛОЖЕНИИ РЕЗЦОВ ЧЕРЕЗ 72.	
Хребтов М.Г. ....	167
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ ШУХАРТА.	
Худов Р. ....	169
ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА БЕСЦЕНТРОВОШЛИФОВАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЯХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОДШИПНИКА 7821.	
Ширенин С.С, Белухин Р.А. ....	171
ЗАВИСИМОСТЬ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА ОТ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНСТРУМЕНТА И ВРЕМЕНИ СУПЕРФИНИШИРОВАНИЯ	
Юров В.С., Даниленко М.В. ....	173
ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ ОБРАБОТКИ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА НА ОАО «ВПЗ».	
Юров С.С., Даниленко М.В. ....	175
АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИТЕЛЕЙ г. ВОЛЖСКОГО УСЛУГАМИ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА.	
Бадиков К. А., Чернова Г. А. ....	176

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИСПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ДЕФЕКТОВ КУЗОВА АВТОБУСА С ЦЕЛЬЮ ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ. О.Н. Беляева, Моисеев Ю.И. ....	178
ПРОЕКТ ТЕХНОПАРКА ПО РЕМОНТУ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И АВТОБУСОВ НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ С ЦЕЛЬЮ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА. Моисеев Ю. И., Бережной С.А. ....	180
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОКРАСКИ КУЗОВА АВТОБУСА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ КУЗОВА АВТОБУСА. Б. А. Верховский, Моисеев Ю.И. ....	182
СРАВНЕНИЕ ШИН АВТОМОБИЛЯ. М.С. Гавриленко, Д.А. Шиповалов. ....	183
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ПОДХОДА АВТОБУСА К ОСТАНОВОЧНОМУ ПУНКТУ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗОК. Головачев Д.А., Христенко С.А., Г.А. Чернова. ....	185
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА АВТОБУСАХ. А.П. Демушкин, Моисеев Ю.И. ....	187
ОЦЕНКА КОНСТРУКЦИИ ТОРМОЗНОГО МЕХАНИЗМА АВТОБУСОВ « ВОЛЖАНИН». Джанситов А.Ю., Чернова Г.А. ....	188
АЭРОДИНАМИКА АВТОМОБИЛЯ. А.В. Иволгин, Д.А. Шиповалов. ....	190
МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ШУМОИЗОЛЯЦИИ АВТОМОБИЛЯ И АВТОБУСОВ Ильменский В.М., Привалов Н.Я. ....	191
РАЗРАБОТКА УЧАСТКА ДРОБЕСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ АВТОБУСА МАЛОГО КЛАССА «РИТМИКС-4298» С ПРОГРАММОЙ ВЫПУСКА 2000 МАШИН В ГОД С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ ПЕРЕД ПОКРАСКОЙ. С.М.Окишор, Н.Я. Привалов. ....	193
Прочностные свойства рулевого управления автобуса «Волжанин-32901». Сторчилова Т.А., Олимпиаев Е.Ю., Чернова Г.А. ....	194
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ УГЛОВЫХ СКОРОСТЕЙ КАРДАННОЙ ПЕРЕДАЧИ АВТОБУСА «ВОЛЖАНИН-32901» НА ОСНОВЕ КИНЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА. Сторчилова Т.А., Голубев А.Г., Чернова Г.А. ....	195
АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ И АВТОМАТИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕМЕНЫ ПЕРЕДАЧ. Р.В. Хаиров, А.В. Нестеренко. ....	197
СОДЕРЖАНИЕ .....	200



*Научное издание*

**18-я межвузовская научно-практическая  
конференция студентов и молодых ученых г.Волжского,  
профильные секции, ВПИ (филиал) ВолгГТУ**

*г. Волжский, 23-24 мая 2012 г.*

**Сборник тезисов докладов**

Ответственный за выпуск С. И. Благинин

План электронных изданий 2012 г. Поз. № 186В

Подписано на «Выпуск в свет» 24.11.2012. Уч-изд. л. 12,8

На магнитоносителе.

Волгоградский государственный технический университет.

400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, корп. 1.