

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»  
**Нижнетагильский технологический институт (филиал)**

## **Молодёжь и наука**

Материалы международной научно-практической  
конференции

**20 мая 2016 г.**

В двух томах

**ТОМ 1**



Нижний Тагил  
2016

УДК 37

ББК Ч21

**Молодёжь и наука** : материалы международной науч.-практ. конф. (20 мая 2016 г., г. Нижний Тагил) в 2 т. Т. 1 / Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», Нижнетагил. технол. ин-т (фил.). – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2016. – 436 с.

В сборнике представлены материалы научно-практической конференции преподавателей и студентов НТИ (филиала) УрФУ, а также других российских и зарубежных авторов, затрагивающие актуальные вопросы металлургии, специального и общего машиностроения, химических технологий, строительства и архитектуры, моделирования технических процессов, прикладной механики, экономики, экологии и безопасности жизнедеятельности, проч. В сборнике представлены отчеты о проделанной научно-исследовательской и практической работе аспирантов и студентов совместно с их руководителями.

Материалы могут быть полезны специалистам промышленных предприятий и организаций, а также студентам.

УДК 37

ББК Ч21

**Организационный комитет конференции:**

Председатель: Пегашкин В.Ф.  
Зам. председателя: Воротников В.И.  
Члены оргкомитета: Аристова Н.А., Гоман В.В., Докучаев С.В., Дубинина В.Г., Иванушкин В.А., Поздеев С.А., Пыхтеева К.Б., Трекин Г.Е., Титова Е.Ю., Шевченко О.И., Щербинин М.М. и др.

*Научное издание*

**МОЛОДЕЖЬ И НАУКА**

Материалы  
международной научно-практической конференции  
НТИ (филиала) УрФУ

В двух томах

Компьютерная верстка: *А.А. Пыстогов*

---

© ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»  
Нижнетагильский технологический институт (филиал), 2016  
© Авторы статей, 2016

**Уральский федеральный университет  
Имени первого Президента России Б.Н. Ельцина  
Нижнетагильский технологический  
институт (филиал)**

**СЕКЦИИ:**

- ❖ **ТЕХНОЛОГИИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**
- ❖ **МОДЕЛИРОВАНИЕ, ИНФОРМАТИКА И  
МЕХАТРОНИКА**

## **ТЕХНОЛОГИИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ВАЛКОВОГО БРИКЕТИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАСТОПАРАФИНОВ**

*Первухина Д.Н., аспирант кафедры ОМД УрФУ, г.Екатеринбург*

*Логинов Ю.Н., д.т.н., профессор кафедры ОМД УрФУ, г.Екатеринбург*

*Бабайлов Н.А., к.т.н., старший научный сотрудник, Институт  
машиноведения УрО РАН, г.Екатеринбург*

Одним из способов эффективного окускования отходов металлургического производства является брикетирование. Брикетирование позволяет из отходов в виде некомпактных металлических и металлосодержащих отходов, в т.ч. пылей, шламов, отсевов, окалины, металлической стружки и т.д. получить брикет требуемой формы.

В настоящее время актуальным является теоретическое и экспериментальное изучение физических явлений, происходящих в деформируемой среде при валковом брикетировании.

Разработка теории деформации некомпактных, в том числе и сыпучих сред, началась под руководством члена-корреспондента РАН, профессора В.Л.Колмогорова на кафедре «Обработка металлов давлением» УрФУ в 80-тых годах прошлого столетия, вначале с постановки и решения простых задач формоизменения пластически сжимаемых материалов, а затем формулировки специальных граничных условий и математического описания реологических свойств [1 – 5].

В работе представлены результаты моделирования процесса валкового брикетирования при получении несимметричного брикета с использованием модельного материала – пластопарафина [6]. В состав пластопарафина могут входить различные компоненты для обеспечения требуемых механических свойств модельного материала: пластилин, парафин, стеарин, воск, озокерит и др., а также минеральные пигменты, наполнители и пластификаторы.

Экспериментальная установка [7], моделирующая работу валкового брикетировочного пресса, была спроектирована в рамках научно-исследовательской работы и изготовлена в лаборатории кафедры ОМД УрФУ. Использование модельных материалов при физическом моделировании на данной лабораторной установке позволяет с достаточной для практики точностью определять параметры технологического процесса брикетирования, особенностью которого

является нестационарность процесса на всех этапах валкового брикетирования.

В работе рассмотрен процесс получения несимметричного брикета. Несимметричный брикет получается при использовании в валковом прессе одного валка с нарезанными ячейками, и второго гладкого валка (рис.1, а). В работе были исследованы различные формы ячеек, нарезанных на валке, например, ячейка полукруглая; ячейка коническая; ячейка коническая со смещением вершины брикета в направлении движения валков и др. формы.

Формоизменение материала оценивалось по следующей методике. Модельный материал размещался слоем толщиной 16 мм в ячейках выше линии  $A-A$ , соединяющей оси вращения секторов. В заданной точке слоя изготавливалось отверстие диаметром 8,5 мм. После каждого шага углового перемещения, равного  $5^\circ$ , измеряли параметры отверстия после деформации. Рассчитывали площадь отверстия до деформации  $S_0$  и площадь отверстия после деформации  $S_i$ . После измерений поверхность разглаживали, восстанавливали отверстие, поворачивали сектор на следующие  $5^\circ$  и цикл измерений повторяли. В базовых опытах длина ячейки составляла 75мм, высота брикета, сформованного двумя ячейками, 40мм.

Выполненное в материале отверстие характеризовало объем поры  $V_q$ , размещенной в межвалковом пространстве, в котором формируется один брикет объемом  $V_b$ . Объем поры, отнесенный к объему брикета, будем считать характеристикой пористости:  $Q = V_q / V_b$ , для плоской деформации эту же характеристику можно записать через соотношение соответствующих площадей:  $Q = S_q / S_b$ . Тогда изменение пористости при рассмотрении последовательных шагов деформации равно  $\Delta Q_i = \Delta S_i$ .

В дальнейшем оценивали изменение пористости или плотности материала относительной безразмерной величиной – параметром  $\Delta S_i / S_0 = (S_0 - S_i) / S_0$ . Результаты измерения опытных значений этого показателя по приведенной выше методике показаны на рис.4 в виде линий равного уровня. На рис.1, б номерами в кружках 1 – 15 обозначены места измерения параметров процесса брикетирования.

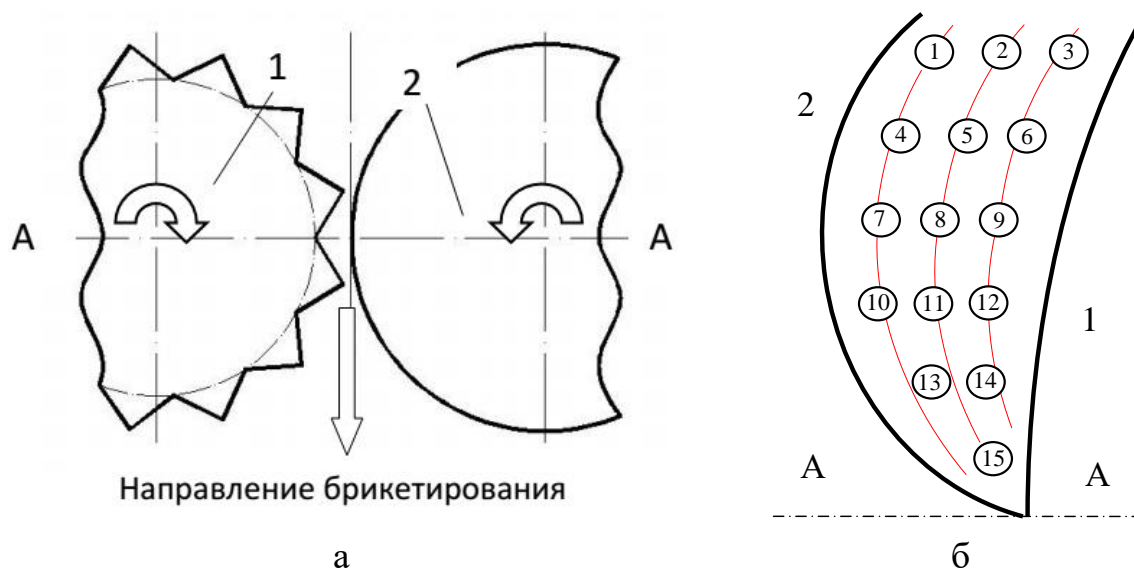


Рис.1. Схема валкового брикетирования (а) и места измерения деформаций в пластическом слое (б): 1 – валок с ячейками; 2 – гладкий валок

На рис.2 приведены результаты обработки экспериментальных данных при деформации слоя модельного материала (пластопарафин) на моделирующей установке. Получено распределение объемных деформаций  $\Delta S_i/S_0$  (среднее значение по 5 измерениям) при формировании несимметричного брикета при последовательном повороте валков на  $5 \div 30^\circ$ .

Работа актуальна в области металлургии при производстве брикетов из отходов производства с целью более эффективного их использования. Имеется возможность использования полученных результатов исследований, например по переработке медной стружки и окалины методом валкового брикетирования в интересах предприятия ЗАО «СП «Катур-Инвест» (входящей в состав ОАО «УГМК», г.Верхняя Пышма).

Работа аспиранта была представлена на XVII областном конкурсе НИР студентов учреждений СПО и ВПО Свердловской области «Научный олимп» 2014 года – присуждена специальная премия Ассоциации профсоюзных организаций студентов образовательных учреждений ВПО Свердловской области [8, 9].

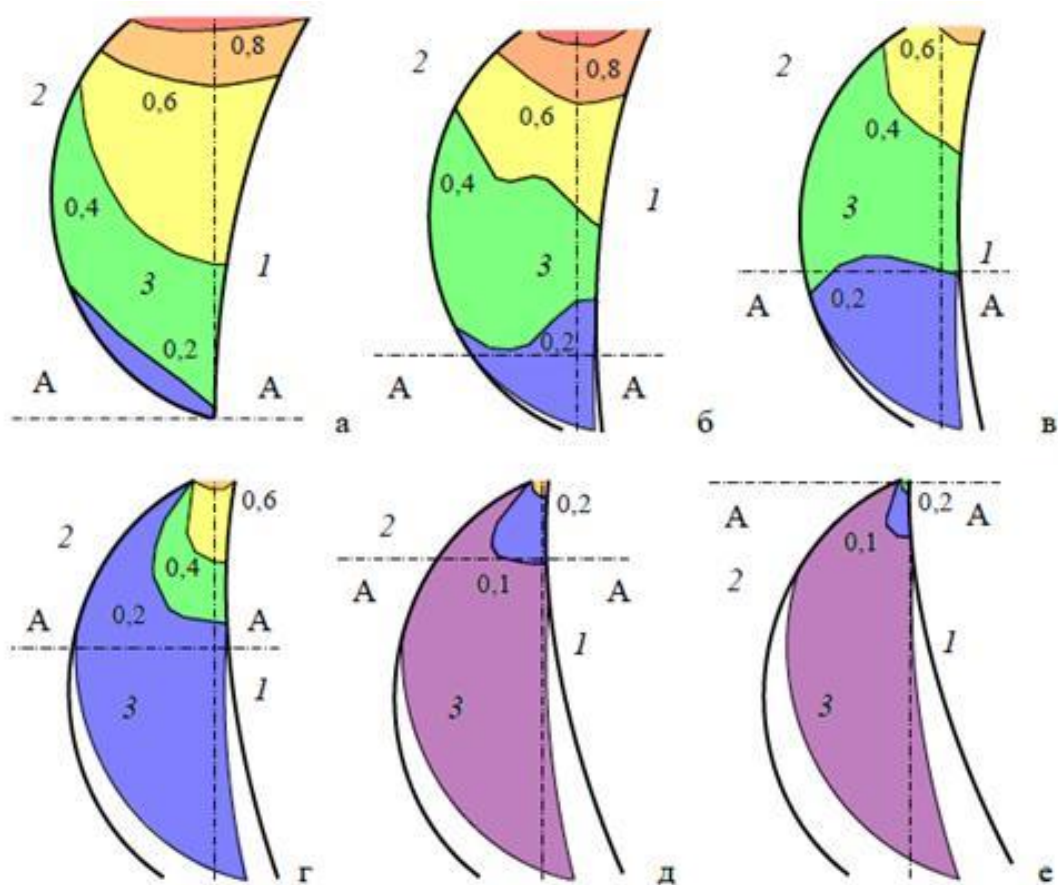


Рис.2. Распределение объемных деформаций  $\Delta S_i/S_0$  при формировании несимметричного брикета при последовательном повороте валков на  $5^\circ$  (а),  $10^\circ$  (б),  $15^\circ$  (в),  $20^\circ$  (г),  $25^\circ$  (д),  $30^\circ$  (е)

### Выводы

В работе выполнена постановка и решение краевых задач валкового брикетирования на валковых прессах, в т.ч. с целью разработки практических рекомендаций промышленным предприятиям по достижению максимальной материало- и энергоэффективности при производстве металлургических брикетов.

Изучено деформированное состояние несимметричного брикета при валковом брикетировании по поведению искусственной поры в пластическом слое модельного материала.

### Библиографический список

1. Логинов Ю.Н., Буркин С.П., Бабайлов Н.А., Полянский Л.И. Механика валкового брикетирования сыпучих материалов. Екатеринбург: Изд-во АМБ, 2011. 304 с.
2. Burkin, S. P., Loginov, Yu. N., Babajlov, N. A., "Modeling the roll briquetting of the granular materials," Steel in Translation, 11, 65–67 (1997).

3. Loginov, Yu.N., Babailov, N.A., Burkin, S.P., “Investigation of the distribution of briquette deformations in the cell of a briquetting press roll,” *Steel in Translation*. 29 (6), 44–47 (1999).
4. Loginov, Yu.N., Babailov, N.A., Burkin, S.P., “Bulk deformation in roller briquetting of metallurgical waste,” *Russian metallurgy (Metally)*. 1, 53–58 (2000).
5. Loginov, Y.N., Bourkine, S.P., Babailov, N.A., “Cinematics and volume deformations during roll-press briquetting,” *Journal of Materials Processing Technology*. 118 (1–3), 151–157 (2001).
6. Мигачев Б.А. Моделирование формоизменения металлов с применением пластопарафиновых сплавов. Свердловск: УрО АН СССР, 1988. 67 с.
7. Логинов Ю.Н., Бабайлов Н.А., Первухина Д.Н. Валковый пресс для брикетирования. Патент на полезную модель. RU 146 458 U1 МПК В30В 11/18 (2006.01) Заявка: 2014123913/02, 10.06.2014. Опубликовано: 10.10.2014 Бюл. № 28
8. Логинов Ю.Н., Бабайлов Н.А., Первухина Д.Н. Физическое моделирование валкового прессования при несимметричном воздействии на уплотняемый материал // *Известия высших учебных заведений. Черная металлургия*. 2015. Том 58, № 3. С.186 - 191.
9. Логинов Ю.Н., Бабайлов Н.А., Первухина Д.Н. Напряженное состояние брикета металлургического назначения при воздействии сосредоточенной нагрузки / *Научно-технический вестник Поволжья*. 2014. № 3. С. 143 - 146.

### **ВНЕДРЕНИЕ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ**

*Шишин Н.Н., студент 4 курса, филиал УрФУ, г.Верхняя Салда  
Первухин А.Е., аспирант кафедры ОМД ИММт, Уральский федеральный  
университет, г.Екатеринбург*

*Бабайлов Н.А., к.т.н., старший научный сотрудник, Институт  
машиноведения УрО РАН, г.Екатеринбург*

Целью проекта является разработка так называемого *технологического интерактивного калькулятора*, предназначенного для расчета различных энергосиловых параметров в процессах обработки металлов давлением (ОМД). Калькулятор позволяет использовать понятный для любого пользователя компьютера (студента, аспиранта, инженера-технолога и др.) интерфейс программы, а также быстро и корректно (без ошибок ввода информации) выполнить требуемые технологические расчеты.

Интерактивный калькулятор предназначен для оперативного расчета энергосиловых параметров, в т.ч. удельного давления, усилия деформирования по методикам различных известных российских и



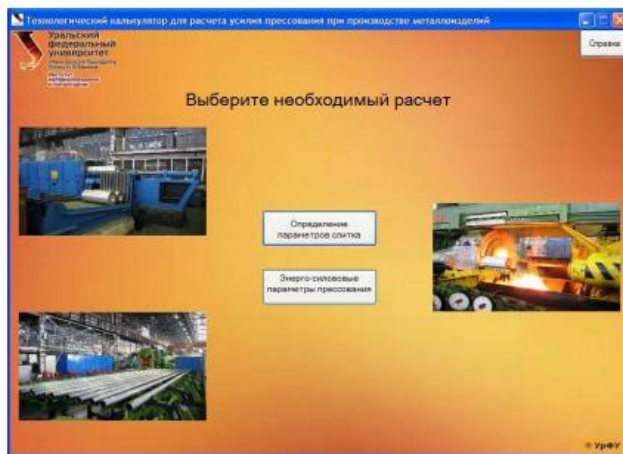
зарубежных исследователей процессов ОМД (например, Перлина И.Л., Губкина С.И., Ильюшина А.А., Гуна Г.Я., Томленова А.Д., Шофмана Л.А., Закса Г., Джонсона У. и др.).

В программе расчета реализованы известные алгоритмы и решения, представленные в учебно-методических разработках сотрудников кафедры Обработки металлов давлением УрФУ, профессоров Ю.Н.Логинова и С.П.Буркина «Энергоемкость и энергосбережение в процессах пластической обработки специальных сплавов» и др. [1 – 2].

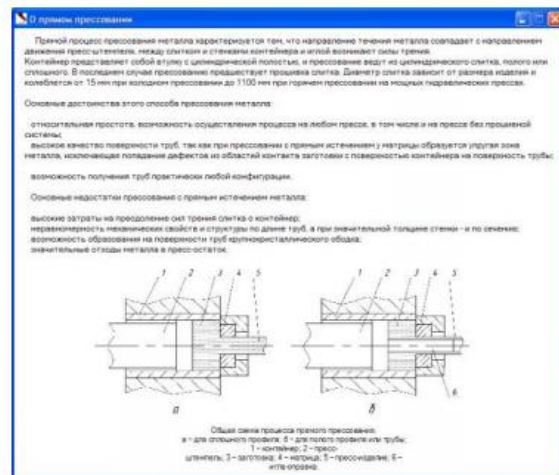
Разработанный «Технологический калькулятор» представляет собой программное приложение для Windows XP, 7, 8 и 10. В качестве рабочего инструмента при разработке пользовательской программы выбран объектно-ориентированный язык программирования C Sharp (C#), являющийся аналогом языка C++.

Возможности разработанного интерактивного технологического калькулятора представлены ниже:

- калькулятор может работать на любом компьютере;
- удобное визуальное представление исходных данных и результатов расчета (пример такого представления окон – окно входа в программный модуль по расчету энергосиловых параметров в различных процессах прессования металлов и сплавов приведен на рис.1, а);
- программа контролирует правильность ввода требуемых параметров для расчета и предлагает вариант исправления этих неправильно введенных параметров;
- в программе представлены теоретические основы процессов, схемы процессов и описана методика используемых в программе расчетов (см. рис.1, б), облегчающая изучение представленного учебного материала студентами;
- представлены списки учебной и дополнительной литературы;
- использование базы данных механических свойств различных материалов в виде известных аппроксимирующих коэффициентов;
- снабжение результатов расчета требуемыми текстовыми комментариями;
- удобное для пользователя представление результатов расчета (вывод результатов на экран; на печать, сохранение результатов расчета в формате \*.txt, \*.pdf и др.) для дальнейшего их использования в других программах.



а



б

Рис.1. Окна входа в программный модуль по расчету процессов прессования металлов и сплавов (а) и пример окна с учебным материалом по прессованию металлов (б)

В 2015 – 2016 учебном году указанная выше программа расчета энергосиловых параметров процессов ОМД внедрена в учебный процесс Государственного автономного профессионального учреждения Свердловской области «Верхнесалдинский авиаметаллургический техникум». Здесь в соответствии с Учебным планом подготовки студентов техникума по направлению 22.02.05 «Обработка металлов давлением», в частности по читаемой дисциплине «Технологические процессы обработки металлов давлением» планируются следующие практические и лабораторные занятия:

- горячая, теплая и холодная листовая прокатка титановых сплавов;
- прямое прессование труб и прутков из алюминиевых сплавов;
- прямое прессование труб из титановых сплавов на горизонтальном гидравлическом прессе;
- обратное прессование цветных металлов и сплавов на горизонтальном гидравлическом прессе;
- волочение прутков и проволоки из медных и медно-никелевых сплавов;
- расчет на прочность основных элементов прессового инструмента.

Авторами получен Акт внедрения в учебный процесс результатов научно-методической работы называемой «Интерактивный калькулятор для расчета энергосиловых параметров прессования и волочения». Программа используется при проведении лабораторных и практических занятий, а также может использоваться при выполнении курсовых и

выпускных квалификационных работ студентов техникума по направлению 22.02.05 «Обработка металлов давлением».

Проект разработки интерактивного технологического калькулятора в процессах обработки металлов давлением был представлен на XVIII областном конкурсе научно-исследовательских работ студентов учреждений среднего и высшего профессионального образования Свердловской области «Научный олимп» 2015 года и завоевал 2 место в номинации «Технические науки» [4].

Дальнейшим продолжением представленного программного продукта является разработка дополнительных модулей к программе «Технологический калькулятор» для определения энергосиловых параметров процессов волочения прутков, проволоки и труб, а также различных видов прокатки металлоизделий сложной формы поперечного сечения из цветных металлов и сплавов.

Представленная интерактивная программа «Технологический калькулятор» рассчитана на использование широким кругом лиц и может быть полезна всем, начиная от учебных целей для студентов техникумов и вузов, обучающихся по направлению «Металлургия» (профиль «Обработка металлов давлением»), до практического использования на металлургическом и машиностроительном производстве инженерами-технологами, которым данное интерактивное приложение поможет осуществить:

- быстрый, корректный и безошибочный расчет требуемых технологических параметров рассматриваемого процесса;
- анализ различных процессов обработки металлов давлением, в т.ч. прокатки, прессования, волочения и др.;
- технологически обоснованный подбор размеров деформируемой заготовки, подбор параметров процессов, в т.ч. температурно-скоростных условий деформирования;
- выполнить расчет на прочность основных элементов деформирующего оборудования, в т.ч. прокатного, прессового и волочильного инструмента (прокатных валков, многослойного контейнера пресса, игл, матриц, волок, оправок и др.).

Разработанный авторами «Технологический калькулятор» может найти применение в заводских (цеховых) технических (или технологических) бюро на металлургических и машиностроительных предприятиях Уральского региона, реализующих производство качественных металлоизделий широкого сортамента, в т.ч. из цветных металлов и сплавов:

- алюминия и алюминиевых сплавов – на ОАО «КУМЗ», г.Каменск-Уральский;
- меди и медных сплавов – на ОАО «УГМК», г.Ревда;

- титана и титановых сплавов – на ОАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА», г.Верхняя Салда;
- низколегированных и качественных сталей, а также молибдена, вольфрама и других материалов.

В работе представлена интерактивная программа (так называемый *технологический калькулятор*) для расчета энергосиловых параметров (в т.ч. удельного давления, силы, работы и мощности пластической деформации металла заготовки) в традиционных процессах обработки металлов давлением, в т.ч. при листовой прокатке, прессовании, волочении и др.

Интерактивный технологический калькулятор является удобным и практичным программным средством для выполнения технологических расчетов по определению энергосиловых параметров, а также удобным средством для анализа исследуемых процессов обработки металлов давлением.

#### **Библиографический список**

1. Логинов Ю.Н., Буркин С.П. Энергоемкость и энергосбережение в процессах пластической обработки специальных сплавов. Екатеринбург: УГТУ, 2006. 43 с.
2. Логинов Ю.Н., Буркин С.П. Технология прессования и листовой прокатки специальных сплавов в решениях задач. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2004. 117 с.
3. Шишин Н.Н., Бабайлов Н.А. Технологические калькуляторы для определения энергосиловых параметров прессования и волочения // XVI Международная научно-техническая Уральская школа-семинар молодых ученых-металловедов: Сборник научных трудов. Том 2. Екатеринбург: УрФУ, 2015. С.211-213.
4. Шишин Н.Н., Бабайлов Н.А. Технологический калькулятор для расчета усилия прессования при производстве металлоизделий // «Актуальные проблемы развития технических наук». Сборник тезисов научных работ XVIII Областного конкурса студенческих научно-исследовательских работ «Научный Олимп». Екатеринбург: УрФУ. 2015. С.3-4.

#### **ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СВОБОДНОЙ КОВКИ ЗАГОТОВОК**

*Шубина А.Н., аспирант Института машиноведения УрО РАН,  
Бабайлов Н.А., к.т.н., старший научный сотрудник Лаборатории  
прикладной механики Института машиноведения УрО РАН,  
г.Екатеринбург*

В работе представлен вариант технологии свободной ковки поковок типа плит и пластин из цилиндрических литых или предварительно

деформированных заготовок из труднодеформируемых сплавов для последующей их деформации, в т.ч. прокатки. С использованием модельного материала (свинца) проведены исследования процессов свободнойковки заготовок. Получены результаты по формоизменению заготовки и энергосиловые параметры процесса.

Технологический вариантковки включает в себя набор следующих операций свободнойковки, выполняемых последовательно друг за другом (см. рис.1, а) [1, 2]:

- Этап 1. Осесимметричная осадка на плоских бойках с относительной высотной деформацией, определяющей величину накопленной за цикл степени уковки слитка и являющейся основным параметром данной технологииковки поковок типа пластин;
- Этап 2. Обжатие осаженной заготовки в направлении диаметра;
- Этап 3. Ковка обжатой заготовки с восстановлением формы и размеров исходной заготовки.

С целью повышения качества получаемой заготовки для последующей прокатки необходимо в процессе деформации набрать требуемую степень уковки. Для этого цикл обработки может быть многократно повторен, например, как известно в традиционных процессахковки – 2 или 3 раза (см. рис.1, б).

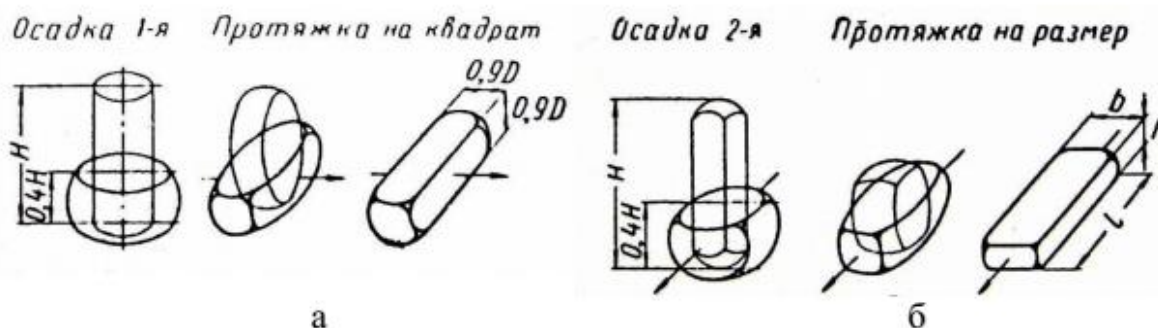


Рис.1. Технологический вариантковки однократный набор операций (а) и двойной набор операций (б)

Ковка дает возможность формировать изотропные свойства металла при значительных суммарных степенях деформации. Степень проработки литой структуры металла в кузнечно-штамповочном производстве принято характеризовать так называемой степенью уковки. На каждом этапе деформирования степень уковки  $U$  определяется относительным изменением поперечного сечения заготовки. Степень уковки всегда принимается как отношение большего сечения к меньшему. При многоэтапном деформировании суммарная степень уковки определяется как произведение частных степеней уковки:

$$Y_{\Sigma} = \prod_{i=1}^n Y_i, \quad (1)$$

где  $i$  – номер этапа деформирования;  $n$  – число этапов.

Кроме степени уковки в практикековки используется также оценка накопленной степени деформации степенью деформации сдвига [3]

$$\Lambda = \int_0^t H \cdot d\tau, \quad (2)$$

где  $H$  – интенсивность скоростей деформаций сдвига;  $\tau$  – текущее время деформирования;  $t$  – конечное время деформирования.

Функция  $\Lambda_i$  аддитивна, поэтому суммарная степень деформации при многоэтапном деформировании определяется как простая сумма  $\Lambda_i$ :

$$\Lambda_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \Lambda_i. \quad (3)$$

Допуская на каждом этапе деформацию однородной, можно ввести нижнюю оценку степени осесимметричной деформации сдвига в виде:

$$\Lambda_i = \sqrt{3} \cdot \ln Y_i.$$

Физическое моделирование процессовковки выполнено с использованием модельного материала (свинец марки С1). Полученный прессованием пруток диаметром 50 мм разрезался на мерные длины. Токарной обработкой изготавливались цилиндрические образцы диаметром 50мм и длиной 65 мм дляковки по описанной схеме.

Штамп вырезных бойков (рис.2, а) в сомкнутом состоянии образует замкнутый цилиндрический канал диаметром 50 мм и длиной 110 мм.

Моделирование процессов выполнено на испытательном гидравлическом прессе П-50 (усилием 500 кН), в специально разработанном штамповом инструменте, используемый для деформации заготовок в условиях лаборатории кафедры ОМД УрФУ. Работа выполнена под руководством профессора кафедры ОМД Буркина С.П. Экспериментальным путем определена степень деформации сдвига по трем этапамковки и суммарная степень деформации за три этапа деформации (рис.3) [4, 5].

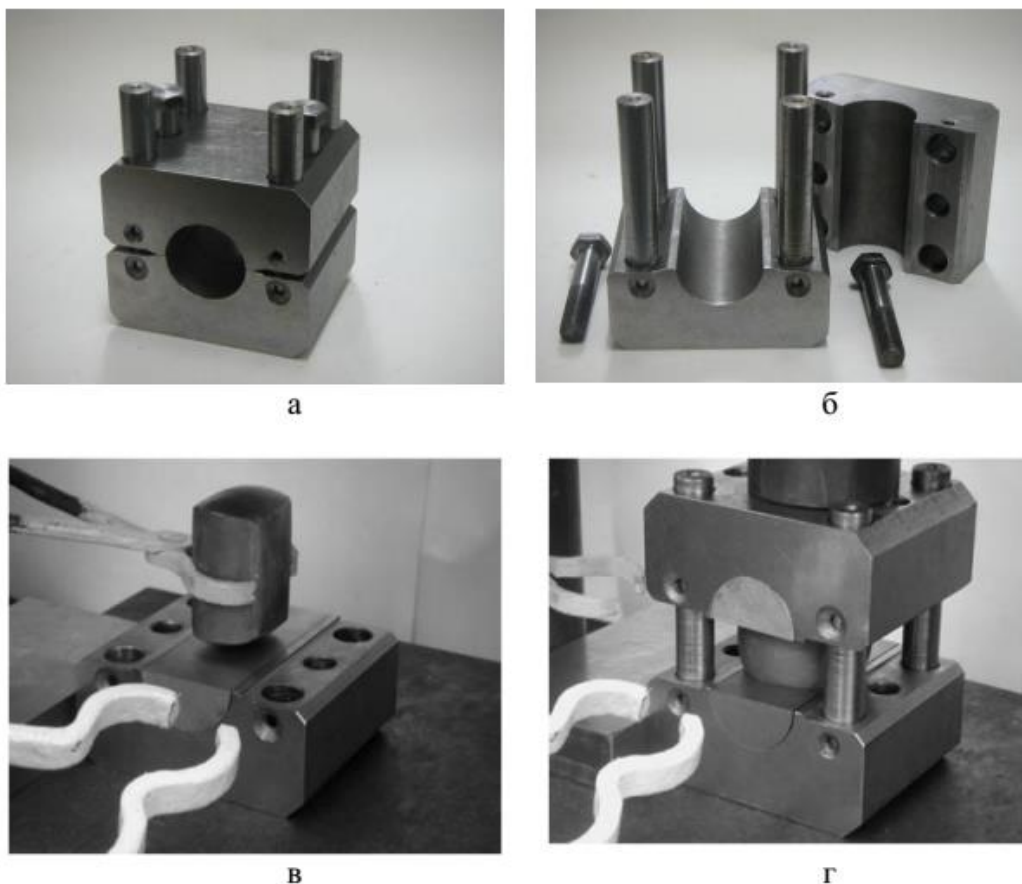


Рис.2. Штамп вырезных бойков в сборе (а) и его составные части (б), а также операции первого этапаковки: установка заготовки на плоский боек перед осадкой (в) и осесимметричная осадка заготовки (г)

В работе построена технологическая схемаковки, в которой кроме задачи получения заготовки требуемых формы и размеров представлены направления решения дополнительных задач:

- применениековки с наиболее благоприятными для повышения пластичности металла схемами напряженного состояния;
- обеспечение возможности многократного повторения цикла деформирования заготовки с восстановлением ее формы для накопления неограниченно большой суммарной степени деформации;
- сокращение продолжительности циклаковки для уменьшения промежуточных подогревов заготовки;
- упрощение по возможности транспортные и манипуляционные операцииковки.

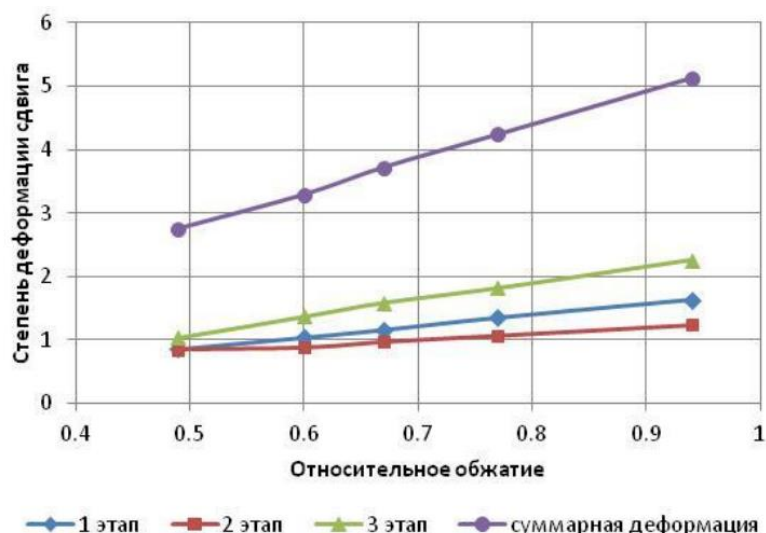


Рис.3. Степень деформации сдвига по этапамковки в зависимости от относительного обжатия заготовки на первом этапе деформации

### Выводы

Представленная технологияковки обеспечивает произвольно большую степень уковки исходной литой структуры заготовки.

Оценка деформированного состояния по изменению формы и размеров заготовки не дает возможности проанализировать распределение деформации по сечению заготовки. Также экспериментальный замер усилий или их расчет не позволяют определить напряжения внутри деформированного тела. Следовательно, необходим анализ напряженно-деформированного состояния заготовки при ковке в пакетах инженерного анализа.

### Библиографический список

1. Ковка и штамповка цветных металлов. Справочник. Н.И.Корнеев, В.М. Аржаков, Б.Г.Бармашенко и др. М.: Машиностроение, 1971. 232 с.
2. Охрименко Я.М. Технология кузнечно-штамповочного производства. М.: Машиностроение, 1976. 560 с.
3. Колмогоров В.Л. Механика обработки металлов давлением. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2001. 836 с.
4. Бабайлова А.Н., Буркин С.П. Расчет напряженно-деформированного состояния при свободной ковке // Сборник трудов XIV Международной научно-технической Уральской школы-семинара металлургов - молодых ученых Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. Екатеринбург: УрФУ, 2013. С.149-150.
5. Бабайлова А.Н., Буркин С.П. Напряженно-деформированное состояние при свободной ковке // Сборник научных трудов. Инновационные технологии в металлургии и машиностроении Екатеринбург: Изд-во УрФУ, 2014. С.203-207.



## **РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОКРАСКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*Баданова А.К. – магистрант кафедры «Стандартизация, ресторанное дело и гостиничный бизнес», Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати*

*Чернявская Н.П. - к.т.н., доцент кафедры «Стандартизация, ресторанное дело и гостиничный бизнес», Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати*

*Баданов К.И. – к.т.н., профессор кафедры «Технология текстильной промышленности и материаловедение», Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати*

Для предприятий текстильной промышленности остро встает вопрос о возможности проведения исследований для определения оптимальных условий при фиксации красителей. Это обусловлено тем, что отсутствуют модельные запарные установки на которых можно проводить исследования по влиянию различных факторов на фиксацию окраски. Кроме этого, модельные установки должны создавать условия фиксации окраски, максимально приближенные к промышленному запарному оборудованию.

В ТарГУ им. М.Х. Дулати создана запарная установка [1], которая позволяет: проводить закрепление различных красителей на текстильных материалах; менять вид теплоносителя; менять время обработки; сократить энергопотери теплоносителя. В качестве теплоносителя можно использовать насыщенный водяной пар и пары азеатропных смесей.

Устройство для паровой фиксации красителей было использовано при печатании хлопчатобумажной ткани. Состав печатной краски с кубовым красителем в пасте: краситель, глицерин, поташ, ронгалит, трагант. Нанесение рисунка на ткань проводили с помощью сетчатого шаблона. Площадь печатного рисунка составила 60% от общей поверхности образца. После печати полотно высушивали при  $t=75^{\circ}\text{C}$  в течение 20 минут. После этого образцы запаривали в предлагаемом запарном устройстве в течение 5, 10, 15, 20, 25 минут. Давление пара поддерживали постоянным по водяному манометру.

После запаривания проводили окисление кубового красителя на ткани в растворе перекиси водорода 5 г/л при  $t=20-25^{\circ}\text{C}$  в течение 5 мин. Образцы промывали в растворе смс 3-5 г/л при  $t=100^{\circ}\text{C}$  в течение 10 мин. Высушивали в термошкафе. Качество окраски определяли по колориметрическим показателям.

Колористическая оценка окраски проводилась на спектроколориметре «Спектротон». Колориметр «Спектротон» предназначен для измерения координат цветности нелюминесцирующих

прозрачных и отражающих образцов в системе x, y, z, установленной международной комиссией по освещению (МКО) для стандартного наблюдателя, при источнике света с ГОСТ 7721-76 в спектральном диапазоне 380-720 нм с числом точек выборки спектральной информации не менее 24, а также для цветовых различий, насыщенности, светлоты, цветового тона, цветовых различий по светлоте и показателей белизны. Качество печати проверяли по насыщенности и четкости контура рисунка, по белизне фона. Белизну фона оценивали в 7 точках образца на «Спектроколориметре». Полученные в работе экспериментальные данные обработаны методом математической статистики на ЭВМ.

Наиболее интенсивными выглядят образцы, запаренные в течение 10 мин. При 20 мин запаривании наблюдается расплывчатость контуров. Измерение колористических показателей S, L, T показало, что насыщенность окраски выше при 5 минутном запаривании и составляет 82,43.

Таблица 1

Насыщенность окраски (S) напечатанных образцов кубовым желтым от времени запаривания

Насыщенность окраски (S)	Время запаривания, мин				
	5	10	15	20	25
1 точка	82,51	78,50	72,57	80,46	69,74
2 точка	81,78	78,29	72,21	80,58	66,22
3 точка	83,01	78,41	67,99	80,37	70,77
Сред. арифм.	82,43	78,40	70,92	80,47	68,91
Коэфф. неров.,%	0,31	0,01	6,09	0,01	5,51
Коэфф. вар.,%	0,75	0,13	3,59	0,13	3,46

При 10 минутном запаривании насыщенность составляет 78,40. В первом случае коэффициент неровности 0,31%, а коэффициент вариации 0,75% против 0,01% и 0,13%, соответственно. При 5 минутном запаривании краситель меньше диффундирует в толщу полотна и остается на его поверхности. Это подтверждает и измерение светлоты окраски, которая составляет L=73 для 5 мин против L=75 для 10 мин запаривания. Так как краситель не продиффундировал вглубь полотна и остается на его поверхности, то он активно смывается при промывке, что неизбежно ведет к снижению интенсивности окраски. Это подтверждено экспериментально. Увеличение светлоты при запаривании напечатанных образцов происходит в интервале от 5 до 15 мин. Увеличение светлоты, вероятно, связано с тем, что краситель лучше диффундирует в толщу полотна при увеличении времени запаривания. Однако, после 15 мин запаривания наблюдается уменьшение светлоты. Это, вероятно, связано с дополнительной диффузией отдельных компонентов печатной краски в местах ее нанесения

в толщу полотна. Если краситель диффундирует с поверхности в глубинные слои субстрата, то, естественно, будет наблюдаться уменьшение насыщенности окраски на поверхности полотна. Наложение компонентов печатной краски на основную окраску при запаривании приводит к некоторому изменению тональности окраски. Так как компоненты печатной краски по молекулярной массе уступают массе красителя, то они должны быстрее и глубже проникать во внутренние слои полотна при увеличении длительности запаривания, что также подтверждается экспериментальными данными. Изменение тональности основной окраски в пределах запаривания от 5 до 25 мин составляет 2 условные единицы. Например, при 5 мин запаривания тон окраски (Т) напечатанных образцов кубовым желтым составил  $T=77,6$ , а максимальное изменение тональности при 15 мин составляет  $T=80,48$ . Данные изменения тональности не воспринимаются зрительно органами зрения человека. Во всех случаях запаривания устойчивость окраски хлопчатобумажной ткани кубовым желтым в пасте составляет 5 баллов.

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать предварительный вывод о том, что оптимальное время запаривания напечатанных образцов в предлагаемом устройстве составляет 7-12 мин. Это согласуется с литературными данными по применению кубовых и активных красителей в промышленных условиях. Таким образом, можно сделать вывод, что предлагаемое устройство позволяет воспроизвести необходимые технологические условия для диффузии красителей. Эффективное время запаривания при использовании устройства для запаривания напечатанных образцов кубовыми красителями составляет 7-12 мин, что позволяет получать высокоустойчивые окраски без ухудшения фона и контуров рисунка.

Конструкция проста в изготовлении. Может быть использована в химлабораториях красильных и печатных цехов отделочных предприятий текстильной промышленности, НИИ, вузов текстильного профиля при проведении научно-исследовательских работ по изучению влияния различных факторов на степень фиксации красителей с целью разработки оптимальных режимов обработки напечатанных и пропитанных текстильных материалов. Устройства подобной конструкции могут быть рекомендованы малым предприятиям, т.к. их изготовление доступно в условиях РМЦ.

#### **Библиографический список**

1. Баданов К.И., Кауымбаев Р.Т., Баданова Р.Р. Устройство для жидкостной обработки текстильных материалов. А.с №49741, Комитет по правам интеллектуальной собственности министерства юстиции Республики Казахстан, 2007г.

2. Мельников Б.Н. Современное состояние и перспективы развития технологии крашения текстильных материалов. -М.: 1988.
3. Химическая технология текстильных материалов: учебник для вузов / Г.Е. Кричевский, М.В. Корчагин, А.В. Сенахов. - М.: Легпромбытиздат, 1985.-640 с.

УДК 677.84:675.6

### **ЭКОЛОГИЯ И ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ КРАСИЛЬНО-ОТДЕЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*Баданова А.К. – магистрант кафедры «Стандартизация, ресторанное дело и гостиничный бизнес», Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати*

*Чернявская Н.П. - к.т.н., доцент кафедры «Стандартизация, ресторанное дело и гостиничный бизнес», Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати*

*Баданов К.И. – к.т.н., профессор кафедры «Технология текстильной промышленности и материаловедение», Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати*

Всестороннее и квалифицированное внедрение международных стандартов ИСО-9000 (качество) и ИСО-14000 (экология). является основой для построения системы эффективного управления текстильных предприятий, создает базу для выпуска широкого ассортимента экологически чистых текстильных изделий.

В отделочном производстве хлопчатобумажного производства все процессы проводятся при сравнительно высоких температурах. В связи с этим в атмосферу выделяются в основном следующие загрязняющие вещества: пыль хлопковая, зола, оксид углерода, диоксид азота, гидроксид натрия, пероксид водорода, серная кислота и другие вещества, входящие в состав рабочих растворов. В красильно-промывном цехе производится крашение ткани различными красителями (сернистыми, кубовыми, азокрасителями и другими), при этом в атмосферу выбрасываются: пыль хлопковая, гидроксид натрия, сероводород, диоксид серы, серная кислота, аммиак, уксусная кислота, диоксид азота, формальдегид и др. В печатном цехе производится нанесение рисунка на ткань, ее сушка, запаривание в зрельнике и промывка. При этом в атмосферу выделяются пыль хлопковая, гидроксид натрия, аэрозоль компонентов печатной краски, аммиак, формальдегид, уксусная кислота и другие вредные вещества. В отделочном цехе основными выделяющимися в атмосферу вредными веществами являются: формальдегид, гидроксид натрия, пыль хлопковая.

В граверном цехе производится хромирование и травление печатных валов. При этом в атмосферу выделяется оксид хрома (Ш), азотная, соляная и серная кислоты, а также гидроксид натрия.

Все вышеуказанные выделяющиеся в атмосферу в ходе технологических процессов отделки загрязняющие вещества относятся к так называемым «классическим» загрязняющим веществам согласно определению экспертов Всемирной организации здравоохранения. В частности, это взвешенные вещества, диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода [1].

Определенный вклад в загрязнение окружающей среды вносят и отделочные предприятия, увеличивая численность населения, проживающего на загрязненных территориях. Анализируя выбросы целого ряда отделочных производств, следует заметить, что они оказывают значительное влияние на окружающую среду, как по набору выбрасываемых веществ, так и по их количеству, которое колеблется в широком интервале значений в зависимости от набора цехов в производстве, их производительности, разнообразия технологических процессов беления, крашения, печатания, отделки и т.д. Например, количество выбрасываемых веществ в т/год колеблется в следующих пределах: оксида углерода - 5-300, хлопковой пыли - 3-12; гидроксида натрия - 0.5-2; диоксида азота -4-120; диоксида серы - 1-240; аммиака - 0.1-3. Число источников загрязнения на различных отделочных предприятиях достигает 150-200 единиц, причем больше всего их в отбельном цехе - до 40-90, в печатном - до 70 и отделочном - до 20-40. Характеристика некоторых источников загрязнения атмосферы хлопчатобумажного красильно-отделочного предприятия приведена в табл.1. [2].

Все вышеуказанное говорит о необходимости систематизации сведений о распределении источников загрязнения атмосферы по территории каждого отделочного предприятия, количестве и составе выбросов загрязняющих веществ. Эти данные можно получить, проводя инвентаризацию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу по действующей инструкции. Основной целью проведения инвентаризации является:

- оценка степени влияния выбросов загрязняющих веществ каждого цеха и в целом предприятия на окружающую среду (атмосферный воздух);
- установление предельно допустимых норм выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;
- оценка состояния пылегазоочистного оборудования предприятия;
- оценка экологических характеристик, используемых на предприятии технологий;
- оценка эффективности использования сырьевых ресурсов и утилизации отходов на отделочном предприятии;
- планирование воздухоохраных работ на предприятии.

Таблица 1

Характеристика загрязняющих веществ хлопчатобумажного красильно-отделочного производства

№ п/п	Наименование источника загрязнения атмосферы	Время работы источника выделения, час		Наименование загрязняющего вещества	Фактическая концентрация, $C_{\text{фак}}$ , мг/м <sup>3</sup>	Кол-во загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу	
		в сутки	в год			г/с	т/год
1	Линия мерсеризации	23	5778	NaOH	1,54	0,0075	0,157
2	Линия для отварки и беления в жгуте	15	3600	NaOH	0,6	0,002	0,026
3	Линия отварки и беления ткани	15	3600	NaOH	0,61	0,0025	0,033
				хлорная пыль	18	0,0075	0,97
4	Газоопаливающая машина (УГО-240)	15	3600	зола	60	0,132	1,7
				углерода оксид	195	0,43	5,6
				азота диоксид	31,8	0,07	0,9
5	Химстанция	15	3600	NaOH	1,5	0,01	0,1
				H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	4,5	0,024	0,31
				H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	9,25	0,05	0,64
6	Красильно-сушильное оборудование	23	5778	NaOH	0,12	0,0009	0,02
				Уксусная кислота	0,09	0,0007	0,0156
				SO <sub>2</sub>	0,96	0,0079	0,16
				Формальдегид	0,046	0,0004	0,0076
7	Красковарка	15	3600	NaOH	0,165	0,001	0,015
				NH <sub>3</sub>	0,025	0,00017	0,0022
				Формальдегид	0,127	0,00089	0,012
8	Зрельник (печатного цеха)	23	5778	Формальдегид	0,11	0,00044	0,0095
				NH <sub>3</sub>	4,11	0,0164	0,34
9	Линия заключительной отделки тканей	23	5778	Уксусная кислота	0,15	0,00047	0,0096
				NaOH	0,08	0,00025	0,0052
				Формальдегид	0,05	0,00015	0,0032

Учитывая специфику выбросов при работе красильно-отделочных производств текстильной промышленности, модернизация технологических процессов отделки текстильных материалов и эффективное управление ими является весьма актуальной задачей для дальнейшего развития текстильного кластера Казахстана. В результате внедрения новых производственных и информационных технологий, а также усиливающейся конкуренции на мировом рынке текстильная промышленность претерпела значительную реструктуризацию и

модернизацию. Элементом эффективного управления является переход работы предприятий на общемировые и общеевропейские нормы, четко оговоренные в международных стандартах серий ИСО-9000 (качество) и ИСО-14000 (экология). Всестороннее и квалифицированное внедрение этих международных стандартов является основой для построения системы эффективного управления текстильных предприятий, создает базу для выпуска широкого ассортимента экологически чистых текстильных изделий. Международный экологический стандарт ИСО-14000 – система экологического менеджмента промышленного предприятия, является наиболее значимой международной природоохранной инициативой, позволяющей сформулировать современную экологическую политику предприятия. Красильно-отделочные производства оказывают значительное негативное влияние на окружающую среду. Это связано с использованием в технологических процессах широкого ассортимента красителей, поверхностно-активных веществ, окислителей и других химических реагентов. Сброс части этих веществ в сточные воды нарушает сложившееся равновесие в водоемах, приводя к гибели населяющие их организмы. Кроме того, отделочное производство является одним из самых водо- и энергоемких производств. Уменьшение выбросов и уменьшение водо- и энергопотребления при работе красильно-отделочных производств текстильной промышленности особенно важно и своевременно в связи со вступлением Казахстана в ВТО и общей тенденции к глобализации промышленно развитых стран.

#### **Библиографический список**

1. ГОСТ 17.0.0.04-90 Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения. М., 1990.
2. Садова С.Ф., Кривцова Г.Е., Коновалова М.В. Экологические проблемы отделочного производства. Учеб. Для вузов. Под ред. С.Ф. Садовой. – М.:РИО МГТУ, 2002.- 284 с.

#### **О ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ СТЕКЛОБОЯ**

*К.Т.Барнаханова, к.т.н., доцент. Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати (Казахстан)*

*М.М.Усупов, к.т.н., доцент. Таразский государственный педагогический институт (Казахстан)*

Утилизация стеклобоя может внести заметный вклад в решение одновременно двух важнейших проблем современности – охраны окружающей среды и рационального использования сырьевых ресурсов. По данным работ [1-4], использование стеклобоя обеспечивает уменьшение объема городских отходов и снижение затрат на их

транспортировку, сокращение расхода сырья, особенно соды, для производства глазури; снижение расхода энергии; при добавлении в шихту 60% боя экономия энергии составляет 12%.

Применение нефритованных глазурей взамен фриттованных позволяет экономить природный газ, электроэнергию, сырьевые материалы, так как из технологического передела исключается ванная и барабанная стекловаренная печь для варки фритты и соответственно технологическое оборудование по подготовке сырья.

Разработка составов нефритованных глазурей для покрытия керамических изделий велась в системе  $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{Na}_2\text{O} - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ . В этой многокомпонентной силикатной системе синтезированы легкоплавкие глазури с температурой розлива  $950-1000^\circ\text{C}$  [5]. Вышеуказанная система включает составы с использованием недефицитного сырья как опоки, стеклобоя и беложгущие глины. Опоки представляют собой кристаллическую породу осадочного происхождения. Содержание высокорекреационной стекловидной кремнеземистой фазы составляет 93-95%. С целью сокращения количества опытов нами использованы методы планирования экспериментов [6]. В частности нами было применен план второго порядка Бокса-Хантера. Это позволило получить математическую модель исследуемой системы в виде уравнения регрессии при проведении только 20 опытов. В том числе было проведено 6 параллельных опытов, необходимых для оценки опытов, значимости коэффициентов уравнения регрессии и проверки адекватности математической модели.

- На основе предварительного анализ, нами выбраны следующие диапазоны изменения факторов (входов X) (см. таблицу 1).  $X_1$  - содержание стеклобоя, %;
- $X_2$  - содержание опоки;
- $X_3$  - содержание буры [ $^\circ\text{C}$ ].

Таблица 1

Диапазоны варьирования состава (входов)

Факторы	$X_1$	$X_2$	$X_3$
Нижний уровень (-1)	40	20	5
Верхний уровень(+1)	60	30	10
Нулевой уровень (0) (середина плана)	50	25	10
Интервал варьирования ( $\Delta X$ )	10	5	5
Плечо $+\alpha$ ( $\alpha = 1,682$ ) (дополнительные точки плана)	68,4	38,4	12,4
Плечо $-\alpha$ (дополнительные точки)	32,4	15,4	3,4



На втором этапе математической обработки результатов проведенных экспериментов для поиска оптимального состава асфальтобетонного изделия нами применен метод нелинейного программирования на основе т.н. квази-ньютоновского алгоритма, реализованного в системе Mathcad-14.

Дополнительно нами было проведено имитационное компьютерное моделирование с использованием полученных математических моделей. В результате этого нами получены графики зависимостей показателей температуры плавления и температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) состава изделия.

Проверка значимости по критерию Стьюдента показала, что все 11 найденных коэффициентов математической модели значимы.

Проверка по критерию Фишера [6], показало, что уравнение адекватно описывает результаты эксперимента (расчетное значение критерия Фишера равно 2,95, что меньше критического равного 5,1. Получено также значение  $R^2 = 0,9584$ , т.е. его значение достаточно близко к 1, что дополнительно подтверждает адекватность полученной математической модели.

На данном этапе математической обработки результатов проведенных экспериментов для поиска оптимального состава глазури использован метод нелинейного программирования на основе т.н. метода оптимизации Левенберга (Levenberg-Marquardt method), реализованного в системе Mathcad-14 с использованием уравнений связи в виде (1) при ограничениях на диапазоны изменения входов.

В нашем случае использованный алгоритм оптимизации показал высокую устойчивость и быструю сходимость.

Как показано выше, в результате математической обработки результатов экспериментов нами найдены математические модели вида (1), адекватно описывающие влияние состава:

на температуру плавления ( $Y_1$ ):

$$Y_1 = 908 + 13,72X_1 + 12,1X_2 - 18,9X_3 + 7,1X_3 + 3,3X_1X_2 \quad (1)$$

на ТКЛР  $Y_2$

$$Y_2 = 6,58 - 0,39X_1 - 0,15X_2 + 0,18X_3 + 0,01X_1X_2 + 0,02X_1X_3 + 0,03X_2X_3$$

Для математической модели (1) определены значения состава, обеспечивающие экстремальные (максимальные и минимальные) значения температуры розлива. Трехмерный график функции  $Y_1$   $Y_2$  при фиксированном значении  $X_2$  приведен на рис. 1, 2

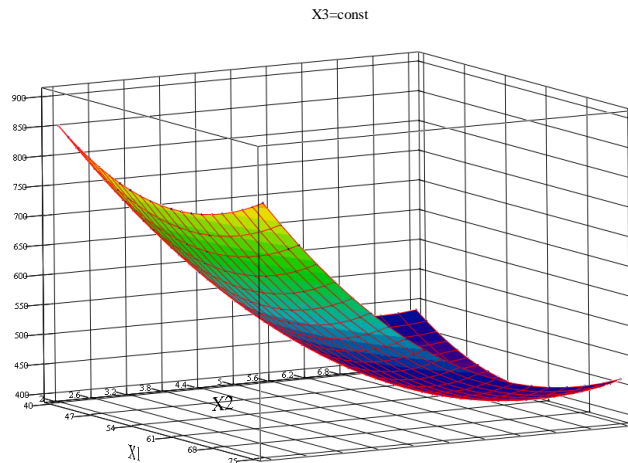


Рис.1. Трехмерный график функции  $Y_1$  при фиксированном значении  $X_3$

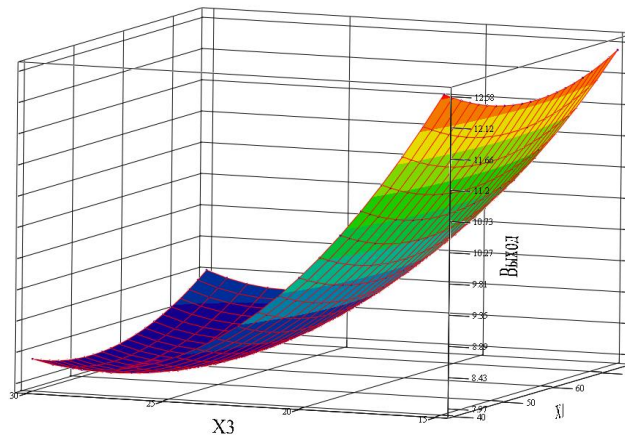


Рис. 2. Трехмерный график функции  $Y_2$  при фиксированном значении  $X_2$

Таким образом, эти результаты хорошо согласуются с проведенными экспериментальными исследованиями и могут быть рекомендованы в качестве оптимального состава.

#### **Библиографический список**

1. Августинник В.З. Керамика. //Санкт - Петербург: Россия, 1975, 594с.
2. Шапиро С.Д. и др. Использование обратного стекольного боя при варке сортовых стекол. // Эксп.-инф. ВНИИЭСМ, сер. 11, вып.7, 1983.
3. Саркисов П.Д. Физико-химические свойства стекол на основе стекольного боя. // Эксп.-инф. ВНИИЭСМ, сер. 11, вып.10, 1983.
4. Использование покумного стекольного боя в производстве стекла. // Эксп.-инф. ВНИИЭСМ, сер. 11, вып.1, 1983.

5. Альперович И.А. Лицевой кирпич объемного окрашивания на основе карбонатной глины / И.А. Альперович, Н.Г. Перадзе // Пр-сть керамических стеновых материалов и пористых заполнителей. Сер. 4. Экспресс–обзор. – М.: ВНИИЭСМ, 1990.– Вып.2.– С. 20-23.
6. Обухова Г.Б. Рыщенко М.И. Смачивание керамики различного состава расплавом глазури. // Стекло и керамика, 1984, №3.

## ПОЛУЧЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ФОСФАТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

*К.С.Мурзабаева, С.А.Сейткасымова, С.И.Еспанов,  
кафедра «Архитектура и строительное производство».*

*Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати (Казахстан)*

Применение покрытий на основе фосфатных соединений – эффективное средство предохранения изделий от влияния атмосферных осадков, загрязнений, увеличения водопроницаемости, а также улучшения декоративных качеств фасадной облицовки зданий.

В качестве декоративных покрытий использовались глазури, ангобы, минеральная крошка и композиционные покрытия. Окрашивание прозрачной глазури достигается вводом в ее состав красящих оксидов или их солей, растворяющихся в глазурном расплаве, или вводом огнеупорных красящих веществ в тонкодисперсном состоянии, равномерно распределяющихся в массе глазури. Вспенивание глазури возможно только при условии ее достаточной вязкости. С этой целью в глазурь вводят 3...6%  $Al_2O_2$  или 5%  $Al_2O_3$  с 8...15% силиката циркония (массовая доля компонентов, %). Для изделий декоративного назначения использует пенистую глазурь.

Матовость глазури достигается за счет изменения ее состава, например, увеличением содержания одного из оксидов или соответствующей обработкой: недожогом, образованием мельчайших пузырьков  $CO_2$  при разложении карбонатов, кристаллизацией прозрачной глазури при охлаждении. На получение матовой поверхности оказывает влияние скорость охлаждения и температура печи.

Получение кристаллических глазурей высокого качества возможно за счет: строгого контролирования режима обжига, а именно выдержки (1...2 ч) при максимальной температуре, регулирования скорости нагрева и охлаждения изделий, изменения газовой среды во время обжига изделий; кроме того, пресыщения глазурного расплава оксидами, способными при охлаждении (переохлаждении) создавать центры кристаллизации, изменением вязкости глазури (снижения) в направлении, способствующем появлению зародышей кристаллов; увеличением толщины слоя глазури примерно до 2 мм. Металлизация глазури достигалась за счет

восстановления металла оксидов (меди, никель, кобальта и др.) до металлического состояния созданием восстановительной среды при соответствующих температурах обжига изделий. Вводимые в состав глазури оксиды влияют на ее важнейшие физико-технические свойства.

Химический состав глазури определяет ее вязкость, температурный коэффициент линейного расширения и качество покрытия. С понижением вязкости связано большее растворение черепка, что может привести к повторному загустению глазури или к ее стеканию с черепка и растрескиванию. Поэтому технологи завода, изменяя химический состав, регулируют свойства глазури и качество глазурного покрытия. Так, при замене оксидов щелочно-земельных металлов в блестящих глазурях на оксид цинка понижается температура фриттования глазури и усиливается ее блеск.

Активные плавни, такие как оксиды калия, натрия, лития способствует понижению температуры розлива глазури, растворению других оксидов. Ввод волластонита частично заменяют полевым шпатом, устраняет дефекты (наколы), увеличивает блеск, удлиняет интервал плавления.

В результате замены полевого шпата гранитным отсевом, не требующим предварительного обжига, достигнута экономия электроэнергии и топлива за счет сокращения времени помола почти в 3 раза и снижение на 50°C температуры розлива глазури при одновременном улучшении ее декоративных свойств.

Замена в шихте глазури боя беложгущегося черепка на 2...5% глинозема способствовало повышению белизны изделий на 2...3%.

С этой же целью увеличивали содержание буры до 15% и соды или мела до 5%, в результате температура розлива глазури была снижена до 900...950°C. При вводе 15% доломита (сверх 100%) на базе прозрачных глазури получают глазурь белого цвета с температурой розлива 940...1050°C. Для замены буры и борной кислоты в глазурях используют борат кальция, гидроборатовый концентрат, данбурит, датолит и др.

Оксид кальция придает глазури прочность и блеск. При его содержании свыше 18% глазурь кристаллизуется. Качество глазури зависит не только от содержания в ней двуокиси циркона, но и от соотношения других оксидов ( $B_2O_3+Na_2O+K_2O$ ,  $SiO_2$  и  $Al_2O_3$ ). Поэтому как основной плавень фритты вводят  $B_2O_3$  в виде буры или гидроборатов при общем содержании щелочных оксидов 4...7%. Цирконовые глазури склонны к образованию наколов тем больше, чем ниже ее вязкость и поверхностное натяжение при температуре розлива. Повышения вязкости и поверхностного натяжения при разливе, а также снижение температуры обжига устраняют этот дефект глазури. Применение цирконовой глазури (вместо стронциевой) улучшает внешний вид изделий, повышает белизну, улучшает блеск, устраняет матовость.

Глазури темных цветов (черный, темно-коричневый, вишневый) могут быть получены на основе андезита с минимальным вводом красящих оксидов ( $\text{Co}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и др.). Соединения фосфора в процессе обжига реагирует с материалом черепка, образуя легкоплавкое стекло. С гексаметофосфатом натрия на основе местных глин были получены глазури коричневого, красного, зеленого и черного цветов. Высокой эластичностью и способностью к сопротивлению материала тепловым ударам обладает фосфатные полимерные пленки.

Роль связующего в материале декоративного слоя выполняют соли ортофосфорной кислоты, которые образуют при химическом взаимодействии с алюмосиликатными заполнителями или красящими компонентами.

В качестве фосфор содержащего компонента использован гексаметафосфат натрия, технический полифосфат натрия, глина Ленгерского место рождения, каолин и другие материалы (таблица 1).

Таблица 1

Глазури для лицевого кирпича

Компонент	Массовые доли компонентов, % для составов глазурей шифра				
	117-16 к	117-16 к1	117-20	6-С-1	7-С
Глина, ВС-1	21,1	21,1	50,0	20,0	11,67
Каолин	28,9	28,9	-	29,57	41,66
Отсев (песок) гранитный	14,1	14,1	4,0	-	-
Натрия полифосфат технический	35,9	35,9	46,0	38,26	36,6
Стеклобой (отход производства цветного стекла):					
с сульфидом кадмия	-	-	-	12,70	-
с кобальтом	-	-	-	-	10,60
Сверх 100% красители:					
№ 207	12	-	-	-	-
ВК 31	-	3	-	-	-
железный сурик	-	-	4,5	-	-
Цвет глазури	Коричневый	Сиреневый	Коричневый	Бежевый	

Разработанные новые виды покрытий для лицевого кирпича, полуфриттованные глазури, позволяют получать как блестящие, так и матовые покрытия.

Облицовка зданий изделиями, имеющими матовые покрытия, снижает светоотражение от их поверхности. Кроме того, применение матовых глазурей позволяет существенно сократить расход глазури на 1000 шт. условного кирпича в 2...2,5 раза.

#### **Библиографический список**

1. Абдрахимов, В.З. Свойства и фазовый состав облицовочных плиток с использованием отходов производства и волластонита // Изв. вузов. Строительство и архитектура. – 1991. – № 4. – С. 62-65.
2. Дегтярь Е.И. Использование волластонитсодержащих масс в производстве облицовочных плиток: Сборник / Волластонит.–М.: НИИСтрой–керамики –1982.–С.93-96.
3. А.с. 717006 СССР, МКИ С 04 В 33/00. Керамическая масса для изготовления облицовочных плиток/М.И.Рыщенко, Л.М.Салтевская, Г.В.Лисачук, Е.М.Аксенова, Б.Г.Тищенко/ СССР №2510405/29–33. Заяв. 25.07.77. Оpubл. 1980.Бюл.№7.

### **К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА**

*К.Т.Барнаханова, к.т.н., доцент. Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати (Казахстан)*

*М.М.Усупов, к.т.н., доцент. Таразский государственный педагогический институт (Казахстан)*

В промышленности строительных материалов особо важное значение придается использованию вторичного сырья, а также попутно добываемого сырья и отходов производства. Применение вторичных сырьевых ресурсов и отходов производства, совершенствование технологии их переработки позволяет существенно расширить ресурсы промышленности, создать дополнительные резервы экономии материальных и трудовых затрат, а также снизить издержки производства.

Таковыми отходами являются хромсодержащие осадки, образующиеся при реагентной очистке сточных вод гальванического производства машиностроительных заводов.

Обычно стекла окрашивают в зеленый цвет путем введения в шихту оксидов хрома или хроматов и дихроматов. Известно, что хроматы и дихроматы растворяются в силикатных стеклах лучше, чем синтетический оксид хрома, поэтому для окрашивания стекол используют в основном

дихромат натрия или калия. Однако все эти красители выпускаются промышленностью в ограниченном количестве.

Дешевым недефицитным сырьем для введения в стекло оксида хрома является хромитовая руда. Однако установлено, что при температуре 1400—1450°С она растворяется в стеклах не полностью. В связи с этим ее применение для окрашивания стекол, используемых в производстве стеклокремнезита, считали нецелесообразным.

В результате совместных разработок Ленинского стекольного завода и ГИСа установлена возможность применения хромсодержащих отходов (ХСО) в качестве красителей при производстве декоративно-лицевого материала, названного стеклохромозит [1].

ХСО (хромсодержащие сточные оксиды) машиностроительного завода содержат соли и гидроксиды (см. таблицу). Для синтеза в лабораторных условиях были подобраны составы стекол, применяемые на Ленинском заводе в производстве стекломозаики, стекло-мрамор и стеклоблоков. Стекла имеют следующий состав (%): 70 SiO<sub>2</sub>, 16 Na<sub>2</sub>O, 2,1 CaO, 7,0 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 4,5 F. ХСО вводили в количестве от 0,5 до 20% (сверх 100%). Лабораторные варки стекол проводили в газовой тигельной печи при 1480°С в корундовых тиглях. Для получения стеклогранулята сваренное стекло выливали в специальную емкость.

Содержание, ХСО, %	Цвет стекла
0.5	Белый с зеленым оттенком
1	Светло-зеленый
3	То же
5	Зеленый
7	То же
10	Темно-зеленый
15	Зеленый с черным оттенком
20	С черной пленкой

Керамические пигменты кордиеритового типа обладают высокими цветовыми показателями и устойчивой окраской. В природных кордиеритах, являющихся сложными твердыми растворами, наблюдается ограниченный изоморфизм между Mg<sup>2+</sup> ↔ Mn<sup>2+</sup>, который определяет свойства минерала. Пигменты системы MgO—MnO—Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—SiO<sub>2</sub> представляют интерес в связи с флюсующим действием Mn<sup>2+</sup> в алюмосиликатах и способностью окрашивать их в розовые, малиновые и красные тона [2].

Были синтезированы Mn-содержащие пигменты состава кордиерита, установлена их кристаллическая структура, исследованы цветовые характеристики и возможность использования в керамических красках. В основу работы положен структурный подход к синтезу и классификации

керамических пигментов, разработанный профессором С. Г. Тумановым [3].

Состав шихты пигментов рассчитывали исходя из формулы кордиерита  $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ , в котором MgO последовательно в эквимолекулярных количествах замещали MnO. В качестве исходных сырьевых материалов использовали MgO марки ч. (ГОСТ 4526—74),  $\text{MnO}_2$  ч. (ГОСТ 4770—73),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ч. (ГОСТ 6912—74),  $\text{SiO}_2$  ч. (ГОСТ 9428—73).

Шихту пигментов готовили по общепринятой методике и обжигали в заводских газовых печах при 1300—1320°C. В работу приводятся составы и цветовые характеристики (доминирующая длина волны X, нм; чистота цвета P, %; яркость B, %) синтезированных пигментов.

По визуальной оценке в окраске пигментов преобладают постельные тона от розовато-бежевого до бежевого с коричневым оттенком. Кривые спектрального отражения пигментов получены на автоматическом спектрофотометре.

Для получения розовых глазурей в производстве керамических санитарных изделий используют высокотемпературные железцирконовые пигменты, синтезируемые при 800-1100°C, с добавками различных минерализаторов [4-6]. Природе окраски получающегося продукта в имеющейся литературе уделено мало внимания. Существуют лишь краткие и не подтвержденные измерениями указания на вхождение железа в кристаллическую решетку циркона, которое, как предполагают, и обуславливает окрашивание этого минерала преимущественно в кирпично-красные тона (длинноволновая часть спектра).

Исследовали пигмент, состав шихты которого укладывается в следующие пределы (массовое содержание, %): 35—80  $\text{ZrO}_2$ , 10—55  $\text{SiO}_2$ , 2,5—25  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . В качестве сырьевых компонентов использовали диоксид циркония (бадделейт), кварц и трехвалентный оксид железа в сиформе (гематит). Минерализаторами служили  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ , NaF,  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  и  $\text{NaN}_3$ . Обжиг проводили при 800—900°C с выдержкой 4 ч при максимальной температуре.

Полученный рыхлый продукт слегка растирали в ступке и кипятили в 10%-ной HCl для удаления железа, не вошедшего в реакцию. После полного удаления растворимого железа пигмент отмывали, высушивали и подвергали комплексному исследованию.

Пигмент представлен в основном дипирамидальными кристаллами циркона с четкими вершинами и ровными гранями. На гранях некоторых кристаллов, однако, видны причудливые по форме каверны, проникающие на большую глубину.



### **Библиографический список**

1. Дегтярь Е.И. Использование волластонитсодержащих масс в производстве облицовочных плиток: Сборник / Волластонит.–М.: НИИСтрой–керамики –1982.–С.93-96.
2. Mucci, L. Keramik–wie Grarrit // Ceramic Forum International–1989.–Vol.66.–№ 11/12.–Р.530-531.
3. Туманов С.Г. Новые пути синтеза и классификация керамических пигментов. // Стекло и керамика -1967-№6.-С.36-38.
4. Долгорев А.В. Вторичные сырьевые ресурсы в производстве строительных материалов // Справочное пособие. – М.: Стройиздат, 1990 – 456 с.
5. А.с. 717006 СССР, МКИ С 04 В 33/00. Керамическая масса для изготовления облицовочных плиток/М.И.Рыщенко, Л.М.Салтевская, Г.В.Лисачук, Е.М.Аксенова, Б.Г.Тищенко/ СССР №2510405/29–33. Заяв. 25.07.77. Оpubл. 1980. Бюл.№7.
6. Кингери У.Д. Введение в керамику. – М.: Мир. 1964, 535 с.

### **О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПИГМЕНТОВ И ПОКРЫТИЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ**

*К.С.Мурзабаева, С.А.Сейткасымова, С.И.Еспанов,  
кафедра «Архитектура и строительное производство».*

*Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати (Казахстан)*

Высокие требования к физико-химическим, механическим, декоративным свойствам керамических изделий обуславливают разработку керамических покрытий и пигментов, обеспечивающих изготовление конкурентоспособной продукции.

Керамические покрытия и пигменты являются наиболее дорогостоящим сырьем в производстве фарфора, керамогранита, керамических облицовочных плиток. Керамических пигментов (КП) получают на основе химически чистых соединений при достаточно высоких температурах. Это позволяет получить материал с хорошими хромофорными свойствами устойчивые к агрессивным и температурным воздействиям [1].

В настоящее время в РК производство керамических пигментов (КП) не налажено, они завозятся из ближнего зарубежья. В этой связи встает вопрос поиска новых доступных сырьевых материалов и технологии получения керамических пигментов (КП) включая природное и техногенное минеральное сырье.

Таблица 1

## Химические составы сырья. Хромсодержащие отходы

Материал	Массовое содержание, %									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Mgo	Na <sub>2</sub> O	MnO	CaO	MoO
Марганцевая руда	6,49	1,11	0,2	2,35	42,46	0,18	0,1	0,02	0,07	0,02
Отработанный алюмокобальт молибденовый катализатор	8,9	67,7	0,03	1,61	0,68	0,12	7,15	42,4	3,19	
Волластонитовый концентрат ВК-70	53,3	2,27	0,1	1,3	38,6	0,12	0,1	2,14		

Основным условием при разработке шихтовых состав и изготовление различных по цвету покрытий и пигментов является выбор оптимальных технологических параметров для получения материала с необходимыми физико-химическими характеристиками.

Были разработаны ряд шихтовых составов розового цвета, содержащие марганцевую руду, волластонитовый концентрат. Для приготовления черного пигмента рекомендуются смеси содержащие оксиды железа и хрома. В состав смеси для получения черного пигмента могут вводиться также оксиды марганца, хромистый железняк [2].

В качестве основных исходных компонентов могут быть использованы марганцевая руда, волластонит, хромсодержащие отходы (табл.2).

Таблица 2

## Хромсодержащие отходы

Вид осадка	Массовое содержание, %							
	Cr(OH) <sub>3</sub>	Ca (OH) <sub>2</sub>	Al (OH) <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub>	CaSO <sub>4</sub>	нерастворимого осадка	влаги
№ 1	3,8	14,6	4,3	1,5	6,4	3,3	1,2	65
№ 2	6,8	15,4	18,9	5,8	10,0	16,9	1,6	24,3

Количественное соотношение компонентов шихты подобрано экспериментальным путем (табл.3).

Шихтовый состав керамических пигментов.

Наименование материала	Массовое содержание			
	1	2	3	4
85	90	78	63	
13	8	20	20	
2,0	2,0	2,0	2,0	
-	-	10	15	
Цвет	розовый	розовый	черный	черный

Пигменты готовили следующим образом:

-составные компоненты шихты измельчают совместно мокрым помолом обеспечивающем прохождение через сито 0063 с остатком не более 0,5%, сушат при температуре 120 °С, обжигают при температуре 1200 °С с выдержкой 1 час, затем полученный спек перемалывают до тонины обеспечивающее прохождение через сито 10 000 отв/см<sup>2</sup> [3].

Для объемного окрашивания керамических изделий, например керамогранита пигмент вводят в количестве 10-12 %.

Таким образом, использование в качестве красителей стекол хромсодержащих отходов гальванического производства позволяет экономить дорогостоящий и дефицитный краситель - хромпик, а также в определенной степени решить проблему утилизации хромсодержащих осадков машиностроительных заводов.

#### Библиографический список

1. Гальперина, М.К. Керамические плитки из сырья Казахстана / М.К. Гальперина, М.П. Тарантул // Стекло и керамика.–1991.– № 12.– С. 22-23.
2. Долгорев А.В. Вторичные сырьевые ресурсы в производстве строительных материалов // Справочное пособие. – М.: Стройиздат, 1990 – 456с.
3. Пищ И.В., Масленникова Г.Н. Керамические пигменты. Минск 2005 С.235.

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТЕКЛОБОЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*К.Т.Барнаханова, к.т.н., доцент. Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати (Казахстан)*

*М.М.Усупов, к.т.н., доцент. Таразский государственный педагогический институт (Казахстан)*

Практический интерес представляют использование стеклобоя для получения различных стеновых и керамических облицовочных материалов. С использованием стеклобоя возникает необходимость его

обработки и сортировки, очистки стеклобоя от балластных нестекольных включений-железных и алюминиевых пробок, фольги, деревянной стружки и др. материалов.

Работы, проведенные по использованию стеклобоя в производстве строительных материалов, можно разделить на две группы:

-исследования по использованию стеклобоя в стекловарении для производства бесцветного, цветного, глушеного стекол, сортовой посуды и др.;

-исследования по применению стеклобоя в качестве компонента для получения различных строительных стекломатериалов.

Вопросу утилизации стеклобоя уделяется большое внимание за рубежом. По литературным данным, в Великобритании организовано несколько специализированных центров по обработке и очистке стеклобоя [1]. Австрийской фирмой “Bindez-CO” создана установка для подготовки стеклобоя [2].

Во Франции имеется 10 действующих линий по обработке стеклобоя, каждая из них обрабатывает за месяц 1-2,5 тыс.т. боя. Для более оперативной переработки стеклобоя в стране создана установка, смонтированная на автомобиле, измельчение стеклобоя в которой происходит при движении автомобиля от пункта обора стекла к стеклозаводам [3].

Исследованы также возможности синтеза цветных стекол на основе одного стеклобоя. Путем введения в стеклобой различных красителей показана возможность получения стекол широкой гаммы цветов при 100%-ном использовании стеклобоя. Полученные стекла рекомендуются для использования в качестве накладных при изготовлении различных изделий и при разработке новых декоративных материалов [4].

В ФРГ утилизация отходов стекла осуществляется в основном путем увеличения количества возвратного боя в производстве стекла вообще (до 40-60%) и в частности для производства зеленой тары (90-100%).

По данным работ [5,6], использование стеклобоя обеспечивает уменьшение объема городских отходов и снижение затрат на их транспортировку, сокращение расхода сырья, особенно соды, для производства стекла; снижение расхода энергии при варке стекла; при добавлении в шихту 60% боя экономия энергии составляет 12%.

Стекольная промышленность США развивается в условиях дефицита энергии, а также при ужесточении требований к охране окружающей среды. В этих условиях, наряду с полной автоматизацией производства, намечается довести количество обратного боя до 80% и более [7].

Отмечается, что при этом качество стекла не ухудшается, резко сокращается расход на газоочистку, и что очень важно, сокращается расход энергии на варку стекла (на 20% при введении в шихту до 80% стеклобоя).

Значительный интерес представляют результаты исследований по использованию стеклобоя в качестве компонента смеси для производства строительных материалов различного назначения-отделочных, облицовочных, теплоизоляционных, для дорожного строительства и др.

Ленинским стекольным заводом совместно с МХТИ им. Менделеева проведены исследования по получению отделочного материала стекло кремнезита с применением стеклобоя. Для этого стеклобоя очищается от различных включений, измельчается. Смесь боя используется с кварцевым песком для получения нижнего слоя. Содержание песка в сырьевой смеси – 20%, стеклобоя 80%. [8].

Там же, на основе отходов цветных стекол различных видов и обработки (бой, крошка) разработан декоративно-облицовочной материал-пенокремнезит.

Материал получается в керамических или металлических разъемных формах на вагонетках в туннельной печи. В форму засыпают сначала тонкий слой песка, а затем засыпается цветное стекло, в виде гранулята в качестве декоративного слоя. После материал подвергается термообработке с нагревом до 900<sup>0</sup>С, спекается и охлаждается по заданному режиму.

В Минском научно-исследовательском институте строительных материалов разработано новое декоративно-облицовочное пеностекло на основе отходов стекла-пеностекло. На Домановском комбинате строительных материалов действует цех по производству пеностекла производительностью 35 тыс.м<sup>2</sup> в год [9].

В этом же институте разработана технология получения гранулированного пеностекла насыпной плотностью менее 150 кг/м<sup>3</sup>. Аналогичный материал разработан МИСИ им.В.В.Куйбышева из стеклобоя. На Лихоборском заводе теплоизоляционных и отделочных материалов выпущена опытная партия гранулированного пеностекла из стеклобоя, которое по своим свойствам отвечает требованиям промышленности [10].

После термообработки плиты обрезают по граням. Полученный материал представляет собой непрозрачные изделия с огненно-полированной поверхностью, размером сторон до 4000 мм при толщине 10мм. С тыльной стороны плит вплавлен кварцевый песок, что обеспечивает надежное их сцепление со строительным раствором.

Поверхность плит может иметь разнообразную цветовую окраску или имитировать рисунок шлифованных отделочных материалов из натурального камня.

Натурными исследованиями установлена пригодность разработанного материала для наружной и внутренней облицовки стен промышленных и гражданских зданий и сооружений.

С использованием вторичного стеклобоя разработан облицовочный материал стеклокристаллит; количество стеклобоя в шихте составляют около 40%, остальное – кварцевый песок, известняк, седа, разные отходы [11].

По комплексу свойств полученный щебень может быть рекомендован для использования в верхних слоях дорожных покрытий на участках, где необходима повышенная безопасность движения. Экономический эффект от использования щебня на основе стеклобоя определяется уменьшением количества привозного щебня, освобождением транспорта, уменьшением загрязнения местности, увеличением срока службы дорожного покрытия и с оставляет около 1000 руб. на 1км дорожного покрытия [12].

О возможности использования стеклобоя при устройстве дорожных покрытий и производство строительных материалов говорится и в работе [13], указывается на два основных преимущества нового материала перед асфальтом: наличие стекла в смеси способствует сохранение теплоты и позволяет приготовить смесь при более низкой температуре. За счет отражения света от фар автомобиля, глас асфальт легко видим ночью, что важно для безопасности движения.

Одним из направлений расширения использования стекольных отходов является разработка состава сырых глазурей для керамических изделий, использование которых позволяет сократить расход сырьевых материалов до 30%, а топлива и электроэнергии до 25% [14].

Анализ работ, проведенных в и за рубежом, свидетельствует о том, что утилизация стеклобоя является общей проблемой, обусловленной накоплением большого количества бои по производству и потреблению различных видов стекла, а также по снижению спроса на стеклотару.

### **Библиографический список**

1. Августинник В.З. Керамика. //Санкт - Петербург: Россия, 1975, 594с.
2. Шапиро С.Д. и др. Использование обратного стекольного боя при варке сортовых стекол. // Эксп.-инф. ВНИИЭСМ, сер. 11, вып.7, 1983.
3. Саркисов П.Д. Физико-химические свойства стекол на основе стекольного боя. // Эксп.-инф. ВНИИЭСМ, сер. 11, вып.10, 1983.
4. Использование покумного стекольного боя в производстве стекла. // Эксп.-инф. ВНИИЭСМ, сер. 11, вып.1, 1983.
5. Использование стеклобоя за рубежом. // Эксп.-инф. ВНИИЭСМ, сер. 11, вып.10, 1983.
6. Использование стеклобоя при производстве тарного стекла в ФРГ. // Эксп.-инф. ВНИИЭСМ, сер. 11, вып.1, 1983.
7. Будущее стеклотарной промышленности США. // Научн.-техн. реф. сб., Эксп.-инф. ВНИИЭСМ, сер. 9, вып.5, 1982.

8. Кисиленко Н.Г. и др. Утилизация стеклобоя. // Эксп.-инф. ВНИИЭСМ, сер. 11, вып.10, 1983.

9. Саркисов П.Д. и др. Цветные стекла на основе покупного стеклобоя. // Эксп.-инф. ВНИИЭСМ, сер. 11, вып.2, 1985.

10. Алехин Ю.А., Анурова Е.Н., Матвеев Г.М., Найдус Г.Г. Использование отходов промышленности в производстве стекла. // Стекло и керамика, 1983, №3.

11. Мелкопя Р.Г. и др. Стеклокремнезит на основе покупного стеклобоя. // Эксп.-инф. ВНИИЭСМ, сер. 11, вып.2, 1985.

12. Мелкопя Р.Г. и др. Декоративно-облицовочный материал-пенкремнезит. // Промышленность стройматериалов Москвы, 1985, №5.

13. Кисиленко Н.Г. Использование стеклобоя при производстве новых строительных материалов. // Эксп.-инф. ВНИИЭСМ, сер. 11, вып.8, 1983.

14. Демидович Б.К., Пилецкий В.И., Иоце С.С. Производство облицовочных и теплоизоляционных материалов из отходов стекла. // Эксп.-инф., сер. 11, вып.2, 1985, с.12-14.

## **ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДЛАГАЕМОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

*К.Т.Барнаханова, к.т.н., доцент. Таразский государственный  
университет имени М.Х. Дулати (Казахстан)*

*М.М.Усупов, к.т.н., доцент. Таразский государственный педагогический  
институт (Казахстан)*

Для обеспечения экологизации среды и экологизации кожевенного производства наиболее приоритетными направлениями являются такие как обновление материалов и технологии их получения, использование экологически безопасных и безотходных технологий.

Экологическая безопасность - совокупность действий, состояний и процессов, прямо или косвенно не приводящих жизненно важным ущербам, наносимым природной среде и человеку [1].

Обеспечение экологической безопасности изделий из кожи, имеют две основные составляющие: первая – воздействие самих кожевенных материалов на экологию человека, и вторая – воздействие на окружающую среду самого кожевенного производства.

При решении первой задачи необходимо соответствие Техническому регламенту «Требования к безопасности продукции легкой промышленности», то есть безопасность кожгалантерейных изделий, в котором установлены требования, обеспечивающие их химическую и биологическую безопасность для жизни или здоровья потребителя [2].

В настоящее время в соответствии с решением ЕЭК ООН и «Декларацией о малоотходной и безотходной технологии и использовании

отходов» термин «безотходная технология» трактуется следующим образом: «Безотходная технология есть практическое применение знаний, методов и средств с тем, чтобы в рамках потребностей человека обеспечить наиболее рациональное использование природных ресурсов и энергии и защитить окружающую среду» [3].

Основным принципом безотходной технологии является организация технологических циклов с максимальным извлечением и использованием всех компонентов исходного сырья при минимальном объеме всех видов образующихся отходов и выбросов [4].

С целью практической реализации основных принципов экологической безопасности необходимо произвести численную оценку воздействия предлагаемых технологий на окружающую среду. Решение данной задачи можно получить с позиции технико-экологической и эколого-экономической оценок технологий [5,6].

Для расчетов технико-экологических и эколого-экономических показателей технологического цикла используется материальный баланс производства перчаточной-галантерейной кожи, представленный на рисунке  $M_{o.c.} + M_{в.с}$

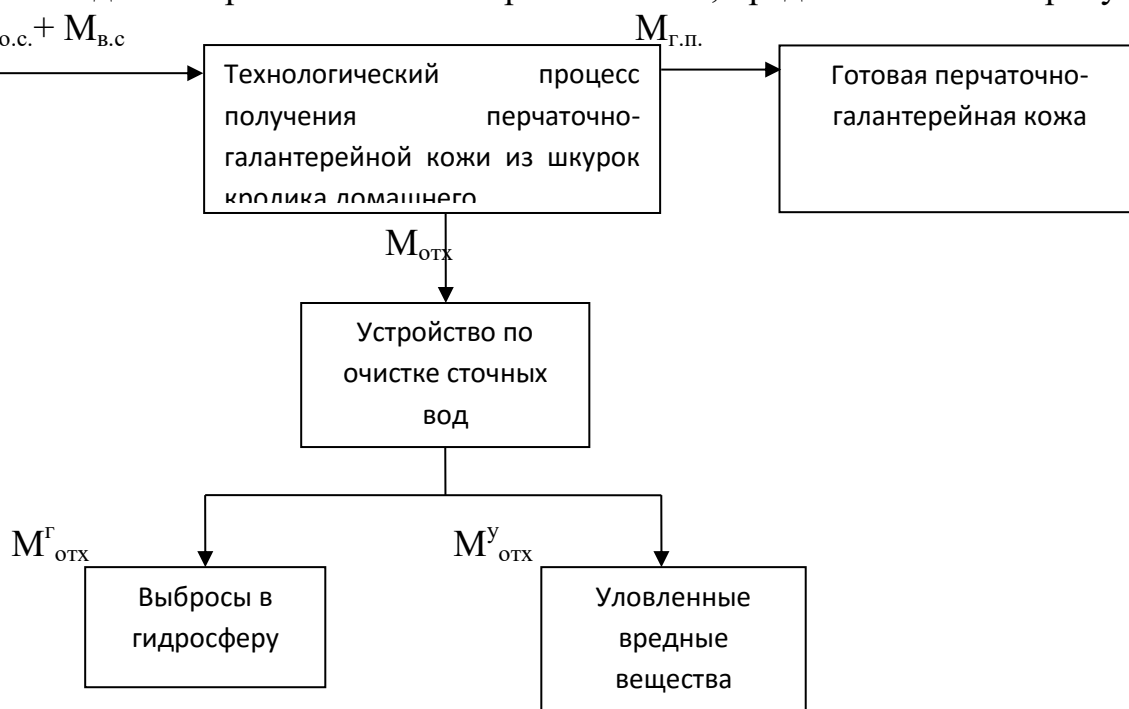


Рис.1. Схема технологического процесса получения перчаточной-галантерейной кожи

С позиции техники и технологии защиты окружающей среды материальный баланс производства перчаточной-галантерейной кожи имеет следующий вид:

$$M_{o.c.} + M_{в.с.} = M_{г.п.} + M_{отх} \quad (1)$$



$$M_{\text{отх}} = M_{\text{отх}}^y + M_{\text{отх}}^r \quad (2)$$

где  $M_{\text{o.c.}}$  и  $M_{\text{в.с.}}$  соответственно масса основного и вспомогательного сырья и материалов;  $M_{\text{г.п}}$  – масса готовой продукции;  $M_{\text{отх}}$  – общая масса отходов;  $M_{\text{отх}}^y$  – масса уловленных отходов;  $M_{\text{отх}}^r$  – масса отведенных отходов в гидросферу.

Уравнение (1) с учетом коэффициентов улавливания устройств очистки сточных вод:

$$M_{\text{o.c.}} + M_{\text{в.с.}} = M_{\text{г.п.}} + M_{\text{отх}}^r (1 - \zeta_r) + \zeta_r M_{\text{отх}}^r \quad (3)$$

Для оценки воздействия технологии производства перчаточного галантерейного производства на окружающую среду вводится коэффициент  $K_{\text{воз}}$ , который определяется согласно:

$$K_{\text{воз}} = \frac{M_{\text{ндз}}}{M_{\text{отх}}^r} \quad (4)$$

где  $M_{\text{ндз}}$  – масса нормированного предельно-допустимого значения вредных веществ, отведенных в гидросферу.

Для количественной оценки работы технологии переработки отходов перчаточного галантерейного производства вводят следующие коэффициенты:

$$K_{\text{пм}} = \frac{G_{\text{ф}}}{G_{\text{п}}} \quad (5)$$

$$K_{\text{см}} = \frac{M_{\text{с.п.}}}{M_{\text{o.c.}} + M_{\text{в.с.}}} \quad (6)$$

где  $K_{\text{пм}}$  – коэффициент использования производственных мощностей;

$K_{\text{см}}$  – коэффициент использования сырьевых материалов;

$G_{\text{ф}}, G_{\text{п}}$  – соответственно фактическая и проектная мощность производственного цикла.

Технико-экологический коэффициент, характеризующий уровень рационального функционирования технологического процесса имеет следующий вид [6]:

$$K = K_{\text{пм}} \cdot K_{\text{см}} \cdot K_{\text{воз}} \quad (7)$$

В процессе производства перчаточного галантерейного кожи, коэффициент использования производственных мощностей  $K_{\text{пм}} \rightarrow 1$ , коэффициент использования сырьевых материалов, характеризующий технологический выход кожи  $K_{\text{см}} < 1$ . Коэффициент, характеризующий уровень воздействия технологического процесса на окружающую среду  $K_{\text{воз}} \rightarrow 1$ . Так, технико-экологический коэффициент, характеризующий уровень рационального функционирования технологии получения перчаточного галантерейного кожи меньше единицы. Физический смысл значения  $K$  указывает на степень рационального использования природных ресурсов.

Для оценки эколого-экономического уровня технологии получения перчаточно-галантерейной кожи вводят следующий коэффициент [7]:

$$R = K \cdot Z_{пр} \quad (8)$$

где  $Z_{пр}$  – природоохранные затраты на производство единицы кожи, тг/ед. продукции.

Эколого-экономический смысл значения  $R$  заключается в выражении удельной доли всех рациональных затрат на выпуск единицы перчаточно-галантерейной кожи. Данная методика расчета ставит в равное экономическое положение осуществление как природоохранных, так и технологических работ. Увеличение затрат на природоохранные мероприятия должны быть ограничены экономическим условием и непосредственно связаны с минимальным уровнем рентабельности технологического процесса (оптимум затрат), так как его изменение соответственно влечет и изменение технологии процесса. Исходные данные для расчета коэффициентов  $K$  и  $R$  представлены в таблице 1.

Таблица 1

Данные для расчета технико-экономического и эколого-экономического показателей функционирования технологического процесса

Показатель	Ед. изм.	Значения
Объем выпускаемой продукции: - по проекту $G_{п}$ - фактический $G_{ф}$	дм <sup>2</sup>	20,0 19,3
Природоохранные затраты на производство единицы кожи, $Z_{пр}$	тг/ед. пр.	0,23
Расходы: основного сырья - $M_{о.с.}$ вспомогательного сырья - $M_{в.с.}$	кг (ед.)	1,5
Масса готовой продукции, $M_{г.п}$	кг (ед.)	1,2
Суммарная масса отходов: масса уловленных отходов, $M_{отх}^у$ масса не уловленных отходов, $M_{отх}^г$	кг кг	0,21 0,09

Результаты расчета технико-экономического и эколого-экономического показателей функционирования технологического процесса приведены в таблице 2.

Таблица 2

## Результаты расчета коэффициентов К и R

Показатель	Значени я
Коэффициент использования производственных мощностей, $K_{\text{пм}}$	0,965
Коэффициент использования сырьевых материалов, $K_{\text{см}}$	0,8
Коэффициент воздействия технологического процесса на окружающую среду, $K_{\text{воз}}$	0,9
Коэффициент улавливания вредного вещества: по воде, $\zeta_r$	0,7
Коэффициент, характеризующий технико-экологический уровень функционирования технологического процесса, K	0,695
Коэффициент, характеризующий эколого-экономический уровень функционирования технологического процесса, R	0,160

В результате производственной деятельности человека происходит отрицательное техногенное воздействие на окружающую среду, заключающиеся в определенном распределении антропогенных изменений по качественному и количественному составу (например, наличие в воде примесей определенного вида и количества).

**Библиографический список**

1. Мазур И.И., Молдаванов О.И., Шитов В.Н. Курс инженерной экологии. - М.: Высшая школа, 1999. - 447с.
2. [http://www.Min.Jist.kz//Об утверждении Технического регламента «Требования к безопасности продукции легкой промышленности» /Министерство юстиции Республики Казахстан.html](http://www.Min.Jist.kz//Об%20утверждении%20Технического%20регламента%20«Требования%20к%20безопасности%20продукции%20легкой%20промышленности»/Министерство%20юстиции%20Республики%20Казахстан.html).
3. Спасибожко В.В. Основы безотходной технологии. Челябинск: ИздЮУрГУ, 2001.-132с.
4. Ласкорин Б.Н., Громов Б.В. и др. Безотходная технология в промышленности. -М.:Стройиздат, 1986. - 160с.
5. Тойбаев К.Д. Техничко-экологические основы повторно-оборотного водоснабжения предприятий легкой промышленности: дисс. док. тех. наук. – Алматы, 2006. - 206с.
6. Фринлянд А.А., Никитин Г.Н. Дополнительная продукция из отходов кожевенного и мехового производства. - М.: «Легкая индустрия», 1995. - 212с.
7. Закон Республики Казахстан об охране окружающей среды. - Алматы: Жеті жарғы, 1998. -95с.

## РАСЧЕТ ИНТЕГРАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ БЕЗОТХОДНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

*К.Т.Барнаханова, к.т.н., доцент. Таразский государственный  
университет имени М.Х. Дулати (Казахстан)*

*М.М.Усупов, к.т.н., доцент. Таразский государственный педагогический  
институт (Казахстан)*

Одним из главных источников, оказывающих большое негативное влияние на гидросферу, являются сточные воды кожевенной промышленности. Огромные масштабы потребления воды промышленностью выдвигают задачу сохранения качества воды в водоемах и рационального использования водных ресурсов страны в ряд наиболее актуальных народнохозяйственных задач. В целях недопущения дальнейшего ухудшения экологической обстановки необходимо предусмотреть принятие мер как по охране, так и по научно-обоснованному рациональному использованию природных ресурсов. Данные задачи нашли отражение в государственной политике, заложены в Экологическом Кодексе Республики Казахстан и Законе «Об охране окружающей природной среды», в Концепции экологической безопасности, подкреплены системой законодательных актов и нормативно-технических документов.

Основным принципом безотходной технологии является организация технологических циклов с максимальным извлечением и использованием всех компонентов исходного сырья при минимальном объеме всех видов образующихся отходов и выбросов [1].

Экологическая оптимальность технологического процесса определяется уровнем безотходности, учитывающим масштабы потребления природно-сырьевых ресурсов, объемами производимой продукции, массой размещаемых в окружающей среде отходов и степенью их опасности [2].

Расчет экологической оптимальности технологии применения хромтитановых, хромалюминиевых и хромалюмотитановых комплексных соединений:

Интегральный коэффициент безотходности процесса рассчитывается по формуле:

$$k_{\xi} = k_m * k_e \quad (1)$$

где  $k_m$  – показатель (коэффициент) полноты использования материально-сырьевых ресурсов;

$k_e$  – показатель (коэффициент) экологичности.

Показатель полноты использования материально-сырьевых ресурсов определяется по формуле:

$$k_m = \frac{\sum G_i \cdot (V_p - V_o)}{\sum G_i V_p} \quad (2)$$

где  $G_i$  – фактический расход  $i$ -ых компонентов ресурсов на единицу производимой продукции

$$G_i = \frac{1}{Cr_2 O_3 p} \quad (3)$$

где  $Cr_2 O_3 p$  – степень отработки раствора,

$V_p$  – объем производства продукции

$$V_p = m_d \cdot Cr_2 O_3 \quad (4)$$

где  $m_d$  – масса дубителя;

$V_o$  – объем используемых отходов:

$$V_o = V_p \cdot P_i \quad (5)$$

где  $P_i$  – показатель относительной опасности отхода.

Показатель экологичности определяется по формуле:

$$k_e = 1 - k_o \quad (6)$$

где  $k_o$  – коэффициент отходоёмкости.

Коэффициент отходоёмкости находится по формуле:

$$k_o = \frac{\sum V_i P_i}{\sum G_i V_i} \quad (7)$$

где  $V_i$  – объем используемого отхода  $i$ -го вида, размещаемого в окружающей среде;

$$V_i = (m_d \cdot 0,20 - V_o) \quad (8)$$

где 0,20 – максимально возможная степень поглощения оксида хрома при хромовом дублении.

В случаях, когда  $k_\xi = 0,9 - 1,0$  технология относится к категории «условно безотходной», а при  $k_\xi = 0,7 - 0,9$  – «малоотходной» [1].

Результаты расчета экологической оптимальности технологии применения хромтитанового, хромалюминиевого и хромалюмотитанового комплексных соединений приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Результаты расчета интегральных коэффициентов безотходности  
производства перчаточно-галантерейной кожи**

Способ дубления	Значение коэффициентов			
	$K_m$	$K_o$	$K_e$	$K_\xi$
При хромтитановом	0,9417	0,0201	0,9799	0,9228
При хромалюминиевом	0,9474	0,0149	0,9851	0,9333
При хромалюмотитановом	0,9577	0,0226	0,9774	0,9361

Таким образом, из полученных результатов проведенных расчетов можно сделать вывод, что технологии использования экологически безвредных хромтитанового, хромалюминиевого и хромалюмотитанового комплексов являются «условно безотходными», так как интегральные коэффициенты безотходности производства для указанных соединений находятся в интервале 0,9-1,0 [3].

**Библиографический список**

1. Спасибожко В.В. Основы безотходной технологии. Челябинск: ИздЮУрГУ, 2001.-132с.
2. Комаров В.И., Мануйлова Т.А. Инженерная экология производств пищевых продуктов // Инженерная экология . - 1997. - №3. - С. 17-22.
3. Сысоев В. А. и др. Перспективы развития хромсберегающих технологий при выделке кожи и меха // Кожевенно-обувная промышленность. - 2004. - № 1. -С.48-49.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ЗАТРАТЫ РЕСУРСОВ ПРИ  
ИЗГОТОВЛЕНИИ ДСП**

*К.Т.Барнаханова, ТарГУ им. М.Х.Дулати,  
доцент кафедры «Архитектура и строительное производство»  
М.М.Усупов, ТарГПИ,  
доцент кафедры «Изобразительное искусство и черчение»*

Неотъемлемой чертой химической промышленности является повышение степени комплексного использования исходного сырья. На базе использования законов химии удастся решить многие экологические задачи не только в химической, но и в других отраслях промышленности. Наиболее перспективный метод решения экологических проблем заключается в создании безвредных и безотходных процессов [1].

В последние время в нашей стране уделяется огромное внимание охране природных богатств, в том числе и лесных ресурсов. Важность этой задачи возрастает с каждым годом, так как в Казахстане ресурсы лесной промышленности не велики, к тому же сырьевые ресурсы расходуются высокими темпами [2]. В связи с этим в проблеме использования отходов

кожевенных предприятия серьезного внимания заслуживает разработка способов получения древесностружечных плит с использованием сырья и отходов производства кожевенных изделий.

Как известно, в общепринятом способе изготовления ДСП применяются такие компоненты, как деревянная стружка, и всякие связывающие вещества, которые влияют на прочность изделия. Так как, стружка и отходы кож относятся к органическим веществам, то добавление стружки кож в качестве наполнителя уменьшает расход древесной стружки.

Известна технология изготовления ДСП [3], где в качестве связывающих веществ использованы 14% -ный алюмохромофосфатный раствор и тяжелый газойль коксования. Предел прочности при растяжении перпендикулярно панели, МПа такой плиты составляют:

А) При нанесении тяжелого газойля на сырую стружку 0,74 и 0,73

Б) При нанесении тяжелого газойля на сухую стружку 0,57 и 0,53

Недостатком этой смеси является значительное количество отвердителя алюмохромофосфатного раствора и газойля в составе ДСП и дефицитом связывающих веществ и сравнительное отклонение предела прочности при растяжении перпендикулярно панели (МПа) от требуемого стандарта (ГОСТ 10633).

Цель эксперимента – изготовление ДСП с повышенными физико-механическими свойствами, разработка эффективной технологии, способствующая развитию безотходного производства путем применения вторичного сырья и отходов кожи, улучшению экологического состояния биосферы.

Поставленная цель достигается путем добавления в смеси отходов кожевенных производств, которые относятся к органическим веществам, и будучи по природному свойству близки к древесине, вполне может заменить алюмохромофосфата и тяжелого газойля.

Задачей эксперимента является изготовление ДСП с повышенными физико-механическими свойствами, разработка эффективной технологии, способствующей развитию безотходного производства путем применения вторичного сырья и отходов кожи, улучшающая экологическое состояние биосферы.

Технический результат достигается тем, что добавляются отходы кожевенного производства, которые относятся к органическим веществам и, будучи близкими, по качественному составу к древесине могут заменить алюмохромофосфат и тяжелый газойль.

Одним из перспективных направлений утилизации отходов кожевенного производства, которые содержат белки, есть получение гидролизатов коллагена. Коллагенсодержащие кожевенные отходы составляют основную массу отходов кожевенного производства [3,4].

Благодаря этому, в процессе гидролиза коллагенов, вещество из свобододисперсного состояния переходит в связнодисперсное, образуя студень, обладающий отличными адгезионными свойствами. Подобные вещества можно с успехом использовать в качестве связующего при производстве ДСП вместо дорогостоящих синтетических клеев, метилцеллюлозы и др.

Вопросы изготовления ДСП тесно связано с имеющимися ресурсами сырья. Поэтому в данной статье мы поставили задачу определения оптимальной затраты ресурсов при изготовлений ДСП по известному объему сырья путем математического моделирования проблемы, при этом математическую модель задачи, с точки зрения классической математики, приводим в обобщенном виде.

Пусть  $x_1, x_2, \dots, x_k$  переменные, определяющие основные компоненты ДСП, а  $y_1, y_2, \dots, y_p$  переменные для связывающих компонент. Объемы запасов сырья обозначим через  $b_1, b_2, \dots, b_n$ . Кроме того, должна быть известна матрица нормативных затрат  $\{a_{ij}\}$  ( $i=1..n, j=1..k+p$ ), которая определяется из справочно-нормативных документов. Тогда целевую функцию  $Z$ , которая выражает общую наименьшую затрату, определим в виде [5]:

$$Z = \sum_{i=1}^k c_i x_i + \sum_{j=1}^p d_j y_j \rightarrow \min \quad (1)$$

где  $c_1, c_2, \dots, c_k, d_1, d_2, \dots, d_p$  соответствующие себестоимости каждого вида компонентов.

Учитывая, имеющиеся объемы запасов сырья, получим следующую группу ограничения

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1k}x_k + a_{1k+1}y_1 + \dots + a_{1p}y_p &\leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2k}x_k + a_{2k+1}y_1 + \dots + a_{2p}y_p &\leq b_2 \\ \dots &\dots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nk}x_k + a_{nk+1}y_1 + \dots + a_{np}y_p &\leq b_n \end{aligned} \quad (2)$$

Для того, чтобы задача имела производственный смысл поставим дополнительные ограничения в виде

$$x_i \geq 0, (i=1..k), \quad y_j \geq 0, (j=1..p) \quad (3)$$

Итак, формулы (1), (2), (3) выражают математическую модель определения общей минимальной затраты при известных ресурсах сырья. Задача (1), (2), (3) является классической задачей линейного программирования, решение которой не составляет труда, так как в настоящее время имеются готовые алгоритмы и программное обеспечение, реализующие данную задачу.



Таким образом, применение методов математического моделирования для расчета оптимальных затрат ресурсов при изготовлении строительных материалов с использованием древесных и кожевенных отходов имеет большое теоретическое и практическое значение.

#### **Библиографический список**

1. Горелов А.А. Экология. М.: 2002. – 65 с.
2. Шарафутдинов Д.Ф. Экологическая информация и современное общество. Алматы, 2005. – 196 с.
3. А.С. СССР № 1184684. Применение тяжелого газойля для гидрофобизации древесностружечных плит. Говырин Б.А. и др.
4. Анохин А.Е. Производство малотоксичных древесностружечных плит: Обзорн.информ. по информационному обеспечению общесоюзных научно-технических программ. – Вып. 3/ВНИЦИЛеспром, - 1987.-60с.
5. Румшиский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. М.: Наука, 1971. – 192 с.

#### **К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗВРЕДНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ДУБИТЕЛЕЙ**

*К.Т.Барнаханова, к.т.н., доцент. Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати (Казахстан)*

*М.М.Усупов, к.т.н., доцент. Таразский государственный педагогический институт (Казахстан)*

Характерной особенностью предприятий кожевенной промышленности является большое потребление воды и, следовательно, большой объем сточных вод. Сточные воды кожевенного производства относятся к группе высококонцентрированных и токсичных. Наличие различных химических веществ в сточных водах кожевенных заводов определяет их вредность для окружающей среды [1, 2].

На основе методики расчета влияния загрязнений на гидросферу с учетом предельно допустимых концентраций и интегральных критериев экологической безопасности на примере производства кожи ТОО «ТаразКожОбувь» рассматривается механизм отклика окружающей природной среды на техногенные сбросы [3].

Используя данные характеристики сточных вод кожевенного производства, определяют приведенную концентрацию вредных веществ, сбрасываемых предприятием в общую систему канализации [4].

При этом, расчет ведется относительно концентрации взвешенных веществ, образуемых в процессе хромового и комбинированного способов дубления.

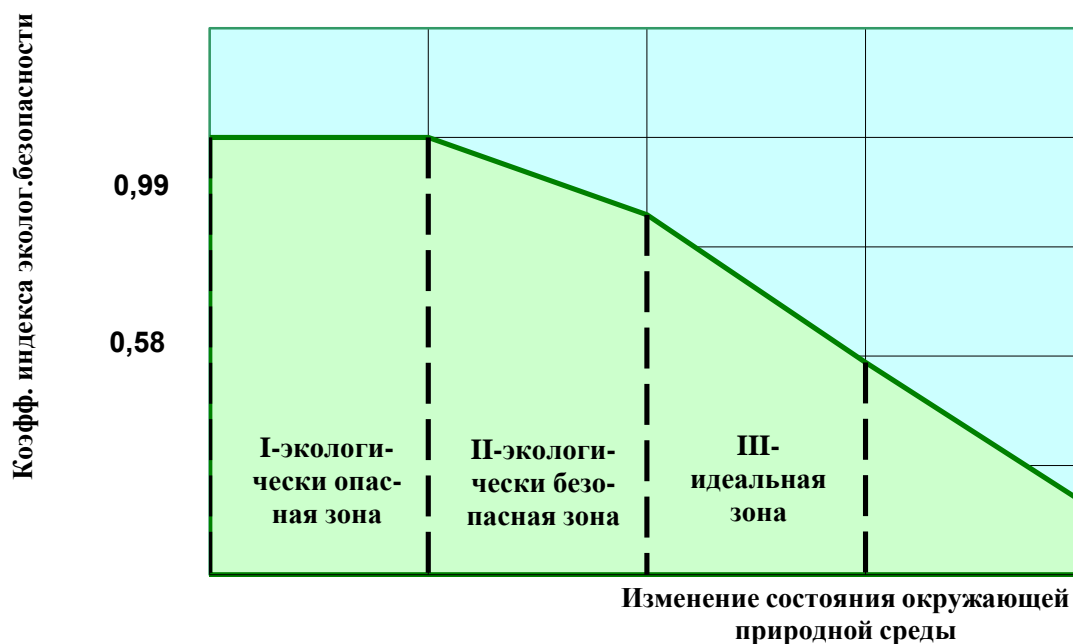


Рис. Зависимость  $K_{и.э.б.}$  от величины изменения состояния окружающей среды  $m$

На основании рисунка, где представлена зависимость коэффициента индекса экологической безопасности от величины изменения состояния окружающей среды, можно сделать вывод, что водоемы, принимающие сточные воды, экологически безопасны при значении приведенной концентрации вредных веществ после комбинированного способа дубления.

Отработанные жидкости после процесса дубления очищаются локально в контактных резервуарах станции высадки хрома и сбрасываются в накопители отходов производства, которые перепускаются во вторичные пруды (поля) фильтрации.

На основании данных характеристики сточных вод кожевенного производства определяют уровень загрязнения, превышение уровня загрязнения и значения понижающих коэффициентов для подземных вод согласно [4, 5].

Результаты расчета уровня загрязнения, превышения уровня загрязнения и значения понижающих коэффициентов для подземных вод приведены в таблице.

Таблица

Результаты расчета уровня загрязнения, превышения уровня загрязнения над предельно допустимой концентрацией и значения понижающих коэффициентов для подземных вод

Способ дубления	Показатель		
	Уровень загрязнения подземных вод	Превышение уровня загрязнения над ПДК	Понижающий коэффициент
Хромовое дубление	$d_{Cr} = 2,74$	$\Delta d_{Cr} = 1,74$	$K_e = 0,7$
Комбинированное дубление	$d_{Cr} = 1,2$ $d_{Ti} = 1,2$ $d_{Al} = 1,25$	$\Delta d_{Cr} = 0,28$ $\Delta d_{Ti} = 0,2$ $\Delta d_{Al} = 0,25$	$K_e = 0,9$

Полученные результаты показывают, что подземные воды подвержены в большей степени загрязнению химическими соединениями при хромовом дублении перчаточной-галантерейной кожи ( $K_b=0,7$ ), чем при комбинированном (хромалюмотитановом) ( $K_b=0,9$ ).

Изменение содержания хрома в отработанных растворах при использовании комплексных хромтитановых, хромалюминевых и хромалюмотитановых дубителей рассматривают на основе материального баланса процесса дубления.

Применение комплексных минеральных соединений в процессе дубления позволит уменьшить количество хрома в отработанном растворе за счет частичной замены его на экологически безвредные дубящие металлы, а также за счет большего поглощения комплексов коллагеном дермы, так содержание оксида хрома в растворе станет меньше в соединениях: хромтитановом - 10,9 раз; хромалюминиевом - 10,1 раз; хромалюмотитановом - 21,2 раза.

Таким образом, экологическую задачу необходимо решать путем повышения экологичности кожевенного производства, являющегося одним из хромсодержащих загрязнителей за счет применения в процессе дубления хромсберегающей технологии с использованием экологически безвредных комплексных минеральных дубителей, обеспечивающих соответствие содержания хромовых соединений предельно допустимым концентрациям в сточных водах, и разработкой экологически безопасных ресурсосберегающих «условно безотходных» технологий рационального и комплексного использования природного сырья, обеспечивающие полноту их переработки, а также сокращение отходов, сопровождаемых сбросом вредных веществ в окружающую среду.

### **Библиографический список**

1. Тойбаев К.Д., Омарбекулы Т. Разработка методики влияния загрязнений сточных вод отделочного производства на водные объекты // Современные строительные материалы, технологии и методы проектирования: материалы МНПК. - Алматы: КазГАСА, 2005. - 4.1. - С.117-122.
2. Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 94с.
3. Экологический паспорт ТОО «ТаразКожОбувь». - Тараз, 2008. - 53с.
4. Методические указания по определению уровня загрязнения компонентов окружающей среды токсичными веществами отходов производства и потребления. РДН 03.3.0.4.01-96. - АлматыТРТГЕТАС-Экспресс, 1996. - 121с.
5. Порядок нормирования объемов образования и размещения отходов производства. РДН 03.1.0.3.01-96. - АлматыТРТГЕТАС-Экспресс, 1996. - 108с.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДИК ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

*Баус М. С., . Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати (Казахстан), студентка кафедры «Управления качеством»*

Отдельные виды литья обеспечивают возможность получить отливки высокой точности, с качественными поверхностными характеристиками, минимизированными показателями припуска на обработку отливки.

Еще в глубокой Древности были известны способы выплавки по восковым моделям изделий, которые в свою очередь послужили прообразом современного процесса литья моделей.

Во времена Возрождения величайшие литейщики, художники, скульпторы применяли восковые заготовки для отливки металлических изделий, оружия и украшений. Восковые модели использовались древнерусскими ремесленниками при изготовлении пушек, колоколов, украшений, предметов русского быта.

Со временем распространение процессов изготовления отливок по выплавляемым моделям явило свою экономическую эффективность использования в приборостроении и машиностроении. В наше время процесс изготовления отливок должен отвечать современным тенденциям общества, то есть, механизирован и автоматизирован. Созданы автоматизированные литейные цехи по производству точных

отливок для важных отраслей экономики государства, таких как машиностроение, ВПК и приборостроение [1].

При изготовлении литых заготовок для деталей машин и приборов важное место отводится специальным способам литья:

- по виду выплавляемых моделей,
- керамическая форма,
- кокиль,
- под давлением,
- центробежное литье,
- электрошлаковые.

Хотя процесс развития и совершенствование методов литья шел не одно столетие в литейном производстве существуют проблемы, которые необходимо решить: оптимизация процессов, удешевить процесс, внедрение новых передовых технологий по защите экологии, повышение уровня безопасности, привлечение молодых специалистов в отрасль, внедрение компьютерных технологий в процесс, автоматизация процесса. Необходимо разрабатывать новые технологии и усовершенствовать старые в литейном производстве. Процессы литейного производства представляют собой сложную систему, на которую оказывают множество неучтенных факторов, поэтому для совершенствования процессов литейного производства необходимо внедрять и реализовывать принципы математического моделирования.

В наше время имеется нехватка информации о системах автоматизированного моделирования систем литейного процесса. Множество рекомендаций носит более общий характер и специально не затрагивает некоторые специфические вопросы, основанные на оригинальных математических моделях и особенностях численных алгоритмов математического анализа.

Обычно причиной несоответствия результатов математического моделирования с экспериментом, в частности, по литейным дефектам, образование которых может протекать вне полости отливки, является игнорирование при моделировании отдельных этапов технологического процесса [2].

Оптимизация производственного процесса изготовления отливки состоит из следующих составляющих: идентификация (поиск) математической модели - уравнения связи выходного показателя качества отливки (целевой функции, параметра оптимизации) с параметрами этой отливки или технологического процесса (входными факторами). Модель – это идеализированная система, показывающая отдельные наборы свойств изучаемого объекта.

Любой процесс можно описать различными моделями, но главное при этом то, что ни одна модель не может абсолютно полно и всесторонне описать реальную систему. Но хочется отметить, что использование

приближенной модели, включающая в себя определенные свойства исследуемого объекта, дает возможность более точно увидеть взаимосвязь процессов и свойств, влияние внешних характеристик, качественный и количественный состав входов и выходов, быстрее сформировать необходимые выводы, разработать правильные решения в конкретной ситуации.

В общем случае математическая модель реального объекта, процесса или системы представляется в виде системы функционалов.

$$O_i(Q, W, P, t) = 0,$$

где  $Q$  - вектор входных переменных,  $Q = [q_1, q_2, q_3, \dots, q_N] t$ ,

$W$  - вектор выходных переменных,  $W = [w_1, w_2, w_3, \dots, w_N] t$ ,

$P$  - вектор внешних воздействий,  $P = [p_1, p_2, p_3, \dots, p_N] t$ ,

$t$  - координата времени.

Прогресс моделирования связан с разработкой прикладных компьютерных систем математического моделирования, поддерживающие полный жизненный цикл модели. Успешное решение указанных задач требует от исследователей заниматься разработкой численных методов, качественной реализацией их в виде программных средств, обеспечивающих диалоговое общение пользователя с рабочей станцией (компьютером), ведь все аналитические методы имеют жесткие ограничения по области применения и используются обычно для простых систем или частей сложной системы, обычно в линейной составляющей. Такие технологии исследований с обширным применением цифровых моделей и компьютера получили название вычислительный эксперимент.

Главным управляющим воздействием в установке индукционного нагрева является распределенное по объему нагреваемого изделия внутренние источники тепла, индуцированные электромагнитным полем индуктора. Природа распределения вихревых токов зависит от множества факторов, обусловленные электрическими и теплофизическими свойствами материала, температурой нагрева, частотой источника питания и др. Следовательно, для анализа динамических свойств объекта управления, синтеза высокоточных систем регулирования температуры необходимо знать зависимость характера, распределения внутренних источников тепла в металле в процессе нагрева.

Для формирования полной картины изменения характера распределения плотности тока и мощности в нагрузке в процессе нагрева и возможности аналитического описания функции распределения внутренних источников тепла необходимо последовательно решить электромагнитную и тепловую задачу. Разделение во времени процедур расчета электромагнитного поля и теплового поля объясняется разной инерционностью этих процессов. Данные составляющие позволяют создать полностью или частично независимые процедуры расчетов электромагнитных и тепловых полей. Несмотря на эвристический характер

многих операций, математическое моделирование имеет ряд положений и приемов, общих для получения моделей различных объектов. Достаточно общий характер имеют:

- методология моделирования,
- математические методы планирования экспериментов,
- алгоритм формализации операций расчета численных значений параметров и определения областей адекватности.

При описании модели требуется:

- оценить принятые допущения;
- изучить свойства объекта;
- отделить основные свойства объекта от второстепенных.

Сначала необходимо выбрать зависимую переменную  $W$ , которая впредь будет называться целевой функцией или параметром оптимизации, который является один из показателей качества продукции либо по каждой составляющей (операции) отдельно, либо по всему сразу технологическому процессу. Параметр оптимизации должен соответствовать следующим критериям:

- должен измеряться при любом изменении и комбинации режимов технологического процесса;
- должен быть измеряться с максимальной точностью;
- должен быть информативным, то есть полностью описывать технологический процесс;
- должна быть возможность достижения полезного результата при соответствующих условиях процесса;
- должно минимизироваться или максимизировать только одно конкретное свойство тела.

За фактор величину представляют контролируемую характеристику тела, характеризующее определенное свойство тела или режим работы системы. Это характеристика выражается числовым значением, измеряющаяся в границах изменений, должна влиять на величину оптимизации.

В заключении хочется отметить, что математическое моделирование в литейном производстве становится неотъемлемой частью технологического процесса изготовления отливок и эффективным инструментом снижения себестоимости и повышения к скорости и точности решения непрерывно растут.

### **Библиографический список**

1. С. А. Дорохин, Н. С. Янченко. Литейное производство — Томск: Изд-во СКП, 2012.
2. П. Р. Кулешов. Математическое моделирование в металлургии — М: Изд-во МФП, 2014.

3. Дашевский А.В. Основы математического моделирования – М: Изд-во НМП, 2003.

УДК 677.31:658.567

### **ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ ШЕРСТИ**

*Бахан Н., Маралбай М. студенты ТарГУ им. М.Х.Дулата, специальность «Стандартизация, метрология и сертификация», Кауымбаев Р.Т., доктор PhD, ТарГУ им. М.Х.Дулата, г.Тараз, Республика Казахстан,*

Стандартизацией называют процесс установления и применения стандартов - нормативно-технических документов, устанавливающих комплекс норм, правил и требований к объекту стандартизации. Стандартизацию шерсти применяют с целью упорядочения купли-продажи и контроля за ее качеством. В основу разработки стандартов на шерсть положены вид и наименование шерсти, обуславливающие ее назначение. Стандарты. На невытую натуральную шерсть овец и коз, производимую в хозяйстве, разработаны и утверждены государственные стандарты (ГОСТ) и технические условия (ТУ). Государственный стандарт регламентирует оценку качества шерсти (по виду, наименованию, цвету, состоянию, длине, тонине и другим показателям) и распределение ее на классы (сортименты). Технические условия представляют собой вид нормативно-технической документации, несущей функции, аналогичные государственному стандарту. Следует помнить, что цена на шерсть устанавливается в полном соответствии с требованиями ГОСТа и ТУ. Поэтому, чтобы получить максимальный доход от реализации шерсти, необходимо хорошо знать ГОСТы и ТУ.

Классификация шерсти состоит в делении шерсти на ее возможные варианты (группа, классы, сорта) в соответствии с требованиями к ней как к сырью для шерстеобрабатывающей промышленности. Тонина шерсти является основным систематическим признаком ее классификации. По этому признаку однородную шерсть делят на 13 классов (качеств) с определением пределов средней тонины для каждого из них в микрометрах. По источникам получения шерсть разделяют на натуральную (состриженную в установленное время со здоровых овец), заводскую, получаемую химическим путем со шкур при обработке их на кожевенных предприятиях, состриженную с павших овец или овчин, и старую, полученную при расщеплении старых, ношенных шерстяных вещей [1].

По характеру шерстного покрова и по типу составляющих его волокон шерсть подразделяют на однородную (тонкую и полутонкую) и неоднородную (полугрубую и грубую). Каждая из этих групп объединяет по несколько видов и наименований шерсти, отличающихся типами



шерстных волокон, их длиной, уравниваемостью, породной принадлежностью.

Тонкую шерсть по совокупности качественных показателей подразделяют на мериносую и немериносую.

Реализуемая Правительством Республики Казахстан «Программа развития легкой промышленности Республики Казахстан на 2010-2014 годы» [2], является основой развития производства конкурентных потребительских товаров легкой промышленности в широком ассортименте и уже дает результаты. Согласно анализу текущего состояния отраслей промышленности за 2012 год [3], количество действующих крупных и средних текстильных предприятий и производств отрасли составило 68, задействованных в производстве текстильных изделий – 34, в производстве одежды – 27, в производстве кожаной и относящейся к ней продукции – 7. Программа является последовательным продолжением предпринимаемых государством мер по реформированию и обеспечению устойчивого и сбалансированного роста в отрасли. В рамках деятельности Таможенного союза разработан и утвержден технический регламент «О безопасности продукции легкой промышленности», который устанавливает обязательные требования к продукции легкой промышленности в целях защиты жизни и здоровья человека, а также предупреждения действий, вводящих в заблуждение пользователей (потребителей) продукции. Разработан перечень продукции легкой промышленности подлежащей обязательной сертификации и декларированию. В рамках доказательной базы к техническому регламенту продолжается работа по гармонизации и разработке межгосударственных стандартов необходимых для применения и исполнения технического регламента.

Проведение технологической перестройки промышленного сектора без современных стандартов, отражающих требования и тенденции развития мирового рынка, невозможно. В соответствии с Законом РК «О техническом регулировании» проводится перестройка всей системы стандартизации и сертификации, и существующие сегодня проблемы во многом обусловлены переходным периодом реформирования в области технического регулирования. Это относится в первую очередь к низкой эффективности фонда стандартов, поскольку они не в должной мере отражают результаты научно-технического прогресса, недостаточен их уровень гармонизации - это приводит к невозможности обеспечения потребностей промышленности.

Казахстан является одной из традиционных стран, которые специализируются на овцеводстве, в частности на разведении тонкорунных пород при производстве шерсти. Шерстяная подотрасль промышленности представляет экономический интерес, как источник валютных поступлений, при реализации возможности экспорта шерсти и

продуктов переработки (изучение приведенного в работе [4] анкетирования показывает спрос на подобную продукцию, но высокую заинтересованность потребителей именно в мытой тонкой шерсти и топсе). Вместе с тем, большинство производимой в Казахстане шерсти идет в основном на первичную переработку, после чего мытая шерсть в основной массе идет на экспорт, а часть на дальнейшую переработку.

Казахстан располагает неплохими возможностями для производства и реализации продукции овцеводства. Согласно данным АО «Казагромаркетинг» [4], достаточное количество зарегистрированных и активно действующих предприятий по такому виду деятельности как «разведение овец», а анализ состояния производства и переработки шерстяного сырья показывает хотя и незначительный, но устойчивый рост (к примеру, с 2004 по 2008 год рост производства всей овечьей шерсти составил 19%, в 2009 году в Казахстане произведено овечьей шерсти на 3,3% выше показателя 2008 года). Наибольшие объемы производства полутонкой шерсти приходятся на Алматинскую и Жамбылскую области, их удельный вес составляет до 25%.

В последние годы в республике действует ряд предприятий по первичной обработке шерсти: АО «КазРуно», г. Семипалатинск, ВКО; ТОО «Ак-руно», г.Актобе, Актюбинская обл.; ТОО «Фабрика ПОШ-Тараз», г.Тараз, Жамбылская обл.; ТОО «Дос-Маден» и ТОО «Руно» г. Тараз, Жамбылская обл.; ТОО «Фабрика Куат Лтд», г. Алматы, Алматинская обл.; АО «ЮКАО Парнас», г. Шымкент, ЮКО; ТОО «Шымкентский комбинат первичной обработки шерсти», г.Шымкент, ЮКО [4]. По прогнозным данным, валовое производство шерсти к 2014 году будет доведено до 45 тыс. тонн, в том числе тонкой - 15,0 тыс. тонн. Соответственно, численность поголовья овец тонкорунного направления необходимо довести до 4,3 млн. голов [5].

Однако, проведенный анализ по конкретному предприятию ТОО «Фабрика ПОШ - Тараз» подтверждает тенденцию невысоких объемов тонкой мериносовой шерсти. Данные по хозяйствам Жамбылской области по результатам за 2011 год, производившим сдачу волокна на фабрику таковы: количество поступившей шерсти их хозяйств – 134711т., из них мериносовой шерсти - 80133,55т., что составляет 59,5%.

Несмотря на растущий спрос на натуральные волокна и наращивание объемов, казахстанская шерсть не пользуется высоким спросом на внешнем рынке. И одной из главных причин, безусловно, является низкое качество, не отвечающее в полной мере требованиям потребителей, а точнее требованиям мировых стандартов, что подтверждает простое сравнение качественных и ценовых показателей казахстанской и австралийской шерсти (таблица 1).

Сравнение показателей шерсти

<b>Наименование показателей</b>	<b>Вид шерсти</b>	
<b>Качественные показатели:</b>	Австралийские мериносы	Казахстанские овцы тонкорунной породы
Настриг с 1 овцы, в чистом волокне, кг	3,0 - 4,0	2,0
Выход мытой шерсти, %	65 – 75	45 – 52
Средняя длина шерсти, мм	70 – 80	55 – 65
Средняя тонины волокна, микрон	16 – 19	20 – 25
Неравномерность шерсти (коэффициент вариации), %	19 – 20	25 – 27
<b>Ценовые показатели (на начало 2014 г.)</b>		
Себестоимость, у.е./кг	3,7	1,7
Цены реализации шерсти, у.е./кг	5,6	1,2
Цены реализации топса, у.е./кг	6 - 12	≈ 3,6

Также, на основании лабораторных исследований и анализа имеющейся в литературе информации, определены средние значения технологических характеристик мытой шерсти, после проведения комплекса операций по промывке на типовых фабриках. Результаты сравнения качества волокна с требованиями действующих межгосударственных стандартов говорят о невысоком качестве исходной шерсти и разладке технологического процесса ее первичной обработки.

#### **Библиографический список**

1. Стандартизация шерсти (часть 1). Агропромышленный портал <http://agro-portal24.ru/ovcevodstvo-i-kozovodstvo>.
2. Программа развития легкой промышленности Республики Казахстан на 2010-2014 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 14 апреля 2010 года №302 «Об утверждении Плана мероприятий Правительства Республики Казахстан по реализации Государственной программы по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010 – 2014 годы».
3. <http://www.comprom.kz> Сайт Комитета промышленности. Министерство индустрии и новых технологий. Анализ текущего состояния отраслей промышленности за 2012 год.
4. Мастер-план «Производство, эксперт шерсти и продукции ее глубокой переработки». – Астана: АО «Казагромаркетинг» - 2009.

5. Программа по развитию агропромышленного комплекса в Республике Казахстан на 2010 - 2014 годы. Утверждена постановлением Правительства Республики Казахстан от 18 февраля 2013 года № 151.

УДК 676.012.43

## **КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ И ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ**

*Дуйсеналы А. студентка кафедры «Стандартизация, ресторанное дело и гостиничный бизнес», Г.Б Демеуова, доктор PhD, ТарГУ им. М.Х.Дулати г.Тараз, Республика Казахстан*

Проблемы улучшения качества продукции и услуг, оказываемых населению, в современных условиях хозяйствования различных организационно-правовых форм и граждан – предпринимателей, является одной из важнейших задач. Они охватывают технические, экономические и социальные аспекты.[2]

В настоящей работе рассматривается классификация показателей качества продукции, в том числе и кулинарной продукции общественного питания. Дается их характеристика и методы измерения. Большое внимание уделяется анализу факторов повышения качества, принципам, функциям и особенностям создания комплексной системы управления качеством.

Основные определения состава и структуры характеризующих свойств продукции отражает классификацию показателей, применяемых при оценке уровня качества продукции. Возможность управления качеством предполагает необходимость количественной оценки показателей. Для оценки качества продукции общественного питания может применяться следующая система показателей.

По количеству характеризующих свойств показатели качества могут быть:

- единичными;
- комплексными;
- определяющими;
- интегральными.

Единичный показатель качества продукции – это показатель, характеризующий одно из свойств (например, содержание влаги в процентах, кислотность хлебобулочных изделий – в градусах, вкус, внешний вид – в баллах).

Единичные показатели могут относиться как к единицы продукции, так и к совокупности единиц однородной продукции, характеризую одно простое свойство. [3]

Комплексный показатель – это показатель, характеризующий несколько свойств продукции или одно сложное свойство, состоящее из

нескольких простых. Комплексным является широко применяемый в системе общественного питания показатель «кулинарная готовность», под которым понимается определенное состояние блюда, которое характеризуется комплексом физико-химических, структурно-механических и органолептических свойств, делающим его пригодность к употреблению. Так же комплексным является показатель качества кулинарной продукции – «пищевая ценность», который характеризуется содержанием белков, жиров, углеводов, минеральных веществ, т.е. энергетической ценностью, и органолептическими достоинствами.

Комплексный показатель можно рассчитать по формуле

$$K_0 = \sum_x^n K_i k_i, \quad (1)$$

где  $K_0$  – характеризует «n» различных свойств анализируемого продукта;

$K_i$  – показатель i-го свойства оцениваемого продукта;

$K_i$  – коэффициент весомости показателя.

Определяющий показатель качества продукции – это показатель по которому принимают решение оценивать качество. Например, необходимо оценить качество кулинарного изделия по совокупности свойств, показатели качества которых выражаются в баллах. Каждый показатель может иметь 1 из 5 баллов: отлично-5, хорошо-4, удовлетворительно-3, плохо-2, неудовлетворительно-1. В процессе оценки качества для каждого показателя определяется коэффициент весомости (важности).

Коэффициент весомости показателей качества продукции – это количественная характеристика значимости данного качества продукции среди других ее показателей качества. [4]

Коэффициенты весомости могут определяться социологическими и экспертными методами, а также на основе анализа влияния данного показателя качества продукции на эффективность ее потребления или реализации.

При установлении коэффициента значимости эксперты руководствуются принципом, для какого блюда, какой показатель качества является наиболее важным., для супов-пюре – это консистенция, для бульонов – прозрачность, для хлебобулочных изделий – пористость и т.д.

Определяющий показатель качества находят следующим образом: оценивают в баллах каждый показатель, а затем полученные средние результаты умножают на коэффициент весомости и произведения суммируют.

Если решение об оценке качества торта принимают учитывая и другие свойства (ккал, сохраняемость), то данные свойства вносят в таблицу с соответствующим коэффициентом весомости.

В системе общественного питания, согласно Положению о бракераже пищи, для оценки качества кулинарной продукции используется

5-бальная система, не учитывающая коэффициента весомости (значимости).

Определяющий показатель может быть комплексным и единичным. Если определяющий показатель является комплексным, то его называют обобщенным. В условиях общественного питания обобщенным показателем может служить пищевая ценность.

Интегральный показатель качества продукции определяется как отношение суммарного полезного эффекта от потребления к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию или потребление. Для продукции общественного питания в качестве примера такого показателя можно привести такие показатели как аминокислотный скор, интегральный скор, которые отражают процент соответствия показателей аминокислотного состава или химического состава (соответственно) и того или иного продукта (продукции, полуфабрикатов) формуле сбалансированного питания (например, рисовая крупа по белку отвечает формуле сбалансированного питания на 7%, а треска – на 78%).

Таблица 1

Оценка качества тортов на основе определяющего показателя качества

Показатели качества	Коэффициент весомости	Средние результаты оценки
Вкус и аромат	4	4,5
Структура и консистенция	3	3,0
Цвет и внешний вид	2	4,0
Форма	1	3,5
Определяющий балл		41,5

По способу выражения показатели качества могут быть:

- в натуральных единицах (килограммы, метры, баллы, безразмерные);
- в стоимостных единицах.

По оценке уровня качества показатели подразделяют на:

- базовые;
- относительные;
- номинальные;
- предельные.

Базовое значение показателя качества – это значение, принятое за основу при сравнительной оценке качества продукции. В качестве базовых значений могут приниматься значения показателей лучших отечественных и зарубежных образцов, по которым имеются достоверные данные об их качестве, достигнутые ранее или планируемые показатели перспективных образцов, найденные теоретическими или экспериментальными методами,

значения показателей качества, которые заданы в требованиях на продукцию (ГОСТы, ОСТы, ТУ, Сборники рецептур). [2]

Вычисляя отношения значения показателя качества оцениваемой продукции к базовому значению этого показателя получают относительное значение, которым удобно пользоваться, при сравнении фактических значений с базовыми значениями показателя качества продукции.

При этом уровень качества будет определять функциями от этих относительных значений.

Номинальное значение показателя качества – это регламентированное значение показателя качества продукции, от которого отчисляется допускаемое отклонение. Номинальное значение приводится в нормативных документах (применяемых для общественного питания).

Установлена масса кусочка мелкокусковых полуфабрикатов (от и до в граммах), их форма, процент отклонения по массе и форме, не более (например, азу – 25%, поджарки, бефстроганова, плова – 15% в каждой единице упаковки). [1]

Предельное значение показателей качества – это наибольшее и наименьшее регламентированное значение показателей качества продукции, приведенное в нормативных документах и используемое при контроле качества продукции. Предельные значения могут быть max и min, max предельное значения содержания жира в костном бульоне – не более 1%, а min содержание сухих веществ в биточках картофельных – не менее 23% (по ТУ).

По стадии определения:

- прогнозируемые;
- проектные;
- производственные;
- эксплуатационные показатели.

По характеризующим свойствам продукции применяет следующие группы показателей:

- назначения;
- экономические;
- надежности;
- эргономические;
- эстетические;
- технологичности;
- транспортабельности;
- стандартизации и унификации;
- патентно-правовые;
- экологические;
- безопасности.

Итак, показатели назначения характеризуют свойства продукции, определяющие основные функции для выполнения которых она

предназначена и обуславливают область ее применения. К группе показателей назначения относят подгруппы состава и структуры продукции.

### **Библиографический список**

1. ГОСТ Р 50763-95. Общественное питание. Кулинарная продукция реализуемая населению. Общие технические условия. – М.:, 1995.
2. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. – М.: Издательство стандартов, 1979.
3. ГОСТ 50764-95. Правила оказания услуг общественного питания. Общие требования. – М.: Издательство стандартов, 1995.
4. Аграновский Е. Д. Организация производства на предприятиях общественного питания. — М.: Экономика, 1990.
5. Аносова М. М., Кучер Л. С. Организация производства на предприятиях общественного питания — М.: Экономика, 1985.
6. М.И.Беляев, И.Г.Бережной, Г.А.Петров и др.; общ.ред. М.И.Беляева. Организация производства и обслуживания в общественном питании- М.: Экономика, 1986.- 302 с.
7. Усов В.В. Организация производства и обслуживания на предприятиях общественного питания.- М.: ИРПО; Проф ОбрИздат, 2002.-416 с.
8. Шленская Т.В., Зубцова Ю.И. Организация производства и обслуживания на предприятиях общественного питания. Часть 2. Учебное пособие. М.: МГУТУ, 2008

УДК 631.145:621.184.244

### **СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА САХАРНОГО СИРОПА ИЗ САХАРОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ**

*Дүйсенбекова А. студентка кафедры «Стандартизация, ресторанное дело и гостиничный бизнес», Г.Б Демеуова, доктор PhD,  
ТарГУ им.М.Х.Дулати  
г.Тараз, Республика Казахстан*

Способ производства сахарного сиропа из сахаросодержащего сырья относится к сахарной промышленности. В технологии сахарного производства одним из перспективных направлений является очистка диффузионного сока сахарной свеклы от механических включений и веществ с размерами частиц, превышающих размер молекулы сахара с помощью процесса пульсационной ультрафильтрации. Это позволяет получать чистый, свободный от коллоидов фильтрат, идущий непосредственно на кристаллизацию сахарозы. При этом выход сахара



увеличивается на 0,04% к массе свеклы по сравнению с типовой схемой очистки.

Способ предусматривает очистку сока путем нагревания его, подкисления для понижения рН среды до достижения коагуляции белков с последующим их отделением, фильтрацией или центрифугированием и электролиза сока с использованием активных электродов, дающих при растворении поливалентные ионы и обеспечивающих коагуляцию коллоидов с последующим отделением осадка. Проводят ультрафильтрацию очищенного сока. Ультрафильтрат подвергают электродиализу, ионообменной очистке и обработке активированным углем. Концентрируют сахаросодержащий раствор путем обратного осмоса и затем выпаривают до концентрации, обеспечивающей длительное хранение. 1 з.п.ф.-лы. Изобретение относится к сахарной промышленности. Получаемый с использованием изобретения сахаросодержащий продукт может быть использован в кондитерской, пивобезалкогольной, консервной и хлебопекарной промышленности. Изобретение позволяет реализовать производство сахарного сиропа рафинадного достоинства в режиме сбора сельскохозяйственной сахаросодержащей культуры, без организации вспомогательных производств. Известен способ получения сахарного сиропа как промежуточного продукта в традиционном сахарном производстве [1]. Способ включает получение диффузионного сока, очистку его дефекосатурацией и выпаривание.

Недостатками способа являются высокие энергозатраты на выпаривание и недостаточно высокая доброкачественность сиропа, которая обуславливает дорогостоящую процедуру очистки патоки при использовании сахарного сиропа для получения белого кристаллического сахара. Кроме того, традиционное производство предполагает наличие в одном комплексе с сахарным производством вспомогательных производств: водного, известково-газового, теплоэнергетического, складов свеклы.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому способу является способ получения сиропа из сахаросодержащего сырья, включающий очистку сока от примесей механической фильтрацией, ультрафильтрацию сока, ионообменную очистку пропусканием его через анионит и катионит, концентрирование раствора при помощи обратного осмоса и выпаривание до сиропа [2].

Основными недостатками этого способа являются низкая производительность ультрафильтрации, обусловленная высоким содержанием высокомолекулярных компонентов диффузионного сока и солей жесткости и соответственно необходимость частой регенерации мембран и крайне медленная регенерация смеси ионитов используемым для этого раствором, недостаточно глубокое обессоливание из-за перевода катионита в  $\text{Na}^+$  форму при регенерации.

Задача, решаемая изобретением, заключается в разработке способа производства сахарного сиропа рафинадного достоинства из сахаросодержащих сельскохозяйственных культур, а технический результат заключается в обеспечении одинаковой длительности работы используемых устройств, улучшении качества готового продукта и создании экологически чистого процесса. Это достигается тем, что в предложенном способе производства сахарного сиропа из сахаросодержащего сырья, включающем измельчение последнего, получение сока, его ультрафильтрацию, ионообменную очистку, концентрирование сока путем обратного осмоса и выпаривание до сиропа, перед ультрафильтрацией проводят очистку сока путем подкисления сока или измельченного сырья для понижения рН, нагревания сока перед подкислением до достижения коагуляции белков с последующим их отделением фильтрацией или центрифугированием и электролиза сока с использованием активных электродов, дающих при растворении поливалентные ионы и обеспечивающих коагуляцию коллоидов с последующим отделением осадка, при этом полученный ультрафильтрат перед ионообменной очисткой подвергают электродиализу для его деминерализации, а после нее сахаросодержащий раствор пропускают через фильтр с сорбентом. После электролиза сока в случае недостаточной коагуляции в него вводят кислоту или соль поливалентного металла для осаждения коллоидов с последующим отделением осадка.

Способ осуществляется следующим образом. Сахаросодержащее сырье моют, если в этом имеется необходимость. Затем измельчают и для некоторых сельскохозяйственных культур проводят подкисление введением вещества, понижающего рН среды, до коагуляции содержащихся в сырье белков. Из измельченного сырья получают сок центрифугированием, прессовым, диффузионным способами или их комбинацией. Полученный сок нагревают до коагуляции содержащихся в нем белков и подкисляют, если не было подкисления измельченного сырья, введением вещества, понижающего рН среды, до появления взвешенного осадка в соке. Осадок отделяют фильтрованием или центрифугированием сока. Очищенный таким образом сок подвергают электролизу в электролизере с активными электродами, дающими при растворении поливалентные ионы, и процесс ведут до коагуляции содержащихся в соке коллоидов. В случае, если коагуляция коллоидов протекает недостаточно эффективно, электролизат обрабатывают кислотой или раствором соли поливалентного металла до осаждения коллоидов. Затем осадок коллоидов отделяют фильтрованием или центрифугированием, после чего проводят ультрафильтрацию сока. После этого ультрафильтрат направляют в электродиализатор и осуществляют электродиализ сока для уменьшения содержания минеральных веществ в нем в несколько раз, о чем свидетельствует изменение электропроводности

сока. Для более полной деминерализации затем сок пропускают через ионообменные фильтры, и для устранения характерного свекольного привкуса - через фильтр с сорбентом. После этого проводят концентрирование сока путем обратного осмоса на мембранах и выпаривание полученного сиропа до содержания в нем сухих веществ, обеспечивающих длительное хранение без кристаллизации.

Полученный сахаросодержащий продукт удовлетворяет по цветности и доброкачественности, микробиологическим показателям и содержанию токсичных веществ и пестицидов ГОСТу 22-94 на сахар-рафинад. Такое качество сахаросодержащего продукта позволяет при производстве из него кристаллического сахара исключить очистку патоки. Из любого вида сахаросодержащего сырья можно получить спектр продуктов ежедневного употребления высокого качества и биологической ценности по новой технологии физико-химического разделения сахаросодержащего сырья. Основные преимущества технологии переработки сахаросодержащего сырья:

1. Технология позволяет перерабатывать разные виды сырья: сахарный тростник, сахарное сорго, сахар-сырец, рафинадную мелассу, сахарную свеклу, в том числе длительно хранящуюся, что обеспечивает круглогодичную загрузку оборудования.
2. Выход сахаросодержащих веществ больше, чем на лучших европейских заводах.
3. Энергозатраты по сравнению с традиционной технологией снижены примерно в два раза.
4. Технология удовлетворяет всем экологическим нормам и позволяет внести отходы производства на поле, с которого был переработан урожай, без нарушения естественного фона.
5. Технологический процесс автоматизирован. Высокое качество продуктов достигается компьютерным управлением процессом.

Сок из нижних частей стеблей сахарного тростника получают прессованием с имбибицией, нагревают до начала интенсивной коагуляции. Далее обработка сока идет, как в предыдущем примере. Готовый продукт имеет цветность, равную 0, доброкачественность 99,9%, т. е. удовлетворяет по этим показателям требованиям ГОСТ 22-94 на сахар-рафинад. Предложенный способ производства сахарного сиропа имеет следующие преимущества: обеспечивает равномерное распределение нагрузки по очистке между всеми ступенями технологического процесса, а также одинаковый ресурс работы устройств, позволяет улучшить условия работы ультрафильтрационного и обратноосмотического модулей и выпарной установки; при производстве сахара из сахарного сиропа, полученного по предложенному способу, нет необходимости проводить очистку патоки, так как получаемый сироп имеет рафинадную чистоту.

1. Способ производства сахарного сиропа из сахаросодержащего сырья, включающий измельчение последнего, получение сока, его ультрафильтрацию, ионообменную очистку, концентрирование сока путем обратного осмоса и выпаривание до сиропа, отличающийся тем, что перед ультрафильтрацией проводят очистку сока путем подкисления его или измельченного сырья для понижения рН, нагревания сока перед подкислением до достижения коагуляции белков с последующим их отделением фильтрацией или центрифугированием и электролиза сока с использованием активных электродов, дающих при растворении поливалентные ионы и обеспечивающих коагуляцию коллоидов с последующим отделением осадка, при этом полученный ультрафильтрат перед ионообменной очисткой подвергают электродиализу для его деминерализации, а после нее сахаросодержащий раствор пропускают через фильтр с сорбентом.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что после электролиза сока в него вводят кислоту или соль поливалентного металла для осаждения коллоидов с последующим отделением осадка.

Над проблемой очистки и концентрирования промышленных сахарных растворов работают во многих сахаропроизводящих странах мира (США, Германия, Франция, Дания, Италия, Россия и др.). Выделяют три важнейших потенциальных отрасли применения мембранных методов в сахарной промышленности:

- ультрафильтрация как метод очистки продуктов от высокомолекулярных веществ;
- нанофильтрация как метод очистки продуктов от низкомолекулярных соединений;
- обратный осмос для концентрирования (сгущения) продуктов, частично, взамен выпаривания.

Аналогичные эксперименты, подтверждающие перспективность применения ультрафильтрации в сахарной промышленности проведены фирмой DDS с различными продуктами тростниково-сахарного производства. По сведениям автора все качественные показатели ультрафильтрационного раствора тростникового сахара-сырца значительно выше, чем при обычной очистке: Дб – на 1.3ед, цветность на 10-40%, ВМС – на 30%, НМС (зола) – на 10-20%. Сок абсолютно прозрачен и может быть без дальнейшей очистки направлен на обработку обратным осмосом или непосредственно на кристаллизацию для производства белого сахара.

### **Библиографический список**

1. Технологические процессы с применением мембран. Пер. с англ. канд. хим. наук А.А. Мазитова и Т.М. Мнацаканян / под ред. канд. хим. наук Ю.А. Мазитова. – М.: изд-во «Мир», 1976
2. Мембраны и мембранная техника. Каталог . – Черкассы, 1988.-32с.

3. Брык М.Т., Цапюк Е.А., Ультрафильтрация– М.: Думка,1989-288с.  
Менеджмент качества в 21 веке – М.: НТК, 2002-51с.

## АЭРОГЕЛЬ

*Кравченко Л.М., ст.преподаватель НТИ (ф) УрФУ,  
Кравченко Н.С., аспирант УрФУ*

Аэрогель - весьма необычное творение человеческих рук, материал, удостоенный за свои уникальные качества 15 позициями в книге рекордов Гиннеса. Название «аэрогель» произошло от двух латинских слов aer - воздух и gelatus - замороженный. Поэтому аэрогель часто называют «замороженным дымом». Впрочем, по внешнему виду аэрогель действительно напоминает застывший дым. Аэрогель представляет собой необычный гель, в котором отсутствует жидкая фаза, полностью замещенная газообразной, вследствие чего вещество обладает рекордно низкой плотностью, всего в полтора раза превосходящей плотность воздуха, и рядом других уникальных качеств: твердостью, прозрачностью, жаропрочностью и т.д. Аэрогель удивителен еще и тем, что на 99.8% состоит из... воздуха!

Получил его американский учёный Сэмюэль Кистлер в конце двадцатых или в тридцатом году прошлого века в Тихоокеанском колледже в Стоктоне (штат Калифорния). Официальной датой появления нового материала считается 1931 год, время опубликования статьи о нем в журнале Nature. Первый аэрогель был получен ученым из кварца. Впоследствии этот материал научились изготавливать из оксидов металлов, органических веществ, и многих других исходных ингредиентов.

По структуре аэрогели представляют собой древовидную сеть из объединенных в однородные группы (кластеры) частиц размером 2-5 нанометров и пор, заполненных воздухом, размерами до 100 нанометров. Внешне аэрогель больше всего похож на прозрачную или полупрозрачную застывшую мыльную пену. При взгляде невооруженным глазом, аэрогель представляется сплошным однородным веществом, что выгодно отличает его от таких пористых сред как различные пены. На ощупь аэрогель также напоминает застывшую пену. Это достаточно прочный материал – аэрогель способен выдержать нагрузку в 2000 раз больше собственного веса. Например, небольшой блок аэрогеля весом 2.38 г. легко противостоит массе кирпича в 2.5 кг!

Удельная плотность аэрогеля составляет 0,0003 гр/см<sup>3</sup>. Этот показатель превышает показатели воздуха в три раза и в тысячу раз меньше чем у стекла.

Аэрогель один из тех редких на сегодняшний день веществ - одновременно прозрачный и пористый. Этот материал самый легкий из твердых материалов.

Аэрогель способен к высокой термической изоляции - до 800<sup>0</sup>С. Также у него высокая акустическая изоляция - показатель скорости звука через аэрогель, достигает только 100м/сек. Коэффициент преломления аэрогеля также мал - 1,0-1,05. Площадь поверхности одной унции аэрогеля сравнима с площадью десяти футбольных полей.

Аэрогель можно сделать из значительного количества материалов - различных полимеров, металлов и т. д. Наиболее распространены в промышленности (если это можно назвать «распространением») три типа: на базе силикагелей, углеводородов и оксидов металлов. Чаще всего в экспериментах используют первый тип.

Силика-аэрогели выглядят воздушно-голубыми. Их окраска объясняется тем, что материал содержит большое количество частиц силики (оксида кремния) и заполненных воздухом или газом пор нанометровых размеров, которые рассеивают коротковолновое излучение (синий и фиолетовый) лучше, чем длинноволновое. То есть по той же самой причине, почему небо в ясный день имеет голубой оттенок: за счет рассеяния света на молекулах газов в атмосфере.

Аэрогели на основе углеродных гелей черные, напоминают и на вид, и на ощупь уголь, только очень легкий. Имея очень большую площадь поверхности и будучи хорошими проводниками, они могут использоваться для изготовления суперконденсаторов или топливных элементов.

Аэрогели на базе оксидов металлов используются в качестве катализаторов при химических реакциях, а также при производстве взрывчатых веществ, карбоновых нанотрубок и т. д. В отличие от силикогелевых и углеродных собратьев, металлические аэрогели могут быть разных цветов, в зависимости от используемого металла.

Применяются аэрогели в достаточно широком спектре областей. Одна из основных отраслей, использующих подобные материалы - космическая.

Например, в 1999 году агентство NASA запустило космический аппарат «Стардаст», созданный специально для исследования короткопериодической кометы 81P/Вильда. Пролетев около 4,8 млрд. километров, «Стардаст» успешно достиг кометы, сделал ряд фотоснимков и, что очень важно, собрал частицы «звездной пыли» из комы (облака пыли и газа), окружающей комету.

Для сбора образцов как раз и использовался аэрогель, известный своими абсорбирующими качествами. 260 аэрогелевых параллелепипедов уловили значительное количество частиц и послужили «контейнерами», позволившими доставить «звездную пыль» на Землю в полной сохранности. В 2006 году «Стардаст» успешно вернулся, и ученые впервые

за много лет получили образцы космического вещества - причем не какого-то, а из «окружения» кометы; анализ полученных образцов стал еще одной вехой в исследовании космоса.

В качестве ловушки можно было использовать и другие вещества, но ничто не могло сравниться с аэрогелем по сочетанию «малая масса - высокая адсорбирующая способность»

В настоящее время аэрогели применяются в различных отраслях промышленности, например при производстве силикона и строительных материалов. Аэрогель можно встретить в красках, косметике, водонепроницаемых и огнеупорных тканях, в ядерной отрасли. Но основное употребление он нашел в сфере изоляционных материалов. Аэрогель - это идеальный огнеупорный материал, позволяющий увеличить пожарную безопасность зданий, а также теплоизоляционная структура для труднодоступных участков (скажем, оконные щели в точках открывания).

Исследование аэрогелей продолжается. Перед учеными стоит целый ряд задач: сделать материал прочнее, дешевле, а также обезопасить его производство. В 2002 году профессор Николас Левентис из Университета науки и технологий штата Миссури объявил о том, что разработал метод производства нехрупкого аэрогеля (раньше хрупкость была одной из основных проблем материала).

Вещества, созданные по методике Левентиса, получили наименование X-аэрогели - они более прочные и эластичные, но, их производство весьма опасно и занимает больше времени. Ухудшились и изоляционные свойства. X-аэрогели могут найти применение в сфере производства брони, автомобильных шин, самолетов. Углеродные аэрогели ,можно применять для создания суперконденсаторов и топливных элементов.

Плотность различных аэрогелей обычно варьируется в пределах от 0,001 до 0,5 г/см<sup>3</sup> (чаще всего порядка 0,02 г/см<sup>3</sup>), а плотность воздуха - 0,001225 г/см<sup>3</sup>.

Аэрогель действительно может быть немного легче воздуха - такой эффект достигается удалением воздуха из пор и замещением его газом, более легким, чем воздух. Китайские же ученые поставили рекорд, добившись плотности 0,00016 г/см<sup>3</sup>. Предыдущий рекорд сверхмалой плотности принадлежал материалу под названием аэрографит, созданному немецкими учеными, - его плотность составляла 0,0002 г/см<sup>3</sup>.

Основное достижение китайцев не только в разработке нового метода получения аэрогеля и установлении рекорда, но и в отличных свойствах графенового аэрогеля: он удивительно эластичен (восстанавливается после 90-процентного сжатия) и способен абсорбировать количество жидкости (масла), в 900 раз превышающее его собственную массу. Вполне вероятно, новое вещество станет

великолепным улавливателем океанического мусора и, что немаловажно, загрязняющих воду веществ, например нефти.

На данный момент времени технология изготовления аэрогеля остается дорогостоящей. Также его распространение в качестве теплоизолятора сдерживает факт недостаточной прозрачности – аэрогель, пока имеет слегка желтый цвет на светлом фоне, и светло-голубой на черном.

Поэтому сейчас учеными решаются две основные задачи. Первая - довести уровень прозрачности аэрогеля до максимума. Вторая - удешевить технологию его производства.

### **Библиографический список**

1. Акимов Ю. Аэрогель - материал удивительный; еженедельник ОИЯИ "Дубна" N 42, 2003
2. Роговая Р. Аэрогель - материал XXI века; портал «Научная Россия»
3. Скоренко Т. Когда воздух кажется тяжелым; журнал «Популярная механика» №6, 2013

## **О ПРИЧИНАХ ВЫХОДА ИЗ СТРОЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ ПЛАСТИН ПРИ ЭЖЕКТОРНОМ СВЕРЛЕНИИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ**

*Медисон В.В., к.т.н., инженер-технолог, ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА»*

Обработка отверстий эжекторными сверлами широко применяется при глубоком сверлении. В целом процесс эжекторного сверления представляет собой совмещенный процесс растачивания и дорнования, причем первая операция осуществляется за счет работы режущих пластин, а вторая – за счет работы направляющих пластин эжекторного сверла.

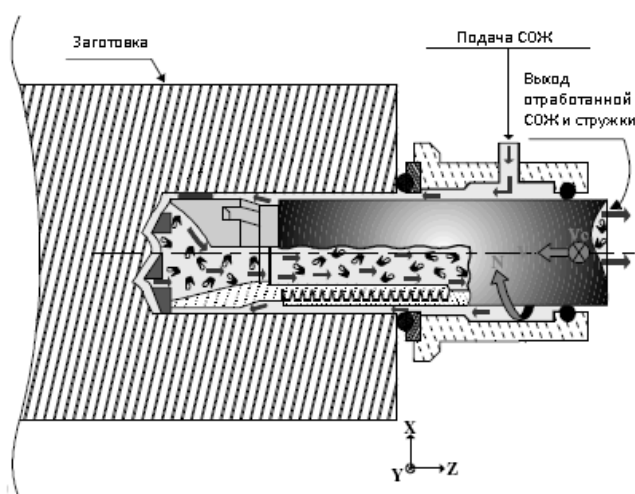


Рис. 1. Эжекторное сверление



При эжекторном сверлении различают два типа пластин:

1. Режущие пластины, исполняемые из твердого сплава, и используемые для осуществления процесса стружкообразования;
2. Направляющие пластины, задача которых состоит в обеспечении точности позиционирования сверла в отверстии, однако, ввиду того, что направляющие пластины непосредственно касаются обработанной поверхности сверла, некоторые исследователи [1] считают, что эти пластины выполняют также и операцию дорнования обработанного отверстия. При этом, однако, Н.Д. Троицкий отмечал, что при обработке эжекторными сверлами титановых сплавов, процесс дорнования неэффективен ввиду сильного налипания частиц титановых сплавов на направляющие пластины.

В работе [3] режущие пластины подразделяются на внешние, центральные и внутренние, поскольку механика их работы, и, соответственно, образующаяся стружка, различаются. Схема эжекторного сверла приведена на рис. 2. Количество режущих и направляющих пластин может варьироваться.

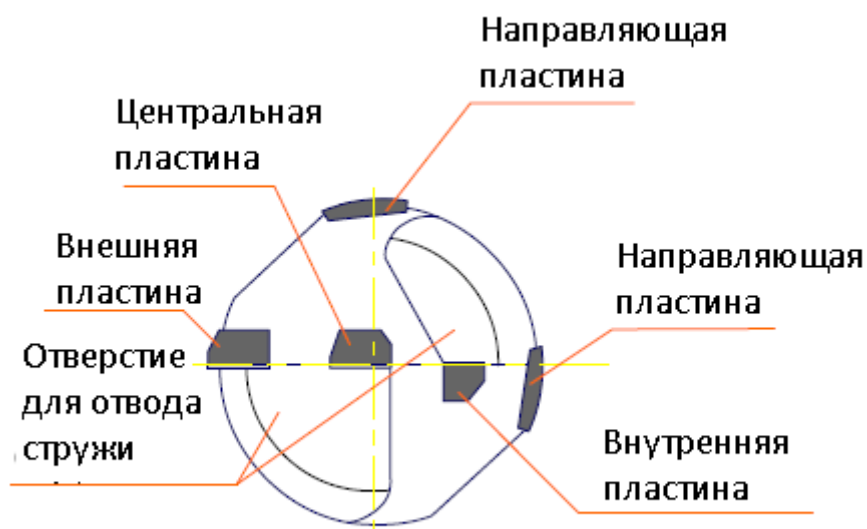


Рис. 2. Эжекторное сверло

Одной из проблем, возникающих при эжекторном сверлении титановых сплавов, является быстрый выход из строя направляющих пластин. Картины износа направляющих пластин представлены на рис. 3 и 4.



Рис. 3. Износ направляющих пластин из твердого сплава.  
Стойкость – 20000 мм.



Рис. 4. Износ направляющих пластин из быстрорежущей стали.  
Стойкость – 100 мм.

Наблюдаемые картины разрушения представляют научный интерес, поскольку, если бы при обработке титановых сплавов эжекторными сверлами имело место только адгезионное разрушение, то направляющие пластины должны были бы разрушаться равномерно, однако, на представленных рисунках видно, что имеют место параллельные трещины, начинающиеся у края пластины, и имеющие длину от 8 до 16 мм. Наличие трещин позволяет предположить, что имеет место ударно-усталостный износ, возникающий вследствие колебаний сверлильной головки и стебля эжекторного сверла.

Для рассмотрения причин возникновения ударно-усталостного разрушения при эжекторном сверлении необходимо обратиться к механике

процесса резания. На рис. 5. представлена силовая схема при эжекторном сверлении.

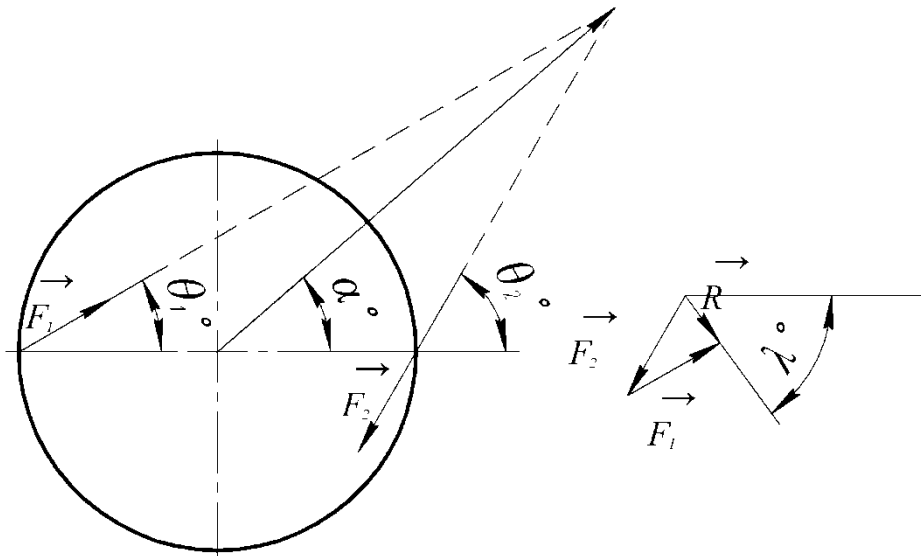


Рис. 5. Силовая схема при эжекторном сверлении

$F_1$  и  $F_2$  – это силы резания, испытываемые режущими лезвиями, а  $\theta_1$  и  $\theta_2$  – углы между направлением действия каждой из этих сил и горизонталью. Равнодействующая сила  $R$  образует с горизонталью угол  $\lambda$ , а прямая, проходящая через точку приложения равнодействующей и центр резца – угол  $\alpha$ . Равнодействующая  $R$  и угол наклона равнодействующей силы к горизонтали рассчитываются из соотношений:

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \quad (1)$$

$$R = \sqrt{(-F_1 \cdot \sin \theta_1 + F_2 \cdot \sin \theta_2)^2 + (-F_1 \cdot \cos \theta_1 + F_2 \cdot \cos \theta_2)^2} \quad (2)$$

$$\lambda = \arctg \left[ \frac{F_1 \sin \theta_1 - F_2 \sin \theta_2}{F_1 \cos \theta_1 - F_2 \cos \theta_2} \right] \quad (3)$$

Из рис. 5 видно, что точка приложения равнодействующей силы  $R$  расположена вне тела эжекторного сверла, однако, в соответствии с основной теоремой статики, ее можно заменить моментом, приложенным к центру сверла, и силой, выходящей из этого центра, как это показано на рис. 6.

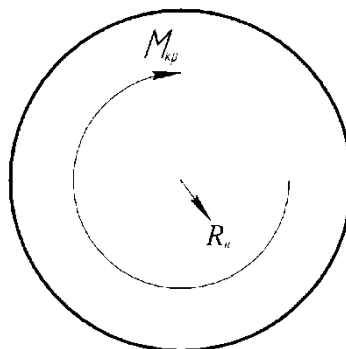


Рис. 6. Замена силы  $R$  моментом  $M_k$  и силой  $R_n$

На схеме, представленной на рис. 6 момент  $M_k$  – это крутящий момент, выступающий в качестве основной силы резания, а  $R_n$  – это неуравновешенная сила, возникающая вследствие того, что силы  $F_1$  и  $F_2$  при резании не могут полностью уравновесить друг друга. Сила  $R_n$  вызывает смещение тела эжекторного сверла в радиальном направлении. Для уменьшения силы  $R_n$  во-первых, стараются отрегулировать положение режущих пластин так, чтобы они были как можно более симметричными относительно друг друга, а во-вторых, изменяют количество и расположение направляющих пластин. В общем случае увеличение числа направляющих пластин способствует уменьшению силы  $R_n$ , однако, их количество ограничено во-первых, размерами сверла, во-вторых, их износом, в-третьих, тем, что с увеличением их количества ухудшается подвод СОЖ в зону резания. Поэтому рекомендуют работать одновременно с не более чем шестью направляющими пластинами.

Наличие силы  $R_n$  приводит к образованию статических и опрокидывающих моментов. Первые приводят к тому, что одна из направляющих пластин приближается к стенке обработанного отверстия, а вторые – к отрыву направляющей пластины от стенки. Следовательно, сила  $R_n$  приводит к смещению сверла относительно обработанного отверстия, вибрациям и биению. Считается, что стабильность процесса эжекторного сверления можно определить по формуле:

$$S = \frac{\sum S_M}{\sum O_M}, \quad (4)$$

где  $\sum S_M$  – сумма статических моментов;  $\sum O_M$  – сумма опрокидывающих моментов.

Устойчивое состояние образуется при  $S > 1$ , то есть необходимым условием для стабильности процессе эжекторного сверления является превышение суммы опрокидывающих моментов над суммой статических моментов. Паттерны износа, представленные на рис. 3 и 4 свидетельствуют о существовании неустойчивости резания. Неустойчивость процесса резания будет порождать автоколебания в системе.

Дополнительными факторами, способствующими неустойчивости процесса резания, являются поперечные колебания, вызванные изменением сил резания вследствие неравномерности распределения припуска между режущими пластинами, увода оси отверстия, а также поперечных колебаний заготовки. Поперечные колебания кратны частоте вращения заготовки.

Не стоит забывать о том, что при обработке резанием титановых сплавов наблюдается налипание титана на режущие и направляющие пластины. При этом происходит затормаживание эжекторного сверла, уменьшение действительной скорости резания, и резкое возрастание сил

резания. Вследствие этого возрастают напряжения в зоне резания, и продолжение резания происходит вследствие резкого разрушения адгезионного шва.

Отсюда следует, что для уменьшения износа направляющих пластин необходимо:

1. Правильно выбирать материал направляющих и их расположение;
2. Контролировать величину зазора между обработанной поверхностью и направляющей пластиной;
3. Контролировать биение сверла;
4. Контролировать силы резания и усадку стружки;
5. Контролировать вибрации в процессе резания.

#### **Библиографический список**

1. R. Richardson, R. Bhatti. A review of research into the role of guide pads in BTA deep-hole machining // Journal of Materials Processing Technology, 110, (2001), 61-69
2. Троицкий Н.Д. Глубокое сверление. М.: Машиностроение, 1971, 176 с.
3. B. Haddag, J. Thil, M. Nouari, C. Barlier, L. Papillon. Analysis of the deep hole drilling with BTA system by the characterization of the cutting process // 21eme Congres Francais de Mecanique

УДК 577.4:675

#### **РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВИРОВАНИЯ КОЗЛИНЫ**

*Жолдас А., Жаныбек Н. студенты ТарГУ им. М.Х.Дулата, специальность «Стандартизация, метрология и сертификация», Ораз Г.Т., магистр технических наук, ТарГУ им. М.Х.Дулата, г.Тараз, Республика Казахстан*

Загрязнение окружающей среды в настоящее время достигло таких масштабов, что проблема обеспечения экологической безопасности не может быть решена без разработки и активного продвижения нового экологического мировоззрения, основанного на новых идеях./1/

Вопрос экологической безопасности производства в Казахстане стоит давно и остро. Вопрос утилизации отходов производства наиболее актуален в кожевенно-меховом производстве. В процессе переработки шкур происходит загрязнения воздуха, земли и в основном воды. Кожевенно-меховое производство относится к 3-му классу опасности из-за использования различных химических веществ. Переработка мехового сырья требует огромного количества воды, электроэнергии, химикатов. В

меховой промышленности процессы выделки проводятся при больших ж.к. и для выработки 1000 меховых овчин требуется 300 м<sup>3</sup> воды.

Это приводит к образованию большого количества сточных вод. Проблемы очистки сточных вод решаются по 2 вариантам: 1 вариант – сточные воды подвергаются очистке на заводе при наличии усредненных емкостей, где собираются стоки. Второй вариант – сточные воды спускаются в реки или землю. В этом случае площадь полей фильтрации по своей площади превышает площадь кожевенных заводов /2/.

Основным консервирующим материалом традиционных способов консервирования мехового сырья является хлорид натрия. Однако, данный продукт имеет много недостатков: растворы хлорида натрия вызывают коррозию оборудования, очистка сточных вод от соли весьма затруднительна и на практике не применяется, сброс сточных вод на поля фильтрации приводит к выведению этих площадей из сельскохозяйственного оборота из-за засоления и к загрязнению подземных вод. Все это говорит о том, что хлорид натрия не удовлетворяет комплексу требований, предъявляемых к консерванту.

Вышесказанное обуславливает необходимость в разработке новых технологий консервирования, которые могут обеспечить высокое качество сырья при продолжительном хранении. Во всем мире ведется поиск новых консервантов для замены соли.

Среди множества предложенных способов консервирования, с применением различных веществ, наиболее перспективным является применение для консервирования фосфатных соединений, в частности диаммонийфосфата /3/. Использование диаммонийфосфата позволяет исключить использование соли, он является доступным продуктом, прост в применении, а также его сточные воды могут быть использованы для удобрения сельхозугодий. В качестве антисептика было предложено использование нитрита натрия.

В результате исследований было установлено консервирующее действие одного из минеральных удобрений (условное название ДАФ), возможность его использования при консервировании кожевенно-мехового сырья и обеспечение его высокого качества, кроме того, было установлено, что ДАФ не агрессивны к оборудованию и являются отличными удобрениями.

В данной работе были взяты шкурки козы как наиболее распространенные и характерные для мехового производства Казахстана. При разработке технологий для мехового производства необходимо учитывать, что решающим фактором является влияние химикатов на волос, так как основным в оценке меха является состояние волосяного покрова, прочность связи волоса с дермой. Для оценки влияния консервантов на волосяной покров были проведены исследования структуры волоса на электронном микроскопе. Для сравнения были

изучены парной волос, волос обработанный ДАФ, смесью ДАФ и нитрита натрия, на предмет повреждения кутикулы, в качестве контрольного были взяты волос обработанный поваренной солью. Как известно, чем более плотно прилегает кутикула, чем ровнее ее края, тем мех будет более красивым, блестящим. Электронно-микроскопические изображения единичного волоса соответственно парного, консервированного ДАФ, ДАФ с нитритом и поваренной солью ясно показывают, что структура волосяного покрова законсервированных по новому методу аналогична структуре волоса с парной шкуры, а структура волоса с образца законсервированного поваренной солью несколько иная, в ней четко видно поднявшиеся чешуйки волоса, что говорит о том, что волос поврежден.

Для изучения химического взаимодействия консервантов с волосом были проведены исследования на ИК-спектре на предмет взаимодействия химикатов с кератином волоса. Данные показали, что ИК-спектры обработанных волос аналогичны ИК-спектрам парного волоса, что говорит об отсутствии каких-либо вредных воздействий на волос предложенных консервантов.

Для оптимизации процесса консервирования проводили серию испытаний по полному факторному эксперименту. Качество сырья определяли по следующим показателям: температура сваривания, рН водной вытяжки, продолжительности адсорбции йода, гистолого-бактериологическому состоянию сырья, прочности связи волоса с кожной тканью, выходу белковых веществ в консервирующий раствор. Для проверки возможности использования ДАФ для долгосрочного консервирования исследовали образцы сырья по истечении 3, 6, 9 месяцев. Опытные данные показали высокое качество сырья, отсутствие отрицательного влияния на волосяной покров, возможность использования ДАФ для долгосрочного консервирования мехового сырья /4/.

Так как в меховом производстве наиболее важным показателем сырья является состояние волосяного покрова то проверялось влияние консервантов на волосяной и кожный покров, проверялась прочность связи волоса с дермой. Также проверялось влияние консервантов на процесс отмоки /5/.

Необходимо отметить, что ДАФ является доступным и недорогим материалом, так как он вырабатывается на нескольких крупнейших заводах Казахстана, он технологичен и прост в применении.

Для снижения расхода ДАФ разработана методика, предусматривающая использование в смеси с ДАФ антисептик – нитрит натрия. Нитрит натрия, являясь антисептиком в нейтральной и щелочной средах, восстанавливается до нитратов с выделением азота в кислой среде (нитрат натрия - натриевая селитра). Это свойство было использовано в процессе отмоки для интенсификации процесса обводнения за счет

выделяемого азота, который выделяясь в виде пузырьков газа разрыхляет структуру дермы и облегчает дальнейшее обводнение сырья.

Таким образом разработанная технология консервирования позволяет:

- полностью исключить поваренную соль из процесса консервирования;
- получить качественное меховое сырье, пригодное для длительного хранения;
- позволит получить сточные воды, которые можно без предварительной очистки использовать для полива земель;
- снизить расход ДАФ применением нитрита натрия, который является антисептиком;
- интенсифицировать процесс отмоки.

Учитывая вышесказанное, очевидно, внедрение новой технологии консервирования позволит также увеличить выпуск готовой кожи, улучшить технологию забоя и консервирования шкур, повысить конкурентоспособность отечественных товаров.

#### **Библиографический список**

1. Нурпейсова Г. Экологически менеджмент в Казахстане: проблемы и перспективы // Экология и устойчивое развитие – 2002 №5 (май) с.63.
2. Смеховски К. Проблемы сточных вод кожевенной промышленности Польши//Кожевенно-обувная промышленность. -1996. №3. -С.30-35.
3. Мадиев У.К., Букесова А.М. Исследование возможности использования минеральных удобрений для консервирования кожевенного сырья//Тауар, НТИЦ «Легпром» ИА РК, 1996, №1. – с.36-39.
4. Предварительный патент РК №2003/0972.1 от 10.07.2003, МКИ С14С1/02. Способ консервирования мехового сырья. Мадиев У.К, Дильдабекова А.Д, Рахметбайулы К.Р., Дилдабек Д.С., Рахметбай А.К.
5. А.с. №40246 РК, МКИ С14 С1/04. Ускоритель отмоки шкур животных. Мадиев У.К, Дильдабекова А.Д, Рахметбайулы К.Р., Дилдабек Д.С., Рахметбай А.К.



## СОЗДАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ КОЖИ И МЕХА

*Жаныбек Н., Маралбай М. студенты ТарГУ им. М.Х.Дулати,  
специальность «Стандартизация, метрология и сертификация», Ораз  
Г.Т., магистр технических наук, ТарГУ им. М.Х.Дулати, г.Тараз,  
Республика Казахстан*

Для сохранения свойств термолабильных материалов следует проводить их термообработку в изотермических условиях.

С целью термообработки кожи и меха нами создана экспериментальная установка, которая приведена на рисунке 1.

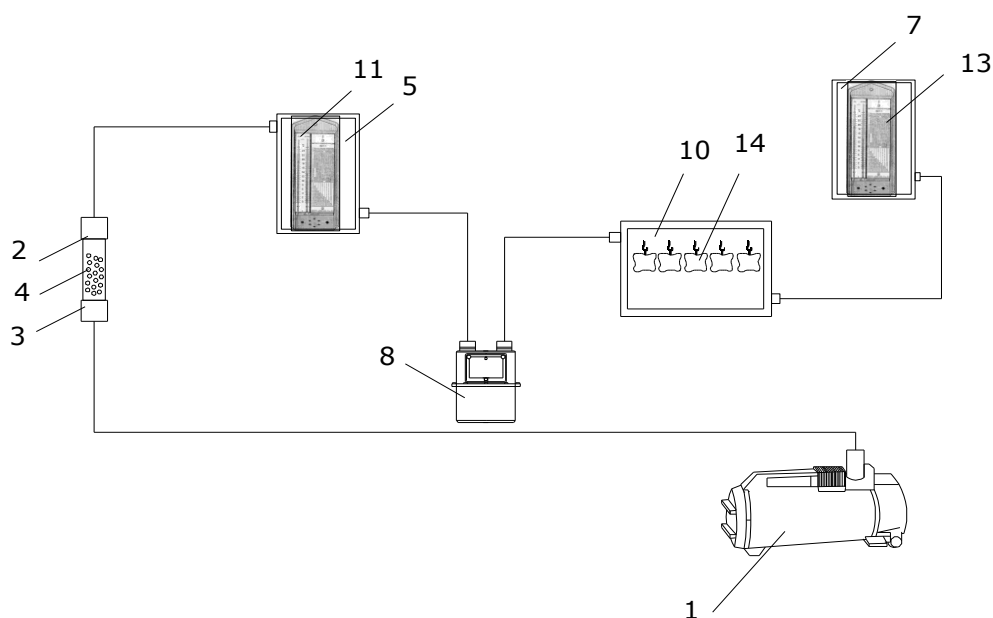


Рис.1. Технологическая схема экспериментальной установки для термообработки тела козчины

Установка состоит из вентилятора 1, цилиндра 2, сетки 3, гранул природного цеолита 4, сухих термометров 5 и 11, влажных термометров 7 и 13 с кусочками ткани, нижний конец которых опущен в ванночки с водой, корба с образцами козчины 10 и 14, газового счетчика 8.

Установка работает следующим образом: запускается вентилятор 1; атмосферный воздух проходит через слой природного цеолита 4. При выходе из колонки температура точки росы минус 15 – минус 20°C, т.е. воздух становится сухим. Температура точки росы воздуха определяется при помощи психрометров 5 и 6. Далее сухой воздух проходит через газовый счетчик 8 и корб 9; затем он выбрасывается в атмосферу.

Параметры воздуха при выходе из короба 9 определяются также психрометром (при помощи сухого 11 и мокрого 12 термометров). Расход воздуха определяют газовым счетчиком 8.

Далее берут кусок козлины, прошедшей этап консервирования диаммонифосфатом. Из тела козлины вырезаются кусочки шкуры; их размещают в бюксы и взвешивают на аналитических весах.

После выхода установки на стационарный режим на крючки, размещенные внутри короба 9, вывешиваются кусочки козлины. Затем запускается секундомер. Через определенные промежутки времени из короба 9 отбираются образцы и размещаются в бюксы. Бюксы с образцами взвешиваются также на аналитических весах. Далее образцы сушат до постоянной массы в сушилке. Влагосодержание образцов определяют по известным формулам. Затем строят кинетику обработки козлины в токе сухого воздуха.

Экологичность этих процессов заключается в том, что для термической обработки козлины не используется нагретый воздух. Для термической обработки козлины используется природный цеолит.

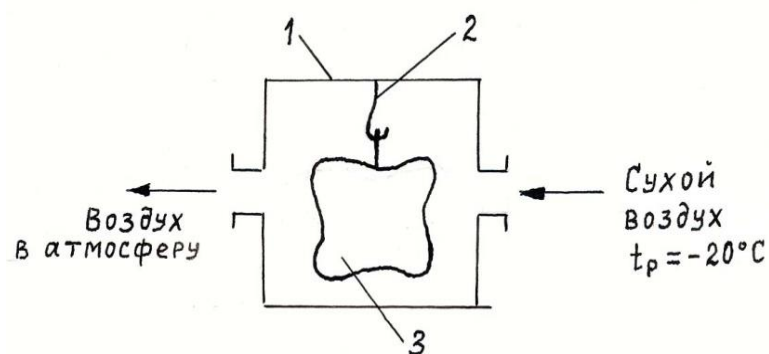


Рис.2. Схема крепления шкуры в сушильной камере  
1-камера сушилки; 2-крючок; 3-шкура козлины

По сравнению с конвективной тепловой сушкой при инновационном методе продолжительность сушки увеличивается на 23-30 %. Предложенный метод является экологичным в том плане, что в окружающую среду не выбрасывается «тепловой отход» [5] и может составить серьезную конкуренцию известным методам конвективной сушки дисперсных, ленточных и волокнистых материалов.

#### Библиографический список

1. Лыков А.В. Теория сушки. М., 1968.-471 с.
2. Лыков А.В. Явления переноса в капиллярно пористых телах. М., 1954. 236 с.

3. Лыков А.В., Михайлов Ю. Теория тепло-массообмена. М.-Л., 1953.- 536 с.
4. Мәдиев Ө.Қ., Айтәленова Қ.Т. Былғары және мех химиясы мен технологиясы. Алматы, 1995.-320 бет.
5. Ораз Г.Т., Акынбеков Е.К. Инновационный и экологичный метод интенсификации влагосъема из капиллярно-пористых тел.

УДК 551.510.42

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТЕОУСЛОВИЙ В КАРТИННЫХ ГАЛЕРЕЯХ И МУЗЕЯХ ПРИ ХРАНЕНИИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОЖИ И ДЕРЕВА**

*Жаныбек Н., Маралбай М. студенты ТарГУ им. М.Х.Дулати, специальность «Стандартизация, метрология и сертификация», Ораз Г.Т., магистр технических наук, ТарГУ им. М.Х.Дулати, г.Тараз, Республика Казахстан*

Вода и воздух - составные части экосистемы [1]. Они играют важную роль в жизни человека и его деятельности, в производственной сфере [2].

Воздух, насыщенный влагой, отрицательно влияет на состояние изделий из дерева и кожи, картин и других экспонатов, установленных в музеях; при колебаниях (понижении) температуры в микротрещинах стенки соборов и картин происходит конденсация влаги, что способствует появлению плесени и грибков, которые приводят к порче изделия [3]. Чтобы этого не было целесообразно поддерживать влажность воздуха в соборах, картинных галереях и музеях на оптимальном уровне.

Ниже приводятся результаты мониторинга относительной влажности воздуха в помещении.

Мини-адсорбер, укомплектованный природным цеолитом Казахстана, был размещен в лаборатории. Рядом размещался барометр и психрометр.

В начале опыта (время  $\tau = 0$ ) при помощи психрометра определяли относительную влажность воздуха:

$$\begin{aligned} 1) \tau &= 0; \\ t_{\text{сух}} &= 18^{\circ}\text{C}; \\ t_{\text{вл}} &= 14^{\circ}\text{C}; \\ (t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}) &= 2. \end{aligned}$$

Из психрометрической таблицы относительная влажность воздуха  $\varphi = 82\%$ .

Затем запустили мини адсорбер, в трех съемных секциях которого находились частицы природного цеолита Казахстана [3]; высота слоя в каждой секции 0,03 м. Воздух отсасывался через систему малогабаритным бесшумно работающим вентилятором. Через определенные промежутки

времени записывались показания сухого и влажного термометров; по их показаниям определялась относительная влажность воздуха.

2)  $\tau = 1$  час.;

$$t_{\text{сух}} = 18^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\text{вл}} = 14^{\circ}\text{C};$$

$$(t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}) = 2.$$

Относительная влажность воздуха  $\varphi = 82\%$ .

3)  $\tau = 2$  час.;

$$t_{\text{сух}} = 18^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\text{вл}} = 14^{\circ}\text{C};$$

$$(t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}) = 3.$$

Относительная влажность воздуха  $\varphi = 73\%$ .

4)  $\tau = 3$  час.;

$$t_{\text{сух}} = 18^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\text{вл}} = 14^{\circ}\text{C};$$

$$(t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}) = 4.$$

Относительная влажность воздуха  $\varphi = 64\%$ .

5)  $\tau = 4$  час.;

$$t_{\text{сух}} = 18^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\text{вл}} = 14^{\circ}\text{C};$$

$$(t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}) = 5.$$

Относительная влажность воздуха  $\varphi = 56\%$ .

6)  $\tau = 5$  час.;

$$t_{\text{сух}} = 18^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\text{вл}} = 14^{\circ}\text{C};$$

$$(t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}) = 6.$$

Относительная влажность воздуха  $\varphi = 48\%$ .

7)  $\tau = 6$  час.;

$$t_{\text{сух}} = 18^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\text{вл}} = 14^{\circ}\text{C};$$

$$(t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}) = 6.$$

Относительная влажность воздуха  $\varphi = 48\%$ .

8)  $\tau = 7$  час.;

$$t_{\text{сух}} = 18^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\text{вл}} = 14^{\circ}\text{C};$$

$$(t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}) = 6.$$

Относительная влажность воздуха  $\varphi = 48\%$ .

9)  $\tau = 8$  час.;

$$t_{\text{сух}} = 18^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\text{вл}} = 14^{\circ}\text{C};$$

$$(t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}) = 6.$$

Относительная влажность воздуха  $\varphi = 48\%$ .

10)  $\tau = 9$  час.;

$$t_{\text{сух}} = 18^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\text{вл}} = 14^{\circ}\text{C};$$

$$(t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}) = 6;$$

Относительная влажность воздуха  $\varphi = 48\%$ .

$$11) \tau = 10 \text{ час.};$$

$$t_{\text{сух}} = 18^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\text{вл}} = 14^{\circ}\text{C};$$

$$(t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}) = 6.$$

Относительная влажность воздуха  $\varphi = 48\%$ .

$$12) \tau = 11 \text{ час.};$$

$$t_{\text{сух}} = 18^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\text{вл}} = 14^{\circ}\text{C};$$

$$(t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}) = 6.$$

Относительная влажность воздуха  $\varphi = 48\%$ .

$$13) \tau = 12 \text{ час.};$$

$$t_{\text{сух}} = 18^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\text{вл}} = 14^{\circ}\text{C};$$

$$(t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}) = 6.$$

Относительная влажность воздуха  $\varphi = 48\%$ .

$$14) \tau = 12 \text{ час.};$$

$$t_{\text{сух}} = 18^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\text{вл}} = 14^{\circ}\text{C};$$

$$(t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}) = 6;$$

Относительная влажность воздуха  $\varphi = 48\%$ .

Относительная влажность воздуха определялась по формуле:

$$\varphi = \left[ \frac{P_m}{P_c} - \frac{P_{бар}}{P_c} \cdot (t_c - t_m) \right] \cdot 100, \quad \%$$

где:  $P_m$  – парциальное давление водяных паров в воздухе при температуре влажного термометра;  $P_c$  – парциальное давление водяных паров в воздухе при температуре сухого термометра;  $P_{бар}$  – барометрическое давление, измерялось барометром;  $A$  – психометрический коэффициент ( $A = 6,65 \cdot 10^{-4}$ ) – психрометрический коэффициент, 1/градус. Сходимость измеренных и вычисленных значений относительной влажности воздуха удовлетворительная.

Экспериментальные исследования показали что, в качестве сорбента в целесообразно использовать местный природный цеолит [4].

### Библиографический список

1. Экологический кодекс Республики Казахстан, Алматы. 2007.-172 с.

2. Ораз Г.Т., Коштанов К.Б., Акынбеков Е.К. Анализ методов снижения уровня воздействия производства на окружающую среду// Наука и образование Южного Казахстана. Сер. Экол., Шымкент, №1, 2008, С.56-60.
3. Чоманов У.Ч., Коштанов К.Б., Акынбеков Е.К. Моделирование и улучшение метеоусловий в помещениях картинных галерей, музеев и церквей// Механика и моделирование процессов технологии, Тараз, №1, 2008, С.82-87.
4. Аубакирова И.И., Куатбеков М.К., Коштанов К.Б., Акынбеков Е.К. Экспериментальное исследование адсорбции паров воды цеолитом// Вестник ТарГУ им. М.Х. Дулати «Природопользование и проблемы антропосферы», Тараз, №3, 2006, С.193-199.

### **ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕДИ В ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЕ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Болотова И.Е., студентка группы Нт-302оБХ*

*Раскатова Е.А., доцент кафедры естественных наук и физико-математического образования*

*Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт  
(филиал) РГППУ*

Анализ объектов окружающей среды - важный источник информации о состоянии среды обитания человека и прогноза экологических ситуаций. Исследование водопроводной воды на содержание тяжелых металлов является актуальной задачей экологического мониторинга в крупных промышленных городах и населенных пунктах, где используется вода для питьевого водоснабжения как из поверхностных водоемов, так и подземных источников.

В зонах влияния предприятий черной и цветной металлургии, машиностроения и электрохимического производства, к которым относятся большинство населенных пунктов Свердловской области, обязателен контроль воды на содержание ионов тяжелых металлов, меди в том числе.

Нормативы содержания меди в питьевой воде согласно СанПин 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения» установлены не более 1,0 мг/л.

Экологическая обстановка территорий формируется в результате взаимодействия комплекса факторов, важнейшими из которых являются особенности компонентов природной среды и характер техногенного воздействия.

Загрязнение окружающей среды, в том числе и воды, тяжелыми металлами приводит к различным заболеваниям при ее употреблении.

Повышенное содержание меди в организме может привести к функциональным расстройствам нервной системы, нарушению функций печени и почек, аллергодерматозам, гемолизу эритроцитов, способствует увеличению риска развития атеросклероза.

Урал является крупнейшей горнорудной и металлургической базой страны. На Урале известно много месторождений медных руд, в том числе расположенных в Свердловской области: Дегтярское, Красноуральское, Кировоградское, Ревдинское, Гумёшевский рудник.

Екатеринбург является важнейшим промышленным центром Урала. Город расположен на восточном склоне Уральских гор, по берегам реки Исеть. Основными источниками питьевого водоснабжения города являются река Чусовая и Верх-Макаровское водохранилище.

Город Нижний Тагил является так же крупным промышленным центром. Источниками хозяйственно-питьевого водоснабжения Нижнего Тагила являются два водохранилища: Верхне-Выйское (вода подается в центральную часть города, на Выю, Красный Камень, Тагилстрой и Рудник) и Черноисточинское (вода подается в Гальяно-Горбуновский массив и Дзержинский район).

Город Кировград - промышленный город, в котором находится медеплавильный комбинат. Водопроводная вода в город поступает из Шигирского водохранилища.

Многие в настоящее время употребляют воду из природных источников: скважин, колодцев, родников. Родники являются уникальными естественными водоемами. Термин «природная родниковая вода» означает, что состав минералов в этой воде не подвергается никаким физико-химическим изменениям. Добираясь из недр Земли до поверхности и проходя через песок и гравий, вода подвергается естественной и практически идеальной очистке.

В нашей работе была исследована питьевая водопроводная вода различных городов и населенных пунктов Свердловской области на содержание меди, а также природная родниковая вода.

Содержание тяжелого металла определяли методом инверсионной вольтамперометрии с использованием лабораторного аналитического комплекса ИВА-5. Сущность метода состоит в предварительном концентрировании анализируемого компонента на поверхности рабочего электрода с помощью различных электрохимических реакций, с последующей регистрацией волтамперограммы концентрата. Для регистрации волтамперограмм при проведении исследовательских работ применяют трехэлектродную ячейку, состоящую из рабочего (индикаторного), вспомогательного электродов и электрода сравнения. Электролиз проводят при потенциале предельного тока восстановления (или окисления) вещества при энергичном перемешивании раствора. Электролиз ведут в течение строго контролируемого времени (<5 минут),

при этом выделяется пропорциональная часть анализируемого вещества, хорошо воспроизводимая при соблюдении условий эксперимента. После этого включают развертку потенциала и регистрируют вольтамперограмму, которая имеет вид кривой зависимости тока от электродного потенциала. Величина пика данной вольтамперометрической кривой прямо пропорциональна концентрации определяемого металла в растворе. Результаты исследований приведены в таблице.

Таблица

Содержание меди в питьевой водопроводной и природной воде

Место отбора пробы воды	Концентрация $\text{Cu}^{2+}$ , мкг/л
<b>Питьевая водопроводная вода</b>	
Екатеринбург, ул. Шмидта	4,696
Екатеринбург, ул. Ленина	2,656
Нижний-Тагил, ул. Бобкова	71,000
Нижний-Тагил, ул. 3 Интернационала	43,000
Нижний-Тагил, Красногвардейская 57	4,231
пос. Николо-Павловский, ул. Юбилейная	4,240
пос. Новоасбест, ул. Пушкина	7,879
пос. Первомайский, ул. Ленина	98,020
Кировград, ул. Дзержинского	37,015
село Деево, ул. Юбилейная	35,008
<b>Природная питьевая вода</b>	
Ново-курбинская родниковая	0,662
<b>ПДК</b>	<b>1000</b>

Из данных таблицы видно, что содержание меди всех исследуемых образцов не превышает норм ПДК. Наиболее высокое содержание меди отмечено в водопроводной воде поселка Первомайский и районов города Нижний Тагил, использующих воду Верхне-Выйского пруда, который находится в районе бывшего Медного рудника. Достаточно высокое содержание меди отмечено в водопроводной воде города Кировград, что, возможно, объясняется близостью открытого водоема, используемого для водозабора, к городской черте. Таким образом, выбросы и отходы медеплавильного комбината могут попадать как в окружающую среду, так и в воду. Следует отметить низкое содержание меди в воде, используемой жителями г. Екатеринбурга, некоторых районов г. Нижнего Тагила. Это связано с использованием водозабора для питьевого и хозяйственного водоснабжения из удаленных источников, находящихся в географических областях, где не сконцентрированы месторождения меди. Жители



поселков Николо-Павловский и Новоасбест используют артезианскую воду. И в этой воде отмечено наиболее низкое содержание меди. Самая «чистая» по содержанию тяжелого металла меди из исследуемых образцов оказалась вода природная питьевая Ново-курьинская родниковая.

Метод инверсионной вольтамперометрии предоставляет возможность проводить определение содержания тяжелых металлов не только в питьевой воде, но и природных, сточных водах, почве, пищевых продуктах продовольственном сырье, биологических средах, косметических и медицинских препаратах, что открывает большие возможности для мониторинга окружающей среды.

Преимуществами инверсионной вольтамперометрии перед другими методами определения следовых содержаний веществ в растворе являются низкие пределы обнаружения, высокая чувствительность, избирательность, экологическая безопасность, легкость компьютеризации и автоматизации аналитических определений, сравнительно невысокая стоимость приборов для проведения измерений и относительная простота работы на них.

УДК 669. 184

### **СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫЙ ЦЕХ РАДИАЛЬНОГО ТИПА**

*Власов М.А., НТИ(филиал) УрФУ, студент кафедры «Металлургической технологии»*

Сталеплавильное производство быстро достигло технологического предела и компоновка, технология, организация работы цеха по сути не меняется полторы сотни лет. Совершенствуются машины, механизмы, тракты подачи технологических материалов, а по сути все тот же процесс окисления углерода чугуна до заданного содержания.

Особенность тагильского конвертерного процесса в том, что осуществляется переработка чугуна, природно-легированного ванадием и титаном [1]. Двухстадийная технология, реализуемая в кислородных конвертерах Нижнетагильского металлургического комбината, ставит целью окисление ванадия и перевод его в шлаковую фазу в виде окисла  $V_2O_5$  с отделением полученного шлака от металла-полупродукта, перерабатываемого впоследствии на сталь [2]. При этом важно получить шлак с максимальной концентрацией ценного элемента – окисла ванадия. Поэтому на первой стадии продувки ванадиевого чугуна осуществляется минимальная присадка охладителя – прокатной окалины или других подготовленных материалов, содержащих окислы железа. Вторая стадия - полноценный кислородно-конвертерный процесс с присадкой шлакообразующих.

Компоновка сталеплавильного цеха предполагает размещение в линию агрегатов, транспортные коммуникации по фронту, организация технологических потоков слева-справа-сверху-вниз. Как правило, перемещение продуктов плавки перпендикулярно фронту загрузки на отметке, кратной размерам ковша. Нижнетагильский конвертерный цех отличается выполнением дополнительного 4-го конвертера, обеспечивающего производство полупродукта и размещенного с двойным интервалом от конвертеров №№ 1-3, осуществляющих стальной передел.

Относительно «узким» местом в организации непрерывного процесса является транспортировка ванадийсодержащего чугуна к конвертеру №4 и передача полупродукта к одному из «стальных» конвертеров. В настоящее время чугун в 160-т чугуновозном ковше транспортируют тепловозом из миксерного отделения по ж/д путям на отметке +8,0 м. Мостовым заливочным краном снимают ковш с лафета, осуществляют заливку через горловину наклоненного конвертера. Согласно регламента [3] технологические операции по заливке чугуна, выпуску полупродукта, транспортировке полупродукта и заливка его в «стальной» конвертер, продолжаются по времени, соизмеримом с несколькими минутами.

Мое предложение в изменении компоновки конвертерного цеха, а именно: радиальном расположении «стальных» конвертеров при центральном размещении комплекса конвертера для производства полупродукта. Второй отличительной особенностью новой компоновки является использование электромагнитного желоба для транспортировки металла [4], [5].

Электромагнитный желоб, обеспечивающий перемещение расплава вверх, по сути является «открытым» электрическим мотором с развернутой обмоткой, создающей бегущее магнитное поле и является перспективным технологическим звеном, решающим несколько задач:

- собственно транспортировка расплава;
- высвобождение из транспортной цепочки лимитирующих ж/д элементов;
- высвобождение кранового оборудования;
- обеспечение противотока рафинирующего реагента и металлического расплава.

Использование электромагнитного желоба теоретически возможно, но уровень техники позволяет осуществлять операции по заливке чугуна и полупродукта более продолжительное время, чем требования нормативов. Так, методика расчета по [4] позволяет определить время указанных операций и оно составит 20 мин. Задачу по длительности технологических и организационных операций, которую поставили технологи, должны решить специалисты смежных специальностей за счет увеличения мощности трансформатора, геометрии желоба, др. мероприятий [6].

## **Выводы**

Предлагаемая компоновка агрегатов конвертерного цеха радиального типа заключается в передаче металла из накопительных и промежуточных емкостей и ковшей при помощи электромагнитного желоба и обладает новизной.

## **Библиографический список:**

1. Сирнов Л.А. и др. Конвертерный передел ванадиевого чугуна. Екатеринбург, Средне-Уральское книжное издательство, 2000, с. 137.
2. Пакшинцев Е.А., Исупов Ю.Д. Предложение по конструктивному исполнению кислородной фурмы. В сб.: Материалы 72-й международной научно-технической конференции, т.1.Магнитогорск,2014, с.219-220.
3. Нормативы технологических операций в конвертерном цехе. ЕВРАЗ НТМК, 2005г.
4. Верте Л.А. Магнитная гидродинамика в металлургии. М., Металлургия, 1975, с. 138-139.
5. Бигеев А.М., Бигеев В.А. Металлургия стали. Теория и технология плавки стали. Учебник для вузов. Магнитогорск, МГТУ, 2000, с.134-135.
6. Украинцев Б.Н. А.с.559774. Электромагнитный желоб. Дата публ. 30.05.1977г. Бюллетень № 20.

## **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЖАРОПРОЧНОЙ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КИСЛОРОДНОЙ ПРОДУВКИ ЧУГУНА**

*Власов М. А. студент гр. Т-330601*

*Тлеугабулов Б. С., доцент кафедры МТ*

Традиционное широкомасштабное получение стали осуществляют по, так называемой, двух стадийной схеме: «доменная печь – сталеплавильный агрегат». В настоящее время основными способами мирового производства стали (из чугуна) являются кислородно-конверторный (более 60 %) и электродуговой (около 30 %) [1]. И в том, и в другом случае предусмотрена продувка первичного расплавленного металла техническим кислородом.

Электросталь стоит дороже, но превосходит по качеству кислородно-конверторную сталь. Поэтому, для получения качественной и высококачественной стали, при использовании конвертеров металлургический цикл дополняется третьей стадией – внепечной обработкой, включающей рафинирование синтетическими шлаками, аргонную продувку, вакуумирование и другие прогрессивные технологические способы.

Сущностью любого металлургического передела чугуна в сталь является снижение содержания углерода и примесей путем их

избирательного окисления и перевода в шлак и в газ в процессе плавки. В результате окислительных реакций, осуществляемых на первом этапе передела чугуна в сталь, углерод соединяется с кислородом, образуя CO, который удаляется в атмосферу печи. Кремний, марганец, фосфор, сера образуют окислы или другие соединения, нерастворимые или малорастворимые в металле ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{CaS}$  и др.), которые в процессе плавки в значительной мере удаляются со шлаком [2].

Однако полностью окислить примеси не удается, так как, несмотря на их значительно большее сродство к кислороду, чем у железа, по мере снижения содержания примесей в соответствии с законом действующих масс начинает окисляться железо. Оксиды железа растворяются в металле, насыщая его кислородом. Сталь, содержащая кислород, непригодна для обработки давлением –ковки, прокатки, так как в ней образуются трещины при деформации в нагретом состоянии. Это вынуждает организовывать в сталеплавильном процессе восстановительный период плавки – раскисление [3]. Наиболее же существенным недостатком традиционной схемы производства стали является то, что в процессе кислородной продувки большинство легирующих примесей, содержащихся в металлошихте, также теряется со шлаком. Поэтому для выплавки легированной стали необходимые компоненты вводятся в раскисленный расплав металла в виде специально полученных ферросплавов, требующих, в свою очередь, создания целой отрасли для их производства.

Таким образом, создается необходимость получения стали путем восстановительной плавки. Преодоление чрезмерного науглероживания металла позволяет исключить окислительную плавку и производство качественной стали с помощью восстановительной плавки с возможностью перехода всех легирующих добавок в состав стали [4].

Известно, что содержание углерода в доменном чугуне зависит от наличия в нем карбидообразующих элементов и металлоидов, образующих с железом более прочные соединения, чем карбид. Карбидообразующие элементы увеличивают содержание углерода в металле, а указанные металлоиды (Si, P, S и т.п.), разрушая карбиды, его снижают [2]. Количественная зависимость содержания углерода в чугуне от содержания примесей определяется формулой А.Д. Готлиба [2, 5]:

$$[\text{C}] = 4,6 - 0,27[\text{Si}] - 0,32[\text{P}] + 0,03[\text{Mn}] - 0,032[\text{S}].$$

Кроме того, в источнике [5] определена степень влияния на содержание углерода в чугуне таких факторов, как температура чугуна на выпуске, парциальное давление CO в колошниковом газе и доля CO в газообразных восстановителях.

Тем не менее, как указано в [2], «окончательное содержание углерода в чугуне ... не поддается регулированию...».

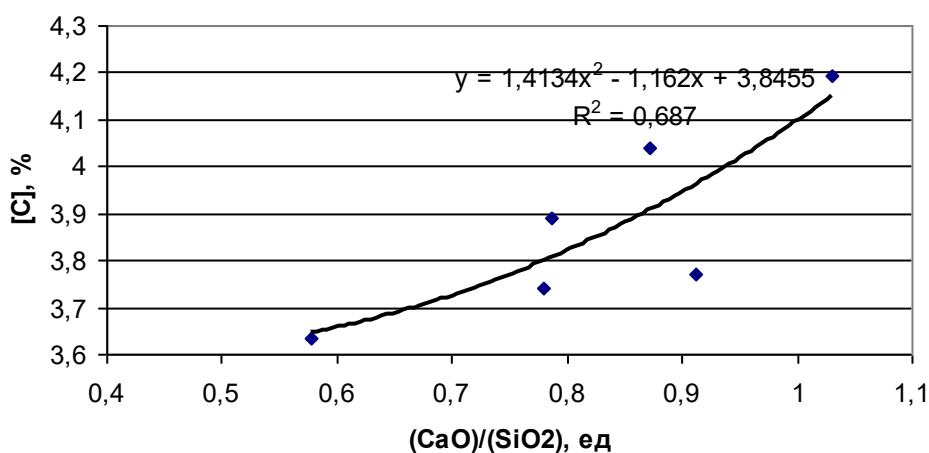


Рис. 1. Влияние основности шлака на содержание углерода в чугуне

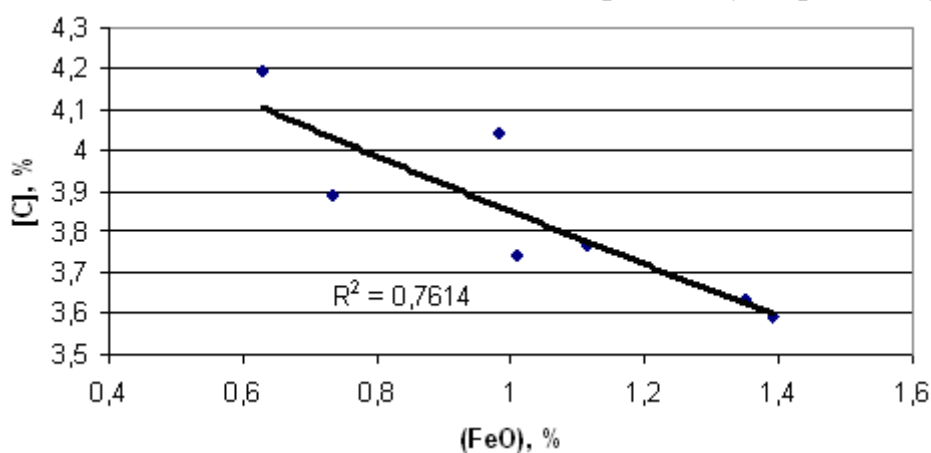


Рис. 2. Влияние доли FeO в шлаке на содержание углерода в чугуне

Данное утверждение несколько противоречит вышеприведенным (в определенной мере регулируемым) факторам, влияющим на содержание углерода в чугуне. Проведенные же в течение 1998 – 2000 гг на металлургическом заводе им. А.К. Серова (г. Серов) промышленные эксперименты [6] позволили показать, что содержание углерода в чугуне регулируется в достаточно широких пределах и зависит не только от упомянутых факторов, но, в частности, и от основности шлака (рис. 1), и от содержания закиси железа в шлаке (рис. 2). Карбюризация существенно снижается по мере увеличения массовой доли кремния в чугуне (рис. 3). При достижении определенного содержания кремния, содержание углерода становится менее 2 % и получаемый металл, по определению, не может характеризоваться как чугун.

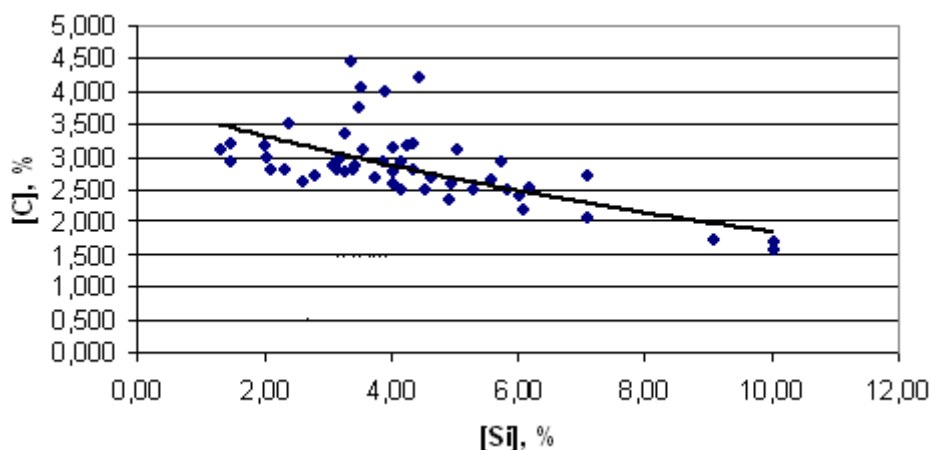


Рис. 3. Взаимосвязь кремния и углерода в чугуне

Знаменательно, что для получения жаропрочной высоколегированной стали (табл. 1), требуется относительно высокое содержание кремния, который вносится в ее состав дорогими ферросилицием или силикохромом.

Таблица 1

Химический состав стали марки 40X9C2, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Ti	Cu
0,35...0,45	2...3	до 0,8	до 0,6	до 0,025	до 0,03	8...10	до 0,2	до 0,3

Регулирование и снижение содержания углерода в первичном металле-полупродукте создает предпосылки для разработки способа получения жаропрочной высоколегированной стали без использования кислородной продувки чугуна, особенно, при использовании в качестве железосодержащего сырья природнолегированных (никельсодержащих, хромсодержащих и др.) руд.

Для Свердловской области актуальна проблема эффективной и рациональной переработки никельсодержащих руд Серовского и Алапаевского месторождений. Руды первого месторождения отправляются за пределы области, руды второго – не используются вовсе.

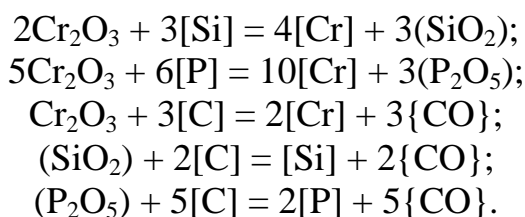
Получение первичного металла-полупродукта из данных руд возможно по способу [7], включающему производство агломерата из смеси никельсодержащей руды и железосодержащего материала (концентрат или окалина) и его проплавку в доменной печи. Полученный металл будет иметь химический состав, приведенный в табл. 2, и направляется для дальнейшей обработки в установку печь-ковш.

Таблица 2

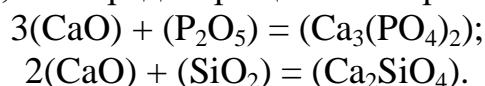
Химический состав первичного металла, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr
1,7...3,1	4...7	0,4...0,7	0,5...6	0,02...0,1	0,02...0,1	1,3...1,7

В печь-ковше к расплаву добавляется смесь из извести и хромового концентрата (от 150 до 300 кг в зависимости от конкретного состава металла и хромового концентрата). При взаимодействии расплава с рудоизвестковой смесью протекает восстановление оксида хрома кремнием, углеродом и фосфором с повышением температуры и окисление углерода:



Оксид кальция связывает образующиеся оксиды кремния и фосфора в силикаты и фосфаты, чем предотвращает их обратный переход в металл:



В процессе плавки в печь-ковше возможно промежуточное скачивание шлака. Для интенсификации процесса выплавки стали возможно также предварительное расплавление смеси извести с хромовым концентратом, по аналогии с технологией производства низкоуглеродистого феррохрома [2].

В итоге, получаемая сталь будет отвечать требованиям, приведенным в табл. 1.

Таким образом, по данному способу, благодаря изначально пониженному содержанию углерода в первичном металле, исключается необходимость его предварительной продувки кислородом. Избыточное содержание кремния и углерода расходуется на восстановление хрома из хромоизвестковой смеси, которая одновременно является средством рафинирования металла от вредных примесей. Учитывая, что необходимое содержание никеля уже присутствует в первичном металле, расход ферросплавов по данной технологии не требуется вообще. Поэтому себестоимость высоколегированной стали по предложенному способу будет значительно ниже, чем получаемая в настоящее время.

### Библиографический список

1. Синельников В.А., Филиппов Г.А. О состоянии сталеплавильного производства в России. / Бюллетень научно-технической и экономической информации «Черная металлургия». № 5. 2015.

2. Общая металлургия : учебник для вузов / Воскобойников В. Г., Кудрин В. А., Якушев А. М. – 6 изд., перераб. и доп. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. – 768 с.
3. Основы производства и обработки металлов. Часть 2. Производство черных металлов : курс лекций / Б. С. Тлеугабулов. – Нижний Тагил : НТИ (ф) УГТУ-УПИ, 2006. – 60 с.
4. С.М. Тлеугабулов, С.Б. Абииков, Д.Х. Алтыбаева, Ю.Д. Исупов, Б.С. Тлеугабулов. Восстановительная плавка комплексного железорудного сырья. / «Сталь». №5. 2015.
5. Доменное производство : Справочное издание в 2-х т. Т. 1. Подготовка руд и доменный процесс. / Под ред. Вегмана Е.Ф. – М.: Металлургия, 1989. 496 с.
6. Баков А.А., Тлеугабулов Б. С. Производство природнолегированного никельсодержащего чугуна. / Труды международной научно-технической конференции «Научно-технический прогресс в металлургии», РК, г.Темиртау, 2001, с.102-106.
7. Пат. РФ №2132400. Способ переработки окисленных никелевых руд /Абаимов Ю.И., Баков А.А., Волков Д.Н., Кобелев В.А., Сергиенко И.А., Тлеугабулов Б. С. // БИ .№ 18. 1999.

## **РЫНОК УСЛУГ ПЛАЗМЕННОЙ ЗАКАЛКИ**

*Коптелова А.С., НТИ (филиал) УрФУ, студент кафедры «Общего машиностроения»*

Термическое упрочнение стальных деталей является одним из наиболее эффективных и действенных способов увеличения ресурса работы нагруженных элементов машин и механизмов, а также снижения их материалоемкости. Во многих случаях технически и экономически оправдана локальная термообработка. При этом упрочняют только наиболее нагруженную рабочую поверхность детали, оставляя нетронутой сердцевину. Для поверхностного упрочнения деталей в промышленности широко применяют термическую высокочастотную и газопламенную обработки. [1]

Среди методов упрочнения наиболее распространенной оказалась закалка. Отнесем сюда и объемную закалку с нагревом в печах, и поверхностную с нагревом концентрированными источниками, такими как лазер, плазма, ТВЧ и др. Но и они не охватывают значительную часть машиностроительной продукции, которая, эксплуатируясь без упрочнения, быстро изнашивается и нуждается в частных ремонтах. Причем, как показывает опыт, это относится не только к отечественной, но и к импортной продукции.[2]



Ручная плазменная закалка увеличила номенклатуру закаливаемых изделий и решила ряд острых проблем на ведущих предприятиях Урала таких как: “ЧМК”, “НТМК”, “ВСМПО”, “ЧТПЗ” и др. При этом разработанное оборудование (установка УДГЗ-200) для ручной плазменной закалки не исключает его применения в составе автоматических комплексов или роботов.[3]

В сфере поверхностного упрочнения металлических изделий плазменное воздействие концентрированными источниками энергии находит всё более широкое применение. Технологически грамотное применение плазменной закалки может существенно расширить перечень упрочняемых деталей. Так, эта технология позволяет термообрабатывать детали различных типоразмеров, как с относительно простой геометрией (прокатные валки, валы, колёса, бандажы, шкивы и т.п.) в автоматическом режиме, так и поверхности с развитым профилем (шестерни, гравюры штампов, звёздочки, шлицевые соединения и т.п.) в ручном и автоматическом режимах. Широкая гамма упрочняемых плазменной закалкой железоуглеродистых сплавов – от низкоуглеродистых сталей до чугунов – требует внедрения установок, обеспечивающих широкий диапазон регулирования мощности, длины и сосредоточенности плазменной дуги.

*Особенности плазменной закалки* - кратковременность процесса нагрева и возможность создания условий охлаждения, обеспечивающих высокую интенсивность, - оказывают существенное влияние на структуру закаленного слоя. Эффект скорости охлаждения при металлографическом исследовании прежде всего заметен в диспергировании структуры. Применение быстрого нагрева, способствующего получению более мелкой структуры закаленной стали, дает возможность получить более благоприятное сочетание свойств прочности и вязкости. Рассматриваемая схема процесса поверхностного плазменного нагрева под закалку характеризуется высоким КПД (60-80%) и согласованностью темпов нарастания плотности теплового потока греющей среды с теплофизическими свойствами стали. [5]

Например, установка плазменной закалки в автоматическом режиме УПЗА-1 предназначена для обработки поверхности деталей, представляющих собой тела вращения, с использованием стандартного механического оборудования (станков, манипуляторов, вращателей и т.п.) для позиционирования детали и (или) плазмотрона. Конструкция установок для плазменной закалки основана на использовании узлов и блоков современного серийного сварочного оборудования, что обеспечивает малые габариты, мобильность, высокую эксплуатационную надежность, простоту эксплуатации и обслуживания.

Одна из таких установок, предназначенная для закалки ручным инструментом (УПЗР1) показана на рис. 2. Номинальный рабочий ток – 220 А. Масса установки – не более 160 кг, напряжение питающей сети – 380 В, мощность – не более 20 кВА, расход плазмообразующего газа (аргона) составляет не более 10 л/мин. Производительность УПЗР1 – 180...300 см<sup>2</sup> обрабатываемой поверхности в минуту. Принцип действия УПЗР заключается в создании при помощи источника питания, осциллятора и плазмотрона плазменной (сжатой) дуги прямого действия. За счет теплового воздействия дуги при перемещении держателя с плазмотроном относительно обрабатываемой поверхности получается закаленная полоса, ширина которой регулируется расстоянием от торца плазмотрона до изделия и напряжением на электромагнитной катушке сканирующего устройства. В целях расширения технологических возможностей установки предусмотрена также обработка плазменной дугой комбинированного действия. При этом в плазмотроне горят одновременно две дуги (между катодом и соплом плазмотрона и между катодом и поверхностью детали), электрическая мощность каждой из них регулируется независимо, что позволяет в широких пределах варьировать тепловложение.[4]



Рис. 2 УПЗР1

В ОАО «Северский трубный завод» с помощью УПЗР-1 проводилось упрочнение зубчатого колеса сталь 45Л непосредственно на кране цеха переработки металлолома. До закалки колесо было аварийно заменено на неупрочненное. Плазменная термообработка увеличила твёрдость с НВ 200 до 51 HRC. (рис.3)[4]



Рис. 3. Закалка трещин вала пильгерстана

В 2011 году была создана установка УПЗР-2 с использованием инверторных источников питания дуги, она позволяет упрочнять ручным инструментом более мелкие детали, например, шестерни с модулем 3. Номинальный рабочий ток – 150 А. Масса УПЗР-2 – не более 80 кг, напряжение питающей сети – 220 В, потребляемая мощность – 12 кВА. Производительность – 30...120 см<sup>2</sup> обрабатываемой поверхности в минуту.[4]

Успешно обрабатывались такой установкой шлицевые соединения эджерных валов из стали 5ХНМ для ОАО «ЕВРАЗ НТМК» от 37 до 58 HRC.

Такие установки нашли своё применение при закалке дистанционных колец для ОАО «Уралмашзавод», (сталь 34ХН1М) с повышением твердости от 33..35 до 59 HRC, при упрочнении ручьев шкивов (сталь 45), для ЗАО «Уралмаш Буровое Оборудование» с увеличением твердости от 27 до 52 HRC, валов сталь 40Х с повышением твердости от НВ 236 до 52 HRC для ОАО «СПЕЦНЕФТЕХИММАШ» (г. Краснокамск) и др.[4]

Установка для финишного плазменного упрочнения УФПУ-111, которая находится в Научно-производственной фирме «Плазмацентр»(Санкт-Петербург). Предназначена для безвакуумного нанесения износостойкого нанопокрывтия на инструмент, технологическую оснастку, детали машин (без изменения шероховатости поверхности, при нагреве изделия не более 100°С). (Технические характеристики?) Состоит из: Блока аппаратуры с жидкостным дозатором, Плазмотрон с плазмохимическим генератором, Источник питания, Передвижной манипулятор, Настольный манипулятор, Прибор контроля нанесения покрытия.[6]

ООО "ПИК" Машсталь" в Ижевске имеет возможность производить упрочнение поверхностей деталей из стали и чугуна, с целью увеличения твердости рабочей поверхности, на установке плазменной закалки( ПЗ).

В Челябинске ООО «Композит» производит плазменную закалку стальных и чугунных деталей. Твердость после закалки HRC 35-62. Глубина 1 мм. [8]

«Челябметмаш» оказывает услуги по объёмной и поверхностной закалки, отжигу, цементации на давальческих деталях и заготовках. Ширина закаливаемой линии 60 мм, глубина закаленного слоя 3 мм.[7]

#### *Вывод*

Среди упрочняющих технологий плазменная является относительно новой, интенсивно развивающейся в последние годы. Широкое распространение получил процесс плазменного поверхностного упрочнения гребней колесных пар без выкатки их из-под локомотива, а также с использованием автоматических линий. Стимулом развития технологии явились участвовавшие случаи катастрофического изнашивания колесных пар тягового и подвижного состава на всех железных дорогах бывшего Советского Союза. Среди множества принимаемых мер плазменное поверхностное упрочнение явилось наиболее эффективным.

Большую работу по адаптации сварочных аппаратов для поверхностной закалки провели в Нижнетагильском филиале Уральского политехнического института, ныне - Уральского федерального университета. Модернизация плазмотрона позволила использовать установку плазменной сварки УПС-501 для поверхностной закалки дугой прямого действия. Внедрение в производство было сделано на Нижнетагильском металлургическом комбинате (НТМК) в 1985 г. Успех был замечательный, стойкость бандажей рельсопрокатных машин с плазменной закалкой увеличилась в 2-4 раза. Впоследствии разработанная технология с усовершенствованиями стала применяться для поверхностной закалки ручьёв (калибров) валков горячей прокатки.

#### **Библиографический список**

1. "Установка ручной плазменной закалки" В.А.Коротков, д.т.н., НТИ УГТУ-УПИ, Н.Тагил
2. "Поверхностная плазменная закалка" В.А.Коротков, НТИ (ф) УрФУ, 2012 г.
3. Эффективное управление производственными активами Вашего предприятия Консалтинговый проект "ЕАМ" URL <http://eam.su/ruchnoj-plazmennoj-zakalke-10-let.html> (Дата обращения 14.04.16)
4. Энергогенерация URL:<http://energo-gen.com/catalog/novye-razrabotki-ustanovok-plazmenn/> (Дата обращения 10.04.16)
5. Сварочное оборудование и электроды URL:[http://tehnolog-svarka.ru/plazmennaya\\_rovershnostna](http://tehnolog-svarka.ru/plazmennaya_rovershnostna) (Дата обращения 29.04.16)
6. Научно-производственная фирма «ПЛАЗМАЦЕНТР» <http://www.plasmacentre.ru/FPS/equipment.php> (Дата обращения 15.04.16)
7. «ЧЕЛЯБМЕТМАШ» URL <http://www.chelmm.ru/node/39> (Дата обращения 1.05.16)
8. ООО «КОМПОЗИТ» URL <http://composit.tiu.ru/p1632193-plazmennaya-zakalka-stalnyh.html> (Дата обращения 29.04.16)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО КОНЦЕНТРАТА В ПОТОКЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ГАЗА**

*Лоптев А.В., НТИ (филиал) УрФУ, доцент кафедры «Металлургическая технология», Гофман П.Е., студент НТИ (филиала) УрФУ*

Традиционная двухступенчатая схема производства железа (сталей), достигшая высокой степени совершенства благодаря использованию опыта сотен поколений металлургов, является основой сегодняшней черной металлургии - по этой схеме в мире получают около 98% сталей.

Вместе с тем, этот метод содержит противоречия, так как осуществляется по принципу «два шага вперед - один назад»: на первой стадии (в ходе доменной плавки) происходит не только восстановление железа из оксидов, но и его «перевосстановление» - насыщение железа углеродом. Это вынуждает организовывать вторую стадию - удаление избытка углерода и некоторых других элементов путем окисления.

Вторым противоречием доменной плавки является то, что полученные в результате глубокого обогащения железных руд частички концентрата размером меньше 0,05 мм, способные нагреваться и восстанавливаться за доли секунды, по условиям газодинамики доменного процесса должны окусковываться в окатыши размером 10-15 мм. При этом реакционная поверхность рудного материала уменьшается во много раз, и процессы прогрева и восстановления растягиваются на несколько часов.

Следующий недостаток традиционной технологии заключается в том, что первая стадия (доменная плавка) невозможна без использования кокса, а он как известно главный источник серы в чугуне. [2]

Все эти проблемы заставляют ученых и практиков - металлургов разрабатывать новые методы получения железа.

На сегодняшний день разработано множество процессов получения металла внедоменными способами. [1]

С нашей стороны предложен способ восстановления железного концентрата в потоке восстановительного газа. Частицы концентрата крупностью 50-70 мкм движутся в потоке горячего газа, где осуществляются все процессы восстановления.

Предлагается установка представлена на рис. 1.

Газодувная машина вдувает необходимое количество при определенной температуре восстановительного газа в газопровод. Поток искусственно запыляется железорудным концентратом. Двигаясь в газопроводе, железорудный концентрат восстанавливается и попадает в вихревой циклон. Очищенный газ уходит вверх на другие нужды, а восстановленный концентрат удерживается магнитным полем в бункере

под циклоном. Восстановленный концентрат может брикетироваться или сразу подаваться в электродуговую печь.

Произведя необходимые расчеты, было доказано, что использование в виде железорудного компонента железорудного концентрата имеет ряд преимуществ:

- снижение времени нагрева;
  - снижение количества необходимого тепла для нагрева;
  - снижение времени восстановления.
- Использование в виде восстановителя не кокс, а природный газ тоже имеет свои преимущества:
- меньшая сернистость по сравнению с коксом.

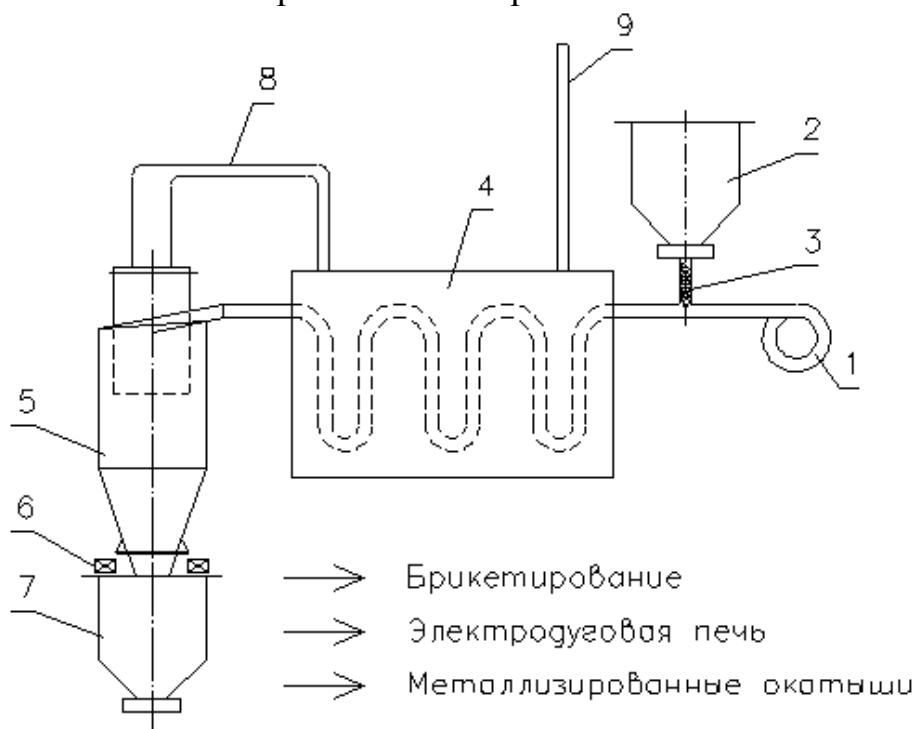


Рис. 1. Установка восстановления железного концентрата в потоке восстановительного газа

1 – машина для вдувания восстановительного газа; 2 – бункер подачи железорудного концентрата; 3 – газопровод; 4 – вихревой циклон; 5 – магнит; 6 – бункер для восстановленного железорудного концентрата

Для того чтобы доказать возможность восстановления железорудного концентрата в потоке восстановительного газа в рамках нашего института была разработана экспериментальная печь (рис.2).

Описание эксперимента: в печь насыпается древесный уголь 50-100 мм для возникновения тока. Для чистоты эксперимента (отсутствие контакта железорудного концентрата с твердым углеродом) создается разделительный слой песка 50 мм. После засыпается слой железорудного концентрата массой 300 грамм.

После включения печного трансформатора через нижний слой угля протекает ток короткого замыкания, нагревая угольный и песчаный слой. По истечении некоторого времени, когда температура достигнет около 900 °С, в слой концентрата подается пропанобутановая смесь. Продувку продолжаем в течении 7 минут. Температуру в печи поддерживается на уровне 1000-1100 °С, включением или отключением печного трансформатора.

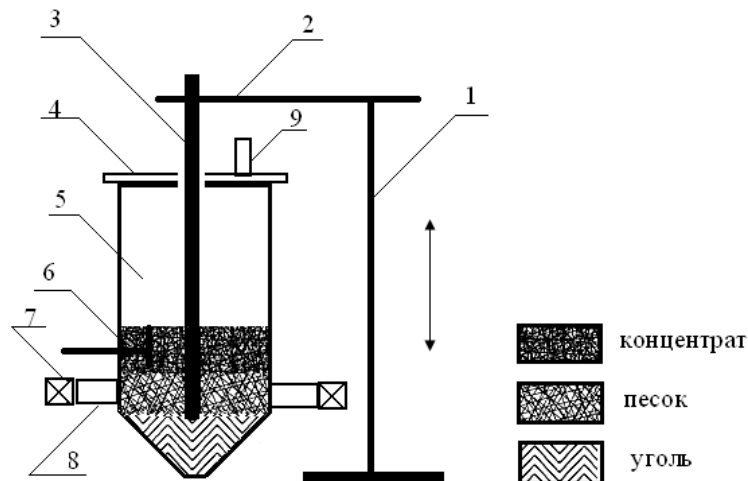


Рис. 2. Схема экспериментальной установки для исследования процессов восстановления в газовой среде

1 – штатив; 2 – держатель электрода; 3 – электрод; 4 – крышка печи; 5 – рабочее пространство печи; 6 – термопара; 7 – вентиль; 8 – газопровод; 9 – отвод продуктов горения

По истечении 7 минут добавляется еще 300 грамм железорудного концентрата и вновь осуществляется нагрев и продувка газом. Цикл повторяется 3 раза.

По истечении времени отключается продувка и источник нагрева.

В результате опыта было получена мелкая кусковая сталь (рис 3).

Спектральный анализ пробы показал следующее содержание элементов в металле (таб.1)

Таблица 1

Спектральный анализ пробы на установке *SPECTROLAB*

элемент	Fe	C	P	S	Si	Al	Mn	Cr
значение, %	97.220	0.146	0.008	0.026	<0.005	<0.002	<0.020	0.006
элемент	Mo	V	Ti	Ni	B	Ca	N	Zr
значение, %	<0.005	<0.002	<0.002	0.018	<0.002	0.002	<0.001	<0.002



Рис. 3. Полученные образцы металла

По результатам химического анализа можно заключить, что теоретически и экспериментально доказана:

- возможность получения стали процессом восстановления железорудного концентрата в потоке восстановительного газа;
- возможность получения стали с низким содержанием серы при использовании железорудного концентрата с низким содержанием серы (Качканарское месторождение);
- возможность получения из восстановленного концентрата металлизированных окатышей;
- возможность получение высоколегированных сталей при переплавке восстановленного концентрата и присадке легирующих элементов в электродуговой печи.

#### **Библиографический список**

1. Абраменков Ю. А., Стригунов Н.А. Сравнение технико-экономических и технологических характеристик процессов жидкофазного восстановления железа: Днепропетровск “Новая идеология”, 2008. – 17
2. Курунов И.Ф., Савчук Н. А. Состояние и перспективы бездоменной металлургии железа: Черметинформация, 2002. – 198 с.



## ПЕРЕРАБОТКА ПЫЛЕВИДНЫХ ОТХОДОВ ДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Лоптев А.В., доцент кафедры «Металлургическая технология»,  
Губкин О.И., студент НТИ (филиала) УрФУ*

Основным продуктом доменной плавки является чугун, побочными – шлак и доменный (колошниковый) газ. С доменным газом из печи выносятся пыль, принесенная с шихтой (образовавшаяся при дроблении шихтовых материалов, в основном кокса), и пыль, появившаяся при трении столба шихты в самой доменной печи. Масса пыли, вносимой доменными газами, составляет 20–100 кг/т чугуна. Средняя запыленность доменных газов равна 9–55 г/м<sup>3</sup>, а при неполадках или мелкой шихте может достигать 200 г/м<sup>3</sup>. Химический состав пыли изменяется в широких пределах. Дисперсный состав пыли также зависит от многих факторов и может колебаться в широких пределах [1].

Таблица 1

Примерный химический состав доменной пыли

Название элемента	Fe (общ)	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	P	S (общ)	C (общ)
Содержание элемента, %	30–50	5–8,5	6–12	1,2–3	1,5–2	0,015–0,05	0,2 – 0,9	2,2 – 30

Эту пыль улавливают и утилизируют с целью извлечения содержащихся в ней металлов и поддержания необходимого уровня охраны окружающей среды. Часто в производстве применяется мокрая газоочистка, тогда вместо пыли отходом является шлак. Ежегодно в металлургическом производстве образуются миллионы тонн отходов – шлаков, шламов, пыли и окалины, которые составляют значительные потери исходного сырья. Кроме того, значительное количество отходов уже накоплено в отвалах и шламохранилищах. Содержание железа, углерода и других полезных элементов (CaO, MgO, MnO, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, и некоторые другие) в этих отходах позволяет рассматривать их в качестве дополнительного источника сырья, использование которого позволит уменьшить остроту решения задачи дефицита железорудного сырья и топлива. В современных условиях невозможно повышение экономической эффективности металлургического производства и решение экологических проблем и проблем ресурсо-энергосбережения, без рационального использования образующихся отходов [2].

Настоящая работа посвящена переработке пылевидных отходов доменного производства с целью получения чугуна, стали или сырья для дальнейшего передела.

Был проведен теоретический расчет материального баланса переплава пылевидных отходов, применяя традиционные методы расчета [3], принимая, что состав пыли – готовая шихта для плавки чугуна (табл. 2.)

Таблица 2

Химический состав доменной пыли.

Элемент	Fe <sub>общ</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	SiO <sub>2</sub>
Дом.пыль	42,943	6,164	54,498	15,36	0,474	7,645	6,442
Элемент	TiO <sub>2</sub>	MnO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Zn
Дом.пыль	1,863	0,332	3,75	2,973	0,211	0,015	0,232

Таблица 3

Материальный баланс доменной плавки

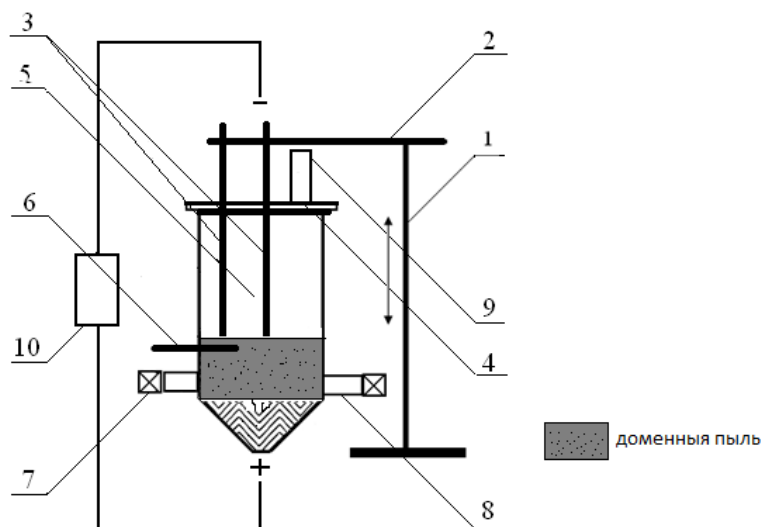
Приход в материалов в печь			Выход продуктов плавки		
Материалы	Обозначение	кг/кг чугуна	Продукты	Обозначение	кг/кг чугуна
Доменная пыль	Дом.пыль	2196,0786	Чугун		1000
Дутье	$m_{дуть}$	274,055	Шлак	U	501,237
			Газ	$m_{кол.газ}$	961,477
Итого:		2470,134	Итого:		2462,714

При нагреве доменной пыли в муфельной печи до температуры 1300<sup>0</sup>С был получен чугун. Однако, при быстром нагреве отмечается разнос доменной пыли во всему пространству печи под действием газовых продуктов плавки. Поэтому прямой переплав в печах с интенсивным нагревом затруднён, так как произойдет вынос пыли из пространства печи.

По этому, предлагается производить подачу пыли снизу пода печи при помощи шнекового транспортёра, используя шлак и расплав как жидкий фильтр.

Проведение экспериментальной плавки была создана экспериментальная установка, схема которой предоставлена на рис. 1.

Методика проведения экспериментальной плавки: на дно печи засыпается доменная пыль (300 гр.), над поверхностью зажигается источник тепловой энергии (электрическая дуга между угольными электродами). При достижении температуры 1250-1300<sup>0</sup>С в нижний сегмент нагретой пыли подается кислород, расход которого вычислен из материального баланса плавки и расходуется на сжигание избыточного углерода в пыли для получение тепла. Расход газа не более 0,005 м<sup>3</sup>/с.



1 – штатив; 2 – держатель электрода; 3 – электрод; 4 – крышка печи; 5 – рабочее пространство печи; 6 – термопара; 7 – вентиль; 8 – газопровод для подачи кислорода; 9 – отвод продуктов горения; 10 – трансформатор.

Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной печи

Поддерживая температуру на уровне 1250-1300 °С, через 5 минут после первоначального выравнивания температуры добавляем еще 300 гр. доменной пыли. Цикл повторяется три раза. По завершении плавки установка остывает около 1 часа до температуры 400-500°С.

Результат плавки – оказались мелкие куски металла, массой 15-20 гр. Для проведения химического анализа их сплавляли вместе в защитном газе. Проведенный анализ показал, что при таком методе пере-плава получена сталь с содержанием С=0,3%, Si и Mn не более 0,05%, S и P не более 0,04%.

Таким образом, реализация предлагаемой технологии позволит использовать существующие дуговые сталеплавильные печи для переработки промышленных пылевых отходов с получением:

- передельного чугуна;
- передельной стали;
- чугуно-магнетитовой твердой смеси, для переплава в доменных печах или вагранках.

#### Библиографический список

- 1) <http://emchezgia.ru> Нынешнее состояние, проблемы и перспективы развития металлургии. [Электронный ресурс].
- 2) Гаврилов Ю.В., Королева Н.В., Сеницын С.А. Переработка твердых природных энергоносителей. Под ред. Н.Г. Дигурова. Учебное пособие/ РХТУ им. Д.И. Менделеева. – М. : 2001. – 160 с.

3) Тлеугабулов Б.С. Методика расчёта состава доменной шихты и показателей доменной плавки при совместном вдувании природного газа и угольной пыли. Под ред. д-р тех. наук О.И. Шевченко. М-во образования и науки РФ; ФГАОУ ВПО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», Нижнетагил. технол. ин-т (фил). – Нижний Тагил: НТИ (ф) УрФУ, 2015. – 56 с.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ «ГОРЯЧИХ  
ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ГАЗОВ» ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ  
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ДОМЕННОГО ПЕРЕДЕЛА**

*Д. Э. Манзор, студент кафедры металлургической технологии,  
Б. С. Тлеугабулов, доцент кафедры металлургической технологии, канд.  
техн. наук НТИ (филиал) УрФУ, г. Нижний Тагил*

Актуальность проблемы реализации энергосберегающих технологий заключается в том, что она наиболее остро стоит в такой энергоемкой отрасли как черная металлургия. Выбросы парниковых газов от предприятий черной металлургии России составляют 60% всех выбросов в промышленности. В этих условиях разработка и реализация в черной металлургии России мероприятий, направленных на экономию кокса и вывод природного газа из доменной плавки, позволят сократить разрыв в показателях энергоемкости производственных видов металлопродукции. Использование природного газа в доменной плавке включает еще один важный экономический аспект: с ростом на него цены производство чугуна становится нерентабельным.

В целях повышения энергоэффективности производства чугуна и, следовательно, производства конверторной стали в мировой черной металлургии проводятся исследования и промышленные испытания различных технологий, обеспечивающих снижение расхода кокса и природного газа (рециклинг доменного газа, рециклинг коксового газа, инъекция железорудного концентрата с энергетическим углем, применение биотоплива и др.). Возможность технологии рециклинга доменного газа подробно рассмотрена в источнике [1].

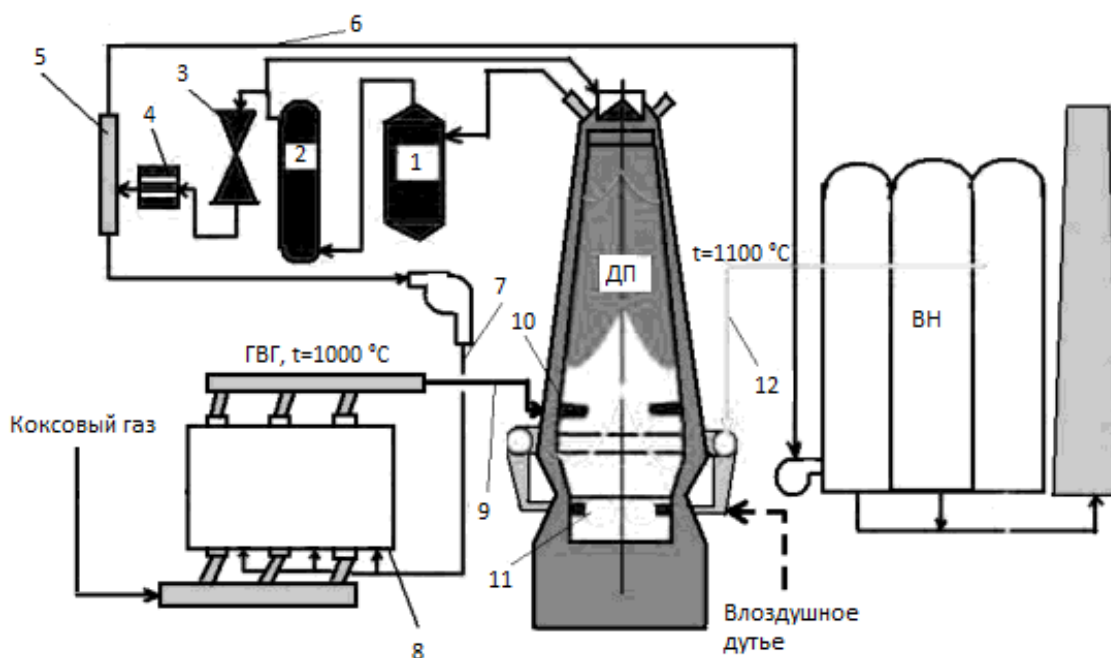
Для получения ГВГ используют доменный газ в процессе его рециркуляции. Для уменьшения степени прямого восстановления железа ГВГ должны иметь более высокое содержание СО и Н<sub>2</sub>. Опытные плавки и выполненные расчеты показывают, что содержание оксида углерода и водорода в ГВГ должно доходить до 90-93% за счет уменьшения содержания в них окислителей и N<sub>2</sub>. Доменный газ с помощью специальных катализаторов отмывают от СО<sub>2</sub> на специальных агрегатах. Двуокись углерода улавливается и реализуется как товар. Далее температуру доменного газа понижают до температуры конденсации

водяного пара [2]. Эти операции необходимы для очистки ГВГ от окислителей, но данная технология требует больших капитальных затрат и уменьшает экономическую эффективность вдувания ГВГ.

Преимущество ГВГ заключается в том, что они меньше понижают теоретическую температуру горения, чем нереформированное топливо, в результате чего предельный расход ГВГ в пересчете на исходное топливо может быть более высоким и вследствие этого может быть достигнуто большее понижение степени прямого восстановления железа.

В данной работе предлагается принципиальная схема технологии доменной плавки с использованием горячих восстановительных газов (рис. 1). Сущность новой технологии получения и применения ГВГ заключается в следующем. Для получения ГВГ применяется собственный доменный газ в процессе его рециркуляции.  $\text{CO}_2$  и водяные пары в составе колошникового газа предлагается не улавливать и конденсировать соответственно, а очищенный от колошниковой пыли газ 5 нагревать до температуры  $1000^\circ\text{C}$  и смешивать с коксовым газом условной первой стадии коксования угля в конвертере ГВГ 8, химический состав [3] которого представлен на рисунке 2.

Рис.1. Принципиальная схема доменного процесса с вдуванием ГВГ в



нижнюю часть шахты доменной печи

- 1 – радиальный пылеуловитель; 2 – скруббер; 3 – труба Вентури; 4 – дроссельная группа; 5 – коллектор доменного газа; 6 – газопровод на воздухонагреватели; 7 – рециклинг доменного газа; 8 – конвертер ГВГ; 9 – газопровод ГВГ; 10 – новый уровень фурм; 11 – уровень воздушных фурм; 12 – газопровод от воздухонагревателей

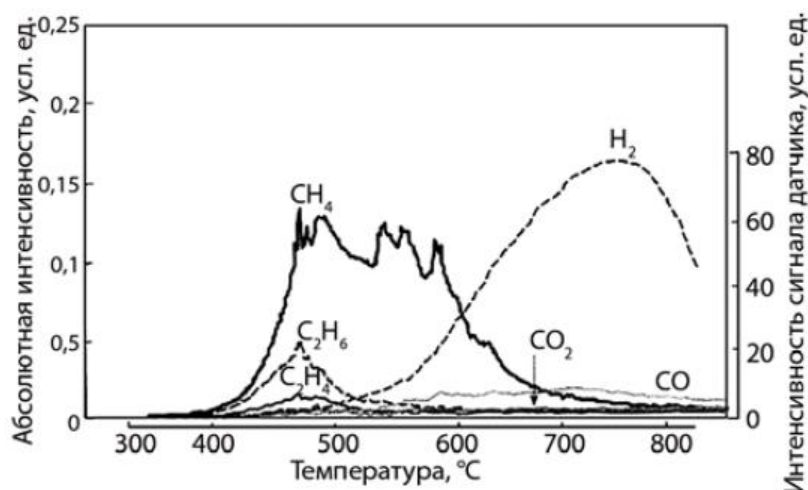


Рис.2. Результаты непрерывного мониторинга состава газа при пиролизе угля в лабораторной печи

В результате протекания эндотермических реакций (табл. 1) между доменным и колошниковым газами образуются ГВГ со следующим примерным химическим составом: CO+H<sub>2</sub> – 90.7%; N<sub>2</sub> – 9.3%. Стоит отметить, что с точки зрения кинетики процесса для получения данного химического состава ГВГ необходимо в 2.5 раза больше по объему колошникового газа по сравнению с коксовым газом условной первой стадии пиролиза угля (500 ± 50 °C). Из таблицы 1 также можно сделать вывод, что протекания данных реакций в прямом направлении увеличивает объем газовых фаз в 2.125 раза.

Таблица 1

Реакции между компонентами доменного и коксового газов и их энтальпии при 1273 К

Реакция	$\Delta H_{1273}$ , кДж/моль	$T_{\text{равн}}$ , К
$\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}_{\text{газ}} = \text{CO} + 3\text{H}_2$	251.69	962
$\text{CH}_4 + \text{CO}_2 = 2\text{CO} + 2\text{H}_2$	289.24	966
$\text{C}_2\text{H}_4 + 2\text{CO}_2 = 4\text{CO} + 2\text{H}_2$	320.93	725
$\text{C}_2\text{H}_4 + 2\text{H}_2\text{O}_{\text{газ}} = 2\text{CO} + 4\text{H}_2$	270.81	658
$\text{C}_2\text{H}_6 + 2\text{CO}_2 = 4\text{CO} + 3\text{H}_2$	503.71	795
$\text{C}_2\text{H}_6 + 2\text{H}_2\text{O}_{\text{газ}} = 2\text{CO} + 5\text{H}_2$	427.26	790

Учитывая высокие восстановительные свойства водорода и угарного газа, для повышения эффективности применения технологии предлагается применить его в доменном процессе, установив второй ярус фурменных приборов на печи в так называемой сухой зоне шихтовых материалов — выше зоны когезии. При этом будет интенсифицирован процесс прямого

восстановления оксидов железа в рудной части шихты, обеспечен приход в горн более восстановленных железорудных материалов, повысится производительность доменной печи, снизится расход кокса, улучшится шлаковый режим печи [1].

Оценка удельных расходов компонентов шихты и в частности кокса проводилась методикой расчета [4] с применяемыми следующими технологическими параметрами доменной плавки: удельный расход ГВГ 100 м<sup>3</sup>/т чугуна; доля кислорода в дутье 40%; степень прямого восстановления 0.3; температура ГВГ 1000 °С; вдувание ПУТ было исключено из расчетов, т.к. доля замены кокса ГВГ существенна, а с использованием пылеугольного топлива удельный расход кокса снижается ниже минимального теоретического, т.к. кокс в столбе доменной шихты обеспечивает газопроницаемость материалов в зоне твердых кусков.

По результатам проведенных расчетов удельный расход кокса при использовании данных технологических параметров плавки составит 260 кг/т чугуна. Выход доменного газа составит 700 м<sup>3</sup>/т чугуна. По разработанной технологии ГВГ весь объем образующегося доменного газа 5 делится на три потока (рис. 1). Один объем доменного газа 6 отбирается для нагрева насадки воздухонагревателей. Второй поступает в газовую сеть металлургического предприятия. Последний объем доменного газа 7 отправляется на установку по получению ГВГ. При удельном расходе ГВГ в количестве 100 м<sup>3</sup>/т чугуна на его получение требуется всего лишь 35 м<sup>3</sup>/т чугуна доменного газа и соответственно 14 м<sup>3</sup>/т чугуна коксового газа условной первой стадии коксования, так как их объем после протекания реакций увеличится более чем в 2 раза.

Таким образом, применение технологии вдувания горячих восстановительных газов обеспечивает максимальную реализацию энергетического потенциала доменного процесса, в частности, исключение расхода природного газа за счет рециклинга доменного газа. коксовый газ последней стадии коксования богатый водородом по предлагаемой технологии не используется в доменной плавке, но может широко применяться в различных производственных процессах. Вдувание ГВГ в нижнюю часть шахты доменной печи понижает степень прямого восстановления на 25%.

В целом, по результатам расчетов рост производительности доменной печи при предлагаемой технологии вдувания ГВГ составит примерно 20 – 25 %, экономия металлургического кокса до 40 %, что хорошо согласуется с данными из источника [5]. Следствием применения технологии ГВГ, выбросы в атмосферу углекислого газа существенно снизятся, значительно улучшая экологическую ситуацию в регионе.

### **Библиографический список**

1. Рамм А. Н. Современный доменный процесс. М: Metallurgia, 1980. – 304 с.
2. Сталь. 2014. №5. С. 103–107.
3. Новости черной металлургии за рубежом. 2011. № 3. С. 9–15.
4. Методика расчета состава доменной шихты и показателей доменной плавки при совместном вдувании природного газа и угольной пыли : метод. указания к выполнению практ. и курс. работ / Б. С. Тлеугабулов ; М-во образования и науки РФ ; ФГАОУ ВПО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н.Ельцина», Нижнетагил. технол. ин-т (фил.). – Нижний Тагил : НТИ (ф) УрФУ, 2015. – 56 с.
5. Товаровский И. Г. Анализ показателей и процессов доменной плавки / И. Г. Товаровский, В. В. Севернюк, В. П. Лялюк. Днепропетровск: Пороги, 2000. – 420 с.

### **АВТОМАТ ЗАРЯЖАНИЯ ТАНКОВОЙ ПУШКИ**

*Никитин М.А., д.т.н., профессор НТИ (ф) УрФУ  
Третников А.А., - студент гр. Т-330204 НТИ (ф) УрФУ  
Парамыгин И.Р., - студент гр. Т-330204 НТИ (ф) УрФУ*

На рис.1 изображен автомат заряжания танковой пушки по патенту [RU 2366882 С2] от 10.09.2009. Бюл. №23.

В данном автомате кассета 2 выводится на линию заряжания снаряда захватом 6 механизма 4 подъема кассет 2. Снаряд досылается в камеру пушки цепью досылателя 3, а затем кассета 2 устанавливается на линию заряжания заряда и он досылается тем же досылателем в камеру пушки. После этого пустая кассета 2 опускается во вращающийся транспортер 1.

Процесс длителен по времени. Кроме того улавливание и удаление стреляного поддона из танка осуществляется механизмом 9 удаления поддонов, установленном в башне танка, последовательно процессу заряжания. Это увеличивает время на зарядание пушки, что приводит к снижению скорострельности пушки.

На фиг.2 изображен предлагаемый автомат заряжания танковой пушки. В нем кассета 2 на двух роликах 13, 15 по пазам механизма 5 подъема кассет 2 поднимается на линию заряжания пластиной 18. В корме башни установлен досылатель 7 с двумя цепями 8, 9.

Заряд и снаряд в кассете 2 расположены под углом, что обеспечивает досылание снаряда, а затем заряда с одной установки кассеты 2.

Работает автомат заряжания следующим образом. При нажатии на пульте управления кнопки АЗ ВКЛ вращающийся транспортер 1 начинает вращение. При подходе кассеты 2 с выбранным типом выстрела, состоящего из снаряда и заряда, напротив пушки, стержень 16 кассеты 2 входит в зазор между зацепами 26 пластины 18, при этом вращающийся



транспортёр 1 тормозится и стопорится стопором. Ролики 13, 15 устанавливаются напротив направляющих 23, 24. При работе вращающегося транспортера 1 пушка приводится на угол заряжания и стопорится стопором. Как только вращающийся транспортёр застопорится, идут одновременно сигналы на подъём пластины 18, кассеты 2, подъём рамки механизма 3 удаления поддонов, открывание люка 4, заём на бросок поддона от предшествующего выстрела через люк 4. Кассета 2 поднимается на угол заряжания и стопорится. Происходит досылание снаряда нижней цепью 9 досылателя 7 в казенную часть пушки. Как только нижняя цепь 9 начинает возвращаться назад, идет сигнал на досылание заряда второй цепью 8. Заряд догоняет снаряд и далее идет совместное досылание заряда и снаряда в камеру пушки. При возвращении цепи 8 в исходное положение одновременно происходит закрывание клина пушки, опускания кассеты 2, опускание рамки механизма 3 удаления поддонов, расстопаривание пушки и приведение пушки на линию стрельбы. Далее: выстрел – откат, накат ствола и казенной части пушки, улавливание механизмом 3 удаления поддонов экстрактированного поддона из пушки. Возможно заряжание пушки снарядом с его заклиниванием в камере пушки, а затем досылание заряда, т.е. последовательное заряжание, но тогда скорострельность пушки уменьшается. Такой вариант, предположим, необходим для одного модернизируемого выстрела из четырех, используемых в танке.

После использования боекомплекта из вращающегося транспортера 1, загрузка его выстрелами осуществляется через монтажный люк сверху башни, при этом пушка устанавливается на максимальный угол возвышения, а кассета 2 поднимается и стопорится в механизме 5 подъема кассет на определённой высоте, что обеспечивает свободный доступ к кассете.

Исходя из изложенного увеличение скорострельности пушки происходит за счет:

Досылания снаряда и заряда с одной установки кассеты 2.

Одновременности процессов вращения транспортера 1 и приведения пушки на угол заряжания, ее стопорения.

Одновременности подъема рамки механизма 3 удаления поддонов, открывания люка 4, броска поддона от предшествующего выстрела через люк 4 с подъемом кассеты 2, а затем досыланием снаряда и заряда в камеру пушки.

Меньшего времени подъема кассеты 2 из-за более простой конструкции механизма 5 подъема кассет 2.

Таким образом, используя предложенный вариант автомата заряжания танковой пушки, возможно, увеличить ТТХ танка.

Автомат заряжания танковой пушки

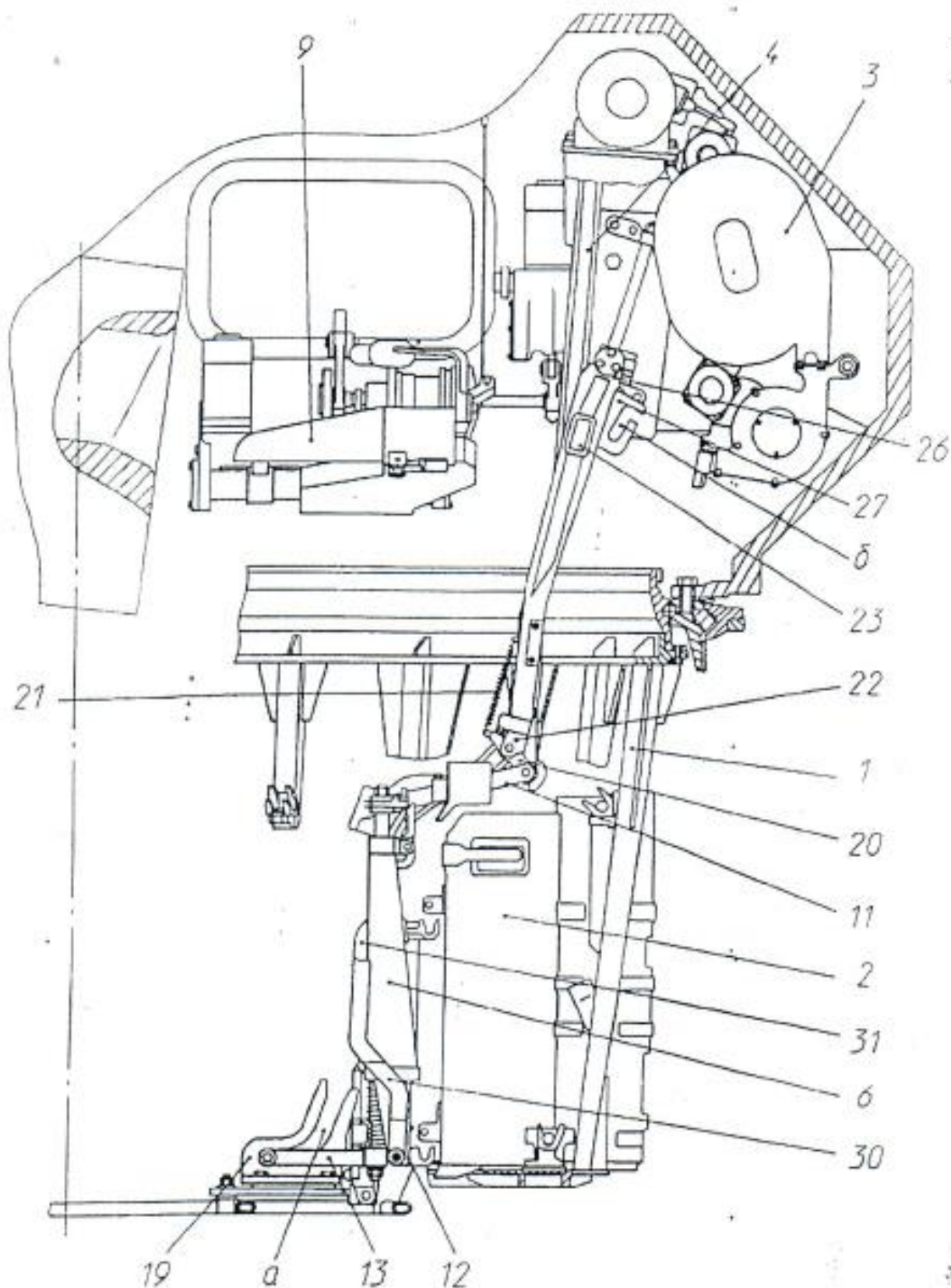


рис. 1

RU 2366882 C2

RU 2366882 C2

Автомат заряжания танковой пушки

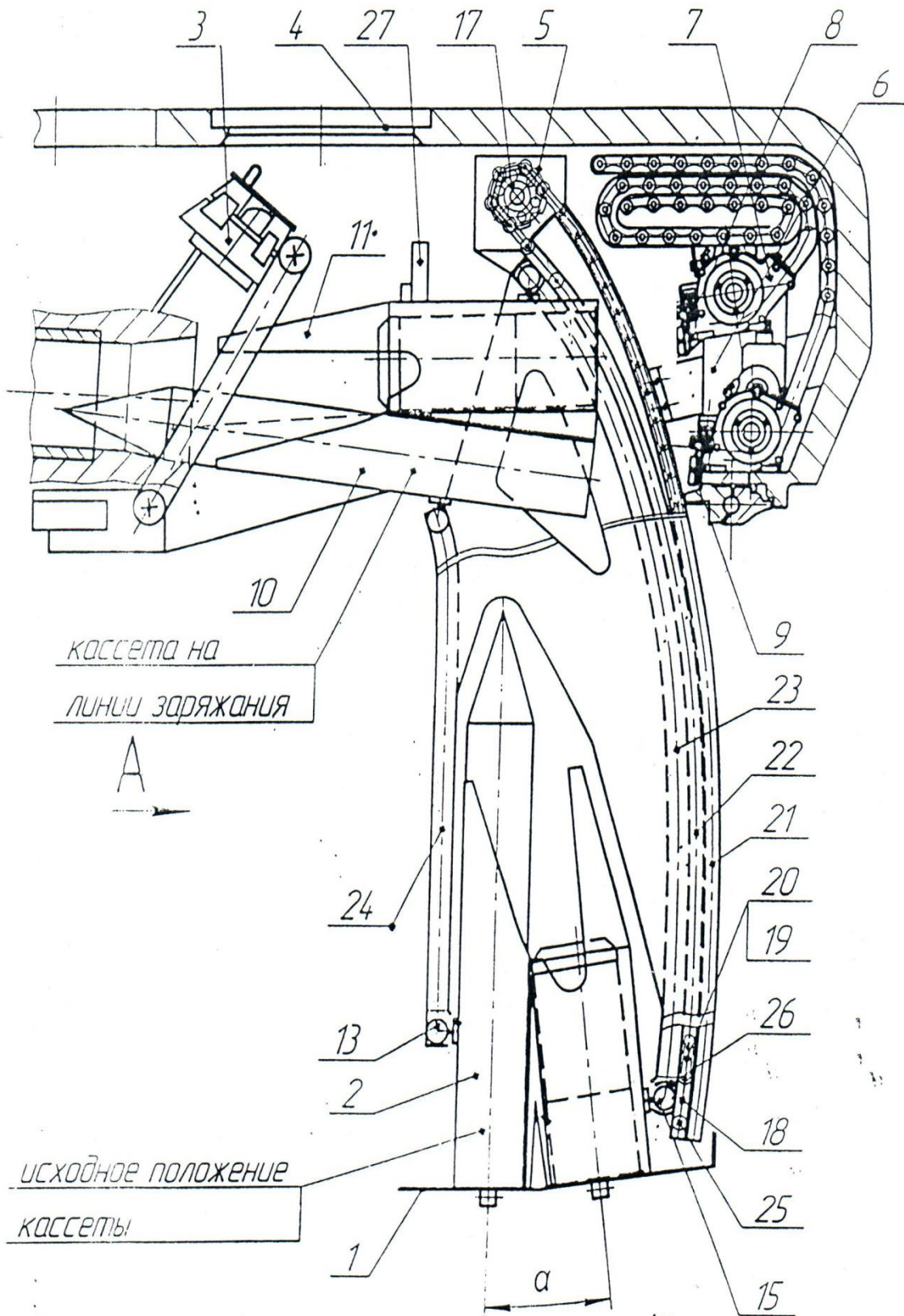


рис. 2

### **Библиографический список**

Патент [RU 2366882 С2] от 10.09.2009; Кормильцев Ю.Г., Молодняков Н.А., Чистов В.Т.

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ ЗАКАЛКИ**

*Парамыгин И.Р., студент НТИ (филиала) УрФУ,*

*Пыстогов А.А., к.э.н. НТИ (филиала) УрФУ*

Изобретение относится к технологическому инструменту для обработки наружных поверхностей крупногабаритных деталей изготовленных в форме цилиндра.

Для осуществления плазменной закалки можно использовать уже известные установки УПЗР-1, УПЗР-2. Эти установки предназначены для закалки в ручном режиме. Недостатки их в том, что результаты закалки, особенно стабильность свойств обработанной поверхности, в значительной мере определяются квалификацией и опытом оператора.

Известно техническое решение этого недостатка, которое производит плазменную закалку в автоматическом режиме, это установка УПЗА-1. Она предназначена для обработки поверхности деталей, представляющих собой тела вращения, с использованием стандартного механического оборудования для позиционирования детали и (или) плазматрона.

К недостаткам рассматриваемого технического решения следует отнести большие габариты установки, а так же трудность транспортировки.

Задачей, на решение которой направлено данное приспособление, является большие габариты, трудности с транспортировкой, сложность, а вследствие малая производительность обработки крупногабаритных деталей тел вращения плазменной закалкой.

При использовании предложенного устройства закалка осуществляется путем установки заготовки на деталь с помощью трехкулачкового патрона 1. Усилие передается от электродвигателя 2 с вариатором, закрепленного через кронштейн 13, через ременную передачу 3 на вал 4. Вал крепится к подвижной части вращающегося соединения 5, которое в свою очередь соединено с неподвижной частью 6, имеющее только возвратно-поступающее движение, обеспечивающее непрерывную закалку. Возвратно поступательное движение осуществляется по ползьям 9, за счет гидроцилиндра 7, передающего движение не вращающейся части через шток 8. Гидроцилиндр крепится к патрону через фланец 10 с помощью болтового соединения. Так же к валу прикреплены профили 11,

к которым крепятся с помощью хомутов трубопроводы с рабочей жидкостью и газами.

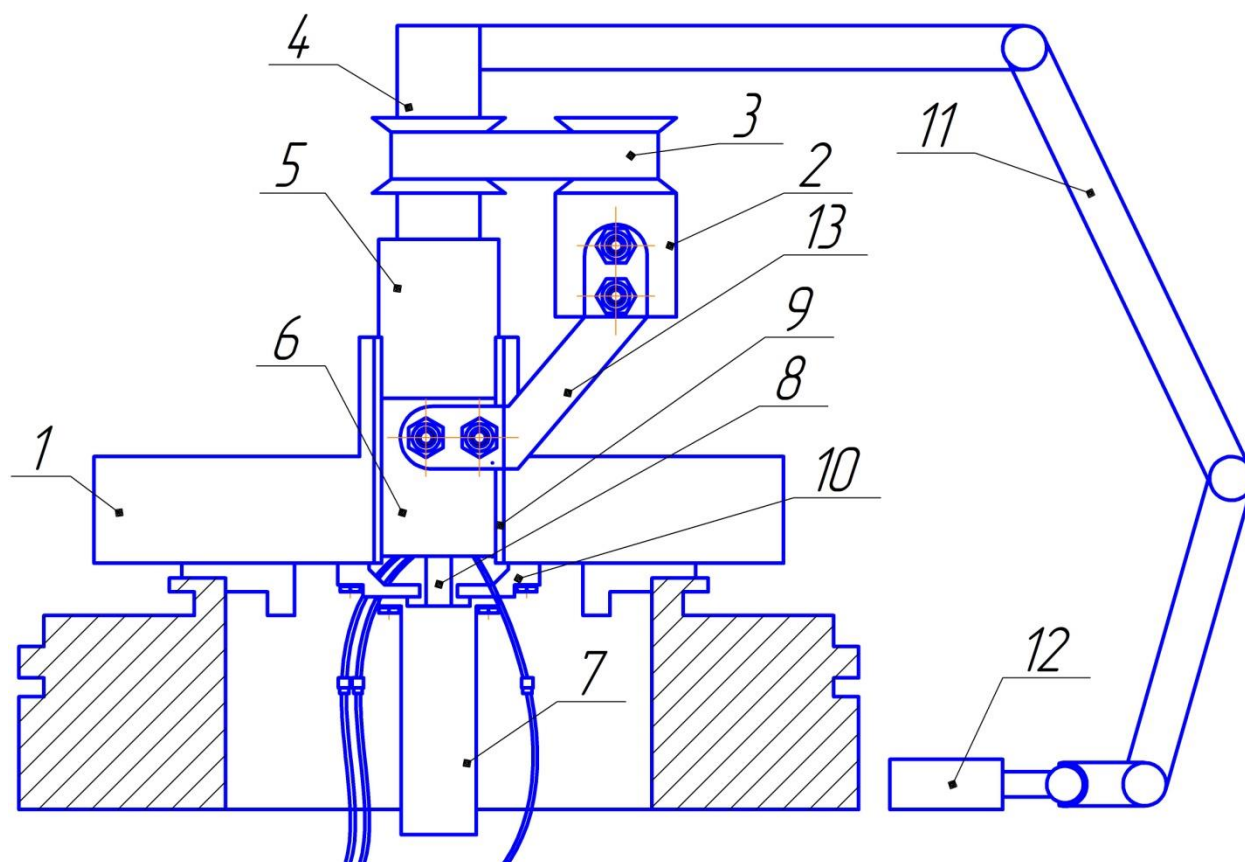


Рис.1. Чертеж оснастки

На конце профилей с помощью шаровой опоры крепится плазматрон 12. Настройка положения плазматрона осуществляется винтовыми соединениями, т.к. способ прост в изготовлении и легок в эксплуатации. Благодаря этому с помощью данного устройства можно обрабатывать заготовки сложной конфигурации.

Вращательное соединение позволяет вращать плазматрон вокруг заготовки, без перекручивания трубопроводов с рабочей жидкостью. Простота конструкции и малые габариты позволяют транспортировать устройство непосредственно к обрабатываемому изделию.

Использование технологической оснастки для обработки, обеспечивает расширение технологических возможностей, легкость транспортировки, простоту в эксплуатации.

#### Библиографический список

1. Евстифеев Г.А., Веретенников И.С. Средства механизации сварочного производства. – «Машиностроение», 1977. – 96 с.

2. Бердников А.А., Филиппов М.А., Студенок Е.С. Структура закаленных углеродистых сталей после плазменного поверхностного нагрева. – «МиТОМ», 1997. – № 6.
3. Сафонов Е.Н. Плазменная закалка деталей машин. – Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ – М-во образования и науки РФ; ФГАОУ ВПО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н.Ельцина», Нижнетагил. технол. ин-т (фил.). – 2014. – 116 с.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ  
УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА MTLR 6  
«АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ МЕТАЛЛООБРАБОТКА»**

*Сеидова Г.И., студент гр. Т-420301*

*Худяков К.А., студент гр. Т-420301*

*Боршова Л.В., к.т.н., доцент кафедры Общего Машиностроения,  
НТИ (филиал) УрФУ*

В конце 2015 в институте состоялось открытие учебно-практического класса «Автоматизированная металлообработка» в рамках базовой кафедры «Машиностроение» НТИ (филиала) УрФУ.

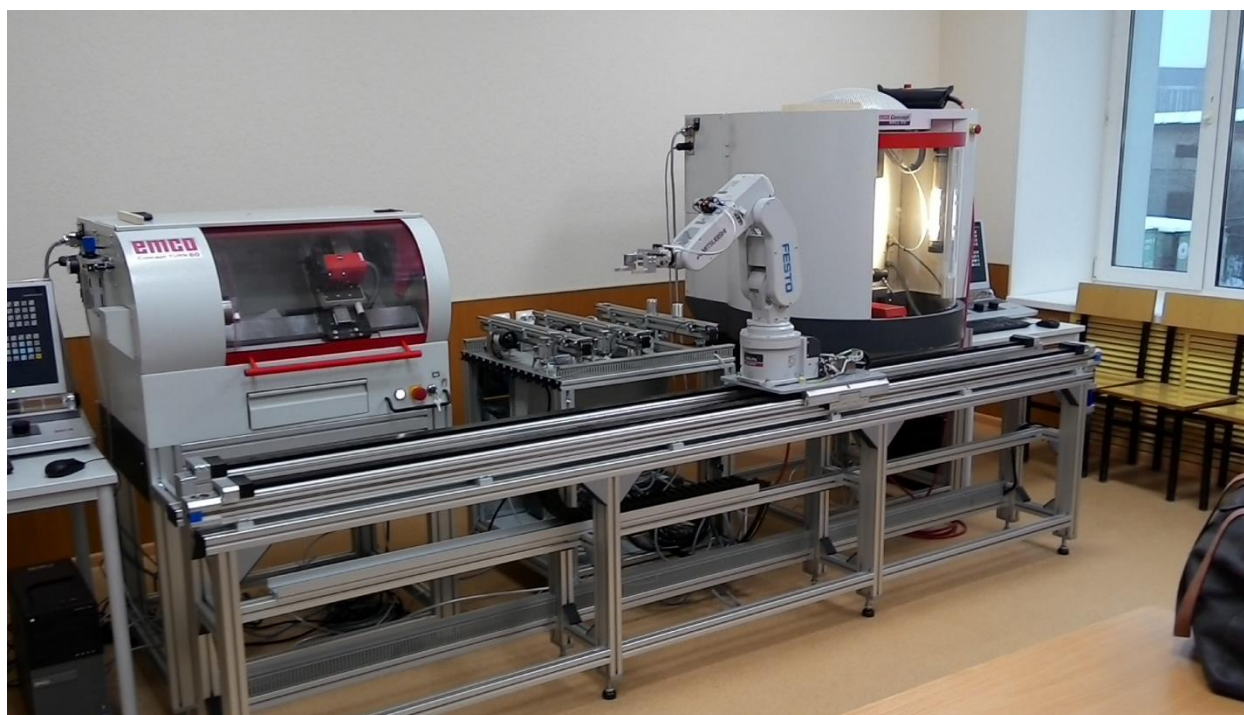


Рис. 1. Оборудование учебно-лабораторного комплекса

В России есть лишь несколько таких комплексов – в Московском государственном технологическом университете «СТАНКИН», в

нескольких колледжах Московской области и в Севастопольском государственном университете.

«По сути, это мини-имитация реально действующего производства. Молодые люди смогут получить первые навыки металлообработки и познакомиться с операционными системами», — считает директор Центра подготовки персонала АО НПК «Уралвагонзавод» Сергей Владимирович Васильев.

Оборудование включает в себя токарный и фрезерный станки с ЧПУ, погрузочный робот, линейный привод и мехатронную станцию.

Станки с ЧПУ обладают высокой производительностью, многофункциональностью и надежностью, а также удобны и легки в управлении и обслуживании. Однако для эффективного использования любого оборудования необходим квалифицированный персонал. Технолог, работающий на станке с ЧПУ, должен не только обладать навыками написания технологии, но и знать возможности станка, системы управления, иметь навыки написания управляющей программы. Именно поэтому в настоящее время актуальность приобретает профессия технолога-программиста.

Именно на подготовку таких специалистов направлен новый учебно-лабораторный комплекс. Студенты смогут вживую ознакомиться с конструкцией станков, изучить графический интерфейс системы ЧПУ и панели управления станками.



Рис. 2. Панель управления станка *EMCO Concept Mill 55*

Это лабораторное оборудование может быть использовано студентами направления подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» при изучении дисциплин: «Технология производства машин», «Программирование станков с числовым программным управлением», «Автоматизация технологических процессов».

В рамках этих учебных курсов студенты получают навыки:

- выбора режущего инструмента для токарной и фрезерной обработки, записи его параметров в систему ЧПУ;
- расчета режимов резания и нормирования обработки;
- определения базовых точек системы координат станков;
- определения коррекции инструмента с помощью оптического инструмента, а также методом «касания»;
- программирования токарной и фрезерной обработки в системах *SINUMERIC* и *FANUC* (проверку правильности выполненной работы производят в режиме моделирования);
- программирования промышленного робота на примере *Mitsubishi RV-2SDB*;
- настройки параметров станка в полуавтоматическом режиме;
- определения необходимой последовательности действий робота и узловых точек траектории его движения;
- определения длительности выполнения элементов рабочего цикла;
- составления циклограммы работы участка;
- отработки управляющих программ на станках;

В настоящее время разрабатываются учебно-методические пособия и комплекты заданий для выполнения практических и лабораторных работ в данном классе.

Учебно-лабораторный комплекс позволит на примере и в короткий срок освоить новую технику, и тем самым повысить уровень подготовки специалистов.

## **ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ДЛЯ СТАНКОВ МАЛОЙ МОЩНОСТИ**

*Сеидова Г.И., студент гр. Т-420301*

*Худяков К.А., студент гр. Т-420301*

*Боршова Л.В., к.т.н., доцент*

*Кафедра «Общее машиностроение» НТИ(ф) УрФУ, г. Нижний Тагил*

Цель работы заключается в доработке имеющейся методики расчета режимов резания для токарной и фрезерной обработки в связи с малой мощностью приводов станков.



Осенью 2015 года институт приобрел учебно-лабораторный комплекс *MTLR 6* «Автоматизированная металлообработка». Для проведения лабораторных работ был разработан технологический процесс изготовления детали «Втулка» токарном станке *EMCO CONCEPT TURN 60* и фрезерном станке *EMCO CONCEPT MILL 55*. При этом возникла необходимость в расчете режимов резания для токарного и фрезерного станков.

Для расчета режимов резания существует множество пособий, справочников и таблиц, таких как: «Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ: Справочник / Под ред. В.И. Гузеева», «Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова» и тд. При использовании этих пособий мы столкнулись со следующей проблемой: расчетная мощность резания для рекомендуемых режимов резания в разы превышает мощность привода как токарного, так и фрезерного станка. Например, при подрезании торца детали расчетная мощность резания составила 4,7 кВт, в то время как максимально возможная мощность резания для токарного станка (с учетом КПД) – 0,83 кВт; при фрезеровании паза шириной 5 мм расчетная мощность резания равна 0,74 кВт, при этом максимально возможная мощность резания для фрезерного станка (с учетом КПД) – 0,56 кВт.

Проанализировав данные из пособий, мы пришли к выводу, что они не учитывают особенности маломощных станков, таким образом, возникает необходимость корректировки существующих методов расчета. Наиболее эффективно будет исходить из имеющихся характеристик станка:

Максимальная сила резания -  $P_{z\ max} = 1000\ \text{Н}$ ;

Максимальная мощность привода станка -  $N_{дв\ max} = 1,1\ \text{кВт}$ .

Поскольку в ходе расчета средняя сила резания находилась в пределах 200...300 Н, то главным критерием является максимальная мощность резания.

На основе этого предположения выстроим алгоритм расчета.

В качестве примера рассмотрим алгоритм расчета режимов резания для чернового подрезания торца на токарном станке:

Выбираем глубину резания  $t$ .

Выбираем подачу  $s$ .

Определяем максимальную мощность резания по формуле (1):

$$N_{max} = N_{дв\ max} \cdot \text{КПД}$$

Сила резания и мощность резания это функции, находящиеся в зависимости от значения скорости резания. Исходя из этого, подставив формулу для расчета силы резания (2) в формулу для расчета мощности резания (4) выведем и определим скорость резания по формуле (5):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

$x, y, n$  – показатели степени;

Коэффициент  $K_P$  определим по формуле (3):

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP},$$

$K_{\varphi P}$  – поправочный коэффициент, учитывающий влияние переднего угла;

$K_{\gamma P}$  – поправочный коэффициент, учитывающий угол наклона главного лезвия;

$K_{\lambda P}$  – поправочный коэффициент, учитывающий угол наклона главного лезвия;

$K_{rP}$  – поправочный коэффициент, учитывающий радиус при вершине;

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \rightarrow \frac{10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^{n+1} \cdot K_P}{1020 \cdot 60}$$
$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (6)$$

Принимаем частоту вращения шпинделя по техническим характеристикам станка и пересчитываем скорость резания по формуле (7):

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (7)$$

Определяем силу резания по формуле (2) и сравним ее с паспортными данными станка:

$$P_z \leq P_{z \max}$$

Таким образом, мы определили допустимые значения режимов резания, при которых обработка на токарном станке осуществима.

В ходе проделанной работы были выявлены недостатки методов расчета режима резания, а так же разработан примерный алгоритм расчета для станков с малой мощностью. На основе данной методики планируется составить таблицы и графики рекомендуемых значений для дальнейшего использования на лабораторных работах.

## **СТРУКТУРА КОМПЛЕКТА ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ В УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОМ КОМПЛЕКСЕ MTLR 6 «АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ МЕТАЛЛООБРАБОТКА»**

*Сеидова Г.И., студент гр. Т-420301*

*Худяков К.А., студент гр. Т-420301*

*Боршова Л.В., к.т.н., доцент кафедры Общего Машиностроения, НТИ (филиал) УрФУ*

С целью внедрения учебно-практического класса MTLR 6 «Автоматизированная металлообработка» в учебный процесс был разработан ряд учебно-методических материалов. В их число входит

комплект заданий для проведения практических занятий и лабораторных работ.

Лабораторный комплекс включает в себя токарный станок с ЧПУ *EMCO Concept Turn 60*, фрезерный станок с ЧПУ *EMCO Concept Mill 55*, промышленный робот *Mitsubishi RV-2SDB*, мехатронную станцию хранения и выдачи заготовок, включающую в себя три транспортера.

Такой набор оборудования дает широкие возможности для обучения студентов. На начальной стадии обучения в этом классе можно решать самые простые задачи по программированию обработки на отдельных станках и постепенно переходить к более сложным задачам организации работы роботизированного участка. При углубленном изучении процессов изготовления деталей на автоматизированных участках можно научиться программировать обработку сложных деталей и синхронизировать работу нескольких станков.

Проанализировав возможности оборудования, выделили три степени сложности заданий:

Программирование последовательной работы станков;

Программирование двусторонней обработки;

Синхронизация работы станков.

На первом этапе обучения студентам предлагается решать задачи программирования обработки детали с одной стороны на каждом станке линии. Подбор деталей выполнен с учетом ограничений, связанных с особенностями оборудования.

Зажим детали в пневматическом трехкулачковом патроне токарного станка осуществляется по диаметру 40 мм. Тиски фрезерного станка имеют двойные губки для зажима деталей диаметром 30 мм и 40 мм. Минимальная длина участка для зажима на обоих станках 7 мм. Транспортеры также выполнены для деталей диаметром 40 мм.

Заготовки для учебного комплекса выполнены из алюминиевого прутка диаметром 40 мм путем отрезки в размер 60 мм. Детали всегда должны иметь с одной стороны необработанный участок длиной не менее 7 мм. Обработка этого участка возможна на фрезерном станке при условии, что с противоположной стороны обработан цилиндрический участок диаметром 30 мм. Однако, после этой обработки форма детали должна обеспечивать надежную установку на транспортере.

Для захвата манипулятором работа необходимо в средней части детали предусмотреть цилиндрический участок длиной не менее 10 мм.

Рассмотрим задачу первой степени сложности на примере конкретной детали (рис.1).

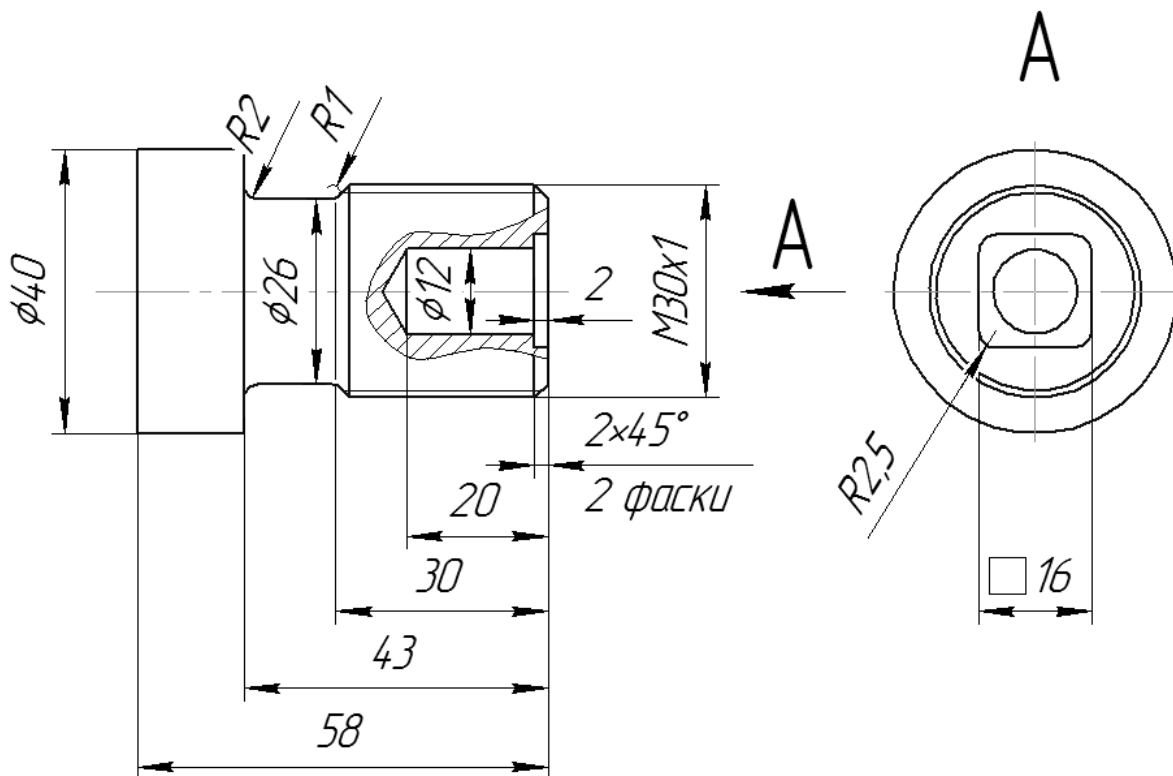


Рис.1. Пример детали из задания

Деталь с левой стороны имеет необработанный участок длиной 15 мм и в центре имеется канавка длиной 13 мм и диаметром 26 мм для захвата манипулятором.

Данная деталь относится к первой степени сложности, и маршрут ее обработки соответствует схеме на рис.2.

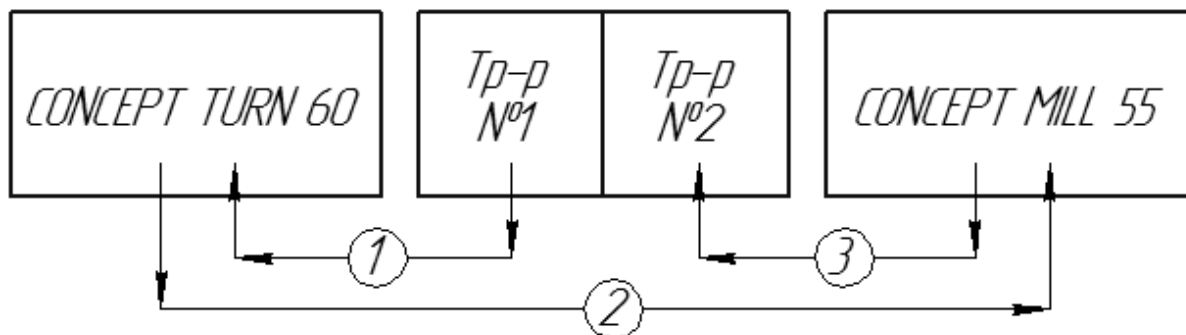


Рис.2. Схема перемещений детали роботом (I степень сложности)

1 - Сначала заготовка с первого транспортера мехатронной станции отправляется на токарный станок *EMCO Concept Turn 60*, где происходит подрезание торца, точение цилиндрических поверхностей, нарезание резьбы и сверление отверстия.

2 - Затем робот перемещает деталь на фрезерный станок *EMCO Concept Mill 55* для фрезерования прямоугольной выемки.

3 - В конце деталь возвращается на второй транспортер мехатронной станции.

Также обработку деталей, относящихся к этому уровню сложности, можно выполнять в другом порядке, начиная с фрезерного станка

Более сложной является схема перемещений для второй степени сложности (рис.3).

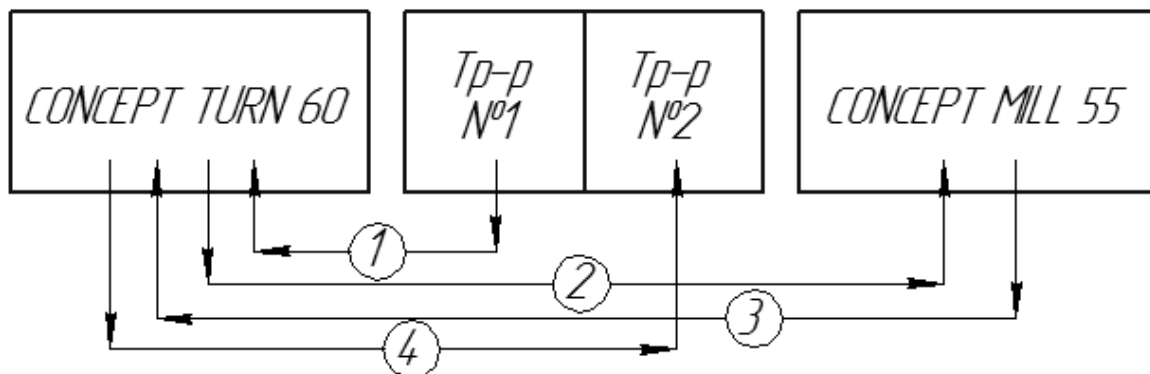


Рис.3. Схема перемещений детали роботом (II степень сложности)

1 – заготовка с первого транспортера перемещается к токарному станку для обработки одной стороны, затем по траектории 2 к фрезерному станку. 3 - После фрезерной обработки деталь возвращается на токарный станок для обработки другой стороны. 4 – Наконец, она возвращается на мехатронную станцию.

Отдельно стоит выделить ситуацию с последовательной обработкой сторон на одном станке (рис.4).

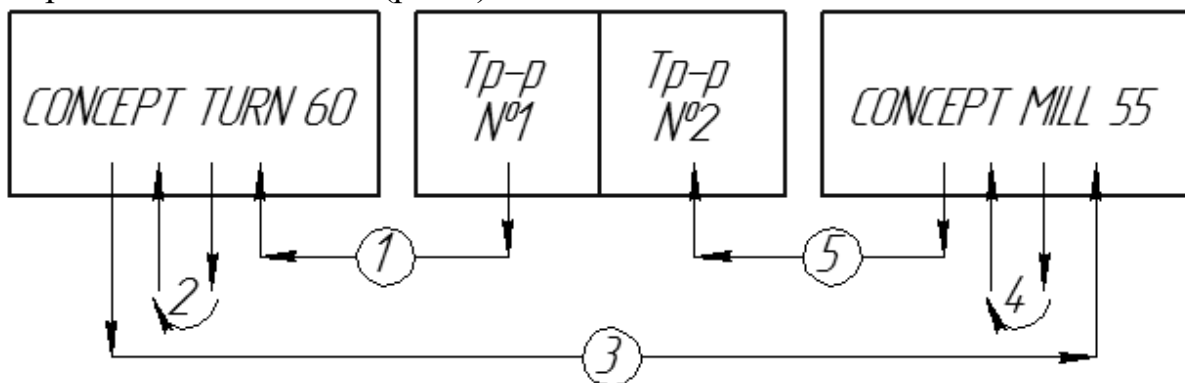


Рис.3. Схема перемещений детали роботом (II степень сложности, с переустановкой)

В данном случае на участках 2 и 4 робот производит переустановку детали на станке, после чего происходит обработка ее противоположной стороны.

В заданиях двух первых уровней выполняется полный цикл обработки одной детали и только потом можно переходить к обработке следующей. При этом в каждый момент времени работает только один агрегат линии: либо один из станков, либо робот. В этом случае простои оборудования велики, зато такой цикл легко программируется.

Задания с третьей степенью сложности составлены для углубленной учебной программы. Они предусматривают работу с минимальными простоями. В данном случае требуется составить циклограмму рабочего участка, синхронизировать операции обработки деталей на станках и движение промышленного робота.

Каждый вариант разработанных заданий включает в себя схему перемещений робота, соответствующую одной из трех степеней сложности, и чертежи обрабатываемых деталей.

Всего в комплект входит 18 вариантов заданий. Перед студентом стоит задача составить операционный технологический процесс, рассчитать режимы резания, составить управляющие программы для обработки детали и запрограммировать движение промышленного робота.

Таким образом, задания охватывают все темы учебного курса и позволяют проводить занятия с наибольшей эффективностью.

## **МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ КРАНОВЫХ КОЛЕС**

*Семухина Анна Андреевна, студент*

*Сохарева Евгения Павловна, студент*

*Научный руководитель Пыстогов Андрей Анатольевич*

*Нижнетагильский технологический институт (филиал) Уральского  
федерального университета имени первого Президента России*

*Б. Н. Ельцина, Нижний Тагил, Россия*

Технологический процесс любого производства связан с перемещением огромного количества грузов, от сырья до готовой продукции. На 1 тонну готовой продукции требуется 10...100 тонн сырья, которое транспортируется и складывается различными видами подъемно-транспортной техники. В работе излагаются методы увеличения срока службы крановых колес. [1. Стр. 1]

Унифицировать детали и узлы кранов до настоящего времени не удалось, поэтому каждое предприятие, эксплуатирующее краны, решает проблему запасных частей самостоятельно, в основном, восстанавливая изношенные поверхности наплавкой или изготавливая новые колёса силами ремонтных служб.

Многочисленные монографии, нормативно-техническая и специальная литература содержат информацию по всем вопросам и аспектам подъемно-транспортного оборудования показывает, что продолжает оставаться актуальной «вечная» проблема повышения надёжности и долговечности взаимодействующей пары «рельсовый путь – колесо». Именно поэтому мы решили в нашем докладе показать возможные способы увеличения срока службы крановых колес.

*Конструктивные методы* – методы, решающие проблему износа пары колесо-рельс путем применения различных конструкций ходовой части механизма передвижения крана.

Конструкции ходовой части механизма передвижения крана, изображенные на рис. 1, 2 – дают возможность повысить точность выставки ходовых колес, и избежать концентратора напряжения.

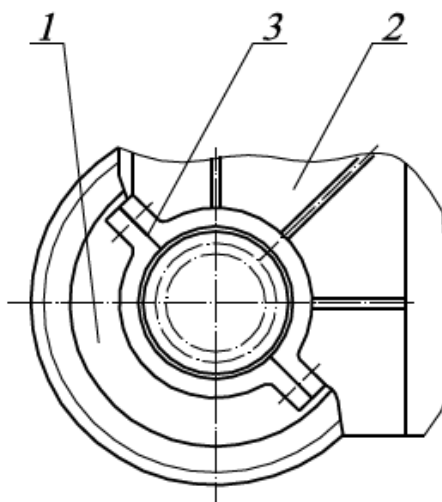


Рис. 1. Конструкции ходовой части механизма передвижения крана:

- 1 – ходовое колесо;
- 2 – концевая балка;
- 3 – крепление ходового колеса к концевой балки

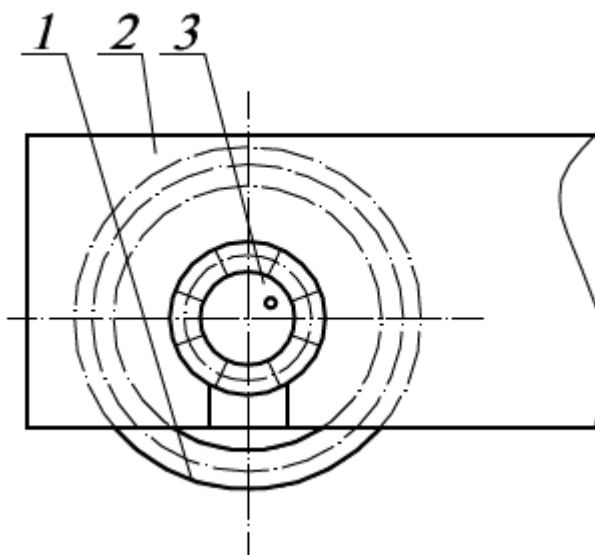


Рис. 2. Конструкции ходовой части механизма передвижения крана со встроенными во внутрь колесами:

- 1 – ходовое колесо;
- 2 – концевая балка;
- 3 – крепление ходового колеса к концевой балки

Конструкцию ходовой части механизма передвижения крана со встроенными во внутрь колесами (рис. 2) использует немецкая фирма Demag.

Технологические методы обеспечения износостойкости поверхностей деталей узлов трения. Во время исследования этого вопроса, в различных статьях мы нашли такие способы как:



Рис.3. Методы, не применяющиеся в производстве

Эти методы способны повысить износостойкость, но никогда не применяются на предприятиях, из-за своей высокой стоимости (которая порой может превышать стоимость нового кранового колеса), сложности выполнения процесса или просто недостаточной эффективности. В своем докладе мы бы хотели описать те процессы, которые используют в наши дни для реального увеличения срока службы кранового колеса.

*Объёмно-поверхностная закалка (металлов)* — это закалка, при которой глубина прокаливаемости регулируется химическим составом стали и режимом индукционного нагрева; глубина залегания полумартенситного слоя при этом 0,15-0,25 диаметра или толщины изделия.

Основными преимуществами являются:

- Крайне высокий срок службы изделий.
- Цикл закалки со стандартных 12-20 часов до 1-5 минут.
- Отсутствуют термические деформации деталей после их термообработки.



- Стоимость стали пониженной прокаливаемости, в разы ниже легированной стали.
- Снижение потребности в электроэнергии в 10-12 раз!
- Возможность регулирования заданных параметров в разных местах одного изделия.
- Возможность регулирования срока службы изделий.
- Абсолютная экологичность [8]

Этот метод используют, когда хотят добиться высокой поверхностной твердости при сохранении вязкой сердцевины зуба (высокой изгибной прочности при ударных нагрузках). При этом снизив затрачиваемую энергию. Этот метод используют такие предприятия, как Челябинский завод технологического оборудования, ООО «Элсит» и т.д.

*Закалка крановых колес токами высокой частоты (ТВЧ)* Такой метод является одним из самых высокопроизводительных методов поверхностного упрочнения металлов. [6]

Применение нагрева ТВЧ для поверхностной закалки машинных деталей и инструмента позволяет резко сократить продолжительность технологического процесса термической обработки. Кроме того, этот метод дает возможность изготавливать для закалки деталей механизированные и автоматизированные агрегаты, которые устанавливаются в общем потоке механообрабатывающих цехов. В результате этого отпадает необходимость транспортирования деталей в специальные термические цеха и обеспечивается ритмичная работа поточных линий и сборочных конвейеров. [7]. Данный метод используют в производстве крановых колёс Комсомольский-на-Амуре завод подъёмно-транспортного оборудования, ООО «Элсит», ПАО «Запорожкран» и др.

Этот метод применяют при массовом производстве, когда стремятся добиться сокращения времени на термообработку.

*Сорбитизация стали* - метод вакуумной термообработки, заключающийся в нагреве её до 800-950<sup>0</sup> С, выдержке при этой температуре и охлаждение со скоростью 100-600<sup>0</sup>С/мин (в воздушной струе или жидких средах, нагретых до 300-500<sup>0</sup>С) [4]. Основная цель сорбитизации – это получение однородной структуры сорбита или троостита (структурная составляющая железоуглеродистых сплавов, представляющая собой дисперсную смесь феррита и цементита.) с повышенной прочностью и износостойкостью. [5]

Достигаются следующие положительные эффекты:  
Значительное увеличение срока службы крановых колес;

Плавный переход от закалённого слоя металла к незакалённому;

Незакалённая ступица не подвержена возникновению трещин, что значительно упрощает операцию чистовой токарной обработки посадочного отверстия;

Исключено отслаивание металла на поверхности катания.

На сегодняшний день сорбитизация крановых колес является наиболее оптимальным методом термообработки, имеющая ряд значительных преимуществ по сравнению с объемной закалкой и закалкой Т.В.Ч. таких, как высокая износостойкость, мягкая ступица, глубина закалки до 30 мм.

*Повышение износостойкости путем настройки положения крановых колес.* Известно устройство для контроля положения ходовых колес подъемно-транспортных средств (патент RU 2083468 С1, В66С 9/16, опубл. 10.07.1997), содержащее источник излучения, преимущественно лазер, ось луча которого направлена параллельно оси рельса, и приспособление для измерения угла перекоса ходовых колес. Поставленная техническая задача достигается тем, что определяют базовые точки измерений на участке кранового пути, направляют лазерный луч, после чего определяют отклонение каждого колеса в горизонтальной плоскости путем измерения расстояния от базовой точки до луча. Для того чтобы определить отклонение колеса от номинального положения производят измерение расстояния от базовой точки смежного колеса до луча и расстояния между колесами по пролету, затем рассчитывают величину фактического отклонения каждого из колес от проектной. [19]

*Повышение износостойкости путем настройки оси и валов вращения крановых колес.* В целях увеличения срока службы и облегчения ухода за механизмами следует отдавать предпочтение *установке ходовых колес* на подшипниках качения. Ходовое колесо и зубчатое колесо закрепляются на валу при помощи шпонки, а сам вал вращается в подшипниках, установленных на металлоконструкции. Описанные случаи установки требуют применения открытой зубчатой пары.

Установка новых и отремонтированных ходовых колес на кран должна сопровождаться рядом контрольных измерений. Оси колес неподвижно закрепляют к концевым балкам моста крана болтами и ригелями. В конструкции *ходового колеса* на неподвижной и вращающихся осях вращение передается от зубчатого венца, жестко соединенного с ним. [20]

*Ходовая тележка крана (Патент RU 2007366)* Изобретение позволяет снизить динамическую нагрузку на трансмиссию механизма передвижения крана и металлическую конструкцию крана при пусках механизма передвижения. Сущность изобретения: при пуске электродвигателя возникающий реактивный момент проворачивает навесной редуктор вокруг промежуточного вала и воспринимается

пружиной, связывающей редуктор и раму тележки. Возникающие колебания редуктора гасятся амортизатором с шаровыми креплениями. 2 ил.

На фиг. 1 изображена ходовая тележка крана, общий вид; на фиг. 2 - вид по стрелке А на фиг. 1.

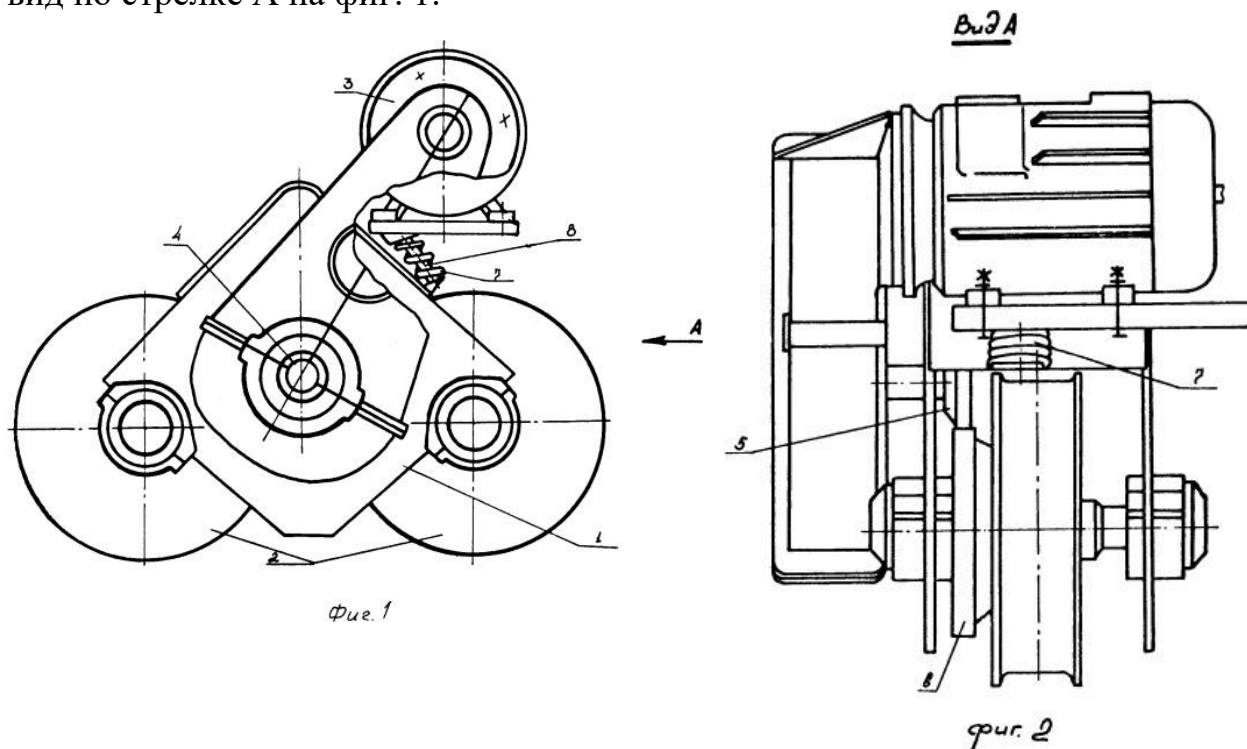


Рис. 4. Иллюстрации к патенту RU 2007366

Ходовая тележка крана содержит раму 1 с ходовыми колесами 2, навесной редуктор 3 и жестко связанный с ним фланцевый двигатель 4, промежуточный вал 5, который установлен в раме 1 и связан с центральной шестерней 6 и редуктором 3, связанным с зубчатыми колесами 7, закрепленными на валах ходовых колес 2, причем двигатель 4 соединен с рамой пружиной 8 и амортизатором 9 с шаровыми креплениями, вставленным в пружину 8. Таким образом, конструкция позволяет снизить динамическую нагрузку на трансмиссию механизма передвижения крана и металлическую конструкцию крана при пусках механизма передвижения. [21]

*Подвесное подъемно-транспортное устройство (Патент №2010739)* Монорельсовый путь выполнен в виде вертикально установленной двутавровой балки с верхними и нижними полками. Нижние полки выполнены с утолщениями на их концах для размещения на них ходовых колес подъемно-транспортного средства. Утолщения обращены в сторону, противоположную размещению ходовых колес, и расположены с образованием между ними паза вдоль продольной оси монорельсового пути. В пазу может быть размещено дополнительное

колесо подъемно-транспортного средства. С целью увеличения долговечности пути дополнительное колесо выполняют приводным, а ходовые колеса - не приводными. Возможно выполнение верхних полок с утолщениями на их концах и дальнейшее их использование путем размещения верхних полок внизу. [22]

*Установка датчиков, для устранения перекоса кранового колеса.* Сначала происходит сбор информации с датчиков о положении ходовых колес относительно каждого опорного рельса при помощи бесконтактных датчиков, они могут быть установлены как с внутренней, так и с внешней стороны крановой тележки. После сбора необходимой информации происходит определение необходимых поправок. Известные поправки обрабатываются управляющими устройствами, корректируя траекторию движения.

Для обеспечения надежности функционирования крана, предложенную автоматику предполагается использовать, не ликвидируя существующую на действующем кране систему, а смонтировав её параллельно, тем самым оставив возможность в любой момент переключиться на стандартную систему управления.

Результаты практических испытаний показывают высокую эффективность разработанного метода коррекции движения крановых тележек.



Рис. 5. Методы повышения долговесности

Таким образом, чтобы добиться максимальной износостойкости крановых колес, нужно использовать различные комбинации, повышающие срок службы крановых колес: конструктивный метод, (подходящий под критерии) технологический метод, применение настройки положения крановых колес, настройки оси и валов вращения крановых колес, использование подвесное подъемно-транспортного устройства, установка датчиков, следящих за отсутствием перекоса кранового колеса.

### **Библиографический список**

1. Работа Лужных П. В.-студента 6 курса кафедры «Технологии обработки материалов». Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана под руководством научного руководитель: С.Н. Глазунов, кандидата технических наук, доцента кафедры «Технологии обработки материалов» Дата востребования: 14.03.2016
2. Статья Канова Г. Л. «Краностроение и крановое хозяйство-история, настоящее и будущее». Дата востребования: 14.03.2016
3. Статья О.В. Григорова, профессора, д. т. н., С.А. Губского, аспиранта, Д.М. Коваленко, преподавателя-стажера, В.В. Стрижака, магистра, Национального технического университета «ХПИ» «Методы увеличения срока службы ходовой части механизма передвижения крана» Дата востребования: 14.03.2016
4. Технология изготовления крановых колес из штамповых заготовок: [Электронный ресурс]: Сорбитизация стали URL: [http://www.uralremdetal.ru/news/novosti\\_44.html](http://www.uralremdetal.ru/news/novosti_44.html) Дата востребования: 06.05.16 18:34
5. Большая Советская Энциклопедия: [Электронный ресурс]: Сорбитизация 06.05.16 18:34
6. Отделочные материалы, строительные технологии: [Электронный ресурс]: ТВЧ закалка крановых колес URL: <http://expodesign.org.ru/tvch-zakalka-kranovyh-koles> Дата востребования: 06.05.16 18:34
7. Информационно справочный отдел по металлургии и литейному делу: [Электронный ресурс]: Поверхностная закалка ТВЧ URL: <http://www.metalurgu.ru/content/view/323/218/> Дата востребования: 06.05.16 18:34
8. Свободная энциклопедия: [Электронный ресурс]: Объемно-поверхностная закалка URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Объемно-поверхностная\\_закалка](https://ru.wikipedia.org/wiki/Объемно-поверхностная_закалка) Дата востребования: 06.05.16 18:35
9. ООО «Твердосплав»: [Электронный ресурс]: Объемная закалка металлов URL: <http://tverdospлав35.ru/services/ob-emnaya-zakalka-metallov.html> Дата востребования: 06.05.16 18:35

10. Вопросы по материаловедению: [Электронный ресурс]: Преимущества и недостатки поверхностного упрочнения URL: [http://www.materialscience.ru/subjects/materialovedenie/kontrolnie/kontrolnaya\\_rabota\\_1\\_variant\\_29\\_vopros\\_5\\_24\\_05\\_2010/](http://www.materialscience.ru/subjects/materialovedenie/kontrolnie/kontrolnaya_rabota_1_variant_29_vopros_5_24_05_2010/) Дата востребования: 06.05.16 18:35
11. Статьи металлообработка: [Электронный ресурс]: Оксидирование и чернение URL: <http://www.npprusmet.ru/articles.php?id=145> Дата востребования: 06.05.16 18:35
12. Все о коррозии: [Электронный ресурс]: Фосфатирование URL: <http://www.okorrozii.com/fosfatirovanie.html> Дата востребования: 06.05.16 18:35
13. Справочник химика: [Электронный ресурс]: Сульфидирование металлов и солей URL <http://chem21.info/info/1728119/> Дата востребования: 06.05.16 18:36
14. Specural: [Электронный ресурс]: Области применения электрохимической обработки URL: <http://specural.com/articles/category/15/message/1048/> Дата востребования: 06.05.16 18:36
15. Независимый научно-технический портал, банк изобретений и научных открытий: [Электронный ресурс]: Способы наплавки износостойких покрытий URL: [http://www.ntpo.com/patents\\_welding/patents\\_welding/welding\\_191.shtml](http://www.ntpo.com/patents_welding/patents_welding/welding_191.shtml) Дата востребования: 06.05.16 18:36
16. Патентный поиск: [Электронный ресурс]: Способы ионно-плазменной обработки поверхности из порошковой быстрорежущей стали URL: <http://www.findpatent.ru/patent/241/2413793.html> Дата востребования: 06.05.16 18:36
17. Свободная энциклопедия: [Электронный ресурс]: Плакирование URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BA%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5> Дата востребования: 06.05.16 18:37
18. Библиотека технической литературы: [Электронный ресурс]: Термомеханическая обработка URL: <http://delta-grup.ru/bibliot/100/18.htm> Дата востребования: 06.05.16 18:37
19. Патентный поиск: [Электронный ресурс]: Термомеханическая обработка URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2412105> Дата востребования: Дата востребования: 06.05.16 18:37
20. Большая энциклопедия нефти и газа поиск: [Электронный ресурс]: Установка ходовое колесо URL: <http://www.ngpedia.ru/id548162p2.html> Дата востребования: 06.05.16 18:37
21. Патентный поиск: [Электронный ресурс]: Ходовая тележка крана URL: <http://www.findpatent.ru/patent/200/2007366.html> Дата востребования: 06.05.16 18:37

22. Патенты Российской Федерации: [Электронный ресурс]: Подвесное подъемно крановое устройство URL: <http://ru-patent.info/20/10-14/2010739.html> Дата востребования: 06.05.16 18:37

## **ИНОКУЛИРОВАНИЕ СТАЛИ 20ГЛ ДЛЯ ОТЛИВОК ДЕТАЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

*Чащина О.А. НТИ (филиал) УрФУ, студентка кафедры металлургической технологии;*

*Чащин А.А. АО «НПК «Уралвагонзавод», зам. главного металлурга;*

*Шевченко О.И. НТИ (филиал) УрФУ, заведующий кафедрой металлургической технологии, д-р техн. наук;*

*Трекин Г.Е. НТИ (филиал) УрФУ, доцент кафедры общего машиностроения, канд. техн. наук.*

В последние годы на сети железных дорог России в области безопасности движения сложилась неблагоприятная ситуация, обусловленная изломами боковых рам тележек грузовых вагонов. За период 2006 – 2013гг. произошло 153 аварийных ситуаций сопряженных с изломом боковых рам. Пик изломов приходится на зимний период, поскольку при температуре ниже  $-20^{\circ}\text{C}$  снижается пластичность материала детали и возрастает динамическая нагруженность вагона из-за повышения жесткости пути. Исследования разрушившихся изделий показали не соответствие ударной вязкости  $KCV^{60}$  рекомендациям ОСТ 32.183.

Для изменения сложившейся ситуации и устранения разночтения ОСТ 32.183 в вопросе механических свойств отливок подвижного состава ОАО «Научно-исследовательским институтом железнодорожного транспорта» был разработан и введен действие с 01.06.2014 года в качестве национального стандарта Российской Федерации ГОСТ 32400-2013. Новый документ обязал производителей подвижного состава обеспечить для «Рамы боковой» и «Балки надрессорной» ударную вязкость  $KCV^{60}$  не менее  $170 \text{ кДж/м}^2$ , а с 01.01.2016 года не менее  $200 \text{ кДж/м}^2$  [1].

Требуемое значение  $KCV^{60} \geq 200 \text{ кДж/м}^2$  не обеспечивалось действующей технологией изготовления литых стальных деталей. Поэтому проведение работ по оптимизации химического состава, режимов термообработки, структуры и технологии выплавки, модифицирования и микролегирования стали 20ГЛ, с целью обеспечения высоких эксплуатационных свойств, особенно ударной вязкости является актуальной задачей [2...4].

В качестве основного материала исследования использовали конструкционную низколегированную сталь 20ГЛ. Химический состав и механические свойства исследуемой стали должны соответствовать требованиям ГОСТ 32400-2013 (табл. 1, 2).

Термическая обработка стали должна обеспечить получение мелкозернистой феррито-перлитной структуры с номером величины зерна не хуже 8-го в соответствии с ГОСТ 5639-82, что закреплено соответствующими технологическими инструкциями.

Таблица 1

Химический состав стали

Марка стали	Массовая доля элементов, %							
	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu
				не более				
20ГЛ	0,17-0,25	0,30-0,50	1,10-1,40	0,020	0,020	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,60

Таблица 2

Механические свойства стали 20ГЛ, не менее

Предел текучести $\sigma_T$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Временное сопротивление $\sigma_B$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение $\delta$ , %	Относительное сужение $\psi$ , %	Ударная вязкость при -60 °С КСV, кДж/м <sup>2</sup>
343 (34,3)	510 (51)	20	30	200*

\* Вступило в силу с 01.01.2016, до этого значение составляло 170 кДж/м<sup>2</sup>.

Для повышения эксплуатационных свойств стали 20ГЛ был выбран метод инокулирования – введение в расплавленный металл специально подготовленного нанодисперсного порошка (СВС-модификатора) химический состав, которого приведен в табл. 3.

Таблица 3

Химический состав инокулятора

Марка сплава	Массовая доля элементов, %								
	Ti	Si	Ca	N	Fe	Al	C	S	P
СВС-модификатор	45,5	27,1	15,1	6,9	5,07	0,29	0,02	0,02	0,02

Опытные плавки проводились в цехе № 585 металлургического производства АО «НПК «Уралвагонзавод» в индукционной печи с кислой футеровкой и массой плавки 160 кг, а исследования структуры и механические испытания в ЦИИМ. Сталь марки 20ГЛ выплавлялась по штатному технологическому процессу с окончательным раскислением в печи алюминием.

Инокулирование стали с использованием СВС – модификатора осуществлялось в промежуточном ковше (50 кг). Инокулятор фракцией 20 – 30 мм помещался на дно ковша перед заливкой металла. Температура расплавленного металла, замеряемая в печи перед заливкой промежуточного ковша, составляла 1590°С. Инокулирование стали 20ГЛ



варьировалось в зависимости от количества вводимого модификатора (из расчета его массы в кг на тонну жидкой стали): ковш № 1 ~1,5 кг/т; ковш № 2 ~2 кг/т;

Так как плотность лигатуры данного химического состава составляла около 4,6 г/см<sup>3</sup>, то при заполнении ковша расплавом она взаимодействовала преимущественно с его поверхностным слоем, перемешиваемым в объеме ковша струей заполняемого металла.

Учитывая малый объем промежуточного ковша и непродолжительное время нахождения СВС – модификатора в расплаве перед заливкой трэфовидных проб, необходимо признать, что усвоение в металле инокулирующих элементов получилось невысоким, несмотря на достаточный перегрев стали на момент разливки. Это подтверждается данными состава стали (табл.4).

Таблица 4

Состав стали 20ГЛ, инокулированной СВС–модификатором

Номер промежуточного ковша	Содержание элементов, масс. %										
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu	Al	S + P	Ti
1	0,209	1,06	0,27	0,0078	0,019	0,053	0,044	0,168	0,025	0,0268	0,003
2	0,214	1,02	0,30	0,0088	0,021	0,051	0,039	0,144	0,020	0,0298	0,004

Из лепестков трэфовидных проб вырезались заготовки для изготовления стандартных образцов после термообработки по двум режимам нормализации: с температуры 920°С или 960°С выдержкой в течение 2 ч и охлаждением на воздухе. Результаты механических испытаний приведены в табл. 5.

Металлографические исследования макро- и микроструктуры образцов (рис. 1, а,б) (нумерация образцов соответствует номерам промежуточных ковшей, из которых залиты трефы), показали, что, несмотря на низкую степень усвоения частиц нитрида титана в лабораторных условиях, наблюдается существенный эффект измельчения структуры металла в литом состоянии (примерно на два балла).

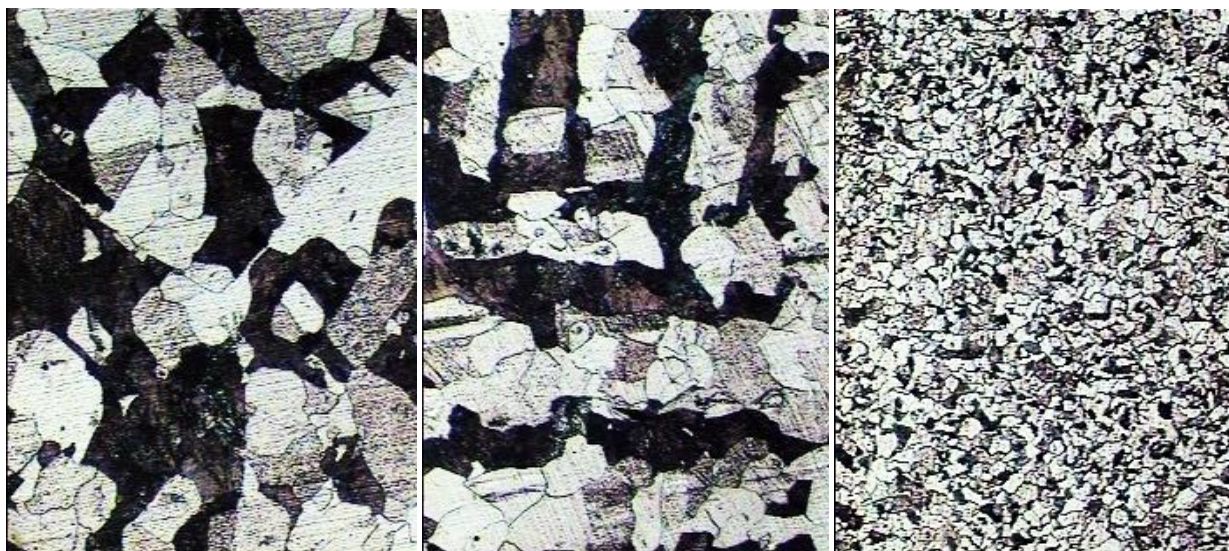
Микроструктура всех образцов, термообработанных по штатному режиму нормализации при температуре 920°С, являлась кондиционной, феррито-перлитной, мелкозернистой, однородной, с незначительными выделениями неравноосных зерен, а величина зерна соответствовала преимущественно номеру 9 по ГОСТ 1778-70 (рис. 1, в).

Таблица 5

## Механические свойства стали 20ГЛ, после инокулирования

Температура нормализации	Номер промежуточного ковша	Номер образца	$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	$\Psi$ , %	KCU <sup>-60</sup> , Дж/см <sup>2</sup>	KCV <sup>-60</sup> , Дж/см <sup>2</sup>
920 °С	1	1	334	559	28,0	47,0	86	31
		2	336	565	26,0	58,0	80	25
		3	349	558	26,0	56,0	51	20
		<b>среднее</b>	<b>339,7</b>	<b>560,6</b>	<b>26,7</b>	<b>553,7</b>	<b>72,4</b>	<b>25,4</b>
	2	1	354	584	27,0	61,5	65	21
		2	361	578	28,0	62,0	31	17
		3	357	553	27,0	59,0	65	22
		<b>среднее</b>	<b>357,3</b>	<b>571,6</b>	<b>27,3</b>	<b>60,9</b>	<b>53,7</b>	<b>20,0</b>
960 °С	1	1	357	578	26,0	56,0	18	8,6
		2	368	579	28,0	61,5	18	15
		3	365	576	26,0	63,5	–	21
		<b>среднее</b>	<b>363</b>	<b>577</b>	<b>26,0</b>	<b>60,0</b>	<b>18</b>	<b>14</b>
	2	1	371	565	29,0	59,0	33	22
		2	370	559	28,0	61,5	25	22
		3	345	553	30,0	63,5	25	25
		<b>среднее</b>	<b>362</b>	<b>559</b>	<b>29,0</b>	<b>61,0</b>	<b>27</b>	<b>25</b>

При нормализации модифицированной стали с нагревом до 960°С, у некоторых образцов имеются участки с некондиционной структурой, также крупное зерно обнаружено расположенные вблизи от зоны термической резки. Сталь 20ГЛ склонна к росту зерна при перегреве, что необходимо учитывать в процессе термообработки и, особенно, во время проведения сварочно-наплавочных работ по исправлению дефектов литья. Тем не менее, представленных данных достаточно для того, чтобы рекомендовать проведение опытно-промышленных мартеновских плавок стали 20ГЛ, модифицированной СВС-нитридами титана по механизму инокулирования, с последующей нормализацией отливок при температуре 920°С.



а

б

в

Рис. 1. Микроструктура образцов: в литом состоянии ковш № 1 (а), ковш № 2 (б) и после нормализации (в) при температуре  $T_n=920^\circ \text{C}$ .  $\times 100$ .

Таким образом, показано, что введение СВС – модификатора в количестве 1,5...2 кг/т препятствует формированию столбчатой структуры и способствует ее измельчению, как в литом, так после нормализации. Обеспечивается стабильный уровень хладостойкости по показателю ударной вязкости  $KCV^{60}$  выше нормативного значения 20 Дж/см<sup>2</sup>, установленного ГОСТ 32400-2013 с 01.01.2016 г. При модифицировании в ковше стали 20ГЛ титансодержащим СВС-модификатором обеспечивается получение однородной мелкозернистой структуры с баллом зерна не ниже  $G_9$  по ГОСТ 1778-70 после однократной нормализации при температуре  $T_n=920^\circ \text{C}$ . Малый объем промежуточного ковша и непродолжительное время приводит к низкой степени усвоения инокулятора в расплаве, поэтому при переходе к опытно-промышленным плавкам количество и состав СВС – модификатора потребует корректировки.

#### Библиографический список

1. ГОСТ 32400-2013 Рама боковая и балка наддресорная литые тележек железнодорожных грузовых вагонов. Технические условия. М.-Стандартинформ, 2014, 53 с.
2. Мануев М.С.. Исследование микролегирования, модифицирования и термической обработки на ударную вязкость стали 20ГЛ при низких температурах для отливок железнодорожного транспорта: дис. канд. техн. наук: 05.02.01, Брянск, 2006, 181 с.
3. Петухова И.Н. Шевченко О.И.. Исследование влияния микролегирования на комплекс свойств стали 20ГЛ. Молодежь и наука : материалы международной науч.-практ. конф в 2 т. Т. 1 / ФГАОУ ВПО «Уральский

федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», Нижнетагил. технол. ин-т (фил.). – Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ, 2013 с. 87...93

4. Шевченко О.И., Трекин Г.Е., Петухова И.Н. Повышение эксплуатационных свойств деталей железнодорожного транспорта из стали 20ГЛ. Актуальные проблемы физического металловедения сталей и сплавов : мат-лы XXII уральской школы металловедов-термистов. – Орск : Изд-во ОГТИ (филиал) ОГУ, 2014. с.154-156.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРЕНИЯ КОКСОВОГО ГАЗА В ВЕРТИКАЛЕ КОКСОВОЙ ПЕЧИ

*Сидоров О.Ю., НТИ (филиал) УрФУ, профессор кафедры химии,  
Аристова Н.А., НТИ (филиал) УрФУ, доцент кафедры химии,  
Лушников В.С., НТИ (филиал) УрФУ, студент кафедры химии*

Оптимизация режимов работы коксовой печи является актуальной задачей. Моделирование процесса горения газообразного топлива позволит проследить распределение температурного, концентрационного, скоростного полей по высоте зоны горения. Это позволит проанализировать нагрев различных зон огнеупорной кладки, и состав дымовых газов, особенно таких вредных составляющих как формальдегид и оксиды азота. Для решения такого типа задачи необходимо одновременное рассмотрение газодинамической, концентрационной и тепловой задач.

При решении газодинамической задачи применялись уравнения [1]

$$\frac{\partial(\rho b)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho b u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho b v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho b w)}{\partial z} = -\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{bx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{by}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{bz}}{\partial z},$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w)}{\partial z} = 0.$$

Уравнения переноса концентраций компонент газовой смеси принимались в виде [1]

$$\frac{\partial(\rho C_i)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u C_i)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v C_i)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w C_i)}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\mu}{Sc} \cdot \frac{\partial C_i}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\mu}{Sc} \cdot \frac{\partial C_i}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{\mu}{Sc} \cdot \frac{\partial C_i}{\partial z} \right) + S_i,$$

$i = O_2, N_2, CH_4, CO, CO_2, H_2, H_2O, CH_2O, NO$ .

Уравнение переноса энергии выбрано в форме [1]

$$\frac{\partial(\rho h)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u h)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v h)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w h)}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\mu \cdot C_p}{Pr} \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\mu \cdot C_p}{Pr} \cdot \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{\mu \cdot C_p}{Pr} \cdot \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \frac{dQ}{dt}$$

Здесь  $b = u, v, w$  - компоненты скорости;  $\rho$  - плотность;  $\tau_{bx}, \tau_{by}, \tau_{bz}$  - касательные напряжения;  $S_i$  - источниковые члены, имеющие вид

$S_i = k_i \prod_m [C_m]^{n_m}$ , где  $k_i$  - константа скорости;  $C_m$  - концентрация компонента

$m$ ;  $n_m$  – порядок химической реакции по компоненту  $m$ ;  $\mu, C_p, h, T$  – турбулентная динамическая вязкость, теплоемкость, энтальпия, температура соответственно;  $Sc, Pr$  – числа Шмидта и Прандтля соответственно;  $\frac{dQ}{dt}$  – суммарная скорость тепловыделения от

протекающих при горении газовой смеси реакций  $\frac{dQ}{dt} = \frac{\rho}{M} \left( - \sum_j r_j \cdot \Delta H_j \right)$ ,

$r_j, \Delta H_j$  – скорость  $j$ -й химической реакции и ее тепловой эффект.

При моделировании процесса горения в качестве топлива принимался коксовый газ, взаимодействие компонент которого с воздухом (коэффициент избытка воздуха 1,2) проводилось с помощью реакций, приведенных в таблице. Тепловые эффекты реакций были рассчитаны с помощью законов Гесса и Кирхгофа с использованием справочных данных о теплоте образования веществ, участвующих в реакции.

Таблица

Реакции

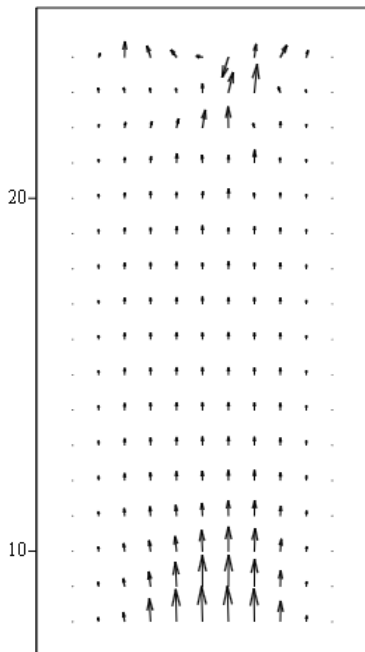
№	Реакция	Скорость реакции	Константа скорости* [2]
1	$CH_4 + O_2 \rightarrow CH_2O + H_2O + \Delta H_1$	$r_1 = k_1 [CH_4] \cdot [O_2]$ , $r_{-1} = 0$ ,	$k_1 = 505,8 \cdot K \cdot e^{-\frac{115,6}{RT}}$
2	$CH_2O + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO + H_2O + \Delta H_2$	$r_2 = k_2 [CH_2O] \cdot [O_2]^{0,5}$ , $r_{-2} = 0$ ,	$k_2 = 780 \cdot K \cdot e^{-\frac{93,9}{RT}}$
3	$CH_2O \rightarrow CO + H_2O + \Delta H_3$	$r_3 = 0$ , $r_{-3} = 0$ ,	
4	$CO + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO_2 + \Delta H_4$	$r_4 = k_4 [CO] \cdot [O_2]^{0,5}$ , $r_{-4} = 0$ ,	$k_4 = 18,36 \cdot K \cdot e^{-\frac{88}{RT}}$
5	$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O + \Delta H_5$	$r_5 = k_5 [H_2] \cdot [O_2]^{0,5}$ , $r_{-5} = 0$ ,	$k_5 = 146,9 \cdot K \cdot e^{-\frac{88}{RT}}$
6	$O_2 + N_2 \leftrightarrow 2NO + \Delta H_6$	$r_6 = k_6 [O_2] \cdot [N_2]$ , $r_{-6} = k_{-6} [NO]^2$ ,	$k_6 = \frac{1,7 \cdot 10^{17}}{\sqrt{T}} \cdot K \cdot e^{-\frac{68687}{T}}$ , $k_{-6} = \frac{4,1 \cdot 10^{15}}{\sqrt{T}} \cdot K \cdot e^{-\frac{47121}{T}}$

\*  $R$  – универсальная газовая постоянная в кДж/(моль · К);  $K=50$

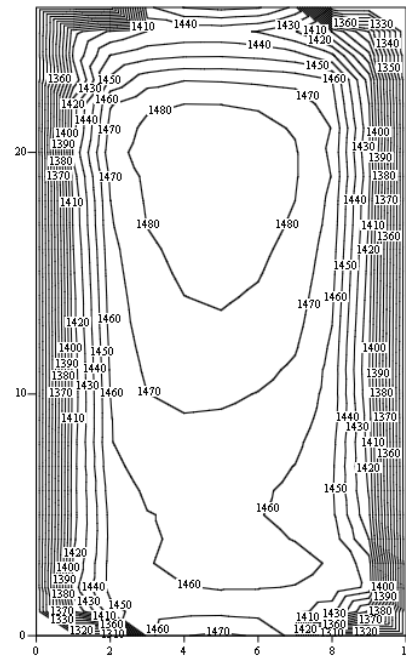
Система кинетических уравнений для определения изменений концентраций веществ, участвующих в химическом взаимодействии выбиралась в виде [2]

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d[CH_4]}{dt} = -r_1 \\ \frac{d[CH_2O]}{dt} = r_1 - r_2 - r_3 \\ \frac{d[CO]}{dt} = r_2 + r_3 - r_4 \\ \frac{d[CO_2]}{dt} = r_4 \\ \frac{d[H_2]}{dt} = r_3 - r_5; \quad \frac{d[H_2O]}{dt} = r_1 + r_2 + r_5; \\ \\ \frac{d[O_2]}{dt} = -r_1 - \frac{1}{2}r_2 - \frac{1}{2}r_4 - \frac{1}{2}r_5 - r_6 \\ \frac{d[N_2]}{dt} = -r_6 + r_{-6}; \quad \frac{d[NO]}{dt} = 2r_6 - 2r_{-6}. \end{array} \right.$$

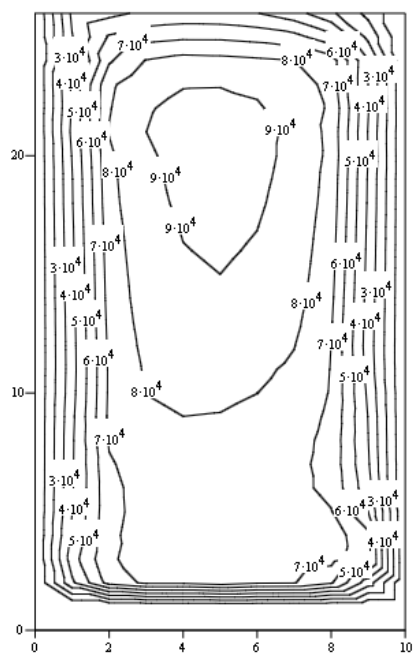
Результаты вычислений в вертикальном сечении показаны на рисунке. Можно отметить, что возникает турбулентность в верхней части вертикала. Зона повышенной температуры находится в верхней части вертикала и в этой зоне наблюдается повышенное тепловыделение (верхняя часть пламени). Образование оксидов азота происходит во всей области вертикала.



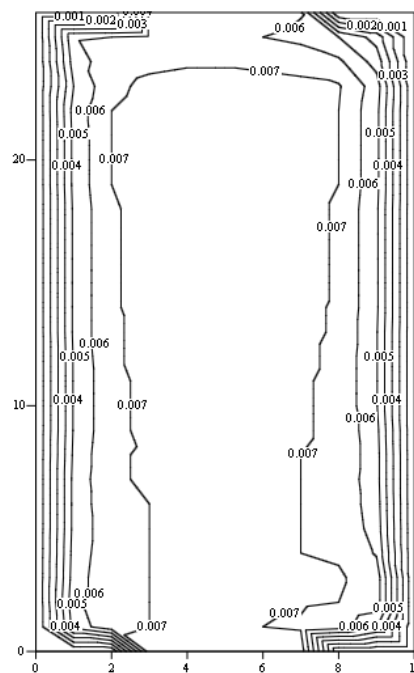
(а) Поле скоростей в вертикальном сечении



(б) Поле температур



(в) Поле тепловыделения



(г) Поле концентраций NO

Рис. Поля скорости температур, тепловыделения и концентрации NO

### Библиографический список

1. Необъявляющий П.А., Дектерев А.А., Гаврилов А.А., Сторожев Ю.И. Расчетно-экспериментальное исследование горелочного устройства по дожиганию анодного газа// Теплофизика и аэромеханика, 2007, Т.14, №1. С.151-160.
2. Султангузин И.А. Научно-технические основы моделирования и оптимизации энерготехнологической системы металлургического комбината. Диссертация на соискание уч.степ.д.т.н. Москва.2005, 414 с.

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ ЗАКАЛКИ ДЛИННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ**

*Казунин Р.В., студент; Волков И.Д., студент; Пыстогов А.А., к.э.н.,  
НТИ (ф) УрФУ*

Уже давно применяются различные методы по упрочнению рабочих поверхностей деталей. Известно, что обработанная термическим или химико-термическим способом поверхность приобретает высокую твёрдость, прочность, выносливость, а, следовательно, способна длительное время испытывать различные виды механических нагрузок.

На сегодняшний день внутренние труднодоступные, вследствие большой длины детали, участки деталей не обрабатывают термически по причине отсутствия технической оснастки, которая бы позволила произвести плазменную закалку протяжённых внутренних поверхностей.

В данном проекте разработана технологическая оснастка для обработки длинных цилиндрических отверстий.

На сегодняшний день является актуальной проблема термической обработки внутренних полостей длинных тел вращения (длиной свыше 3 метров). Она заключается в трудности перемещения головки плазмотрона в узком и длинном отверстии.

Создание оснастки, которая бы позволила произвести закалку труднодоступных традиционными устройствами участков длинных отверстий, существенно бы расширила горизонты применения длинных цельных труб.

Поставленные задачи:

- изучить литературу на данную тематику на наличие решения поставленной проблемы;
- разработать конструкцию, позволяющую производить закалку длинных отверстий;
- определить размеры основных частей технологической оснастки плазмотрона путём расчёта;
- создать эскиз устройства;
- скорректировать размеры технологической оснастки с учётом эскиза;
- выполнить проверочный прочностной расчёт полученной конструкции. В случае невыполнения условия прочности скорректировать размеры соответствующих частей установки



- оформить чистовой вариант чертежа технологической оснастки с конечными размерами;
- оформить пояснительную записку по проекту.

Изобретение относится к машиностроению, в частности к технологическому инструменту для осуществления термической обработки внутренних поверхностей деталей машин и механизмов, выполненных в форме цилиндра, в частности внутренней поверхности цилиндров длинных труб, орудий бронетехники, двигателей внутреннего сгорания, посадочных отверстий для подшипников и т.п. Трубы, закалённые изнутри, можно использовать для передачи абразивных сред.

В ходе литературного обзора по вопросам проектирования технологической оснастки для осуществления технологического процесса плазменной закалки отверстий в длинных деталях не было найдено устройства, которое бы могло выполнить этот процесс.

Тележка движется по рельсам и протягивает головку плазмотрона вдоль обрабатываемой поверхности, задавая ей сложное движение. Устройство служит для закалки длинных цилиндрических поверхностей.

Технологическая оснастка содержит головку плазмотрона, закреплённую на опоре (рис. 1), трубу, тележку (рис. 2, 3), плиты с рельсами и базирующее деталь устройство (рис. 4, 5).

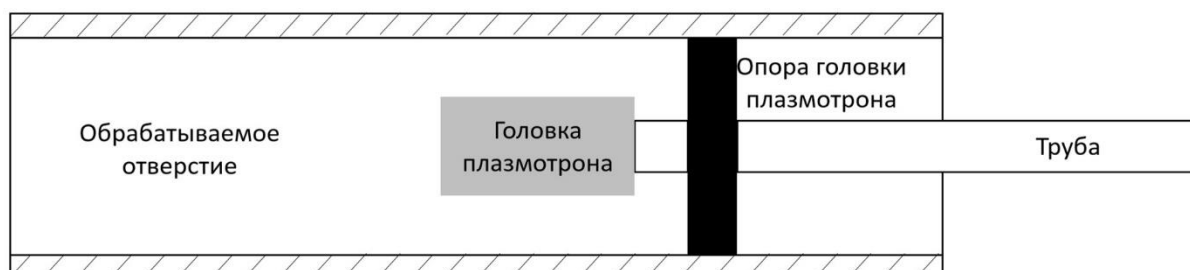


Рис. 1. Плазматрон и его опора

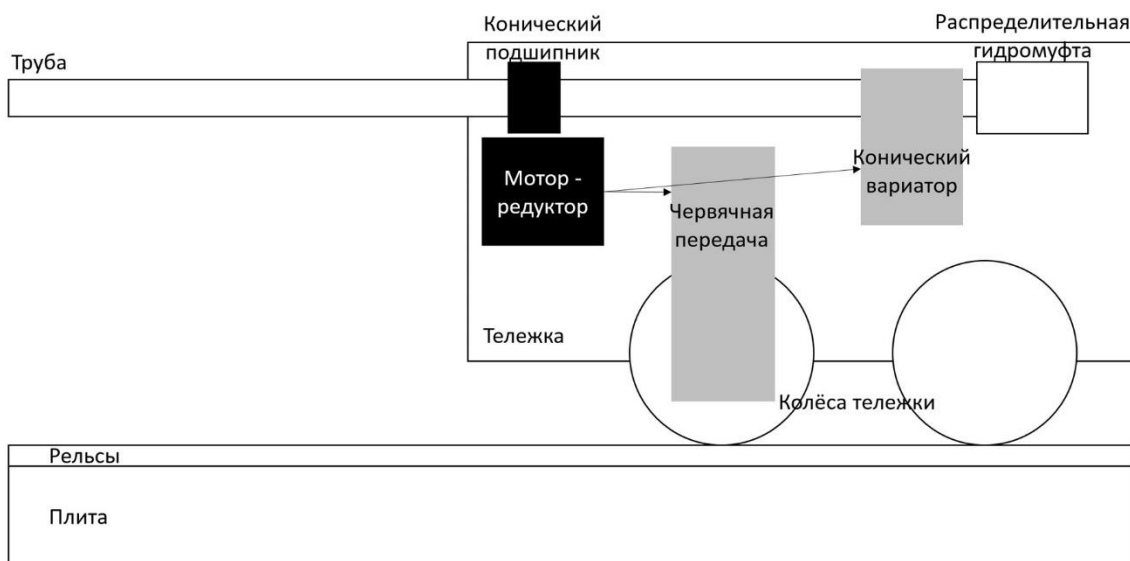


Рис. 2. Элементы тележки плазмотрона

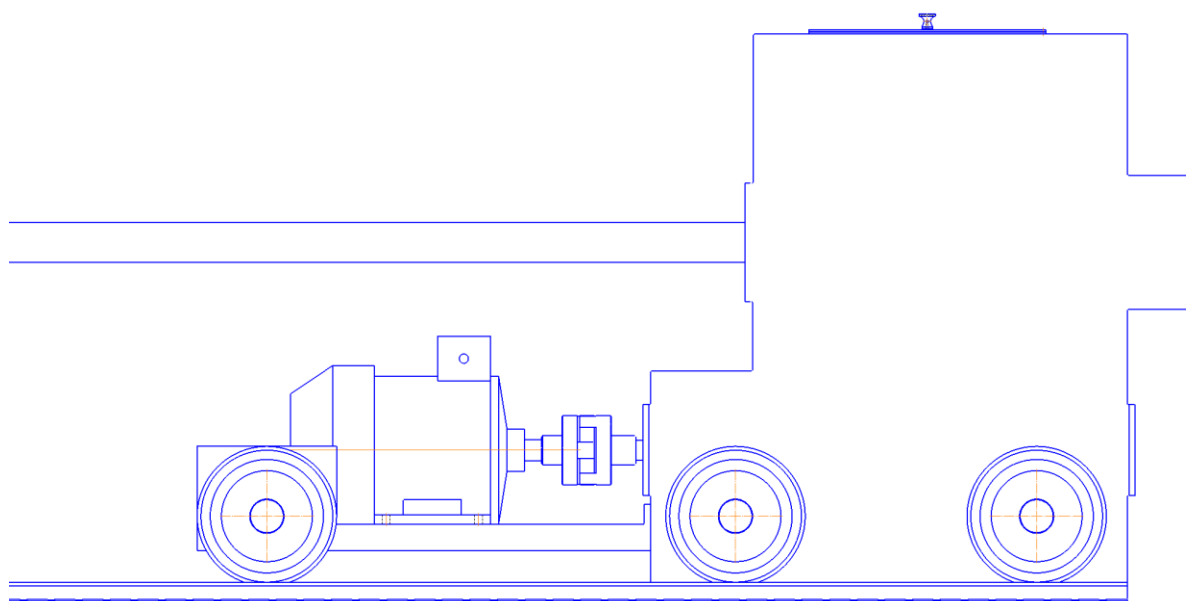


Рис. 3. Чертёж тележки плазмотрона (вид сбоку)

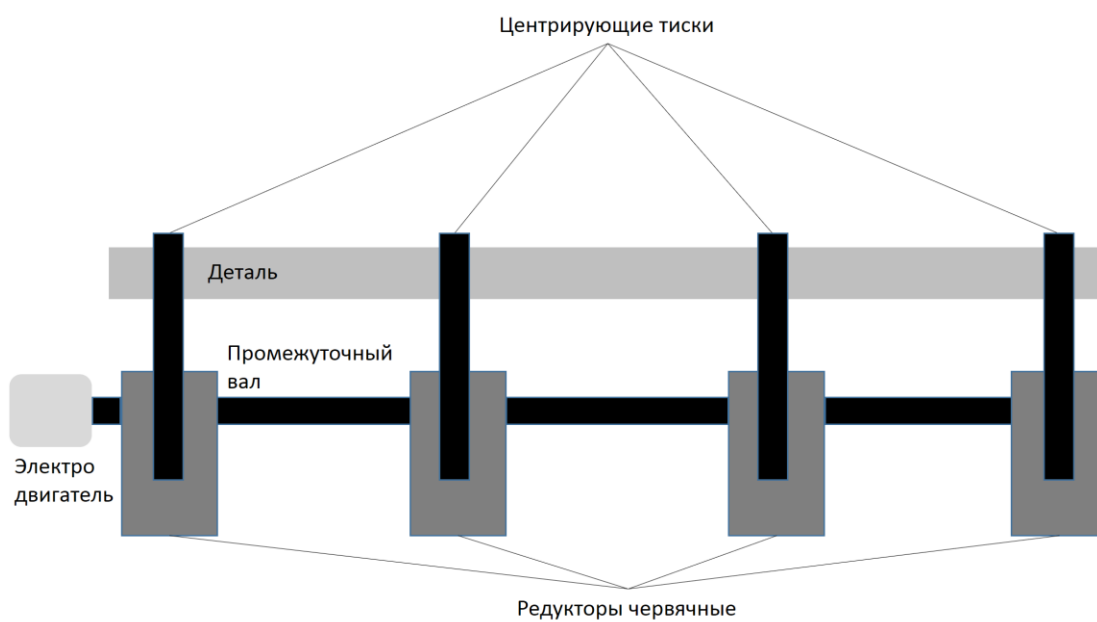


Рис. 4. Устройство для закрепления детали

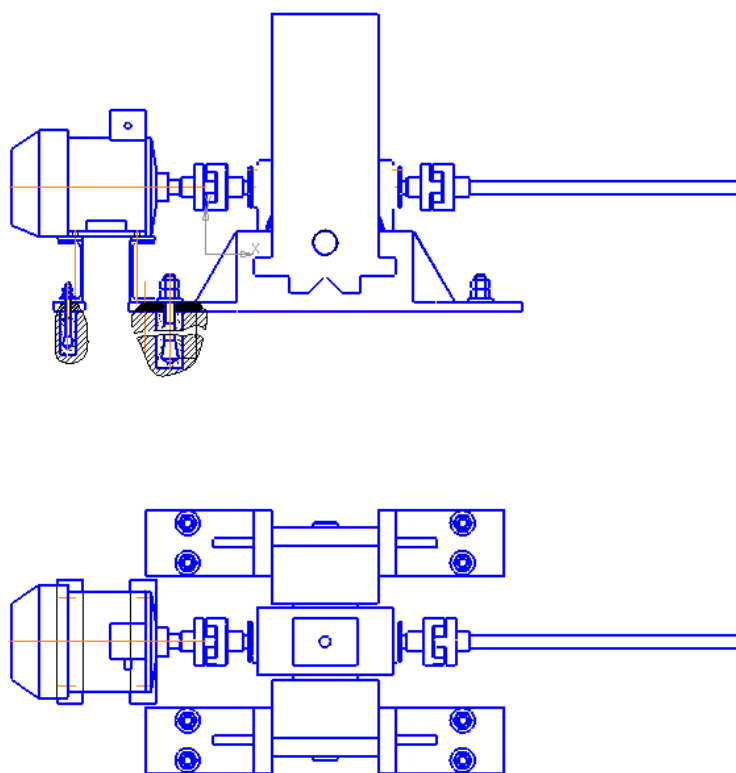


Рис. 5. Чертёж устройства для закрепления детали

Общий вид тележки плазмотрона представлен на рисунке 6.

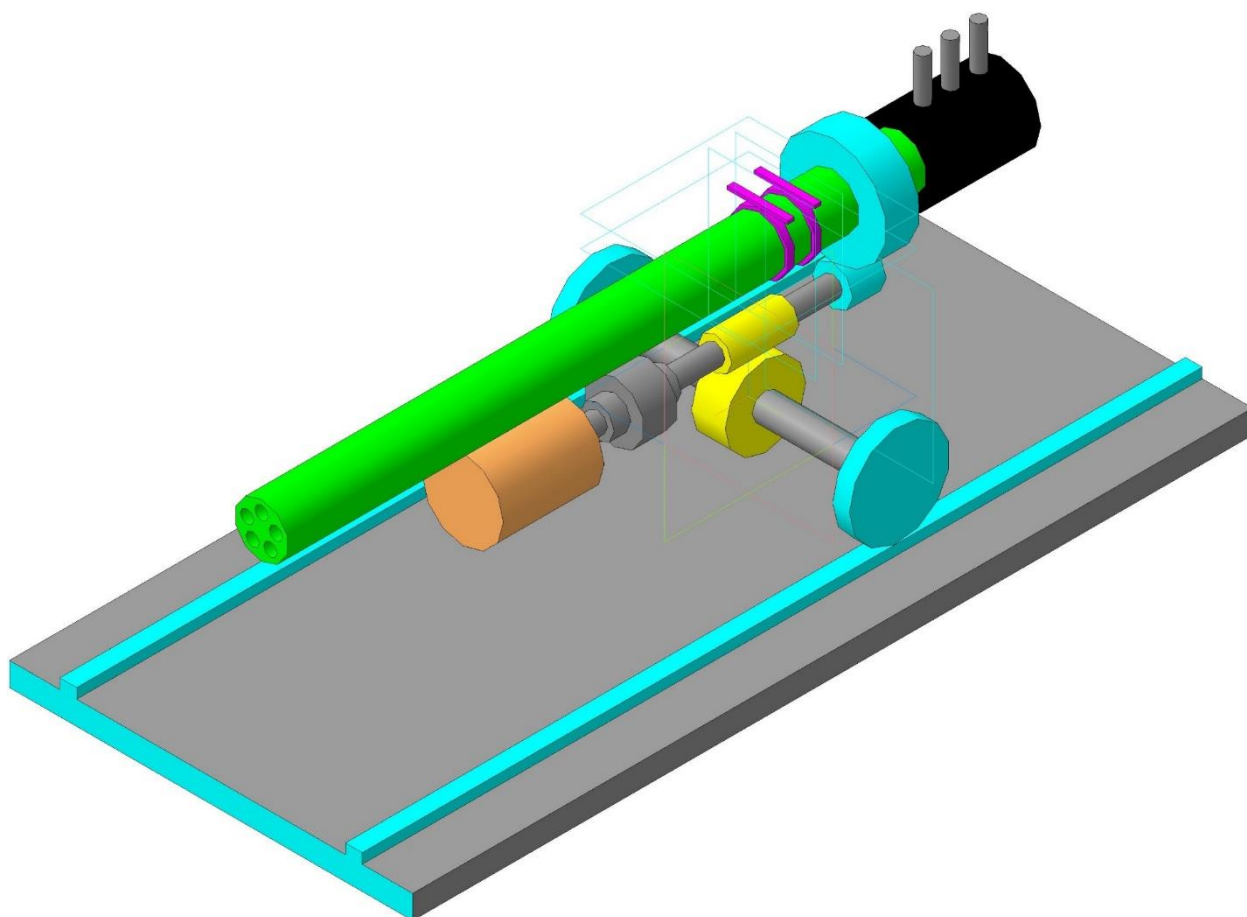


Рис. 6. Объёмное представление частей тележки плазмотрона

Рабочие среды и электрический ток подаются в головку по трубе. В качестве рабочих сред выступает аргон и вода. Второй конец трубы закреплён на коническом подшипнике внутри тележки. Она, двигаясь по рельсам, расположенным на плитах, которые выставляются на пол цеха, перемещает головку плазмотрона вдоль оси обрабатываемой детали и вращает рабочий орган (головку плазмотрона).

#### Подготовка устройства к эксплуатации

Сначала на полу цеха размещается приспособление для базирования заготовки. К нему по порядку пристраиваются плиты с рельсами. Затем, с помощью крана на рельсы в самое крайнее положение (максимальное удаление от обрабатываемой детали) ставится тележка с трубой, несущей головку плазмотрона.

Холостой ход. Тележку плазмотрона толкают рабочие по рельсам в сторону обрабатываемой детали, при этом один рабочий поддерживает и центрирует головку плазмотрона относительно отверстия, которое нужно обработать и вставляет рабочий орган в деталь. Перемещение тележки

осуществляется до тех пор, пока головка плазмотрона, не пройдя по всему отверстию, займёт крайнее положение (самое дальнее от плит с рельсами). Во время холостого хода храповой механизм отключает колёса тележки от кинематической связи с червячным зацеплением, которое по причине самоторможения не даст колёсам тележки проворачиваться под воздействием внешнего усилия.

#### Рабочий ход

Электрический ток подаётся на мотор – редуктор, а также на катод и анод головки плазмотрона – возникает электродуга. По каналам трубы подаются аргон и вода. Тележка плазмотрона перемещается от обрабатываемой детали. При этом головке плазмотрона сообщается вращательное движение. За счёт комбинации поступательного и вращательного движения головки плазмотрона, плазменная дуга описывает винтовую линию внутри отверстия (рис. 7).

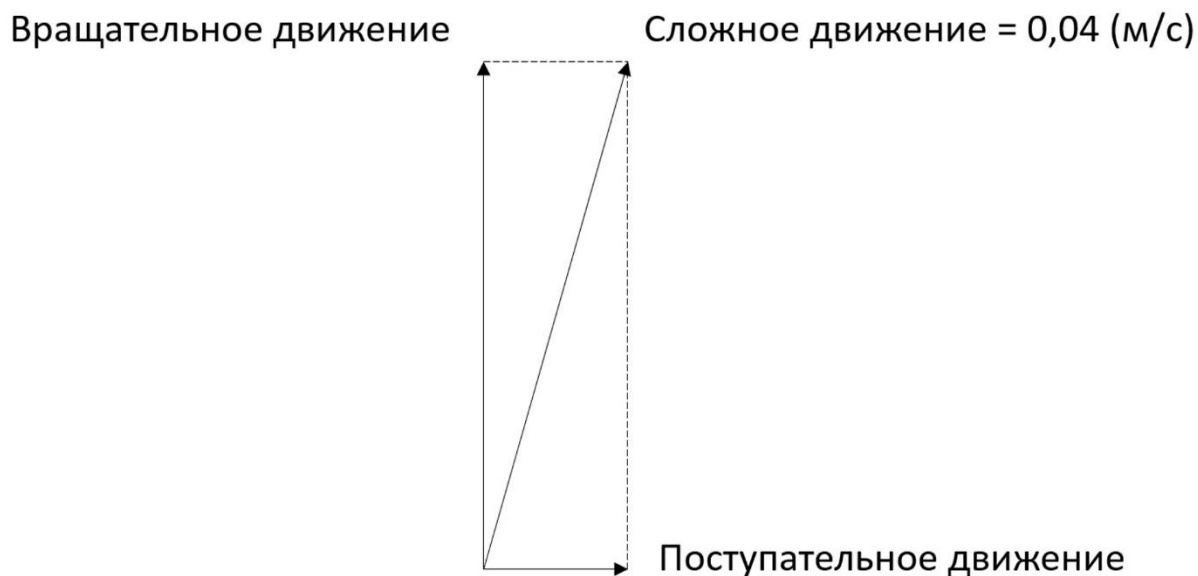


Рис. 7. Разложение вектора скорости точки соприкосновения пламени с обрабатываемой поверхностью детали

Техническая задача изобретения: разработка принципиальной схемы технологической оснастки для реализации процесса плазменной закалки внутренних протяжённых поверхностей конструкций и механизмов, которая позволит осуществить обработку отверстий и поверхностей сопряжения с диаметром менее 100 мм.

Поставленная задача решается применением принципиально новой кинематической схемы осуществления перемещения головки плазмотрона

с базированием относительно неподвижной обрабатываемой поверхности. В качестве направляющей для перемещения головки плазмотрона служит труба.

### Назначение изобретения

Разработанная технологическая оснастка может быть востребована при осуществлении упрочнения внутренних цилиндрических поверхностей механизмов, труб (рис. 8), внутренних поверхностей орудий (рис. 9) и т.п. для повышения абразивной стойкости обработанных поверхностей.



Рис. 8. Длинные трубы, которые можно обработать данной технологической оснасткой

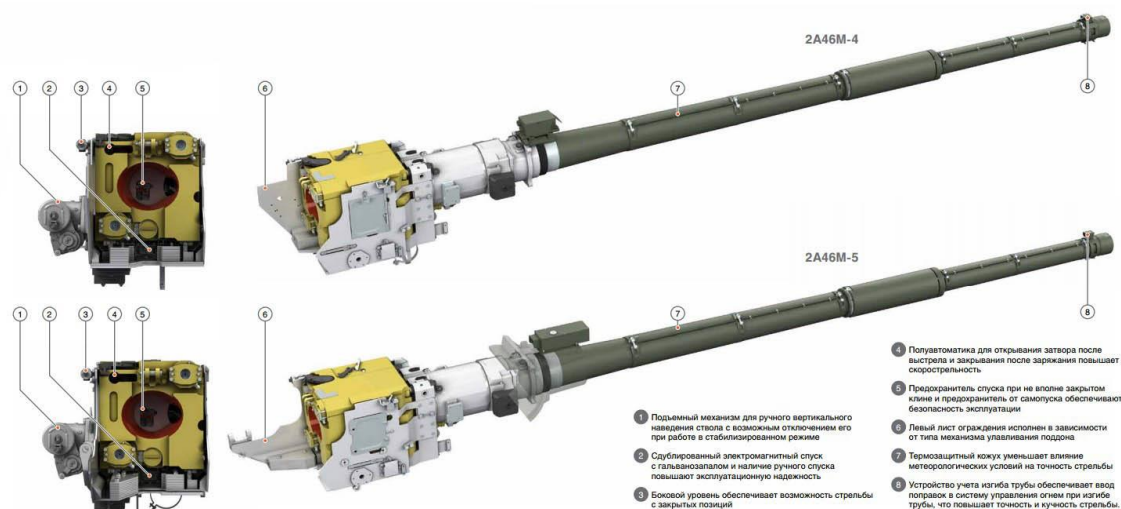


Рис. 9. Стволы танковых орудий

## Библиографический список

1. Дунаев П. Ф., Леликов О. П. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений – 9 – е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 496 с.
2. Курс лекций по дисциплине Детали машин Малюшкин С. С., Рябоконт Т. А.
3. Пыстогов А. С., Филимонов И. Е. Детали машин и основы конструирования: Методич. указания к самостоятельной работе над курсовым проектом – Нижний Тагил: НТИ (ф) УГТУ – УПИ, 2005. 35 с.
4. Пыстогов А. С., Пыстогов А. А., Филимонов И. Е. Детали машин и основы конструирования: Методич. указания к курсовому проекту по подбору муфт – Нижний Тагил: ФГАОУ ВПО “УрФу им. первого Президента России Б. Н. Ельцина», Нижнетагильский технол. ин-т (фил.), 2010. 28 с.
5. Пыстогов А. С., Никитин М. А. Детали машин и основы конструирования: Методич. указания к курсовому проекту по конструированию рамы, привода и других узлов – Нижний Тагил: НТИ (ф) УГТУ – УПИ, 2004. 26 с.
6. Пыстогов А. С., Филимонов И. Е. Детали машин и основы конструирования: Метод. указания к практическим занятиям – Нижний Тагил: НТИ (ф) УГТУ – УПИ, 2007. 26 с.
7. Чернавский С. А., Боков К. Н., Чернин И. М. и др. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие. – 3 – е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 414 с.
8. Курмаз Л. В., Курмаз О. Л. Конструирование узлов и деталей машин: Справочное учебно – методическое пособие – М.: Высш. шк., 2007 – 455 с.: ил.
9. Курмаз Л. В., Скойбеда А. Т. Детали машин. Проектирование: Справочное учебно-методическое пособие – 2 – е изд., испр.: М.: Высш. шк., 2005. – 309 с.: ил.

## МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА

*Маняков Руслан Рафаилович, студент*

*Научный руководитель Пыстогов Андрей Анатольевич  
Нижнетагильский технологический институт (филиал) Уральского  
федерального университета имени первого Президента России  
Б. Н. Ельцина, Нижний Тагил, Россия*

**Аннотация.** В статье описаны и проанализированы методы повышения износостойкости штампового инструмента разных авторов.

**Ключевые слова:** методы, износостойкость, штамповый инструмент.

В настоящее время актуальна проблема износостойкости режущих инструментов, в том числе штампового инструмента. Штамповый инструмент работает в условиях больших ударных и длительных нагрузок, подвергается воздействию высоких температур. Также происходит существенное удорожание природных ресурсов и рост их дефицитности. В данной работе приведены методы повышения износостойкости штампового инструмента.

Основными видами разрушения инструмента являются необратимые деформации, разгарные трещины и износ. Все перечисленные виды в большей или меньшей степени взаимодействуют друг с другом в процессе разрушения инструмента. Однако для каждого конкретного типа инструмента, для отдельных элементов деформирующей поверхности выделяют в качестве преобладающего один из перечисленных видов разрушений. Преобладание одного вида разрушения над другим зависит от взаимодействия множества факторов.

Рассмотрим методы по повышению стойкости штампового инструмента.[4]

*Электрофизические и электрохимические методы обработки[5]*

Для размерной обработки при изготовлении деформирующего инструмента широкое применение нашли электроискровая, электроимпульсная и электрохимическая.

*Электроискровой метод.* Авторы сайта "Большая энциклопедия Нефти и Газа" выделяют тот факт, что *электроискровой метод обработки металлов* вытесняется электроимпульсной обработкой. Это объясняется тем, что электроискровая обработка имеет ряд серьезных недостатков: производительность сравнительно низка; износ электрода-инструмента относительно большой, что значительно удорожает этот вид обработки и затрудняет получение необходимой точности. Кроме того, электроискровая обработка требует большого расхода электроэнергии.[6]



В ресурсе "Большая советская энциклопедия" авторы считают, что данный метод позволяет получить хорошую поверхность, но не обладает достаточной производительностью. Метод используется в основном при прецизионной обработке небольших деталей, мелких отверстий, вырезке контуров твердосплавных штампов проволочным электродом.[7]

Более производительной по сравнению с электроискровой является *электроимпульсная* обработка инструмента.

При этом резко уменьшается износ электрод-инструмента (примерно в триста раз).

*Электроимпульсная обработка* отличается от электроискровой значительно более высокими скоростями съема материала на жестких и средних режимах, значительно меньшей энергоемкостью процесса, сравнительно малым износом инструмента и более низкой производительностью на чистовых режимах, по данным сайта "Большая Энциклопедия Нефти и Газа" [8 стр. 1]

Так же и у этого метода были обнаружены недостатки, по мнению авторов, описывающих этот метод на сайте "Большая Энциклопедия Нефти и Газа" это – низкая чистота обработанной поверхности и наличие на этой поверхности микротрещин глубиной до 0,3 - 0,5 мм, особенно в жаропрочных сплавах, что позволяет применять этот вид обработки только при предварительных операциях.[8 стр. 3]

#### *Электрохимический метод*

Он характеризуется высокой производительностью и нулевым износом электрода-инструмента, но требует применения источников тока большой силы. При его использовании возникают трудности по вымыванию осадков и образующихся газов. Отмечаются также затруднения управлением процесса при обработке сложнопрофилированных инструментов высокой точности.

Освоение электрохимической обработки профильного инструмента позволило в 15—18 раз сократить время их изготовления и уменьшить стоимость обработки.

#### *Методы точного литья[9]*

Исходя из информации данной нам также на сайте "Интернет помощник" мы можем видеть, что стойкость инструмента, изготовленного методом точного литья, не уступает стойкости кованных штампов, а стоимость их изготовления в 4—7 раз меньше, чем при механической обработке. Применение данного способа снижает затраты на механическую обработку, упрощает технологию изготовления инструмента и сокращает производственный цикл. Кроме того, для производства инструмента можно применять жаропрочные сплавы, которые трудно поддаются механической или пластической обработке.

Следует отметить также более высокую износостойкость и разгаростойкость.

## *Технологические пути повышения стойкости штампового инструмента [12]*

Авторы выделяют несколько методов технологического повышения стойкости металлов:

*Применение пластического деформирования* значительно повышает износостойкость инструмента за счет получения более равномерной мелкозернистой структуры, измельчения карбидной фазы и ее более равномерного распределения, а также формирования благоприятной волокнистой структуры. Наибольшее распространение находит холодное выдавливание инструмента, которое применяется для изготовления матриц холодной и горячей объемной штамповки, обрезающих пуансонов, пуансонов для высадки винтов и др. инструмента.

Другим резервом повышения долговечности стального и твердосплавного инструмента является его *обработка на финишных операциях резцами из поликристаллических сверхтвердых материалов* вместо шлифования и точения твердосплавными резцами. Этим обеспечивается повышение микротвердости, возникновение остаточных сжимающих напряжений, отсутствие дефектов, большая дисперсность структуры обработанного поверхностного слоя.

Для повышения стойкости штампового инструмента горячего деформирования разработана *технология дифференцированной закалки*. Технология включает общий нагрев до температур, обеспечивающих требуемую твердость основания штампа, последующий ускоренный односторонний высокотемпературный нагрев рабочей гравюры с охлаждением в масле. Перспективна термообработка инструмента в вакуумных установках с закалкой в потоке защитного газа при повышенном давлении, обеспечивающая получение изделий высокой размерной точности с неокисленным и необуглероженным поверхностным слоем. Целесообразно применение индукционного нагрева для местной термообработки штампов горячей штамповки.

Новым направлением совершенствования поверхностной закалки инструмента является *закалка при импульсном индукционном нагреве*. Повышению стойкости кольцевых инструментов способствует отпуск в напряженном состоянии. Перспективен метод закалки инструмента взрывом. Повышение стойкости инструмента при обработке холодом.

С помощью *химико-термической обработки (ХТО)* можно повысить поверхностную твердость, износостойкость, усталостную прочность, коррозионную стойкость, окалиностойкость деформирующего инструмента. Наиболее часто используются процессы ХТО, цементация, нитроцементация, азотирование, борирование, цианирование, оксидирование и диффузионное хромирование.

Цементация и нитроцементация применяются для повышения износостойкости инструмента из высоколегированных сталей и обработки вспомогательных деталей.

Азотирование применяется для повышения износостойкости прессового инструмента, штампов объемной штамповки холодного и горячего деформирования после полного изготовления. Азотирование повышает твердость, а также способствует образованию на поверхности остаточных сжимающих напряжений. Азотированная поверхность сохраняет свою твердость после нагрева до 500...550°C.

Авторы статьи "Технологические возможности ионного азотирования в упрочнении режущего и штампового инструмента", на сайте "Flatik" так же считают, что одной из современных технологий, позволяющей заметно (в несколько раз) повысить износостойкость режущего и штампового инструмента, является ионно-плазменное азотирование – ИПА. [13]

Борирование применяется для повышения стойкости вытяжных, пробивных, вырубных штампов. При этом создается высокая микротвердость. Она сохраняется до 900°C. Повышается также окалинотойкость.

По мнению авторов статьи "Технологии термической обработки металлов" на сайте "tehnoinfo", выделяется один существенный недостаток этого метода: это высокая хрупкость борированных слоёв.

Цианирование — цианированный слой имеет повышенную теплостойкость и износостойкость при меньшем налипании металла, более низкий коэффициент трения, повышенный предел выносливости.

Оксидирование улучшает внешний слой деталей и повышает их стойкость. Окисная пленка прочно сцеплена с металлом, поэтому ее главная роль — защита от коррозии при хранении инструмента.

Диффузионное хромирование — окончательная операция, выполняемая после ионного азотирования детали. Хромированию подвергаются пуансоны и матрицы формоизменяющих штампов из углеродистых сталей. При этом наряду с повышением твердости и износостойкости резко снижается (в 2—3 раза) коэффициент трения.

*Лазерная обработка* в основном используется для поверхностной закалки инструмента, однако перспективы ее применения значительно шире. С помощью лазерной технологической установки импульсного действия «Квант-16» упрочняется рабочая поверхность инструмента из закаленных сталей. Характерная особенность структуры после лазерной закалки — способность сохранять твердость при нагреве в процессе трения. Кроме поверхностной закалки лазерная обработка может применяться для науглероживания, азотирования, борирования, легирования и наплавки.

*Методом осаждения из газовой фазы наносятся покрытия из карбидов хрома, титана, ниобия, ванадия, циркония.* После покрытия стальной инструмент подвергается упрочняющей термообработке. Метод отличается простотой и невысокой стоимостью применяемых устройств.

Перспективным видом упрочнения деформирующего инструмента является ионная имплантация. Сущность метода заключается во внедрении азота, кислорода, бора, редкоземельных и других элементов в поверхностный слой детали потоком ионов с энергией от нескольких десятков до нескольких сотен кэВ. Обработка ионами в отличие от метода КИБ выполняется при низкой температуре, что не вызывает изменений свойств и размеров обрабатываемой детали

#### *Технологические смазки [16]*

Снизить износ инструмента позволяет применение технологических смазок, которые уменьшают трение скольжения, облегчают заполнение полости инструмента, создают разделительную прослойку, препятствующую местному охватыванию деформируемого металла с инструментом, сокращают потерю тепла заготовкой и снижают нагрев инструмента. Для создания разделительной прослойки между инструментом и заготовкой, когда требуется защита от окисления и термическая изоляция, применяют свинцовые белила, порошок алюминия и стекла.

#### *Объемно-термическая обработка*

Известен способ упрочнения штампа в котором после формирования рабочих элементов штампа, т.е. матриц и пуансонов, осуществляют их объемную упрочняющую термообработку по традиционной технологии (закалка с отпуском) и последующую доводку сопрягаемых поверхностей либо слесарной обработкой, либо механической обработкой на координатно-шлифовальных станках, либо обработкой электроэрозионным способом путем многократного обхода контура электродом. Недостаток этого способа заключается в том, что получаемая при объемной термической обработке твердость недостаточна для обеспечения высокой стойкости и работоспособности штампа.[17]

Способ упрочнения штампа, включающий объемную термообработку пуансона и матрицы, упрочнения их рабочих кромок непрерывным излучением лазера и доводку, отличающийся тем, что упрочнение рабочих кромок осуществляют нанесением дорожек в направлении от центра пуансона или от периферии матрицы к режущим кромок перпендикулярно к их контуру.

Используется для изготовления прессового инструмента, а именно изготовление штампов с применением электрошлаковой технологии. Способ позволяет получить биметаллический штамповый кубик, отказаться от трудоемкой операции нарезания гравюры штампа. [17]

*Технология восстановления изношенных штампов с использованием электрошлакового обогрева переплавом стружки.* Это технология наплавки, при которой дальнейшее восстановление штампа предусматривает превращение дорогостоящей стали в стружку. Недостаток метода: для плохо обрабатываемых сплавов описанный способ восстановления неприемлем. [18]

Широкое применение в машиностроении получила *технология электрошлакового литья штамповых кубиков*, позволяющая получать отливки, близкие по форме и размерам к готовому штампу, что существенно уменьшило припуски на механическую обработку. Стойкость штампов при этом увеличилась в среднем в 1,3 раза по сравнению с изготовленными из обычных кованных заготовок.

#### *Заключение:*

Мной были проанализированы методы повышения износостойкости штампового инструмента. Так же я сделал выводы, что не все из них подходят для изготовления и улучшения износостойкости штампового инструмента.

Основываясь на предложенных нам методах повышения износостойкости штампового инструмента, анализируя каждый из них, мы можем выбрать более целесообразные.

Электрофизические такие, как электроимпульсный и электроискровой, и электрохимический методы обработки используют для изготовления сложного рабочего контура прессовых матриц, матриц и пуансонов вырубных, пробивных и обрезных штампов, а также инструмента для горячей объемной штамповки.

Методы точного литья больше всего подходят для несложных деталей, которые можно вылить в специальных формах.

Пластическое деформирование применяется для изготовления матриц холодной и горячей объемной штамповки, обрезных пуансонов, пуансонов для высадки винтов и др. инструмента.

Резервом повышения долговечности стального и твердосплавного инструмента является его обработка на финишных операциях резцами из поликристаллических сверхтвердых материалов.

Для повышения стойкости штампового инструмента горячего деформирования разработана технология дифференцированной закалки.

Новым направлением совершенствования поверхностной закалки инструмента является закалка при импульсном индукционном нагреве.

С помощью химико-термической обработки можно повысить поверхностную твердость, износостойкость, усталостную прочность, коррозионную стойкость, окалиностойкость деформирующего инструмента. Азотирование применяется для повышения износостойкости прессового инструмента, штампов объемной закалки, штамповки холодного и горячего деформирования после полного изготовления. Одной из современных технологий, позволяющей заметно повысить износостойкость режущего и штампового инструмента, является ионно-плазменное азотирование. Борирование применяется для повышения стойкости вытяжных, пробивных, вырубных штампов

С помощью лазерной технологической установки импульсного действия «Квант-16» упрочняется рабочая поверхность инструмента из закаленных сталей.

Способ упрочнения штампа, включающий объемную термообработку пуансона и матрицы, упрочнения их рабочих кромок непрерывным излучением лазера и доводку, отличающийся тем, что упрочнение рабочих кромок осуществляют нанесением дорожек в направлении от центра пуансона или от периферии матрицы к режущим кромкам перпендикулярно к их контуру.

Электроэрозионное легирование особенно эффективно для повышения износостойкости штампового инструмента в условиях острейшего дефицита инструментальных сталей.

Метод осаждения из газовой фазы, в котором наносятся покрытия из карбидов хрома, титана, ниобия, ванадия, циркония; технологические смазки; объемно-термическая обработка; технология восстановления изношенных штампов с использованием электрошлакового обогрева переплавом стружки; технология электрошлакового литья штамповых кубиков подходят для всех штамповых инструментов.

### **Библиографический список**

1. Работа Костецкого Б.И. "Трение, смазка и износ в машинах" Дата востребования: 17 апреля 2016 11:52
2. Интернет помощник:[Электронный ресурс]: Основные виды и факторы разрушения инструмента.URL: <http://helpiks.org/6-16007.html> Дата востребования: 29 марта 2016 18:00
3. Интернет помощник: [Электронный ресурс]: Важнейшие параметры регулирования температурного поля инструмента. URL: <http://helpiks.org/6-16011.html> Дата востребования: 29 Марта 2016 18:26
4. Интернет помощник: [Электронный ресурс]: Приемы для повышения стойкости инструмента. URL: <http://helpiks.org/6-16019.html> Дата востребования: 29 марта 2016 18:07

5. Интернет помощник: [Электронный ресурс]: Электрофизические и электрохимические методы обработки. URL: <http://helpiks.org/6-16021.html> Дата востребования: 29 марта 2016 18:20
6. Большая Энциклопедия Нефти и Газа: [Электронный ресурс]: Электроискровой метод - обработка – металл. URL: <http://www.ngpedia.ru/id148736p1.html> Дата востребования: 1 мая 2016 10:24
7. Большая Советская Энциклопедия: [Электронный ресурс]: Электрофизические и электрохимические методы обработки. URL: <http://alcala.ru/bse/izbrannoe/slovar-EA/EA11013.shtml> Дата востребования: 1 мая 2016 10:48
8. Большая Энциклопедия Нефти и Газа: [Электронный ресурс]: Электроимпульсная обработка. URL: <http://www.ngpedia.ru/id197460p1.html> Дата востребования: 1 мая 2016 10:30
9. Интернет помощник: [Электронный ресурс]: Методы точного литья. URL: <http://helpiks.org/6-16022.html> Дата востребования: 29 марта 18:40
10. Студопедия: [Электронный ресурс]: Методы точного литья. URL: <http://studopedia.org/7-3130.html> Дата востребования: 5 мая 2016 18:50
11. Патентный поиск: [Электронный ресурс]: Способ точного литья в оболочковые формы. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/11/113038.html> Дата востребования: 5 мая 2016 20:03
12. Интернет помощник: [Электронный ресурс]: Технологические пути повышения стойкости. URL: <http://helpiks.org/6-16029.html> Дата востребования: 29 марта 2016 19:03
13. Flatik.ru: [Электронный ресурс]: Технологические возможности ионного азотирования в упрочнении режущего и штампового инструмента. URL: <http://flatik.ru/tehnologicheskie-vozmojnosti-ionnogo-azotirovaniya-v-uprochnen> Дата востребования: 9 апреля 2016 9:14
14. Technoinfa.ru: [Электронный ресурс]: Технология термической обработки металлов. URL: <http://tehnoinfra.ru/tehnologijaobrobotki/48.html> Дата востребования: 1 мая 2016 11:11
15. Концерн «КОНАТЭМ»: [Электронный ресурс]: Цианирование стали. URL: [http://www.conatem.ru/tehnologiya\\_metallov/cianirovanie-stali.html](http://www.conatem.ru/tehnologiya_metallov/cianirovanie-stali.html) Дата пользования: 1 мая 2016 11:18
16. Интернет помощник: [Электронный ресурс]: Технологические смазки. URL: <http://helpiks.org/6-16031.html> Дата востребования : 5 мая 2016 20:24

17. Патенты России (База патентов на изобретение РФ): [Электронный ресурс]: Способ упрочнения штампа. URL: <http://ru-patent.info/20/30-34/2033435.html> Дата востребования 16 апреля 16:20
18. Патенты России (База патентов на изобретение РФ): [Электронный ресурс]: Способ изготовления штампов. URL: <http://ru-patent.info/20/70-74/2071858.html> Дата востребования 16 апреля 17:00

## ОХЛАЖДЕНИЕ ШТАМПОВ КАК СПОСОБ ИХ ЗАЩИТЫ

*Насыртинов Р.Д., НТИ (филиал) УрФУ, студент кафедры "Общего машиностроения"*

Штампы могут применяться для изготовления изделий и деталей из различных материалов: пластик, металл, картон. Штампы производятся из высококачественных материалов, все материалы для штампов выбираются с учетом особенностей производства изделий. Так как штампы, в основном, предназначены для интенсивной и продолжительной работы, поэтому все штампы изготавливаются в соответствии со спецификой производственных агрегатов. Температура нагрева при закалке штамповых инструментальных сталей для горячей деформации, содержащих  $Cr-Ni-Mo$  или  $Cr-Ni-Mo-V$ , из-за небольшого содержания карбидообразующих

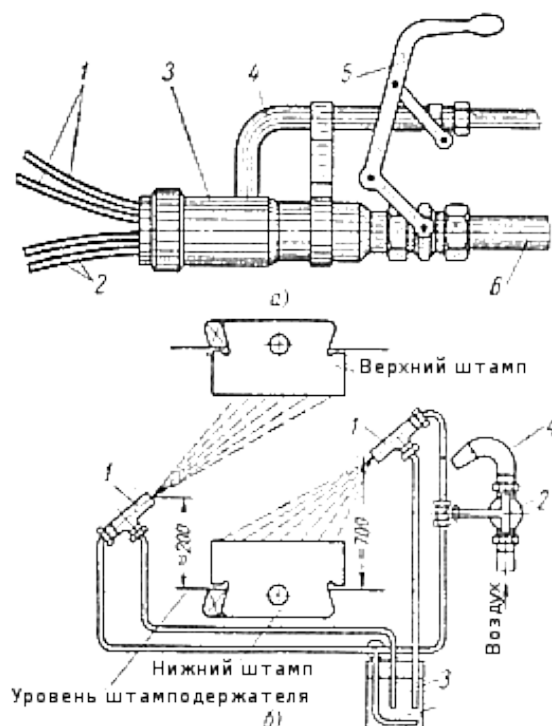


Рис.1. Устройства, применяемые при стационарном режиме охлаждения и для смазки ручьев штампов.



компонентов должна лишь немного превышать температуру критической точки 830—870° С. Штампы очень больших размеров помещают в печи, нагретые до температуры 400 С, затем нагревают до 680—700° С, выдерживают при этой температуре и только после этого нагревают до установленной температуры закалки. Для того чтобы защитить штампы используют их охлаждение.

### *Наружное и внутреннее охлаждение штампов*

Отвод тепла снаружи приводит к появлению опасных растягивающих напряжений. Рационализация наружного охлаждения штампа состоит в том, чтобы тепло отбиралось такими порциями, при которых напряжения были примерно одинаковы весь промежуток времени, используемый для охлаждения. При этом вначале оно должно быть менее обильным или температура охладителя, должна быть более высокой. Для осуществления подобного режима необходим теплотехнический расчет интенсивности охлаждения в функции времени с учетом массы штампа и заготовки, их температуры и темпа штампов.

Внутреннее охлаждение штампов обеспечивает подачу охлаждающей жидкости непрерывно, причем тепло отводится в том же направлении, в каком происходит разогрев. Стойкость штампов с внутренним охлаждением примерно в 2 раза выше, чем с наружным.

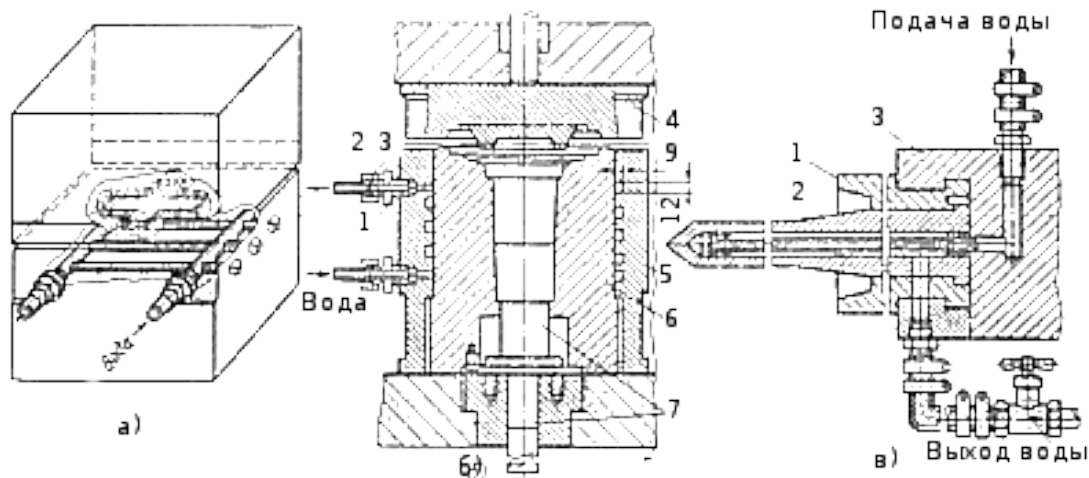


Рис.2. Штампы с внутренним водяным охлаждением.

### *Проблемы и их решения при охлаждении штампов*

При горячей штамповке охлаждение также оказывает большое влияние на стойкость инструмента. Обычно считают, что охлаждение должно быть настолько интенсивным, чтобы температура на поверхности инструмента не превосходила половины температуры отпуска. Слишком сильное или неравномерное охлаждение вследствие возникновения температурных колебаний приводит к появлению напряжений и,

следовательно, вместо благоприятного влияния способствует возникновению трещин и заметному снижению стойкости. Значительный разброс стойкостей, наблюдаемый при применении горячей штамповки, чаще всего объясняется нерациональностью охлаждения, которое проводится или неравномерно, или слишком резко и односторонне.

Поэтому следует проверять в каждом отдельном случае, не достаточно ли охлаждения сжатым воздухом вместо обычной водяной струи. Опыт показал, что во многих случаях такое охлаждение возможно, и при этом стойкость инструмента неожиданно увеличивается. Следует по возможности избегать водяного охлаждения при применении высоколегированных сталей, очень чувствительных к резким колебаниям температуры. Если же отказаться от водяного охлаждения нельзя, необходимо обратить внимание на равномерную подачу воды. Иногда можно обеспечить равномерное распыление воды во всех местах простым устройством. В особых случаях рекомендуется охлаждать штампы с помощью охлаждающих водяных каналов, устроенных непосредственно в теле штампа. Такая мера рекомендуется, например, для армированных штампов в целях обеспечения равномерной температуры бандажа.

Для повышения стойкости рекомендуется также смесь коллоидного графита с водой. При малой глубине полости и невысокой твердости для смазки вводят водный раствор соды и соли, состоящий из смеси 26%-ного насыщенного раствора поваренной соли с насыщенным 46%-ным раствором соды. Необходимо тщательное нанесение раствора. При большой глубине полости, а также для штампов из высоколегированных сталей такой раствор неприменим, так как он вызывает появление разгарных трещин.

Таким образом, для защиты штампов от износа используют наружное и внутреннее охлаждение, которое приводит к экономии: снижается расход на материал, трудоемкость и сокращается станочный парк. Благодаря этому увеличивается выпуск, снижается стоимость детали.

### **Библиографический список**

1. [<http://knigi.link/obrabotka-metallov-metallurgiya/ohlajdenie-shtampov-dlya-goryachey-39816.html>]
2. [<http://промпортал.su/ohlazhd>]
3. [<http://u-teh.com/products/shtamp/>]
4. [<http://www.ngpedia.ru/id236426p1.html>]

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПАСА ПРОЧНОСТИ ТОРСИОННЫХ ВАЛОВ ПРИ УДАРНОЙ НАГРУЗКЕ

*Казунин Р.В., студент; Коркин Р.В., студент; Осипенкова Г.А., к.т.н.,  
НТИ (ф) УрФУ*

В предлагаемой работе определен коэффициент запаса прочности торсионных валов ходовой части танка при прохождении препятствий.

В настоящее время в танкостроении используется торсионная подвеска, решающая следующие задачи: гарантирует плавный ход, максимально сглаживает и поглощает механические колебания корпуса танка при движении, способствует стабилизации положения катков, регулирует угол крена в поворотах. Она компактна, имеет малый вес, проста в установке и обслуживании, имеет высокую надежность и ремонтпригодность. Основным недостатком торсионной подвески являются торсионные валы – сложная технология производства, высокая себестоимость. Торсионные валы - это «ахиллесова пята» танка. Их гладкую поверхность ни в коем случае нельзя повреждать. Даже едва видимая мелкая трещина может превратиться в надлом.

Торсионные валы испытывают основной вид нагрузки – кручение. Максимальное напряжение возникает в поверхностном слое вала. Условие прочности определяется выражением [1]

$$\tau_{max} = \frac{T_{max}}{W_{\rho}} \leq [\tau], \quad (1)$$

где  $T_{max}$  - максимальный крутящий момент на валу,  $W_{\rho}$  - момент сопротивления вала.

Величина этого напряжения зависит от угла поворота торсионного вала (угол  $\varphi_i$ ), который изменяется в зависимости от положения оси катка к горизонту (угол  $\psi_i$ ). Каток танка, при встрече препятствия на своем пути, изменяет свое положение из состояния «релаксации» до  $i$ -го (рис. 1). Угол  $\psi$  отсчитываем от базы к  $i$ -ому положению оси кривошипа (ОИ), определяющему исследуемое положение торсионного вала. За базу для угла  $\psi$  приняли горизонтальную линию, проходящую перпендикулярно оси торсионного вала (линия ОА).

Когда машина стоит неподвижно на поверхности или движется по идеально гладкой дороге с постоянной скоростью, она испытывает нагружение в режиме «под собственным весом». Масса танка распределяется по каткам боевой машины (примем, что равномерно), вследствие этого возникает нагрузка на торсионные валы, соединённые с катками посредством кривошипов. Данный режим нагрузки примем минимальным.

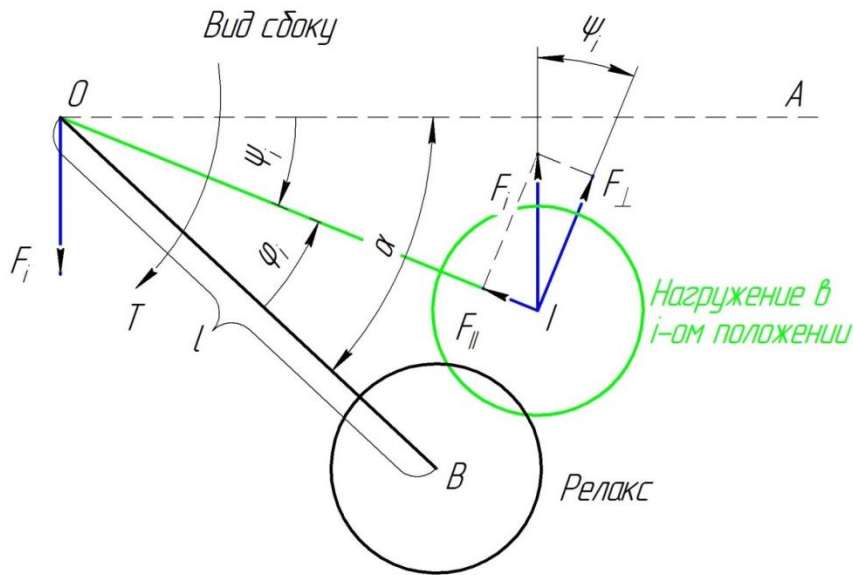


Рис. 1. Схема положений кривошипа торсионного вала  
 ОВ – длина кривошипа, точка О – ось торсионного вала, точка В – ось катка

Выведем формулы для определения угла закрутки торсиона  $\varphi_i$  и касательного напряжения  $\tau_i$  при  $i$  – ом режиме. Угол  $\psi$  отсчитываем от базы к  $i$ -ому положению оси кривошипа. Поддрессоренная масса танка

$$m_{\text{трес}} = k_{\text{рес}} \cdot m_{\text{танк}},$$

где  $k_{\text{рес}} = 0,95$  – коэффициент поддрессоривания;  $m_{\text{танк}}$  – масса покоящегося танка.

Сила  $F_i$ , Н, действующая на конец кривошипа

$$F_i = m_{\text{трес}} \cdot g,$$

где  $m_{\text{трес}}$  – масса танка с учётом поддрессоривания;  $g$  – ускорение свободного падения у поверхности Земли.

Силу  $F_i$  раскладываем на две составляющие  $F_{\perp}$  и  $F_{\parallel}$  в системе кривошипа. Составляющая силы  $F_{\perp}$ , действующей на конец кривошипа перпендикулярно его оси

$$F_{\perp} = F_i \cdot \cos(\psi_i). \quad (2)$$

Составляющая силы  $F_{\parallel}$ , действующей на конец кривошипа параллельно его оси

$$F_{\parallel} = F_i \cdot \sin(\psi_i).$$

Находим моменты, создаваемые каждой из составляющих силы  $F_i$  на торсионный вал

Момент  $M(F_{\parallel})$ , Н\*м, создаваемый силой  $F_{\parallel}$ , Н относительно оси О.

$$M(F_{\parallel}) = 0$$

$$M(F_{\perp}) = l \cdot F_{\perp}, \quad (3)$$

где  $l$  – длина кривошипа торсионного вала.

Подставим формулу 2 в формулу 3 получим

$$M(F_{\perp}) = l \cdot F_i \cdot \cos(\psi_i).$$

Полярный момент инерции торсионного вала  $I_\rho$ , относительно его оси

$$I_\rho = \frac{\pi \cdot d_B^4}{32}, \quad (4)$$

где  $d_B$  – диаметр рабочей части тела торсионного вала.

Угол закрутки торсионного вала, при  $i$  – ом режиме нагружения,  $\varphi_i$  будем отсчитывать от оси кривошипа в положении, соответствующем состоянию релаксации торсионного вала к  $i$ -ому положению оси кривошипа

$$\varphi_i = M(F_\perp) \cdot \frac{l_1}{G \cdot I_\rho}, \quad (5)$$

где  $l_1$  – длина тела торсионного вала от жёсткой заделки до кривошипа;  $G$  – модуль упругости второго рода.

Угол  $\alpha$  между базами ОА и ОВ является постоянным для данного танка. Он задаётся при монтаже кривошипа на шлицевый конец торсионного вала. Таким образом, сумма углов  $\varphi_i$  и  $\psi_i$  постоянна в каждом положении кривошипа.

$$\alpha = \varphi_i + \psi_i, \quad (6)$$

Подставим формулы 4, 5 в выражение 6, получим

$$\psi_i = \alpha - l \cdot F_i \cdot \cos(\psi_i) \cdot \frac{32 \cdot l_1}{G \cdot \pi \cdot d_B^4}. \quad (7)$$

Угол  $\psi_i$  определяем методом перебора или графическим методом.

Момент  $T$ , возникающий в теле торсионного вала численно равен моменту  $M_0(F_\perp)$ , но противоположен ему по направлению

$$T_i = M(F_\perp) = l \cdot F_i \cdot \cos(\psi_i). \quad (8)$$

Полярный момент сопротивления торсионного вала круглого сечения

$$W_\rho = \frac{\pi \cdot d_B^3}{16}. \quad (9)$$

Определяем условие прочности решая совместно выражения 1, 8, 9

$$\tau_i = \frac{16 \cdot l \cdot F_i \cdot \cos(\psi_i)}{\pi \cdot d_B^3} \leq [\tau] \quad (10)$$

Как известно танк движется не всегда по ровной и гладкой поверхности, на его пути встречаются множество кочек, ямок, различных неровностей, а в некоторых случаях боевой машине приходится падать с небольших высот (0,5 метра). В этих случаях изменяется режим нагружения торсионного вала танка. Он испытывает ударную нагрузку, даже проезжая по небольшой кочке.

Удар характеризуется динамическим коэффициентом  $K_d$ , который зависит от высоты, с которой падает машина. Чем больше высота падения танка, чем выше скорость боевой машины при наезде на кочку, тем сильнее будет ударное воздействие на ходовую часть танка и эту нагрузку должен поглотить торсионный вал.

Рассчитаем динамический коэффициент  $K_d$  для ударного режима нагружения торсионного вала и найдём касательное напряжение  $\tau_y$ , возникающее в данном случае (рис. 2).

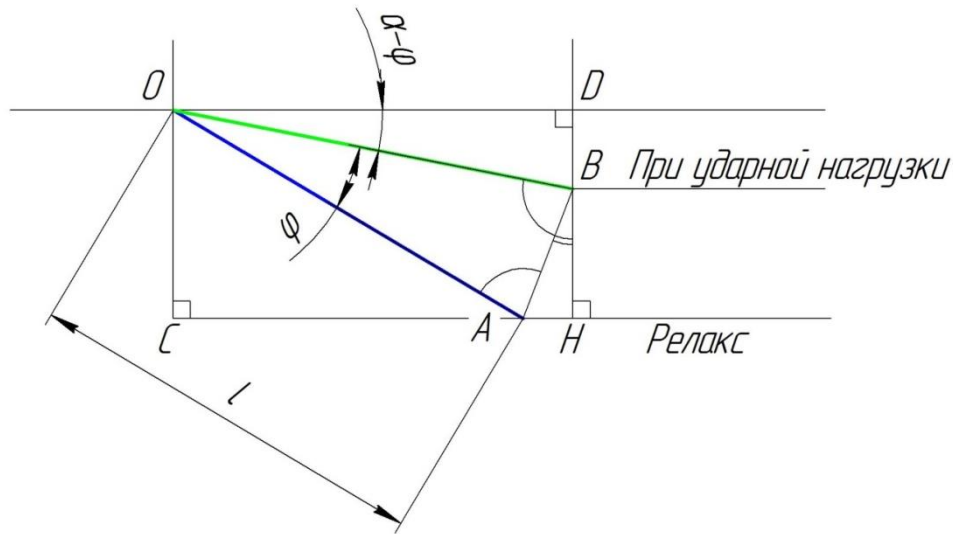


Рис. 2. Геометрическая схема  $i$  – ого положения кривошипа торсионного вала

$$AB^2 = l^2 + l^2 - 2 \cdot l \cdot l \cdot \cos(\varphi)$$

$$AB = \sqrt{2 \cdot l^2 - 2 \cdot l^2 \cdot \cos(\varphi)}$$

$$AB = l \cdot \sqrt{2 \cdot (1 - \cos(\varphi))}$$

$$\angle OBA = \frac{180 - \varphi}{2},$$

$$\angle OBA = 90 - \frac{\varphi}{2},$$

$$\angle OBD = 90 - \alpha + \varphi,$$

$$\angle ABH = 180 - \angle OBA - \angle OBD,$$

$$\angle ABH = 180 - \left(90 - \frac{\varphi}{2}\right) - (90 - \alpha + \varphi),$$

$$\angle ABH = 180 - 90 + \frac{\varphi}{2} - 90 + \alpha - \varphi,$$

$$\angle ABH = \alpha - \frac{\varphi}{2},$$

$$HB = AB \cdot \cos(\angle ABH),$$

$$HB = l \cdot \sqrt{2 \cdot (1 - \cos(\varphi))} \cdot \cos\left(\alpha - \frac{\varphi}{2}\right).$$

Перемещение в точке удара  $\delta_{ст}$

$$\delta_{ст} = HB = l \cdot \sqrt{2 \cdot (1 - \cos(\varphi))} \cdot \cos\left(\alpha - \frac{\varphi}{2}\right).$$

Динамический коэффициент  $K_d$

$$K_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot h}{\delta_{ст}}}.$$

$$K_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot h}{l \cdot \sqrt{2 \cdot (1 - \cos(\varphi))} \cdot \cos\left(\alpha - \frac{\varphi}{2}\right)}}.$$

В выражении через  $\alpha$  и  $\psi$  [2]

$$K_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot h}{l \cdot \sqrt{2 \cdot (1 - \cos(\alpha - \psi))} \cdot \cos\left(\frac{\alpha + \psi}{2}\right)}} \quad (11)$$

$$\tau_y = \tau \cdot K_d$$

Подставим формулу 11, в выражение 6, получим условие прочности с учетом динамического коэффициента

$$\tau_y = \frac{16 \cdot l \cdot F_i \cdot \cos(\psi_i)}{\pi \cdot d_B^3} \cdot \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot h}{l \cdot \sqrt{2 \cdot (1 - \cos(\alpha - \psi))} \cdot \cos\left(\frac{\alpha + \psi}{2}\right)}} \right)$$

С помощью программы, написанной в ПО MathCad Prime 3.1, рассчитаем выходные данные для графиков(таблица 1) и строим их в программе Microsoft Excel (рис. 3, 4, 5, 6).

Таблица 1

Параметр	Под собственным весом	При ударе
Длина кривошипа $l$ , м	0,565	
Длина рабочей части торсионного вала $l_1$ , м	3	
Модуль упругости материала торсионного вала на кручение $G$ , МПа	850 000	
Диаметр рабочей части торсионного вала $d_B$ , м	0,11	
Межбазовый угол $\alpha$ , градус	28	
Коэффициент подрессоривания $k_{рес}$	0,95	
Масса танка $m_{танк}$ , кг	42 000	
Количество катков танка под нагрузкой $n_{каток}$	12	
Высота, с которой поступательно падает танк на гусеницы $h$ , м	-	3

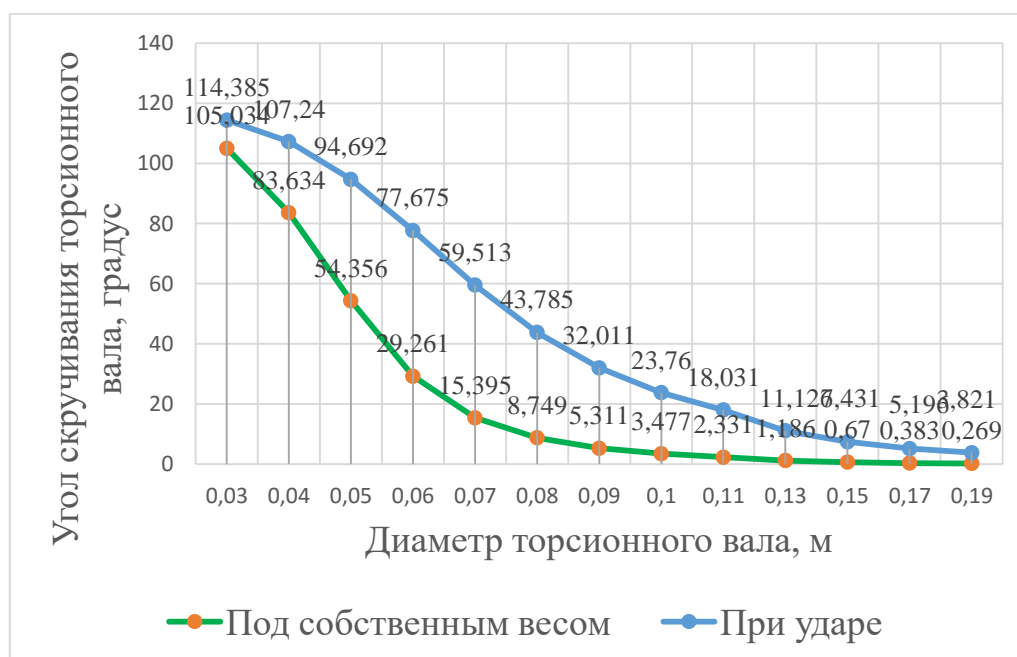


Рис. 3. Зависимость угла скручивания торсионного вала  $\varphi_i$  от диаметра торсионного вала  $d_B$ , м при двух режимах нагружения

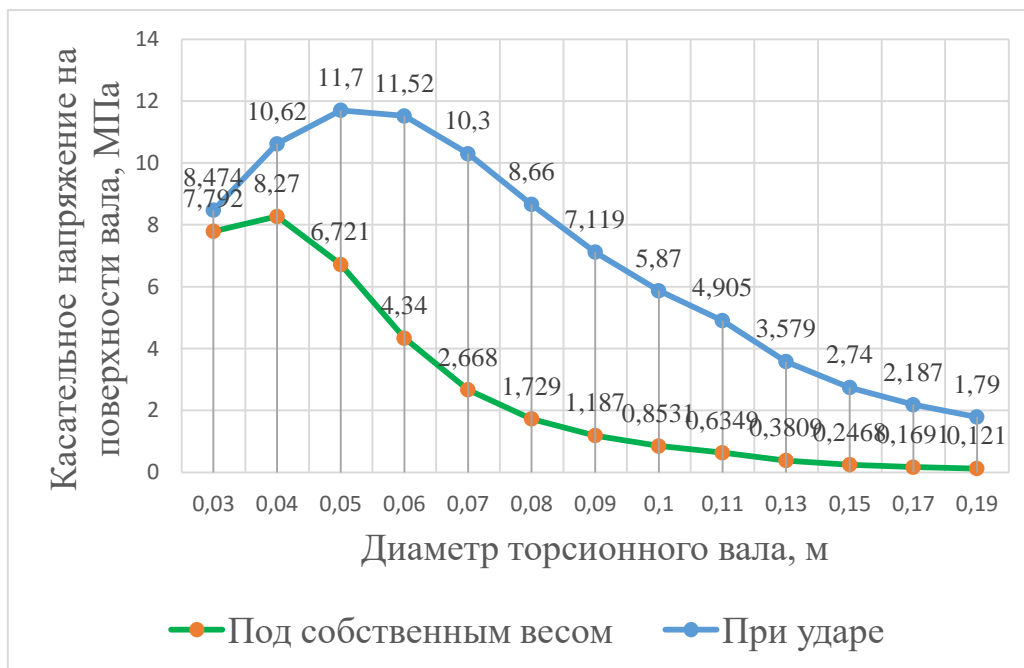


Рис. 4. Зависимость напряжения, возникающего на поверхности торсионного вала  $\tau_i$ , МПа от диаметра вала  $d_B$ , м при двух режимах нагружения

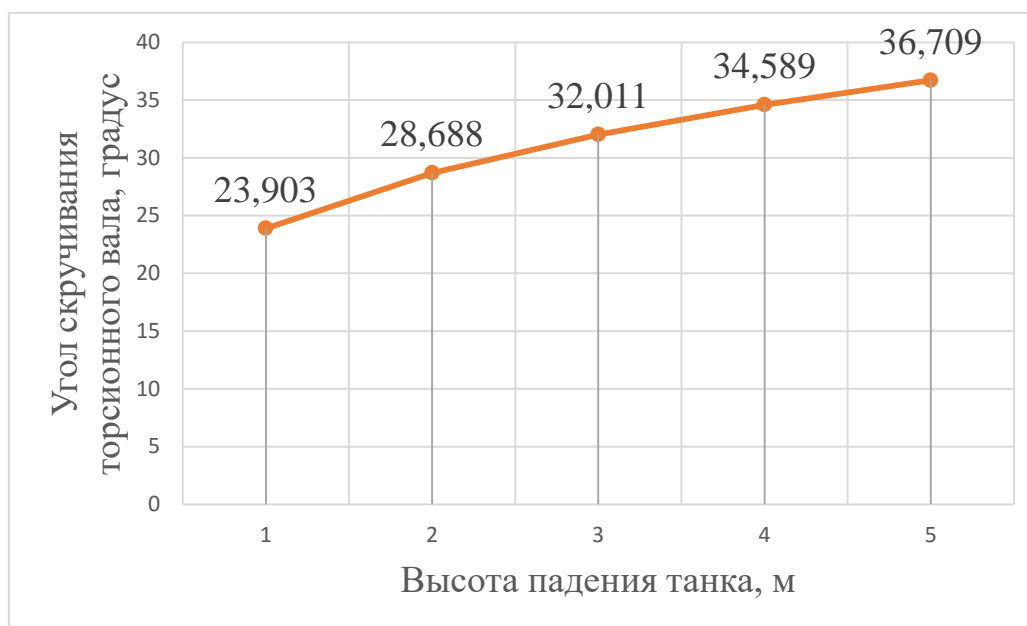


Рис. 5. Зависимость угла скручивания торсионного вала  $\varphi_i$  от высоты, с которой падает танк  $h$





Рис. 6. Зависимость напряжения, возникающего на поверхности торсионного вала  $\tau_i$ , Мпа от высоты, с которой падает танк  $h$ , м

В результате проведённых исследований, можно заключить, что при ударе торсионный вал испытывает нагрузку в разы больше, чем когда покоится или движется с постоянной скоростью по идеально ровной поверхности. В расчёте это явление обуславливается вводом динамического коэффициента  $K_d$ .

Вследствие этого, при проектировании торсионных валов следует производить расчёт не при статической нагрузке – режим нагружения под собственным весом, а при динамической – ударной нагрузке на торсионный вал для продления срока эксплуатации вала и предотвращения преждевременных поломок торсионного вала.

### Библиографический список

1. Н. М. Беляев Соппротивление материалов: Главная редакция физико-механической литературы изд. «Наука», 1976, с.608.
2. Гольдсмит В. Удар. Теория и физические свойства соударяемых тел: Монография. - Москва: Издательство литературы по строительству, 1965, с. 448.

### РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМОЙ СИСТЕМЫ РАБОТАЮЩЕЙ ПРИ СЛОЖНОМ НАГРУЖЕНИИ (ИЗГИБ С КРУЧЕНИЕМ)

*Тихонов П. студент; Осипенкова Г.А. к.т.н., доцент  
НТИ (ф) УрФУ*

В предлагаемой работе рассмотрен расчет коренного вала черновой клетки бандажного стана Колёсобандажного Цеха ОАО «Евраз-НТМК»,

который работает в сложном напряжённом состоянии, а именно испытывает сложное нагружение (изгиб с кручением). Задача осложнена тем, что вал представляет собой статически неопределимую систему, действующую в двух плоскостях пространства.

Современное развитие механического оборудования прокатных цехов является актуальной проблемой. На сегодняшний день к качеству и скорости производства продукции прессо-прокатного участка бандажного стана Колёсобандажного Цеха ОАО «Евраз-НТМК» (кольца для машиностроения, железнодорожные бандажки) предъявляются высокие требования со стороны не только заказчика, но и при получении сертификатов качества международного уровня.

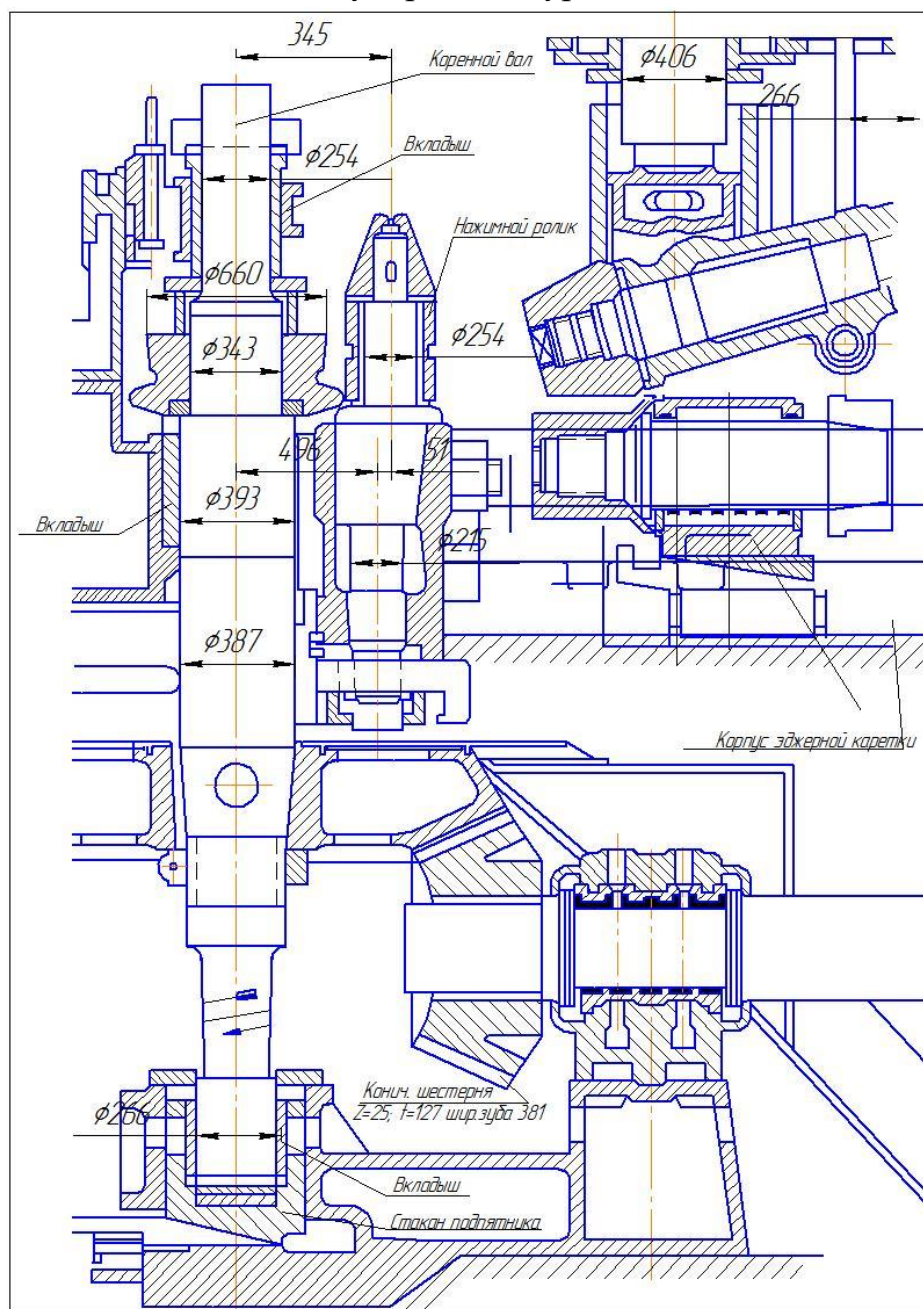


Рис. 1.

Из-за износа в течение смены текстолитовых вкладышей (подшипники скольжения) коренного вала черновой клетки изменяются условия деформации металла и, следовательно, изменяется форма «полуракатки», что приводит к уменьшению точности прокатки и увеличению процента брака. Предлагаем заменить подшипники скольжения подшипниками качения, что позволит: увеличить точность прокатки; уменьшить износ раскатного ролика; повысить качество выпускаемой продукции (рис. 1).

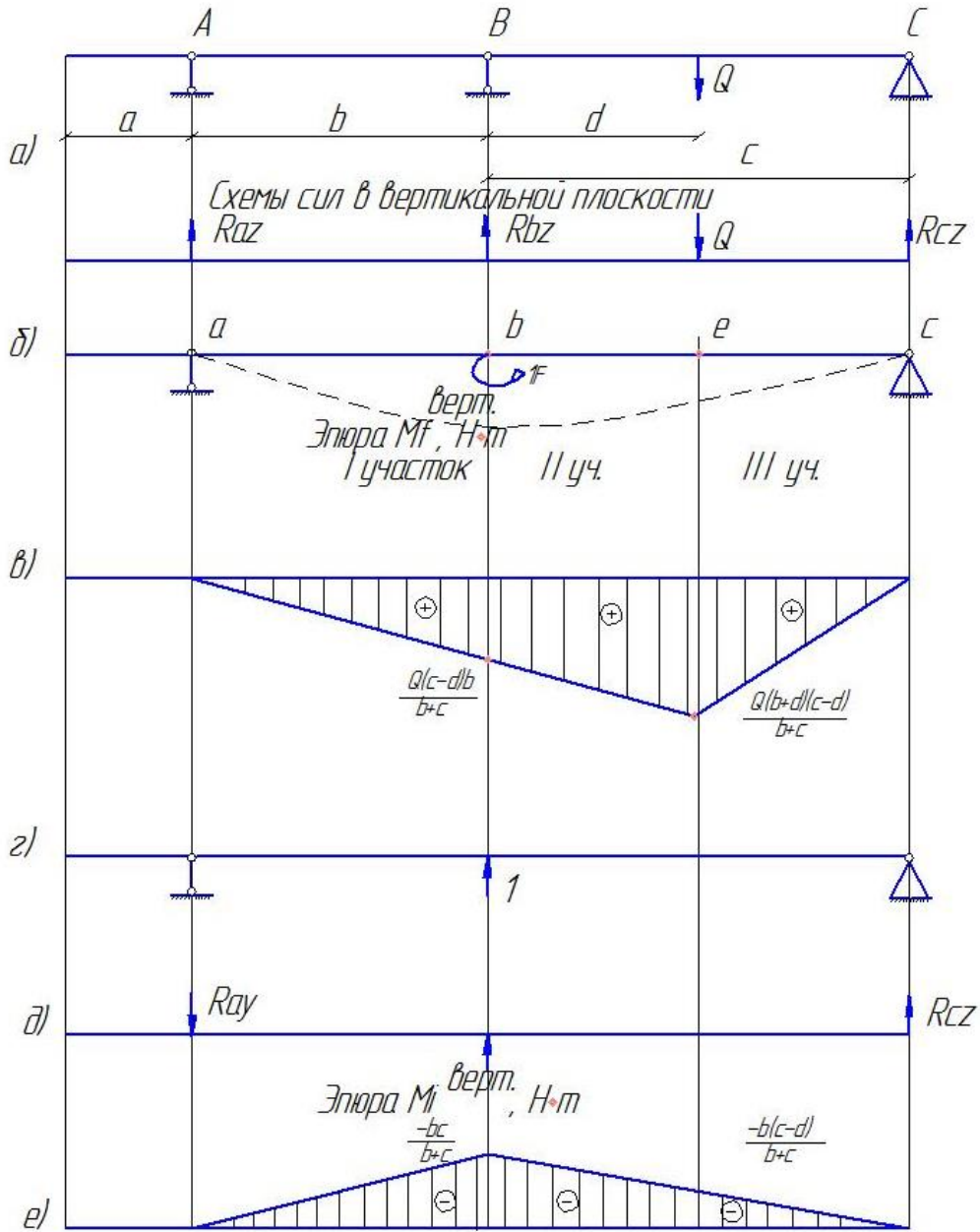


Рис. 2. Вертикальная плоскость

Расчет коренного вала черновой клетки сводится к тому, чтобы скорректировать его геометрические размеры, а также подобрать необходимые подшипники качения взамен подшипников скольжения. При прокатке коренной вал черновой клетки находится в сложном напряжённом состоянии. Главный двигатель через редуктор и горизонтальный вал при помощи конической передачи приводит вал во вращение. Вал имеет 3 опоры, в местах которых установлены подшипники скольжения. Задача статически неопределима. Кроме этого вал испытывает сложное нагружение (изгиб с кручением).

При переходе от конструктивной схемы вала к расчётной подшипники скольжения заменены шарнирными опорами. Учитывая, что система сил пространственная, рассматриваем систему в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (вертикальной и горизонтальной).

Рассмотрим вертикальную плоскость (рис. 2, а):

Определяем опорные реакции

$$\sum M_A^{BEPT.} = -R_{CZ}(b+c) + Q(b+d) - R_{BZ}b = 0, \quad R_{CZ} = \frac{Q(b+d) - R_{BZ}b}{b+c};$$

$$\sum M_C^{BEPT.} = R_{AZ}(b+c) - Q(c-d) + R_{BZ}c = 0, \quad R_{AZ} = \frac{Q(c-d) - R_{BZ}c}{b+c}.$$

Привлекаем дополнительно условие (уравнение совместности перемещений):

$$\delta_{11}X_1 + \Delta_{1F} = 0, \quad (1)$$

где  $\delta_{11}$  – перемещение, м;  $X_1$  – опорная реакция, Н;  $\Delta_{1F}$  – прогиб, м.

Отбрасываем лишнюю опору  $R_{BZ}$ , заменив её позднее на  $X_1$ . Получаем однопролётную балку (рис. 2, б). Суть метода заключается в отрицании перемещений по направлению удалённой связи.

Строим эпюру изгибающих моментов  $M_F^{BEPT.}$  от веса конического колеса ( $Q = 15200\text{Н}$ ) (рис. 2, в). Предварительно находим:

$$\sum M_A^{BEPT.} = -R_{CZ}(b+c) + Q(b+d) = 0, \quad \text{где } R_{CZ} = \frac{Q(b+d)}{b+c} = 1078396\text{Н};$$

$$\sum M_C^{BEPT.} = R_{AZ}(b+c) - Q(c-d) = 0, \quad \text{где } R_{AZ} = \frac{Q(c-d)}{b+c} = 441603\text{Н}.$$

$$\text{I участок } (0 < X_1 < b): \sum M_{FC1}^{BEPT.} = 0; M_{FC1}^{BEPT.} - R_{AZ}x_1 = 0, M_{FC1}^{BEPT.} = R_{AZ}x_1,$$

$$x_1 = 0; M_{FC1}^{BEPT.} = 0\text{Н} \cdot \text{м}; \quad x_1 = b; M_{FC1}^{BEPT.} = R_{AZ}b = \frac{Q(c-d)b}{b+c} = 441603\text{Н} \cdot \text{м}.$$

$$\text{III участок } (0 < X_3 < c-d): \sum M_{FC3}^{BEPT.} = 0; M_{FC3}^{BEPT.} - R_{CZ}x_3 = 0, M_{FC3}^{BEPT.} = R_{CZ}x_3,$$

$$x_3 = 0; M_{FC3}^{BEPT.} = 0\text{Н} \cdot \text{м}; \quad x_3 = c-d; M_{FC3}^{BEPT.} = \frac{Q(b+d)(c-d)}{b+c} = 1088112\text{Н} \cdot \text{м}.$$

Для определения прогиба  $\Delta_{1F}$  в точке  $B$  строим эпюру изгибающих моментов  $M_i^{BEPT.}$  (рис. 2, е) от единичной силы, приложенной в направлении отброшенной опорной реакции  $R_{BY}$  (рис. 2, г, д).

$$\sum M_A^{BEPT.} = -1 \cdot b + R_{CZ}(b+c) = 0, \quad \text{где } R_C = \frac{b}{b+c} = 0,28H;$$

$$\sum M_C^{BEPT.} = -R_{AZ}(b+c) + 1 \cdot c = 0, \quad \text{где } R_A = \frac{c}{b+c} = 0,72H.$$

$$\text{I участок } (0 < X_1 < b): \sum M_{iC1}^{BEPT.} = 0; \quad M_{iC1}^{BEPT.} + R_{AZ}x_1 = 0, \quad M_{iC1}^{BEPT.} = -R_{AZ}x_1,$$

$$x_1 = 0; M_{iC1}^{BEPT.} = 0 \text{ Нм}; \quad x_1 = b; M_{iC1}^{BEPT.} = -R_{AZ}b = \frac{-bc}{b+c} = -0,7 \text{ Нм}.$$

$$\text{III участок } (0 < X_3 < c-d): \sum M_{iC3}^{BEPT.} = 0; \quad M_{iC3}^{BEPT.} + R_{CZ}x_3 = 0, \quad M_{iC3}^{BEPT.} = -R_{CZ}x_3,$$

$$x_3 = 0; M_{iC3}^{BEPT.} = 0 \text{ Нм}; \quad x_3 = c-d; M_{iC3}^{BEPT.} = \frac{-b(c-d)}{b+c} = -0,28 \text{ Нм}.$$

Разбиваем эпюры  $M_F^{BEPT.}$  и  $M_i^{BEPT.}$  на три участка так, чтобы в пределах одного участка не было переломов эпюр. Перемножаем последовательно участки по правилу Симпсона [1]:

$$wf = \frac{1}{EJ_z} \frac{l}{6} (2Aa + 2Bb + Ab + Ba), \quad (2)$$

где  $w$  – площадь грузовой эпюры (эпюра изгибающего момента от действия заданной нагрузки),  $\text{Нм}^2$ ;  $l$  – величина пролёта, м;  $f$  – усилие, Н;  $E$  – модуль упругости первого рода (для стали  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ );  $J_z$  – момент инерции,  $\text{м}^4$ ;  $A, B, a, b$  – значение ординат перемножаемых участков эпюр, Нм.

Значение выражения  $c-d=2,464-1,464=1$  далее опускается.

$$\begin{aligned} \Delta IF &= \frac{1}{E \cdot J_z} \left[ \frac{b+c}{6} \left( \frac{-2Qb^2c}{(b+c)^2} \right) \right] + \\ &+ \frac{1}{E \cdot J_z} \left[ \frac{b+c}{6} \left( \left( \frac{-2Qb^2c}{(b+c)^2} - \frac{2Q(b+d)b}{(b+c)^2} - \frac{Qb^2}{(b+c)^2} - \frac{Q(b+d)bc}{(b+c)^2} \right) \right) \right] + \\ &+ \frac{1}{E \cdot J_z} \left[ \frac{b+c}{6} \left( \frac{-2Q(b+d)b}{(b+c)^2} \right) \right]; \\ \Delta IF &= -\frac{19010,69}{E \cdot J_z}. \end{aligned}$$

Для определения перемещения  $\delta_{11}$  необходимо умножить по правилу Симпсона эпюру  $M_i^{BEPT.}$  саму на себя:

$$\delta_{11} = \frac{1}{E \cdot J_z} \left[ \frac{b+c}{6} \left( \frac{4b^2c^2}{(b+c)^2} + \frac{4b^2}{(b+c)^2} + \frac{2b^2c}{(b+c)^2} \right) \right]; \quad \delta_{11} = \frac{1,54}{E \cdot J_z}.$$

Подставляя полученное выражение в формулу 1, находим

$$X_1 = R_{BZ} = -\frac{\Delta IF}{\delta_{11}} = 12344,6 \text{ Н}; \quad R_{CZ} = \frac{Q(b+d) - R_{BZ}b}{b+c} = 10405,28 \text{ Н};$$

$$R_{AZ} = \frac{Q - R_{BZ}b}{b+c} = 908,48 \text{ Н}.$$

Рассмотрим горизонтальную плоскость (рис 3, а). В горизонтальной плоскости действует сила прижима раскатного ролика ( $F = 139000 \text{ Н}$ ). Расчёты проводились аналогично вертикальной плоскости.

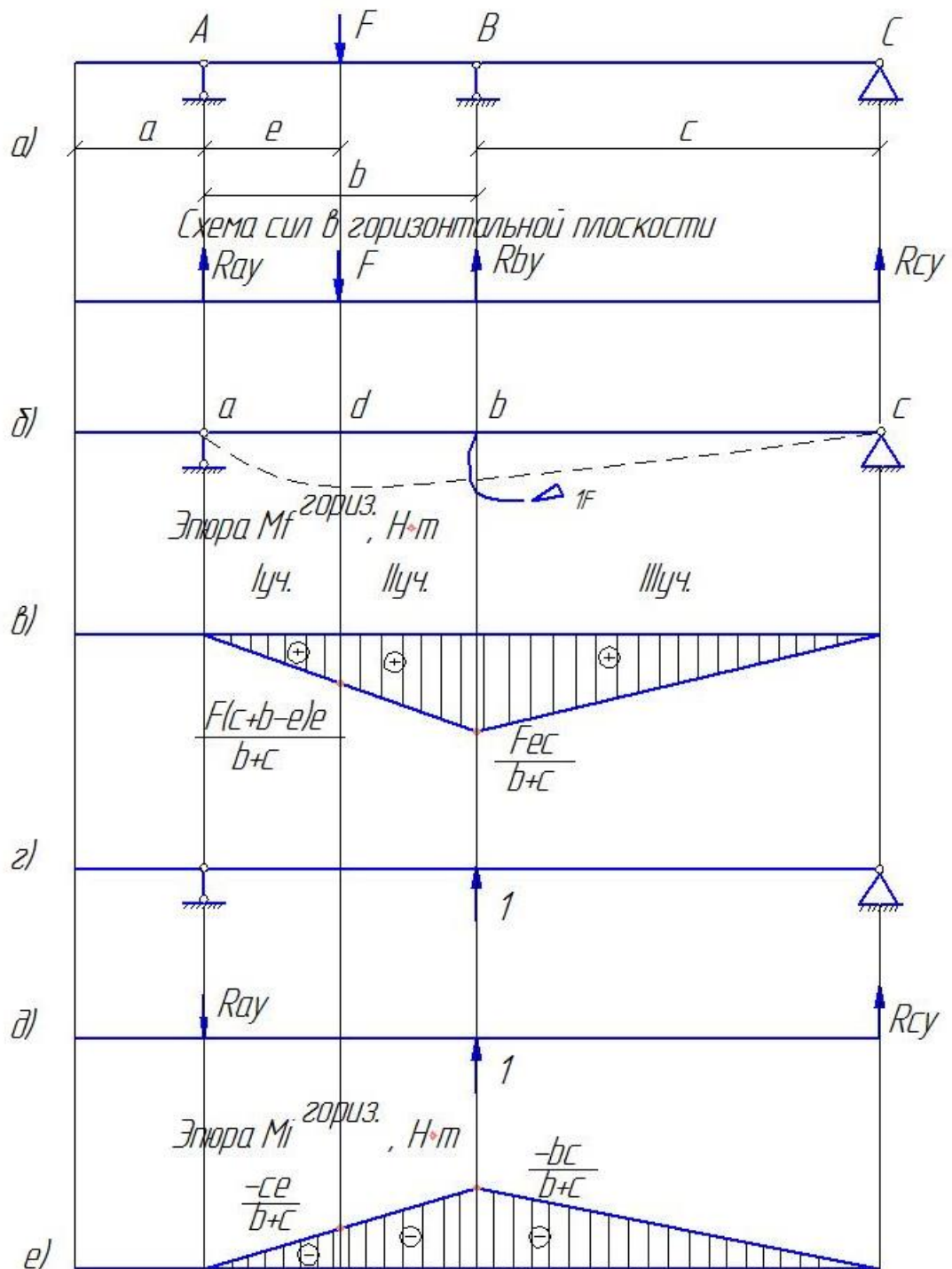


Рис. 3. Горизонтальная плоскость

Полученные данные сводим в итоговые эпюры (рис. 4). Составляем схему кручения  $M$  (рис.4, а). Согласно технической документации (паспорт черновой клетки бандажного стана) крутящий момент коренного вала равен  $23700 \text{ Н} \cdot \text{м}$ . Строим эпюру кручения  $T$  (рис.4, б).

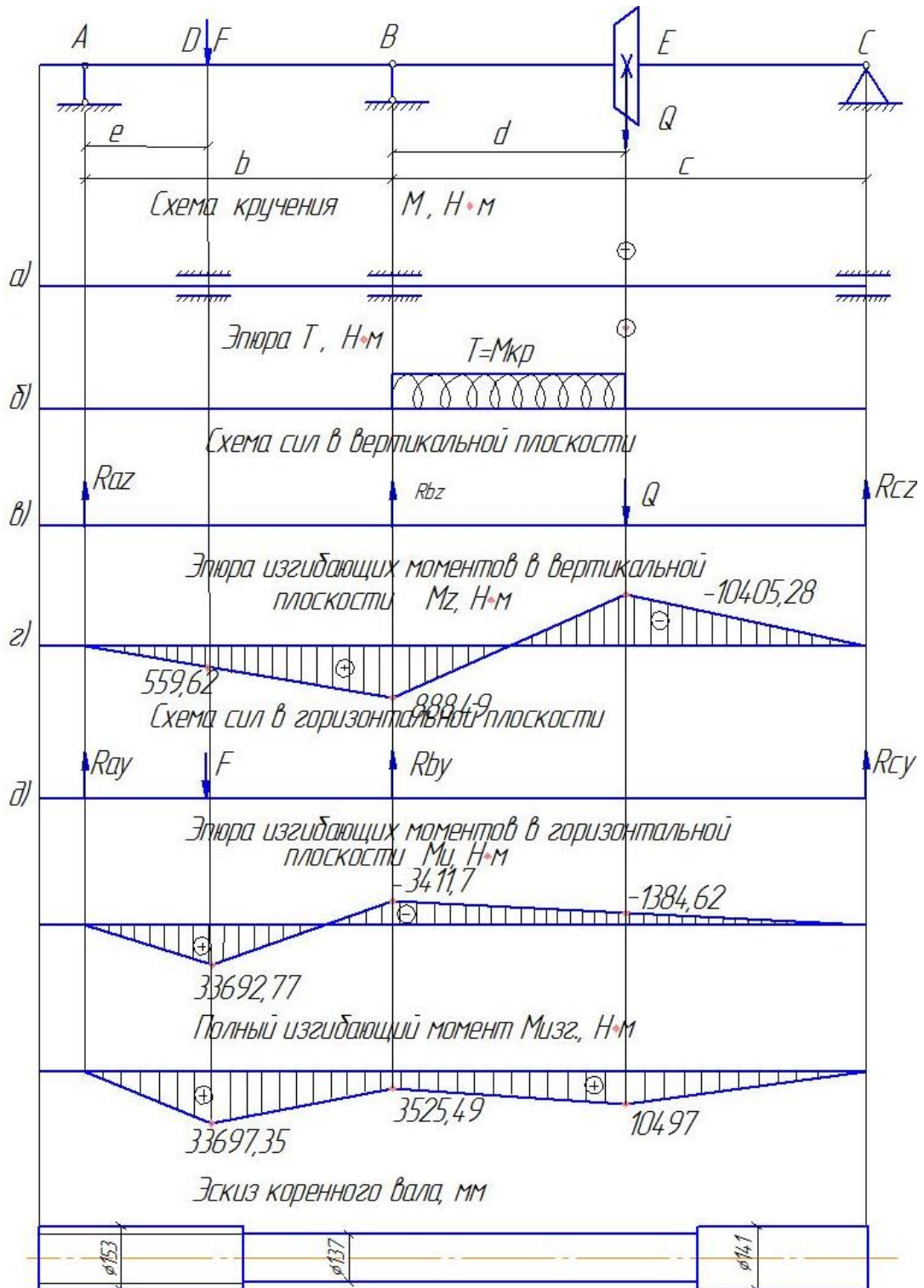


Рис. 4. Итоговые эпюры

Зная опорные реакции, строим эпюру  $M_z$  изгибающих моментов в вертикальной плоскости (рис.4,г):

$$M_A = M_C = 0 \text{ Нм}; \quad M_B = R_{AZ} \cdot b = 797,89 \text{ Нм};$$

$$M_E = -R_{CZ}(c-d) = -7178,63 \text{ Нм}; \quad M_D = R_{AZ} \cdot e = 502,56 \text{ Нм}.$$

Строим эпюру  $M_Y$  изгибающих моментов в горизонтальной плоскости (рис.4, е):

$$M_A = M_C = 0 \text{ Нм}; \quad M_F = R_{AY} \cdot e = 33989,46 \text{ Нм};$$

$$M_B = -R_{CY} \cdot c = -3853,65 \text{ Нм}; \quad M_E = -R_{CY}(c-d) = -1563,98 \text{ Нм}.$$

Найдём полный изгибающий момент в сечениях D, B, E:

$$M_{D_{\text{изз.}}} = \sqrt{M_{Dy}^2 + M_{Dz}^2} = 33993,17 \text{ Нм};$$

$$M_{B_{\text{изз.}}} = \sqrt{M_{By}^2 + M_{Bz}^2} = 3935,38 \text{ Нм};$$

$$M_{E_{\text{изз.}}} = \sqrt{M_{Ey}^2 + M_{Ez}^2} = 7347,02 \text{ Нм};$$

Приведённый момент по третьей теории прочности равен:

$$M_{D_{\text{III}}} = \sqrt{M_{D_{\text{изз.}}}^2} = 33993,17 \text{ Нм};$$

$$M_{B_{\text{III}}} = \sqrt{M_{B_{\text{изз.}}}^2 + T_B^2} = 24024,51 \text{ Нм};$$

$$M_{E_{\text{III}}} = \sqrt{M_{E_{\text{изз.}}}^2 + T_E^2} = 24812,67 \text{ Нм}.$$

Определим необходимый осевой момент сопротивления поперечного сечения:

$$W_{Dz} = \frac{M_{D_{\text{III}}}}{[\sigma]} = 357,82 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3, \quad W_{Bz} = \frac{M_{B_{\text{III}}}}{[\sigma]} = 252,89 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3;$$

$$W_{Ez} = \frac{M_{E_{\text{III}}}}{[\sigma]} = 261,19 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3,$$

где  $[\sigma]$  – допускаемое напряжение.

Для вала сплошного сечения осевой момент сопротивления определяется по формуле  $W_z = \frac{\pi d^3}{32}$ .

Рассчитаем необходимый диаметр вала при допускаемом напряжении в сечениях D, B, E:

$$d_D = \sqrt[3]{\frac{32W_{Dz}}{\pi}} = 0,153 \text{ м}; \quad d_B = \sqrt[3]{\frac{32W_{Bz}}{\pi}} = 0,137 \text{ м}; \quad d_E = \sqrt[3]{\frac{32W_{Ez}}{\pi}} = 0,141 \text{ м}.$$

Выводы:

разработана методика расчета статически неопределимой системы, действующей в двух плоскостях пространства при сложном нагружении (изгиб с кручением);

определены размеры коренного вала черновой клетки бандажного стана.

### Библиографический список

1. Сопротивление материалов: Учеб. пособие. – 3-е изд., перераб. и доп./Н.А. Костенко. – М.: Высш. шк., 2007. – 488 с.: ил.



2. <http://www.soprotmat.ru/sila1.htm>

УДК 661.24

## **ПОЛУЧЕНИЯ СУЛЬФИДА И ПОЛИСУЛЬФИДА АММОНИЯ ИЗ НЕФТЯННОЙ СЕРЫ ТЕНГИЗСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

*Садиева Х.Р., к.т.н., доцент, Умбетова Ш.М., к.т.н., доцент, кафедры «Химия и химическая технология» ТарГУ им.М.Х.Дулати, магистранты кафедры «Химия и ХТ» ТарГУ им. М.Х. Дулати Боженко Д.А., Сейсебаев А.М., студенты кафедры «Химия и ХТ» Балтабай Д.Г., Тотенова Н.*

На современном этапе развития потребности общества непомерно возрастают, непосредственно затрагивая хозяйственную отрасль, при этом требуя вовлечения в оборот огромные количества энергии и сырьевых ресурсов.

Существующая много лет теория о неиссякаемых природных ресурсах нашей страны, бесконтрольное и безответственное их использование до сих пор наносят невосполнимый ущерб окружающей среде.

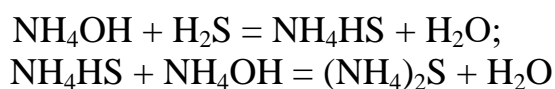
Возможность использования вторичных продуктов промышленного производства была взята в качестве основной идеи данного научного исследования. В работе рассмотрена проблема утилизации отходов нефтепереработки Тенгизского месторождения Республики Казахстан. Как известно, добыча нефти Тенгизского месторождения обусловлено высоким содержанием сероводорода в образующихся попутных газах при переработке.[1] В свою очередь сероводород превращается в элементарную серу, которая является ценнейшим сырьем для промышленных предприятий различных сфер.

Однако, несмотря на существующее разнообразие направлений реализации элементарной серы, а также несмотря на огромные объемы ее сбыта, существует проблема утилизации серы. На сегодняшний день объемы серы на нефтеперерабатывающем предприятии «Тенгизшевройл» порядка 3 млн. тонн. [2] Так как потребность добычи нефти с каждым годом возрастает, вместе с ней возрастают объемы образующейся серы. Сера складывается на серных картах, которые занимают огромные площади. К тому же сера хранится в неблагоприятных условиях, а это негативно сказывается на ее свойствах. Поэтому уже сейчас необходимо искать дополнительные области использования серы как основного продукта производства.

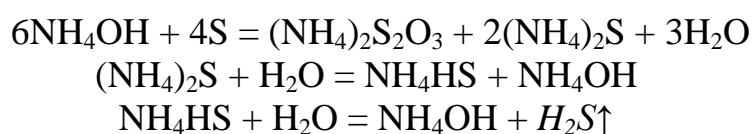
Целью данной научной работы является разработка технологии получения сульфида, полисульфида аммония из тенгизской серы и изучение возможности использования их для обогащения упорных руд.

Для проведения исследования была взята сера тенгизского происхождения. Перед использованием гранулированная сера была

предварительно измельчена до порошкового состояния. Необходимость в измельчении возникла ввиду гидрофобных свойств серы, а также для увеличения способности вступления в реакцию с водным раствором гидроксида аммония. Также для работы был использован раствор гидроксида аммония, предварительно разбавленный водой в соотношении  $\text{H}_2\text{O} : \text{NH}_4\text{OH} = 9:1$ . При помощи ареометра была измерена плотность приготовленного раствора, установлена концентрация раствора, которая равна 3%. Данная концентрация является оптимальной, так как в сильнощелочных растворах сульфид аммония разлагается с образованием аммиака. Как известно, [3], раствор сульфида аммония получают насыщением гидроксида аммония серосодержащим газом. Насыщение происходит в несколько стадий:



Учитывая тот факт, что во время прямого взаимодействия исходных реагентов «сера-гидроксид аммония» образуется газ-сероводород, был предложен вариант одновременного получения сульфидного и сульфид-полисульфидного раствора аммония.



Суть получения растворов в первый емкость вводилась смесь «сера-гидроксид аммония», а также вода, соблюдалась выбранная концентрация исходных реагентов. Затем емкость герметично закрывалась, во избежание утечки образующихся паров газа ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Газ-сероводород, полученный в емкости отводился при помощи газоотводной трубки в второй емкость.

Таким образом в второй емкости проходил процесс насыщения аммиачного раствора сероводородом. Для первой емкости предусмотрена мешалка, а также герметично закрывающееся отверстие для термометра, которое впоследствии использовалось для отбора контрольных проб.

Для отслеживания динамики преобразований в растворах, было проведено несколько опытов. В частности, для определения содержания ионов  $\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{S}_n^{2-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ , варьировались следующие показатели: температура, длительность проведения реакции, концентрация исходных реагентов. [4] Необходимость измерения содержания ионов в растворе, в зависимости от указанных факторов, позволит в дальнейшем установить оптимальные условия для разработки технологии получения сульфид-полисульфидных растворов.

Для установления общего содержания искомым компонентов в смеси предварительно был проведен анализ на ИК- спектрофотометре Фурье.

(рисунок 1.) Исследование на ИК- спектрофотометре позволяет дать точное нахождение искомых компонентов, что дает огромное преимущество перед химическим анализом раствора.

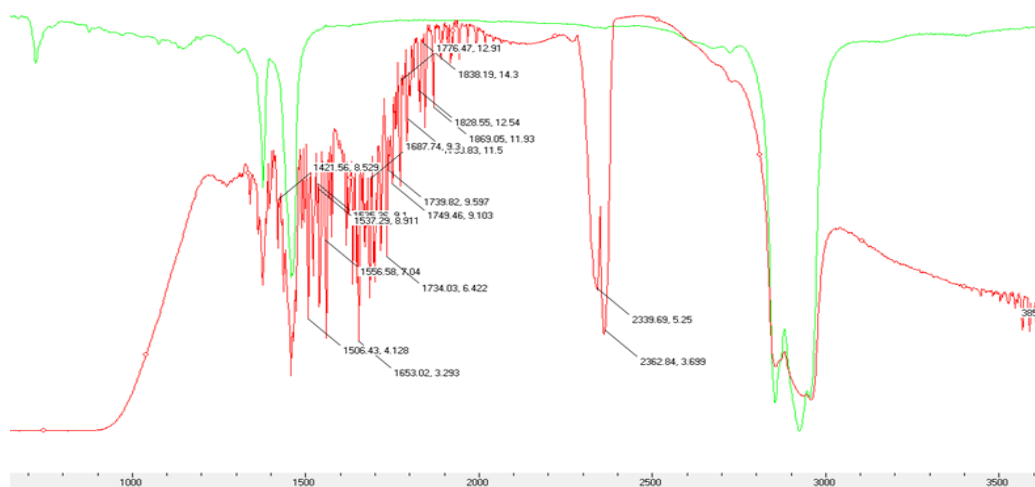


Рис.1. ИК- спектр сульфид-полисульфидного раствора аммония

В рисунке 1 указаны волновые числа для каждого искомого компонента смеси. Волновые числа для функциональных групп -  $\text{NH}_4^+$  соответствует пик 1421 ( $\text{cm}^{-1}$ ), для функциональных групп -  $\text{NH}_3^+$  - соответствует пики 1610-1590 ( $\text{cm}^{-1}$ ), для функциональных групп -  $\text{S}^{2-}$  соответствует пик 1869 ( $\text{cm}^{-1}$ ), для функциональных групп -  $\text{S}_2^{2-}$  характерно пик 1687 ( $\text{cm}^{-1}$ ), для функциональных групп -  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  характерно пик 1653 ( $\text{cm}^{-1}$ ), для функциональных групп -  $\text{NO}^+$  соответствует пики 2362 ( $\text{cm}^{-1}$ ), 2339 ( $\text{cm}^{-1}$ ), для функциональных групп -  $\text{NO}_2^-$  - соответствует 1387 ( $\text{cm}^{-1}$ ), для функциональных групп -  $\text{OH}^-$  соответствует пик 3653 ( $\text{cm}^{-1}$ ).

Однако, в качестве контрольного исследования, раствор также был анализирован на наличие искомых ионов  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_n^{2-}$  при помощи качественного химического анализа. После получения растворов был проведен химический анализ на количественное определение  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_n^{2-}$ .

Для определения оптимального соотношения  $\text{S}/\text{NH}_4\text{OH}$  в растворе, с целью получения максимально возможного выхода компонентов смеси реакции, было приготовлено несколько растворов различных концентраций. Полученные данные отображены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание  $S^{2-}$ ,  $S_2O_3^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$ ,  $S_n^{2-}$  в зависимости от концентрации исходных растворов

Концентрация, анионы, мг/5 мл	Соотношение S/NH <sub>4</sub> OH				
	2/1	1/1	1/2	1/4	1/8
$S^{2-}$	1,98	1,87	1,92	1,54	1,40
$S_n^{2-}$	1,50	1,42	1,49	1,30	1,33
$S_2O_3^{2-}$	0,36	0,32	0,31	0,26	0,20
$SO_3^{2-}$	0,75	0,70	0,68	0,60	0,60

Для более наглядного восприятия был составлен график (см. рисунок 2.), соответствующий данным, указанным в таблице:

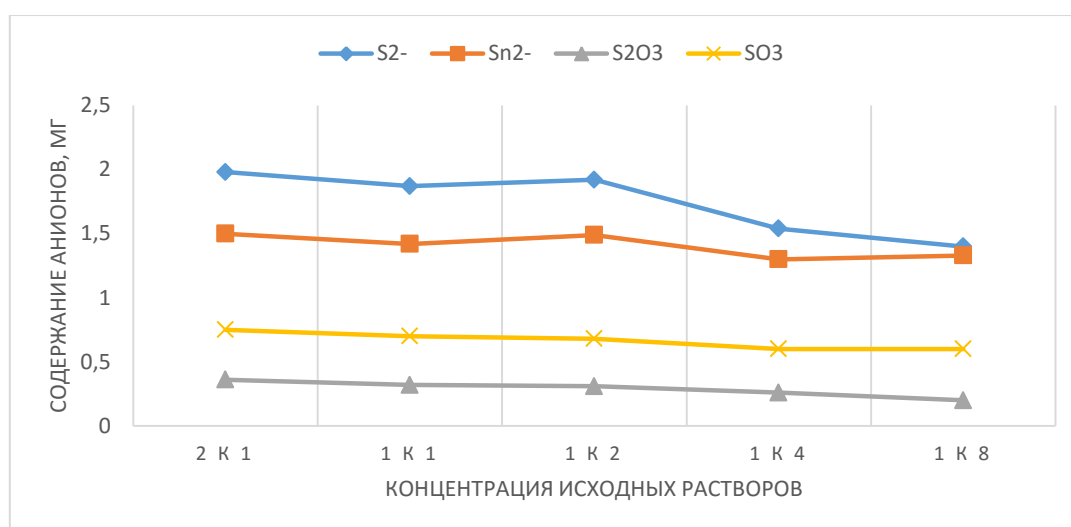


Рис.2. Содержание  $S^{2-}$ ,  $S_2O_3^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$ ,  $S_n^{2-}$  в зависимости от концентрации растворенных веществ

Наибольшее содержание указанных к определению анионов содержится в растворе, с концентрацией исходных компонентов равной 2/1. В растворах, с концентрацией равной 1/1- 1/2 содержание анионов колеблется в практически одинаковых пределах, а вот с уменьшением концентрации серы относительно гидроксида аммония содержание определяемых анионов значительно уменьшается. По - видимому это связано с недостатком атомов серы для образования ионов  $S^{2-}$ ,  $S_2O_3$ ,  $SO_3$ ,  $S_n^{2-}$ . Исходя из вышесказанного, оптимальной концентрацией был в выбран раствор с содержанием исходных компонентов «сера-гидроксид аммония» 1/1- 1/2.

Раствор, с исходной концентрацией компонентов «сера-гидроксид аммония» 2/1 является богатым на содержание исследуемых анионов,

однако идет значительный перерасход продукта в виде серы, что является нецелесообразным для разработки оптимальной технологии. Далее, раствор с концентрацией «сера- гидроксид аммония» 1/2 был исследован на образование исследуемых анионов в зависимости от времени проведения реакции. Отбор проб осуществлялся каждые полчаса, для получения более точных результатов измерения. Результаты измерения занесены в таблицу 2.

Таблица 2

Содержание  $S^{2-}$ ,  $S_2O_3^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$ ,  $S_n^{2-}$  в зависимости от длительности прохождения реакции.

Конц-я, анионы, мг/5 мл	Время, минут						
	1	2	3	4	5	6	7
$S^{2-}$	0,82	1,26	1,54	1,82	1,92	1,92	1,94
$S_n^{2-}$	0,13	0,59	0,65	0,97	2,0	2,14	2,13
$S_2O_3$	0,14	0,20	0,28	0,28	0,38	0,42	0,44
$SO_3$	0,27	0,30	0,37	0,54	0,73	0,80	0,81

Каждому временному промежутку, отображенному на таблице 2, соответствует полчаса. (30 минут). Результаты табличных данных отображены на рисунке 3.

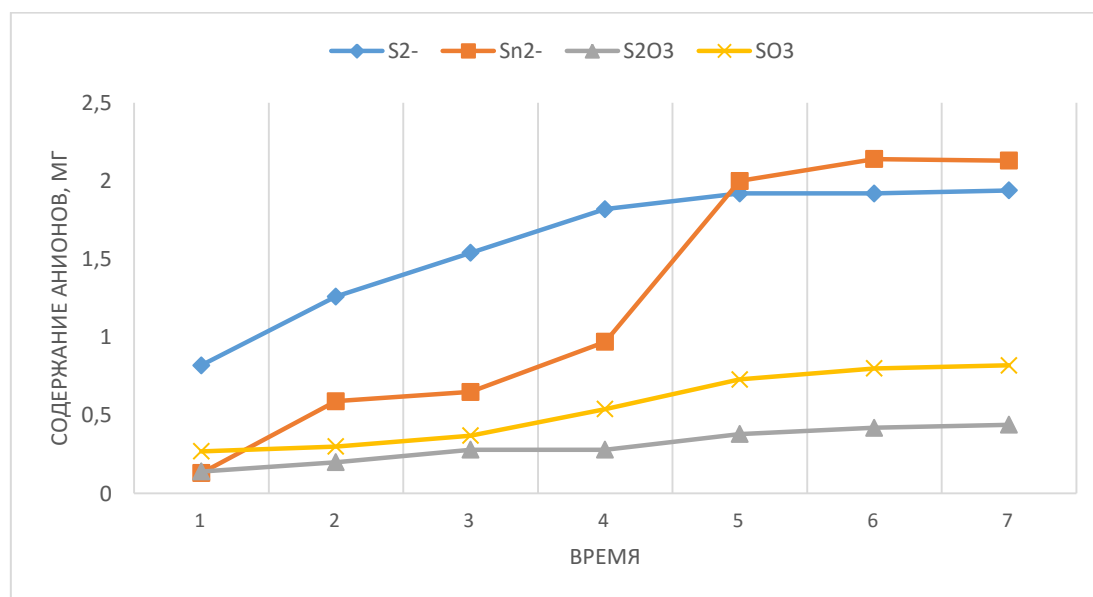


Рис.3. Содержание  $S^{2-}$ ,  $S_2O_3^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$ ,  $S_n^{2-}$  в зависимости от длительности проведения реакции

Каждому временному промежутку, отображенному на рисунке 3, соответствует полчаса (30 минут).

На данном графике отчетливо видна динамика увеличения содержания ионов  $S^{2-}$ ,  $S_2O_3$ ,  $SO_3$ ,  $S_n^{2-}$  в зависимости от увеличения продолжительности проведения реакции. Причем это содержание приходит в равновесие примерно спустя 3,5-4 часа.

Значительная разница между содержанием ионов  $S_2O_3$ ,  $SO_3$  и  $S^{2-}$ ,  $S_n^{2-}$  объясняется непосредственно прямым взаимодействием серы и гидроксида аммония:  $6NH_4OH + 4S = (NH_4)_2S_2O_3 + 2(NH_4)_2S + 3H_2O$

Из этой реакции видно, что количество образующегося тиосульфата как минимум в два меньше, чем сульфида.

Отмечено также, что при увеличении времени взаимодействия реакционной смеси, раствор меняет свой цвет от светло-желтого до красно-коричневого. Благодаря этому, не прибегая к химическим и физико-химическим методам, можно определить содержание полисульфид-ионов в растворе.

Таким образом, оптимальным временем для полного протекания реакции выбрано 3-4 часа при температуре 60-70°C. Для определения оптимального температурного режима было проанализировано 6 проб, с исходной концентрацией «сера- гидроксид аммония» равной 1/2. Каждая проба выдерживалась в определенном температурном интервале 2,5 часа. Для того, чтобы понять динамику образования анионов в растворе достаточно было определить содержание сульфидов.

Полученные в ходе проведения исследования экспериментальные данные могут помочь в решении проблемы утилизации нефтяной серы Тенгизского месторождения. В данной работе предложено использование серы в качестве исходного продукта для получения сульфид-полисульфидных растворов аммония, которые в свою очередь имеют широкий спектр применения. Разработанная технология достаточно проста, может быть внедрена на нефтеперерабатывающих предприятиях для ускоренной и эффективной переработки серы, а также последующего использования полученных продуктов для удаления цианидов из газовых и водных потоков, для десульфуризации нефти.

### **Библиографический список**

1. А.Кенжигалиев., М. Куандыков. Загрязнение атмосферного воздуха сероводородом в Тенгизском регионе. Вестник НАН РК. 1995г. №1. стр. 43-43
2. Р.Л. Драйден. Хранение новой серы и охрана окружающей среды. Журнал
3. Нефть и газ Казахстана, 1997г. №2, стр. 126-129
4. Х.Р.Садиева, Г.К. Бишимбаева Получение тиосульфата натрия из Тенгизской серы. Тезисы докладов на Международном симпозиуме «химическая наука как основа развития химической промышленности Казахстана в XXI веке, посвященной 100 – летию

со дня рождения выдающегося ученого – химика, академика А.Б. Бектурова – Алматы, 21-23 ноября 2001г. – стр. 88-89

6. Трифонова А.Н. Качественный и количественный анализ. Лабораторный практикум // -Минск: Изд.центр БГУ. -2011. 76 с.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУЛЬФИД-ПОЛИСУЛЬФИДНЫХ РАСТВОРОВ АММОНИЯ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ УПОРНЫХ СУЛЬФИДНЫХ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД**

*Садиева Х.Р., к.т.н., доцент, Умбетова Ш.М., к.т.н., доцент, кафедры «Химия и химическая технология» ТарГУ им.М.Х.Дулати, магистрант кафедры «Химия и ХТ» Боженко Д.А., магистрант кафедры «Химия и ХТ» ТарГУ им.М.Х.Дулати Сейсебаев А.М., студент кафедры «Химия и ХТ» Балтабай Д.Г.*

В настоящее время особо остро вопрос охраны окружающей среды. Кардинальное решение этой проблемы в золотодобывающей промышленности заключается в использовании малотоксичных растворителей благородных металлов.

В термодинамическом отношении растворение золота возможно не только в цианистых, [2] но и других растворах, если они имеют ионы или молекулы, образующие с золотом достаточно прочный комплекс. Химическое окисление упорных сульфидных руд, таких как пирит, сфалерит, халькопирит, ионами тиосульфата, сульфида и сульфита и полисульфидов приводит к растворению золота благодаря образованию достаточно устойчивых тиосульфатных и сульфитных комплексов в растворе.

Истощение запасов окисленных золотых руд обусловило необходимость вовлечения в переработку упорных сульфидных золотосодержащих руд и концентратов. Каракыстак, Коккия, Акбакайское месторождение расположено в Жамбылской области. Республики Казахстан располагает большими запасами подобных руд, и сейчас остро стоит вопрос об их переработке. Исследование Коккия и Акбакайских сульфидных золотосодержащих руд и концентратов показало, что золото и серебро находятся в них в самородном состоянии в виде микронного размера золотин массой от тысячных до десятых долей миллиграммов, заключенных в сульфидных минералах, таких как пирит, арсенит и халькопирит. [1] Поэтому, прежде чем перевести золото в раствор необходимо полностью разложить сульфиды, арсенопириты и пириты.

Нами проведены исследования на пробе реального концентрата полученного из руды месторождения Коккия. Основной компонент – золото в концентратах находится в виде зерен, тонких прожилок и пленок с сульфидами. Для проведения обогащения были приготовлены сульфид-полисульфидные растворы аммония, с исходной концентрацией «сера-гидроксид аммония» равные соотношению 1/1, 1/2, 2/1, 1/4. Процесс

проводился в колбах, объемом равным 500 мл. В колбу с исходным раствором сульфида, полисульфида аммония (взятого в объеме 250 мл) добавили предварительно измельченную руду (50 г). Затем исследуемые растворы погружались в ванну с циркуляционным термостатом (LOIPLT-100), для поддержания выбранной температуры 35-37°C, в течение 3,5 часа. По истечении выбранного времени раствор фильтровался через вакуумный фильтр. После того, как отфильтровали, его сушили на воздухе в течение суток. Затем растворы и кек были отправлены на анализ в Восточный научно-исследовательский горно-металлургический институт цветных металлов (Филиал РГП «НЦ КПМС РК» «ВНИИцветмет») [3].

Анализ на золото и серебро в растворе и в сухом кеке выполнялся на атомно-эмиссионном спектрофотометре AAnalyst-400 (Perkin Elmer Corporation), анализ на содержание ионов Cu, Fe, As, Al, Ag, Mg, Ca, Au в сухом кеке и в растворе проводился на атомно-эмиссионном спектрофотометре с индуктивно связанной плазмой OPTIMA 2100 DV (Perkin Elmer Corporation). Атомно-эмиссионный спектрофотометр AAnalyst-400 (Perkin Elmer Corporation, производство США) позволяет определять концентрации различных жидких и твердых фазах. Данный атомно-эмиссионный спектрофотометр работает по принципу спектрально-селективного поглощения излучения атомов определяемого элемента. В данном АЭС используется метод абсорбционного анализа с пламенной и электротермической атомизацией. В пламенном атомизаторе в зависимости от анализируемого элемента используются газовые смеси «ацетилен-воздух» и «ацетилен-закись азота». Электротермический атомизатор обеспечивает атомизацию образцов по программно-управляемому температурному режиму [3]. После обработки руды полученным сульфид-полисульфидным раствором, раствор исследовали на содержание ранее указанных ионов металлов. Данные анализа также внесены в таблицу 1.

Таблица 1

Содержание металлов в руде

Соотношение растворов	Концентрация, С. мг/кг							
	Cu	Fe	As	Al	Ag	Mg	Ca	Au
«сера-гидроксид аммония»								
2/1	0,0242	0,0447	0,1658	1,8031	0,3	0,3112	3,3	0,3
1/1	0,0153	0,0327	0,2260	2,5952	0,4	0,2117	4,3	0,3
1/2	0,0348	0,0637	0,1558	4,8907	0,4	0,1117	2,8	0,6
1/4	0,0341	0,1824	0,2073	3,9466	0,5	0,0977	8,6	0,5
Исходное кол-во в руде; мг/кг	0,050	5,63	0,37	5,27	1,3	0,4	9,03	1,6



Представленные в таблице результаты оформлены в виде графиков рисунке 1.



Рис.1. Содержание металлов в руде

Из данных графиков в рисунке 1 видно, что на содержание золота и серебра исследуемая руда достаточно бедная. Данная руда носит характер кварцево-жильного месторождения. Это говорит о том, что содержание золота, серебра в этой руде распределено неравномерно [1], в данном случае количество золота варьируется в промежутке от 1,3 до 60 г/т., содержание серебра варьируется в пределах, достигающих 120 г/т.

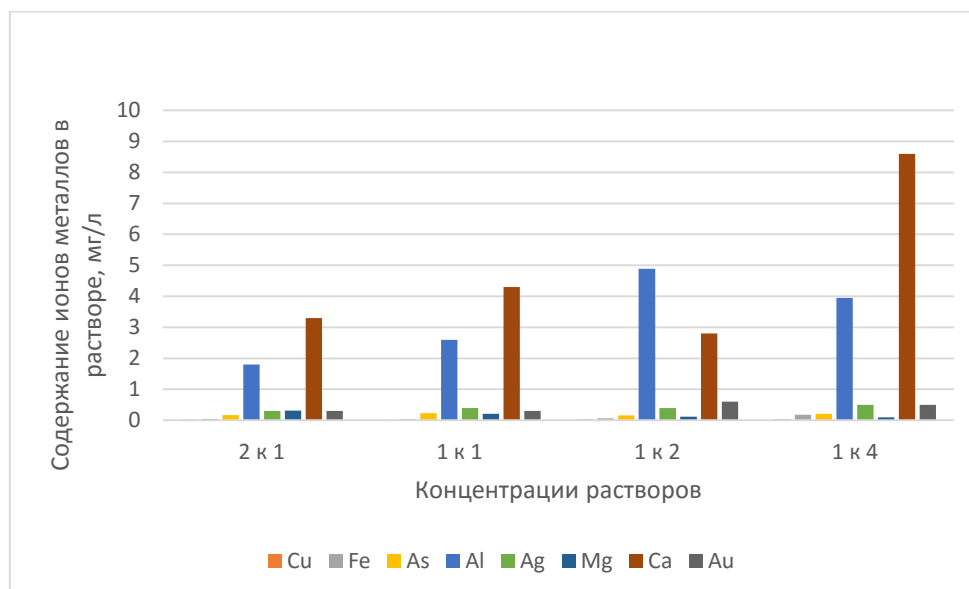
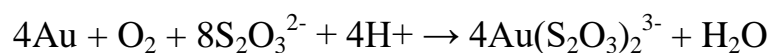


Рис.2. Содержание ионов металлов в раствор, мг/л после выщелачивания

На рисунке 2 в графике отмечено количество ионов металлов, перешедших в раствор. Выщелачивание ионов металлов проводилось в крайне щадящих, мягких условиях: температура растворов поддерживалась в интервале 35-37 °С, время взаимодействия раствора с рудой равно 3,5 часам. К примеру выщелачивание полисульфидными растворами проводится в автоклаве, при температуре равной 180 °С.

Наибольшее содержание ионов золота и серебра, перешедших из кека отмечено в растворе с концентрацией исходных компонентов «сера-гидроксид аммония» 1/2.

Вероятно, это связано с тем, что в растворе с указанной концентрацией содержится наибольшее количество сульфид-, сульфит-, тиосульфат- ионов. Также переходу ионов золота и серебра способствует избыток гидроксида аммония, что препятствует образованию чрезмерно большому количеству  $\text{HS}^-$  ионов, которые в свою очередь препятствуют образованию тиосульфат-ионов, необходимых для выщелачивания золота из руды в раствор: [4]



Таким образом, судя по экспериментальным данным, даже не прибегая к использованию дополнительных реагентов, а также при мягких температурных условиях, можно извлечь ионы благородных металлов в раствор.

Выскрытие золотосодержащих пирит-мышьяковых руд и продуктов их обогащения с помощью обычного механического измельчения и последующего цианирования оеазывается малоэффективным для упорных руд с тонкой вкрапленностью золота. Результативность его извлечения в большой мере зависит от выбора и эффективности проведения подготовительных операций. Существующие методы вскрытия упорных концентратов направлены на разрушение золотосодержащих минералов термоокислением или окислительным растворением. Процесс окисления сульфидов в зависимости от условий и количества окислителя заканчивается на различных стадиях окисления серы. Сульфиды могут окисляться до элементарной серы или сульфатов в зависимости от создаваемых условий, не растворимый осадок (кек) представляет собой концентрат благородных металлов.

На основании полученных данных можно говорить о влиянии сульфида и полисульфида аммония на степень извлечения золота. Исследования показали, эффективность и целесообразность использования сульфид, полисульфид и тиосульфатных растворов аммония полученных исходных компонентов «сера-гидроксид-аммония» в технологии извлечения золота из упорных сульфидных руд.

## Библиографический список

1. М.М.Бакенов Золоторудные формации Казахстана.-Алматы, 1975 г.Стр. 108-114
2. З.И.Хожаева, Н.С.Савинова, Е.В.Золтоев Бесцианидные методы обогащения золотосодержащих руд // Журнал «Цветные металлы» – 2000 г. №8 – стр. 19-20
3. Х.Р.Садиева, Разработка научных основ технологии сульфитов натрия и аммония из серосодержащих отходов. Диссертация на соис.уч.степени к.т.н., Алматы 2002 г, стр.94-97
4. Способ извлечения золота из золотосодержащих продуктов выщелачиванием RU 1788768

## МЕТОДЫ МАГНИТНОЙ АКТИВАЦИИ ВОДНЫХ СРЕД ДЛЯ ПРОМЫВКИ ШЕРСТИ

*Боркулакова Ж.К., ТарГУ им. М.Х.Дулати, студент кафедры «ТТПиМ», Саржанова Д.Т., ТарГУ им. М.Х.Дулати, преподаватель кафедры «ТТПиМ», Сарыбаева Э.Е., ТарГУ им. М.Х.Дулати, старший преподаватель кафедры «ТТПиМ», Касымова Г.А., ТарГУ им. М.Х.Дулати, преподаватель кафедры «ТТПиМ»,*

В данной работе проводились исследования о возможности использования магнитно-активированной воды для интенсификации десорбционных процессов, протекающих при промывке шерсти.

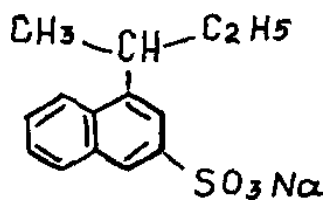
В качестве волокнистого материала в работе использовали мериносую шерсть (табл. 1).

Таблица 1

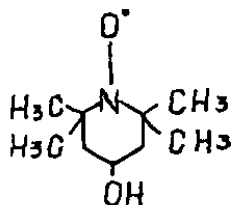
Характеристика шерсти

Подразделение шерсти	Класс толщины	Качество (сорт) шерсти	Средняя толщина, мкм		Вид шерсти
			от	до	
Однородная шерсть					
Тонкая	1	80 <sup>к</sup>	–	18	Мериносая »
	2	70 <sup>к</sup>	18,1	20,5	
	3	64 <sup>к</sup>	20,6	23	Мериносая, помесная Мериносая, помесная, кроссбредная
	4	60 <sup>к</sup>	23,1	25	

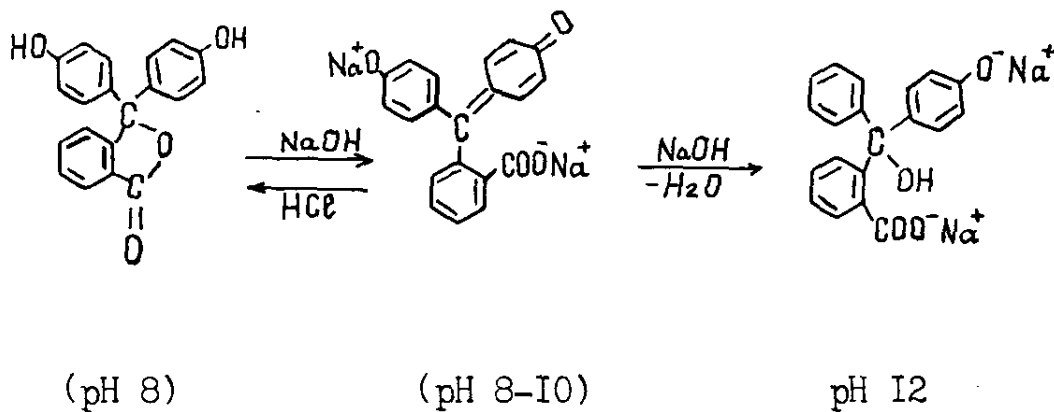
**Исходные вещества** Химматериалы: для промывки шерсти использовали анионоактивный ПАВ - смачиватель НЕ – бутилнафталинсульфонат



и неионогенное ПАВ - ОП-10:  $(C_8H_{17}C_6H_4O(CH_2CH_2O)_{10}H$



-фенолфталеин (бензауринкарбоновая кислота)  $C_{20}H_{14}O_4$  (ММ=318,33), относящийся к гидрокситриарилметановым красителям [1]. Переход окраски фенолфталеина из безцветной в красную происходит при рН 8,2-10



*Методы магнитной активации водных сред для промывки шерсти.* В лабораторных условиях обработке подвергали водопроводную воду. Обработку водных сред магнитными полями проводили по схеме, представленной на рис. 1. Водную систему из расходной емкости (1) прокачивали через магнитный аппарат (3) центробежным насосом «Кама-5» (2). Скорость протекания водной среды ( $\varrho$ ) рассчитывали по формуле:

$$\varrho = \frac{V}{F \cdot \tau}, \text{ м/с} \quad (1)$$

где  $V$  - объем воды, заполнивший мерную емкость за время измерения,  $\text{м}^3$ ;

$F$  - площадь поперечного сечения рабочего зазора в центре канала аппарата,  $\text{м}^2$ ;

$\tau$  - время заполнения мерной емкости, с.

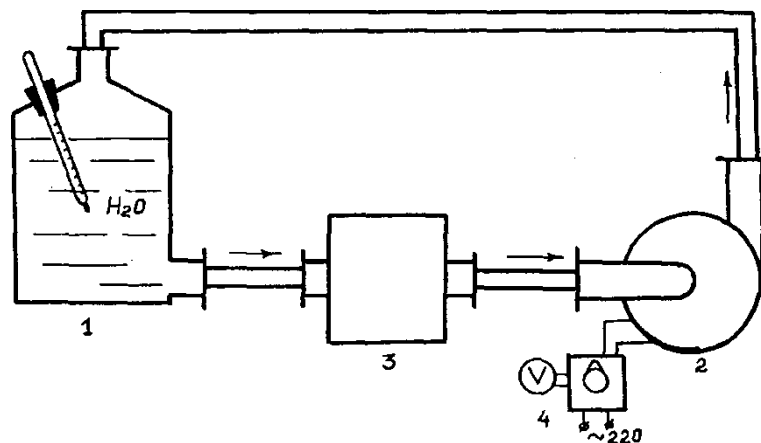


Рис.1. Схема лабораторной установки для магнитной обработки воды  
1- расходная емкость с водной средой, 2- центробежный насос "Кама-5", 3- магнитный аппарат, 4- регулятор напряжения (ЛАТР)

Скорость протекания воды в магнитопроводе регулировали изменением напряжения ( $U$ ) (табл.2) на электрообмотках центробежного насоса через ЛАТР (4). Для магнитного аппарата МАГ-М скорость движения воды изменяли в пределах от 0,5 до 2,6 м/с (табл. 2).

Таблица 2

Градуировка скорости течения воды ( $v$ ) в аппарате МАГ-М по значению напряжения ( $U$ ) электрического поля, подводимого к электродвигателю центробежного насоса

$U$ , в	70	90	110	130	150	170	190	210	230
$v$ , м/с	0,78	1,03	1,39	1,54	1,85	2,06	2,31	2,52	2,64

Диапазон варьирования скорости водной среды в аппаратах обусловлен конструкцией и мощностью насоса "Кама-5". Для увеличения времени пребывания водной среды в магнитном поле обработку проводили в режиме циркуляции. Температура обрабатываемой водной среды 18-20°C.

*Аппарат для магнитной обработки воды, использованный в работе. Магнитный аппарат МАГ-М.* Магнитный аппарат МАГ-М [2] для магнитной активации водных сред. Схема магнитного аппарата представлена на рис. 2.

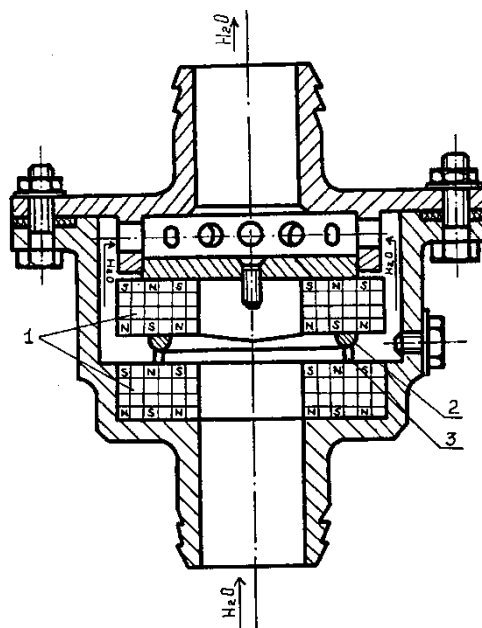


Рис.2. Схема магнитного аппарата МАГ-М

1 - кольцевые магнитные шайбы, 2 - кольцевой магнитопровод, 3 - регулировочные винты

Магнитный аппарат МАГ-М состоит из кольцевых магнитных шайб (1), кольцевого магнитопровода (2) и регулировочных винтов (3). Кольцевые магнитные шайбы намагничены таким образом, что водная среда трижды пересекает силовые линии магнитного поля. Вода в аппарате МАГ-М движется по каналу от центра к периферии. Обязательным условием для данного аппарата при установке является вертикальное положение и подача воды снизу вверх. Величину напряженности магнитного поля аппарата можно менять, изменяя расстояние между магнитными шайбами. Номинальная индукция магнитного поля аппарата МАГ-М составляет 200 мТ (160 кА/м), рабочее давление жидкости 0,3-0,5 МПа. Недостатком аппарата является большая чувствительность к колебаниям давления воды в трубопроводе.

Показано положительное влияние магнитной активации воды на десорбционные процессы при промывке шерсти. Активация технологических промывных растворов приводит к ускорению процессов на 20-50%, сокращению расхода воды, химматериалов, тепловой и электрической энергии, уменьшению деструктирующего воздействия на кератин шерсти.

### Библиографический список

1. Зерницкий В.Г., Бухолдина В.М., Пичугина Н.Е. Аппарат для магнитной обработки жидкостей МАГ-М (2014-00-00-00).-Люберцы:ГИГХС, 1987.
2. Саржанова Д.Т., Баданов К.И. Активация процесса очистки сточных вод при промывке шерсти. Материали за ix международна научна практична конференция «БЪДЕЩЕТО ВЪПРОСИ ОТ СВЕТА НА НАУКАТА - 2013»

## **РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ В ТРИКОТАЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

*Сарыбаева К.Е., ТарГУ им. М.Х.Дулати, магистрант кафедры «ТТПиМ»,  
Сарыбаева Э.Е., ТарГУ им. М.Х.Дулати, старший преподаватель кафедры  
«ТТПиМ», Шардарбек М.Ш., ТарГУ им. М.Х.Дулати, заведующий  
кафедрой «ТТПиМ»*

В работе отмечаются две особенности сырьевой проблемы. Это дефицит сырья и его качество. Поэтому, во-первых, экономное использование сырья создает условия для увеличения выпуска продукции без ввода значительных дополнительных мощностей на прядильных фабриках и, во-вторых, повышение качества сырья улучшит качество выпускаемой продукции и повысит производительность труда на трикотажных фабриках. Поэтому решение вопроса получения облегченных трикотажных полотен без снижения показателей качества отвечает основным направлениям развития трикотажной промышленности [1].

С целью расширения ассортимента трикотажных полотен и исследования вида применяемого сырья на параметры и свойства двухслойного трикотажа были разработаны новые структуры двухслойного переплетения, отличающиеся друг от друга видом применяемого сырья, которые были выработаны на плоскофанговой машине 14 класса типа PROTTI - 242 (Италия). В качестве соединительной нити использована высокоусадочная нить лайкра линейной плотностью 70ден (7,7 текс) [2].

Двухслойный трикотаж на плоскофанговой двухфонтурной машине получается следующим образом.

При выработке I варианта двухслойного трикотажа при движении петлеобразующей системы плоскофанговой машины слева направо на иглах передней игольницы формируются петли одной глади из полиэфирной нити линейной плотностью 16,7 текс х 3. При обратном движении петлеобразующей системы машины иглами задней игольницы формируются петли другой глади из хлопчатобумажной пряжи линейной плотностью 20 текс х 3.

Между рядами глади на иглы передней и задней игольницы прокладывается соединительная нить - высокоусадочная нить лайкра линейной плотностью 7,7 текс.

Для образования II варианта двухслойного трикотажа при движении петлеобразующей системы плоскофанговой машины слева направо на

иглах передней игольницы формируются петли одной глади из хлопчатобумажной пряжи линейной плотностью 20 текс х 3.

При обратном движении петлеобразующей системы машины иглами задней игольницы формируются петли другой глади из хлопчатобумажной пряжи линейной плотностью 20 текс х 3.

Между рядами глади на иглы передней и задней игольницы также прокладывается высокоусадочная нить лайкра линейной плотностью 7,7 текс.

Образование III и IV вариантов двухслойного трикотажа происходит аналогично. Но с тем отличием, что в III варианте оба слоя образованы из полиэстеровой нити линейной плотностью 16,7 текс х 3, а в IV варианте один слой образован хлопчатобумажной пряжей линейной плотностью 20 текс х 3, второй слой - шелковой пряжей линейной плотностью 14,2 текс х 3.

Все варианты двухслойного трикотажа были выработаны при одинаковых условиях, т.е. натяжение нити, глубина кулирования и оттяжка трикотажа были одинаковыми.

Для исследования влияния применяемого сырья на технологические параметры и свойства двухслойного трикотажа полученные образцы испытывались по стандартной методике.

*Исследование зависимости параметров двухслойного трикотажа от вида применяемого сырья.* Проектируя заправку любого нового трикотажного полотна или трикотажных изделий, оперируют такими его параметрами, как петельный шаг *A*, высота петельного ряда *B*, длина нити в петле *I*. От них зависят поверхностная плотность трикотажа и его другие свойства. Зная зависимости каждого из этих свойств от параметров трикотажа той или иной структуры, можно выбрать и оптимальную заправку.

Разнообразный по строению двухслойный трикотаж кулирных и основовязанных переплетений может удовлетворять самые различные требования в отношении параметров и показателей свойств, которые предъявляются в практике производства одежды и изделий технического назначения.

На параметры любого трикотажного полотна влияют свойства сырья, вид переплетения и отделки. Двухслойный трикотаж состоит из двух одинаковых или двух разных одинарных переплетений, одно переплетение может иметь отличные от другого параметры. Это обстоятельство обуславливает взаимодействие слоев. Один слой при соединении с другим может изменить его начальные параметры, а другой в свою очередь изменить параметры первого. Поэтому плотность и длина нитей в петлях слоев двухслойного трикотажа не могут быть определены по соответствующим формулам для одинарных переплетений. Кроме того, эти параметры зависят от вида и способа соединения.



Технологические параметры трикотажа можно определить тремя способами:

По стандартам (ГОСТ, ОСТ, и технические условия ТУ). Этот способ может быть применен, когда не требуется определения параметров трикотажа расчетным путем (например, при расчете массы отделочных деталей, беек, ластиков и т.п.) или когда технологические параметры трикотажа, установленные по существующим расчётным формулам, имеют значительные отклонения от фактических показателей (например, при определении параметров трикотажа новых переплетений или изготовленных из новых видов сырья). При этом необходимо иметь ввиду, что существующие ГОСТ и ТУ не охватывают всех разновидностей заправок.

Экспериментально путем заправок. Этот способ применяется чаще всего в научно-исследовательских работах, связанных с разработкой трикотажа новых переплетений. Этот способ требует наличия необходимого оборудования, сырья и т. д.

Расчетный способ. Этот способ может быть применен во всех случаях проектирования. Последовательность расчета технологических параметров зависит от метода, принятого для расчета длины петли *I*.

Технологические параметры трикотажа определены экспериментальными методами. На основе проведенного анализа технологических параметров следует отметить, что ширина петельного столбика *A* во всех экспериментальных образцах двухслойного трикотажа одинакова, что объясняется одинаковыми условиями их выработки и одинаковым переплетением. Однако высота петельного ряда *B* у образцов двухслойного трикотажа различна, что объясняется влиянием вида сырья. Например, хлопчатобумажная пряжа имеет более рыхлую структуру с коэффициентом трения большим, чем у шелковой или полиэстеровой нити, поэтому в петлях образованных из хлопчатобумажной пряжи процесс перетяжки нити слабее, что способствует образованию менее плотной структуры, чем у образцов из полиэстеровой нити или шелковой пряжи.

Отсюда следуют и значения плотности экспериментальных образцов двухслойного трикотажа. Плотность по горизонтали  $P_r$  всех вариантов одинакова, а плотность по вертикали  $P_v$  у III варианта из полиэстеровой нити самая большая, у IV варианта, содержащего шелковую пряжу несколько меньше, а наименее плотным оказался II вариант двухслойного трикотажа из хлопчатобумажной пряжи.

Соответственно и длина нити в петле *I* - наименьшая у III варианта, а самая большая у II варианта.

Из анализа геометрических параметров двухслойного трикотажа видно, что плотность трикотажа из различного вида сырья имеет разные значения даже при равных условиях вязания, а именно: трикотаж из

полиэстеровой нити получается самым плотным, из шелковой пряжи менее плотным, а из хлопчатобумажной пряжи наименее плотным.

Вырабатывая двухслойный трикотаж, слои которого образованы из различного вида пряжи, можно получить трикотажное полотно различной плотности на лицевой и на изнаночной стороне без изменения режимов вязания.

Исследования показали, что поверхностная плотность, толщина и объемная плотность двухслойного трикотажа, полученного из различных видов сырья также отличаются друг от друга. При этом II вариант двухслойного трикотажа имеет наименьшую поверхностную плотность -  $424,5 \text{ г/м}^2$ , и наибольшую толщину - 1,32 мм, а следовательно и наименьшую объемную плотность -  $321,6 \text{ мг/см}^3$ .

III вариант двухслойного трикотажа имеет наибольшую поверхностную плотность -  $517,5 \text{ г/м}^2$  и наименьшую толщину полотна - 1,22 мм, вследствие чего у этого варианта наибольшая объемная плотность -  $424,2 \text{ мг/см}^3$ .

Поверхностная плотность IV варианта двухслойного трикотажа составляет  $431 \text{ г/м}^2$ , толщина его - 1,29 мм, объемная плотность -  $331,6 \text{ мг/см}^3$ .

Наиболее материалоемким образцом двухслойного трикотажа является III вариант, выработанный из полиэстеровой нити. Наименее материалоемким является вариант II, выработанный из хлопчатобумажной пряжи.

Вид применяемого сырья влияет как на параметры, так и на свойства трикотажа.

С целью расширения ассортимента трикотажных полотен и исследования вида применяемого сырья на параметры и свойства двухслойного трикотажа были разработаны новые структуры двухслойного переплетения, отличающиеся друг от друга видом применяемого сырья, которые были выработаны на плоскофанговой машине 14 класса типа PROTTI - 242 (Италия).

Определены параметры и свойства полученных вариантов двухслойного трикотажа, исследована их зависимость от вида применяемого сырья.

### **Библиографический список**

1. Цитович И.Г., Болдырев Ю.И. Оценка показателей, влияющих на экономику производства одинарных и двойных трикотажных полотен // Изв. вузов. Технология легкой промышленности, 1992, № 3-4, с. 69-74.
2. 01.0.3- 12В.93К. «Разработка трикотажа из пряжи, содержащей модифицированные ПАН волокна» Ю.И. Алёницкая, В.А.Петрова. Материалы юбилейной научно-технической межвузовской конференции

Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна, Санкт-Петербург, 23-24 нояб., 2000. Ч. 3. СПб. 2000, с 79-80.

УДК 664.146:664.7

## РАЗРАБОТКА КОМПОЗИТНОЙ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ ДЛЯ НАЦИОНАЛЬНОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПИТКА

*Сауир Б.А., магистр, Кадирбай А. К., студент,  
Дуйсебай Н. Б., студент, Спандияров Е., д.т.н., профессор.  
ТарГУ им. М.Х.Дулати*

Кисломолочные напитки могут найти широкое применение в качестве диетических и лечебно-профилактических продуктов, например для профилактики и лечения желудочно – кишечных и других заболеваний у взрослых и детей.

Производство национального кисломолочного напитка «Ашымк» обычно производят на основе одного зернового сырья, напр., пшеницы, кукурузы и др. Известно, что пищевая ценность такого напитка невысокая.

Поэтому повышение потребительских и товарных достоинств готового напитка является актуальной задачей.

Цель работы – создание рецепта комpositной зерновой смеси с высокой пищевой ценностью для производства национального кисломолочного напитка «Ашымк».

Качество готового продукта оценивается его пищевой ценностью, минеральным и витаминным составами. Обычно определение минерального и витаминного составов смеси представляет трудоемкую работу.

Поэтому мы воспользовались известной средой Excel персонального компьютера для расчета пищевой ценности комpositной смеси. Необходимые для расчета данные приведены в таблице 1 [1, 2].

Таблица 1

### Химический состав компонентов зернового сырья

Зерновое сырье	Минеральные вещества, мг/100 г				Содержание белка, г/100 г	Клетчатка, г/100 г
	Са	Р	Na	К		
Пшеница	0,01	0,28	0,03	0,41	11,2	9,7
Кукуруза	0,03	0,14	0,08	1,32	12,8	5,3
Просо	0,82	0,21	0,05	1,09	11,3	8,8
Ячмень	0,07	0,19	0,04	4,57	13,0	3,5
Гречиха	0,28	0,31	0,03	3,80	8,4	2,2
Овес	0,04	0,47	0,11	4,55	11,5	3,5

Из таблицы 1 видно, что минеральный состав зерновых культур отличается друг от друга, напр., если по содержанию кальция Са просо (0,82 мг/100 г) стоит на первом месте, то по содержанию калия К (4,57 мг/100 г) ячмень лидирует. По количеству белков кукуруза (12,8 г/100 г) превосходит остальных культур.

Рецептура предложенной нами композитной зерновой смеси для выработки национального кисломолочного напитка «Ашымык» представлена в таблице 2.

Используя с помощью формул среды Excel персонального компьютера, рассчитали содержание клетчатки и белков композитной зерновой смеси (таблица 3).

Таблица 2

Рецептура композитной зерновой смеси

№пп	Компоненты	Содержание компонентов, г
1	Пшеница	20
2	Кукуруза	5
3	Просо	20
4	Ячмень	5
5	Гречиха	5
6	Овес	5

Таблица 3

Численные значения содержание клетчатки и белков композитной зерновой смеси

Компоненты	Содержание белка, г/100 г	Содержание клетчатки, г/100 г
Пшеница	2,24	1,94
Кукуруза	0,64	0,265
Просо	2,26	1,76
Ячмень	0,65	0,175
Гречиха	0,42	0,11
Овес	0,575	0,175
Всего	6,79	4,43

В таблице 4 приведены расчетные значения минерального состава рецептуры. Видно, что по содержанию минеральных веществ смесь намного богаче, чем смесь, состоящая из одного сырья.

В качестве примера приведен рассчитанный минеральный состав состоящий только из одного компонента, то есть пшеницы. Сравнение их составов показал, что композитная зерновая смесь является качественнее чем смесь, состоящая только из пшеницы.

Рассчитанный витаминный состав компонентов зерновой смеси приведен в таблице 5 [2].

Таблица 4

Расчетные значения минерального состава рецептуры

Компоненты	Содержание минеральных веществ, мг/100 г			
	Ca	P	Na	K
Пшеница	0,002	0,056	0,006	0,082
Кукуруза	0,0015	0,007	0,004	0,066
Просо	0,164	0,042	0,01	0,218
Ячмень	0,0035	0,0095	0,002	0,2285
Гречиха	0,014	0,0155	0,0015	0,19
Овес	0,002	0,0235	0,0055	0,2275
Всего	0,187	0,1535	0,029	1,012

Пшеница 60 г	0,006	0,168	0,018	0,246
--------------	-------	-------	-------	-------

Таблица 5

Рассчитанный витаминный состав рецептуры

Компоненты	Количество витаминов, мг/100 г				
	B <sub>1</sub> (тиамин)	B <sub>2</sub> (рибовлавин)	B <sub>3</sub> (пантотеновая кислота)	B <sub>6</sub> (холин)	A
Пшеница	0,2	0,5	1	0,5	0,01
Кукуруза	0,1	0,07	0,3	0,3	0,2
Просо	0,7	0,07	0	0,4	0,01
Ячмень	0,1	0,06	0,5	0,4	0
Гречиха	0,4	0,2	0	0,4	0,006
Овес	0,5	0,1	0,9	0,3	0

В таблице 6 представлен витаминный состав компонентов зерновой смеси, рассчитанный по формулам. Анализ показал, что состав композитной зерновой смеси богат витаминными веществами.

Таблица 6

Рассчитанный витаминный состав предлагаемой рецептуры

Компоненты	Содержание витаминов, мг/100 г				
	B <sub>1</sub> (тиамин)	B <sub>2</sub> (рибовлавин)	B <sub>3</sub> (пантотеновая кислота)	B <sub>6</sub> (холин)	A
Пшеница	0,04	0,1	0,2	0,1	0,002
Кукуруза	0,005	0,0035	0,015	0,015	0,010
Просо	0,14	0,014	0	0,08	0,002
Ячмень	0,005	0,003	0,025	0,02	0,000
Гречиха	0,02	0,01	0	0,02	0,000
Овес	0,025	0,005	0,045	0,015	0,000
Всего	0,235	0,136	0,285	0,25	0,014

Получены расчетные значения пищевой ценности, минерального и витаминного составов зерновой смеси для национального кисломолочного напитка «Ашымк» с помощью среды Excel персонального компьютера.

### Библиографический список

1. Покровский А. А. Химический состав пищевых продуктов. – М.: Изд-во: Пищевая промышленность, 1976. – 227 с.
2. [Электронный ресурс]. <http://www.pitanieizdorovje.ru/krupa.html>.
3. (Дата обращения 10.01.2016 г).

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В КРАШЕНИИ ШЕРСТИ

*Тишков А.В., магистрант кафедры «Технология текстильной промышленности и материаловедение»*

*Баданова Р.Р., преподаватель кафедры «Химия и химическая технология»*

*Баданов К.И., к.т.н., профессор кафедры «Технология текстильной промышленности и материаловедение»*

*Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати, г. Тараз, Республика Казахстан*

Решение экологических проблем текстильно-отделочного производства осуществляется по пути создания принципиально новых

экотехнологий и совершенствования существующих процессов подготовки, колорирования и заключительной отделки текстильных материалов. Перспективным представляется использование биотехнологических методов в операциях крашения и печатания текстильных материалов.

Крашение ткани, т.е. формирование окраски на ткани целиком по ее площади можно рассматривать как взаимодействие низкомолекулярных окрашенных соединений (краситель) с твердым пористым полимерным текстильным материалом. Это взаимодействие осуществляется в результате массопереноса окрашенного вещества в форме иона из внешней жидкой среды в твердую фазу волокна с последующим проникновением красителя во внутреннюю структуру волокна и закреплением его сорбционными связями различной природы. Такой сложный межфазный процесс включает в себя такие основные стадии, как диффузия и сорбция. Диффузия является лимитирующей стадией, определяющей скорость протекания процессов крашения. Сорбция влияет на устойчивость окраски.

В зависимости от химической и физической природы волокон и химического строения красителей проявляются различные механизмы диффузии и сорбции красителей. В случае шерстяных волокон с развитой структурой микропор, диффузия красителя осуществляется через жидкость, заполняющую микропоры этих волокон с одновременной физической или химической сорбцией ионов красителей на активных центрах волокна. Соотношение диффузионных и сорбционных свойств системы волокно–краситель определяет скорость и эффективность формирования окраски. Краситель должен иметь сродство к волокну, что определяется химическим строением красителя и волокна. При крашении должны быть выполнены условия для диффузии, т.е. наличие концентрации и диффузионной проницаемости волокна. Чем выше сродство красителя к волокну, тем более интенсивно он взаимодействует с волокном и тем медленнее диффундирует. Чем выше сродство тем эффективнее и полнее краситель переходит из внешней фазы в волокно, образуя более устойчивую окраску. Такая зависимость между кинетикой и термодинамикой процесса определяет основной принцип практики крашения, т.е. нахождение оптимального соотношения между диффузией и сорбцией.

Разработка и внедрение экологически чистых технологий крашения текстильных материалов отстает от темпов роста промышленного производства. Технология, несущая ущерб окружающей среде – невыгодная и неприемлемая технология. Дальнейшее развитие технологий отделки текстильных материалов, повышение их производительности и эффективности неразрывно связано с химизацией соответствующих процессов. Поэтому на этапе проектирования новых химико-текстильных технологий обязательным становится изучение и оценка экологических и

токсикологических последствий технологических процессов. Решение экологических проблем текстильно-отделочного производства осуществляется по пути создания принципиально новых экотехнологий и совершенствования существующих процессов подготовки, колорирования и заключительной отделки текстильных материалов.

При рассмотрении экологических аспектов применения химических веществ и процессов на этапе отделки текстиля невозможно обойти вниманием использование ферментативных биотехнологий в текстильной промышленности. Подробная информация о развитии и освоении этих технологий содержится в работах проф. Г.Е. Кричевского, Б.Н. Мельникова, С.А. Кокшарова, А.П. Сеницына, А.В. Чешковой и др. [1, 2].

Многие операции отделочного производства могут быть переведены на экологически более чистые, сырье- и ресурсосберегающие ферментативные технологии. В настоящее время ведется интенсивный поиск новых приемов использования биопрепаратов при разработке химико-текстильных технологий.

Биотехнология успешно применяется в операциях подготовки текстильных материалов. Прежде всего таких, как расшлихтовка тканей, отварка и беление хлопчатобумажных тканей, промывка и мягчение, карбонизация шерстяных тканей, обесклеивание шелка, придания мягкости изделиям. В последнее время появляются работы о применении ферментов для модификации волокон, а также в крашении и печатании текстильных материалов.

Для повышения окрашиваемости текстильных материалов наряду с обычными приемами регулирования температурного и концентрационного режима, состава красильного раствора используют вещества, эффективно влияющие на степень сольватации активных центров волокна и частиц красителя в красильном растворе. При этом процесс крашения строится таким образом, чтобы через определенные промежутки времени или на разных его стадиях можно было регулировать степень сольватации волокна и красителя для обеспечения максимально быстрого и полного протекания сорбции и диффузии красителей в волокне [3, 4].

Для улучшения сорбционных свойств шерстяных волокон используются различные комплексы. В результате биообработки в 2-3 раза увеличивается удельная площадь поверхности и удельный объем волокна. Наиболее перспективным представляется использование биотехнологических методов в операциях крашения и печатания текстильных материалов. Разработаны технологии крашения хлопчатобумажных и шерстяных тканей в присутствии ферментов и других биопродуктов, обеспечивающих улучшение колористических характеристик готовых текстильных изделий в более мягких щадящих условиях, уменьшение жесткости экологической обстановки сточных вод. Адсорбция водорастворимых красителей также может регулироваться при



крашении материалов из природных волокон рядом ферментов, обеспечивая экономию до 50% красителей. Перспективным является использованием в отделке производных хитина – распространенного в природе экологичного препарата. Для каждого конкретного случая можно определить эффективность использования красителя, исходя из их термодинамических характеристик. Надмолекулярная структура волокна в ходе крашения не остается неизменной, влияя на выбираемость красителя. В качестве интенсификаторов крашения находят применение такие соединения как циклодекстрины.

Красильно-отделочное производство является завершающим в текстильной промышленности и в значительной степени предопределяет качество и конкурентоспособность готовых текстильных изделий. Без современных технологий отделки невозможно получить конкурентоспособную продукцию. Анализ работ по активации процессов крашения показывает, что по способам воздействия технологические тенденции совершенствования отделки текстильных материалов можно условно разделить на следующие группы:

- химическая интенсификация;
- физическая интенсификация;
- биологическая интенсификация.

Применение биотехнологических методов отделки текстильных материалов предполагает использование эффективных биокатализаторов — ферментов для осуществления тех или иных физико-химических процессов в «мягких» условиях. Разработка технологии крашения шерстяных волокон в присутствии ферментов и других биопродуктов, обеспечивающих улучшение колористических характеристик готовых текстильных изделий в более мягких щадящих условиях, уменьшение жесткости экологической обстановки сточных вод является актуальной научно-технической задачей в развитии красильно-отделочного производства.

### **Библиографический список**

1. Гришулин С., Синицин А., Кричевский Г. и др. Текст. пром-сть, 2000, № 4, с. 19-21.
2. Синицин А.П., Кричевский Г.Е. Текст. пром-сть, 2000, № 6, с. 22.24.
3. Мельников Б.Н., Кириллова М.Н., Морыганов А.П. Современное состояние и перспективы развития технологий крашения текстильных материалов. М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983, 232 с.
4. Мельников Б.Н., Морыганов А.П., Калинин Ю.А. Теория и практика высокоскоростной фиксации красителей на текстильных материалах. М.: Легпромбытиздат, 1987, 208 с.

## ТЕХНИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Билтенова А., Жаныбек Н. студенты ТарГУ им. М.Х.Дулати,  
специальность «Стандартизация, метрология и сертификация»,  
Туралина М.Т., PhD доктор, ТарГУ им. М.Х.Дулати, г.Тараз, Республика  
Казахстан*

Таблица 1

Цех	Дисперсный состав пыли, % при размере частиц, мкм				Содержание минеральной пыли, %, мелкая фракция (менее 10 мкм)
	до 3,75	3,75- 7,5	7,5+15,0	более 15	
Сортировочный	72,5	12,3	5Д	10,2	
Трепальный	90,0	2,5	3,3	4,2	
Чесальный	83,4	10,6	2,2	3,8	
Прядильный	76,3	13,7	3,2	6,8	

Таблица 2

Дисперсный состав пыли в воздухе рабочей зоны у оборудования

Место отбора проб	Дисперсность пыли, %, при размере частиц, мкм					
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	Свыше 10
Гребнечесальная машина модели 1532	77,4	11,8	3,1	1,0	2,4	4,3
Ленточная машина Л-50	73,5	13,2	4,4	2,0	2,6	4,3
Чесальная машина ЧМД-4	71,6	8,4	2,2	0,8	1,6	15,4
Ровничная машина Р-200-3	65,0	14,9	8,2	1,8	2,9	7,2
Прядильная машина П-75-5м	60,	16,1	5,3	3,2	3,2	11,6
Прядильно- крутильная машина ПК-100	40,2	12,7	8,3	2,5	9,7	26,6
Мотальный автомат М-150-2	46,0	15,9	5,6	4,4	3,8	24,3
Ткацкий станок СТБ-2-330	75,0	12,1	4,3	0,8	1,5	6,3

Таблица 3

Расходы воздуха в системах аспирации и угаоудаления текстильных машин хлопчатобумажного производства

Тип машин	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч
Чесальная	2500
Ленточная	600
Прядильная	7000
Смесительная, очистительная	5000
Ткацкий станок	600

Например, установлено также, что на территории одного из предприятий отрасли АО «Макта» зафиксировано 250 стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, из них 86 - оборудованы очистными установками (таблица 4).

Таблица 4

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу АО «Макта»

Наименование вещества	ПДК м.р. мг/м <sup>3</sup>	ПДК с.с. мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
Пыль хлопковая	0,2	0,05	3
Пыль неорганическая	0,5	0,15	3
Пыль древесная	-	0,1	-
Оксид углерода	5,0	3,0	4
Серная кислота	0,3	0,1	2
Формальдегид	0,035	0,003	2
Щелочь	-	0,01	-
Анилин	0,05	0,03	2
Оксиды азота	0,085	0,04	2
Хромовый ангидрид	0,0015	0,0015	1
Уксусная кислота	0,2	0,6	3
Хлористый водород	0,2	0,2	2
Оксид железа	-	0,04	3
Соединение марганца	0,01	0,001	2
Оксид кремния	-	0,02	-
Ацетон	0,35	0,35	4
Аммиак	0,2	0,04	4

Концентрация выброса вредных веществ в десять раз превышает ПДК максимально-разовую. Вредные вещества с высоким классом опасности такие как оксид углерода, ацетон, аммиак и др. практически не улавливаются и выбрасываются в атмосферу.

Совокупность экологических процессов для организации легкой и текстильной промышленности может содержать следующие основные действия:

- идентификацию законодательных актов, нормативно-правовых, нормативно-технических документов, регулирующих деятельность организации в области экологии окружающей среды на всех этапах жизненного цикла продукции;

- идентификацию аспектов деятельности организации, в наибольшей степени оказывающей отрицательное воздействие на экологию окружающей среды (при этом выделяются процессы, связанные с выбросами вредных веществ в атмосферу, сливами в воду, образованием твердых отходов, загрязнением почвы и др.);

- анализ характера и уровня воздействия на окружающую среду продукции на всех этапах жизненного цикла.

Схема процесса подготовительных действий по определению экологических процессов предусматривает описание и анализ основных требований к экологическим процессам и является комплексом общих стандартных действий. Данные требования позволяют приступить к определению основных экологических процессов, происходящих в организациях, и подчинению этих процессов требованиям ИСО серии 14000, а также начать разработку инструкций и процедур, обеспечивающих стандартное функционирование процессов.

### **Библиографический список**

1. Артемов А.В. и др. загрязненность воздуха рабочей зоны предприятий текстильной промышленности // Инженерная экология. – 2001.-№1.- 152-155 с.
2. Фомин Г.С., Фомина О.Н. Воздух. Контроль загрязнений по международным стандартам. Справочник. – М., 2002.
3. Пирумов А.И. Обеспыливание воздуха. – М.: Стройиздат, 1981 – 392с.
4. Ужов В.Н., Вальдберг А.Ю., Мягков Б.И. Очистка промышленных газов от пыли. – М.: Химия, 1981. – 392с.
5. Халезов Л.С., Шиков Ю.А., Чесноков А. Очистка запыленного воздуха на текстильных предприятиях. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 136с.
6. ГОСТ 12.1.005-76. Воздух рабочей зоны.
7. Кавалерчик М.Я. Пневматический транспорт на текстильных

- предприятиях. – М.: Легкая индустрия, 1969.-103с.
8. Вальберг А.Ю., Исянов Л.М., Тарат Э.Я. Технология пылеулавливания. Л.: Машиностроение, 1985. – 192с.
  9. Герловин Ю.Н., Иванов Е.Н., Климов Г.В. и др. Автоматические средства обнаружения и тушения пожара. – М.: Стройиздат, 1974. – 240с.

## **ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРИРОДНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ**

*Кемелбек Т., ТарГУ им. М.Х.Дулати, студентка кафедры  
«Стандартизация, сертификация и метрология», Туралина М.Т., PhD  
доктор, ТарГУ им. М.Х.Дулати, г.Тараз, Республика Казахстан*

Природные красители экологичны и позволяют получить достаточно широкую гамму цветов и оттенков. Этим и обусловлен вновь возникший интерес к природным красителям, о чем свидетельствуют, появившиеся в последние годы публикации. Применение природных красителей, по мнению многих авторов с их полярными взглядами, удобнее всего проиллюстрировать с помощью небольших цитат из работ, как сторонников, так и противников широкого применения природных красителей. Как уже отмечалось, главный довод сторонников природных красителей – это безопасность их для человека и окружающей среды. Располагая общеизвестными, свидетельствующими о токсичности некоторых видов синтетических красителей, этот довод, безусловно нельзя не признать абсолютно точным. Аргументы, приведенные в сообщении [1], также свидетельствуют в пользу природных красителей. Как утверждается, некоторые природные красители, попадая в стоки, могут служить удобрениями. Побочное действие такого рода, очевидно, открывает новые перспективы для всего направления. Вместе с тем, ряд исследователей придерживаются иного мнения. Довод противников широкого использования природных красителей в обобщенном виде приведены в работе [2], где прозвучали соображения авторов против усиливающейся тенденции внедрения природных красителей в текстильную сферу, которые можно свести к следующему:

В случае крупнотоннажного производства красителей растительного происхождения потребуются массовое выращивание культур (по статистике немецких специалистов, для прогнозируемого ими роста производства красителей растительного происхождения до 90000 тонн в год потребуется 250-550 млн. акров земли, что составляет, например, 10-20% площади, занятой виноградниками во всем мире);

Необходимость использования при крашении природными красителями протравителей, среди которых имеются токсичные соединения, например, соли хрома;

Невозможность окрашивания природными красителями синтетических волокон.

Безусловно, некоторые из критических замечаний необходимо принимать во внимание. Вместе с тем, можно с удовлетворением отметить, что многие из аргументов противников красителей успешно развеяны последними исследованиями в этом направлении.

Из сложившейся ситуации вытекает, что внедрение природных красителей в текстильные технологии можно оценивать как интенсивно развивающееся и прогрессирующее научное направление.

В свое время синтетические красители возникли и вытеснили природные потому, что назрел переход от кустарного способа производства текстильной продукции к индустриальному. Синтетические красители способствовали этому качественному скачку, были его составной частью. Сейчас в обществе снова возник практический интерес к природным красителям, но на другой основе, а именно, как стремление по возможности оградить себя и окружающую среду от вредных техногенных факторов. Вместе с тем, технические эффекты, достигаемые за счет использования природных красителей, а также сами технологии их применения оцениваются с позиций и по меркам индустриально развитых производств. Именно в несоответствии уровней технической и технологической оснащенности производств по выпуску и применению синтетических и природных красителей кроются существующие противоречия.

Наиболее вероятным итогом будет формирование и закрепление за природными красителями собственной ниши. Сейчас это – элитной, безопасной для человека текстильной продукции по щадящим в отношении окружающей среды технологиям. Вполне возможно, что в ходе прогресса данного научного направления позиции природных красителей в текстильной промышленности расширятся.

В качестве источников сырья получения красителей только среди овощей используется более 500 их видов [3]. Предпринимаются попытки выделить красящие вещества из всех больших разновидностей растений, прежде всего сельскохозяйственных культур, видимо, в расчете на промышленный масштаб их выращивания. Примером могут быть разные сорта китайского чая, экстрактами которого окрашивают шерсть. Как потенциальное сырье для красителей были исследованы экстракты сахарной свеклы, черники, петрушки. Известны небезуспешные эксперименты в этом направлении и с дикорастущими растениями, например с лишайниками. Есть публикации, посвященные изучению возможности использования для крашения текстильных материалов

древесных пород. Так в работе [4] приведены результаты крашения шерсти и нейлона экстрактами коры дуба или еловых шишек. Особенно выделим монографию профессиональных английских ботаников Джона и Маргарэт Кен-нон, в которой приведены сведения о 48 растениях со всего мира, использованных с целью получения красителей для природных волокон, в основном шерсти и шелка. Подробно описаны разнообразные технологии приготовления и применения красильных составов.

Особое внимание среди природных красителей занимают красители, получаемые микробиологическим способом. Для изготовления этих красителей используют разнообразные бактериальные и клеточные культуры, ассортимент которых неуклонно растет. С точки зрения наращивания сырьевой базы это направление сейчас самое быстроразвивающееся. Однако следует отметить, что подавляющее большинство красителей, производственных с помощью биотехнологий, предназначено для окрашивания не текстильных материалов. Наибольшее применение природные красители микробиологического происхождения нашли в пищевой и парфюмерной промышленности.

Таблица 1

Характеристика некоторых органических соединений, встречающихся в виде красящих веществ в растениях

Название	Синоним	Формула	Молекулярная масса
кверцетин	3,5, 7,3,4- пентаоксифлаво	$C_{15}H_{10}O_7$	302,25
$\alpha$ -каротин	-	$C_{40}H_{56} * 2H_2O$	572,88
$\beta$ -каротин		$C_{40}H_{56}$	532,89
$\gamma$ -каротин		$C_{40}H_{56} * 2H_2O$	572,88
пуницин	пельтьерин	$C_8H_{15}ON$	414,22
цианонилд	фенилцианимид	$C_6H_5NHCN$	118,14
хризин	5,7-диоксифлаво	$C_{15}H_{10}O_4$	254,25
эллаговая кислота	-	$C_{14}H_6O_8 * 2H_2O$	338,24
эмодин	6-метил, 1,3,8- триоксиантрахино	$CH_3C_{14} * H_4O_2(OH)_3$	270,25
юглон	5-окси, 1,4- нафтохино	$C_{10}H_5O_2(OH)$	174,16

Рассматривая строение молекул красящих веществ можно заметить принципиальную связь со строением многих синтетических красителей.

Применение природных красителей вместо синтетических позволит в первую очередь снизить количество отходов в сточных водах. Варьируя способы получения и применения различных красителей, в работе

установлены природные красители экологичны и позволяют получить достаточно широкую гамму цветов и оттенков.

Таблица 2

Сведения о цветности некоторых природных красящих веществ

Цвет	Растение	Используемая часть	Красящее вещество
красный	боярышник	кора побегов, листья	кверцетин
	ежевика	ягоды	антоцианы
	волчьи ягоды	молодые ветки, листья	антоцианы
темно-красный, темно-фиолетовый	зверобой продырявленный	цветы	псевдогиперицин, гиперицин
оранжевый	дикая яблоня	кора	антоцианы
	чистотел	листья и стебли	антоцианы
желтый	конский щавель	корни	хризофановая кислота
	клен	желтые листья	каротиноиды
	тополь	почки	хризин
	картофель, томаты	листья, стебли	рутин
	сафлор красильный	пыльца цветов	картам
	грецкий орех	незрелая кожура	юглон
оливковый	гранат	корка плодов	пуницин
зеленый	крапива	Листья, корни	каротин,кверцетин
синий	лебеда	семена	антоцианы
	Иван-да-Марья	цветки	антоцианы
синеvато-красный или фиолетовый	красное дерево, кампешевое дерево	древесина	бразилин, гематоксилин
темно- фиолетовый	зверобой продырявленный	цветы	гиперицин
черно-фиолетовый	грибы	шляпка со спорами	телефоровая кислота
коричневый	дуб	листья, кора	кверцетин, эллаговая
	лук репчатый	шелуха	кверцетин
	грецкий орех	кожура	юглон
серый	береза	зеленые листья	зеоксантин, каротин
черный	клен	листья	каротин
	орех	сережки	юглон

В ходе выполнения работы анализ позволил установить, в каких именно частях растений содержатся красящие вещества, позволяющие получить интересующее цветовое решение. Данные красящие вещества представляют собой органические соединения определенного строения и свойств (таблица 2).

### Библиографический список

1. Бармина К.А. и другие. Особенности крашения меха с применением различных классов красителей. //Меховая промышленность, обзорная информация. -М.: ЦНИТЭИлегнром. 1982,48с.



2. Романов Ю.М. и другие. Крашение волосяного покрова пушнины кислотными красителями. //Кожевенно-обувная промышленность М.: 1991. №5. 18-19с.
3. Александр П. и другие. Физика и химия шерсти. –М.: Гизлегпром. 1958-381с.
4. Виккерстаф Т. Физическая химия крашения. – М.: Гизлегпром, 1956-574с.

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ**

*Кемелбек Т., ТарГУ им. М.Х.Дулати, студентка кафедры  
«Стандартизация, сертификация и метрология», Туралина М.Т., PhD  
доктор, ТарГУ им. М.Х.Дулати, г.Тараз, Республика Казахстан*

Ключевой технологической операцией в производстве природных красителей является экстракция красящего вещества из природного сырья. Как правило, экстракция производится из нейтральной или слабощелочной среды, реже из слабокислой. Появились предложения экстрагировать красители из природного сырья органическими растворителями [1], что на наш взгляд, губит основное достоинство всего направления: экологическую чистоту процесса.

Технологии крашения волокон природными красителями, как правило, основаны на периодических процессах и заключаются в выдерживании длительное время окрашиваемого объекта в красителя, могут от типа окрашиваемого волокнистого материала, так и от типа красителя, могут изменяться в довольно широких пределах и подбираются в каждом конкретном случае экспериментально. Нами были проведены исследования по крашению хлопкового волокна и шерсти традиционными технологическими режимами [2].

Важным компонентом красильных составов на основе природных являются протравители, в качестве которых используются различные соли. Как правило, это соли хрома, меди, алюминия, железа, соли алюминия наиболее универсальны и наносят намного меньший ущерб окружающей среде, попадая в стоки. Протравители обеспечивают усиление глубины и яркости окрасок, расширение колористической гаммы, а также повышение прочностных характеристик окрасок. Протравливание можно осуществлять перед крашением, после крашения или совмещать с крашением. Ведутся обширные качественные исследования, режим исследования протравливания на физико-химические и колористические свойства окрасок, получаемых с помощью природных красителей. Соответственно имеется большое количество разнообразных технологических рекомендаций по осуществлению процесса крашения природными красителями в целом и конкретно по операции протравливания,

что явно свидетельствует о том, что теория и практика производства и применения природных красителей пока не достигла индустриального уровня.

О качестве окраски образцов судили на основании цветовых характеристик, измеренных на приборе «Спектротон». Колориметр «Спектротон» 5П1.001 предназначен для измерения координат цветности в система хуз для стандартного наблюдателя при источнике света ГОСТ 7721-76 в спектральном диапазоне 380-720 нм с числом точек выборки спектральной информации не менее 24 различий. Значение цветового тона позволяет судить, к какому из основных цветов относится цвета (степени выражения цветового тона в исследуемом цвете) используют насыщенность, светлота характеризует относительную яркость несветящихся тел [3,4].

Ниже приведены цветовые характеристики окрашенных образцов при пятикратном измерении на приборе «Спектротон» образцов, полученных при крашении хлопкового волокна в лабораторных условиях.

Таблица 1

Цветовые характеристики окрашенных образцов

№	Основной состав красильного раствора	Характеристики цвета окрашенных образцов				
		Светлота L	Насыщенность S	Цветовой тон T, нм	Координаты цветности	
					a	b
1	2	3	4	5	6	7
1	луковая шелуха	77,66	23,36	240,3	-11,4	-18
		78,86	21,41	237,5	-9,71	-16,2
		80,58	18,94	239	-12	-18,1
		79,57	21,77	236,1	-10,3	15,5
		80,22	22,23	232,5	-13,4	-17,6
2	сережки ореха	<b>79,378</b>	<b>21,542</b>	<b>237,08</b>	<b>-11,362</b>	<b>-10,88</b>
		70,89	26,87	277,3	3,417	-26,6
		71,37	20,65	283,1	4,684	-20,1
		69,74	23,05	281,6	4,646	22,5
		73,77	20,26	276,3	2,227	-20,1
		67,3	26,21	279,8	4,47	-25,8
3	луковая шелуха +CuSO	<b>70,614</b>	<b>23,408</b>	<b>279,62</b>	<b>3,8888</b>	<b>-14,02</b>
		83,1	25,46	252,2	-7,73	-24,2
		87,18	22,82	248,3	-8,4	-21,2
		86,53	24,12	243,5	-10,7	-21,6
		84,13	27,14	248,5	-9,88	-25,2
		82,33	27,64	245,3	-11,9	-25,1
		<b>84,654</b>	<b>25,436</b>	<b>247,56</b>	<b>-9,722</b>	<b>-23,46</b>

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
4	сережки ореха +CuSO <sub>4</sub>	78,01	19,98	273,6	1,266	-19,9
		75,38	23,76	278	3,326	-23,5
		79,42	18,95	281,2	3,639	-18,6
		81,9	16,56	265,1	-1,39	-16,5
		72,15	25,63	282,1	5,378	25
		<b>77,372</b>	<b>20,976</b>	<b>276</b>	<b>2,4438</b>	<b>-10,7</b>
5	кора тополя +CuSO <sub>4</sub>	35,24	57,32	287,3	17	-54,7
		41,41	48,32	284,2	11,9	-46,8
		39,07	54,2	281,5	10,86	-53,1
		40,29	50,09	278,5	7,438	-49,5
		40,88	49,5	276,1	5,249	-49,2
		<b>39,378</b>	<b>51,886</b>	<b>281,52</b>	<b>10,4894</b>	<b>-50,66</b>
6	кора карагача+CuSO <sub>4</sub>	33,74	60,84	287,5	18,33	-58
		36,54	53,33	282,8	11,84	-52
		32,24	57,37	287,7	17,51	-54,6
		27,07	74,59	294,9	31,44	-67,6
		39,95	52,21	270,4	0,41	-52,2
		<b>33,908</b>	<b>59,668</b>	<b>284,66</b>	<b>15,906</b>	<b>-56,88</b>
7	кора тополя+K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	14,85	96,04	308,7	60,07	-74,9
		36,96	54,17	275,8	5,527	-53,8
		42,19	46,27	272,6	2,09	-46,2
		22,29	72,79	297,5	33,69	-64,5
		29,93	67,38	288	20,87	-64
		<b>29,244</b>	<b>67,33</b>	<b>288,52</b>	<b>24,4494</b>	<b>-60,68</b>
8	кора карагача +K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	22,08	78,84	299,7	39,12	-68,4
		23,93	75,69	297,3	34,8	-67,2
		40,6	47,07	267,7	-1,8	-47
		19,16	90,37	308,5	56,33	-70,6
		27,74	72	293	28,17	-66,2
		26,702	72,794	293,24	31,324	-63,88
9	луковая шелуха +K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	73,36	25,55	254	-7,01	-24,6
		75,9	22,23	257	-4,49	-21,6
		76,21	31,42	252,5	-6,4	-20,4
		74,61	23,1	247,7	-8,72	-21,3
		74,57	22,39	255,2	-5,69	-21,6
		<b>74,93</b>	<b>22,938</b>	<b>253,28</b>	<b>-6,552</b>	<b>-21,9</b>

Как видно из полученных данных, цветовая гамма полученных окрашенных образцов хлопкового волокна относительно бедна (цветовой тон находится в пределах 230-290 нм), светлота окраски довольно высокая, что в принципе подтверждает высказанное предложение об использовании природных красящих веществ для эксклюзивных заказов. Окраски на шерсти благодаря протравителям получаются более темные.

Проводя процесс крашения кварцетином некоторых волокон, в том числе синтетических, а именно полиэфирного и полиамидного, были получены следующие результаты: полиэфирное волокон, которое окрашивается только дисперсными красителями, с использованием технологии без протравления практически не окрашивается, но с использованием серноокислой меди дает светло-коричневую окраску образца шерсти, а с серноокислым железом-серую; полиамидное волокно окрашивается практически в те же цвета, что и шерстяное (при аналогичных условиях), но стоит заметить, что цвета получаются более яркие и насыщенные.

Краситель, содержащийся в кожуре мандарина, окрашивает только шерстяное волокно в светлые тона: с алюмокалиевыми квасцами – в светло-желтый цвет, с серноокислым железом – в грязно-бежевый, с серноокислой и уксуснокислой медью – в зеленый, с бихроматом калия – в зелено-коричневый цвет. Кора тополя и карагача, сережки тополя, стручки акации содержат природные красители близкие по строению, так как окраски, получаемые при их использовании в крашении шерстяного и хлопкового волокон отличаются лишь оттенками. Так, при их использовании можно получить бежевый, светлый зелено-коричневый, грязный светло-зеленый.

Сережки ореха, вероятно, содержат природный краситель схожий с красителем, содержащимся в кожуре ореха - юглон. Он, так же как и кварцетин, обладает свойством окрашивать все исследуемые нами волокна. Но в отличие от него, при проведении крашения без участия протравителей, не дает ярких и равномерных окрасок. Цветовой охват при использовании юглона находится в пределах серых, зеленых, коричневых тонов.

Варьируя способы получения и применения красителя (также тип протравливающего реагента), можно с использованием одного и того же растения получать на шерсти до тринадцати оттенков окрасок: от лимонного – (с оловом) до интенсивно черной – (травление). Экстракты кампешевого дерева в совокупности с солями Al, Fe, Sn, Cr или их смеси в качестве протравителей окрашивают шерстяное волокно в тринадцать цветов, начиная с оранжевого – через все оттенки красного – до фиолетового.

### **Библиографический список**

1. Белякова В.И. и другие. Улучшение качества и расширение ассортимента меха и изделий из него. //Кожевенно-обувная промышленность.-1981,№9,15-17с.
2. Новорадовская Т.С. и другие. Химия и химическая технология шерсти. – М.: Легпромбытиздат, 1986-200с.

3. Штерн А.М. и другие. Измерительно-вычислительный комплекс для решения колористических задач. // Текстильная промышленность. – 1990, №2, 44-45с.
4. Кириллов Е.А. Цветоведение. – М.: Легпромбытиздат, 1987. – 128с.

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ РАСХОДА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ НА ПРОЦЕСС ВОССТАНОВЛЕНИЯ ХРОМА (VI) НЕПОСРЕДСТВЕННО НА ВОЛОКНЕ.**

*Халметова Ш.Т., Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, студент Таразского государственного университета им. М.Х. Дулати*

Одним из важных рычагов повышения качества и ассортимента продукции кожевенной промышленности является применение комплексных минеральных дубителей, позволяющих интенсифицировать технологический процессы, улучшить эксплуатационные свойства кож, расширить их ассортимент и рационально использовать сырье [1].

Применение на практике хромтитановых комплексов позволит снизить себестоимость кожи за счет содержания в составе нового дубителя доступного и дешевого соединения титана, расширить ассортимент выпускаемой продукции, улучшив качество выпускаемых кож, и обеспечив экологичность кожевенных предприятий за счет частичной замены соединений хрома и выдерживания ПДК по  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в сточных водах.

Известно [2], что в результате дубления резко изменяются химические и физико-механические свойства дермы, основными из которых являются следующие:

- уменьшается по сравнению с голым степень усадки объема, сокращения площади и толщины выдубленного полуфабриката при сушке;
- повышается устойчивость кожи к действию высокой температуры;
- уменьшается степень набухания дермы в воде;
- повышается устойчивость дермы к действию ферментов и др.

Но эффект дубления характеризуется не отдельными вышеуказанными изменениями свойств дермы, а их совокупностью. Тем не менее, одним из важнейших доказательств эффекта дубления является повышенная устойчивость коллагена к нагреванию во влажном состоянии – рост температуры сваривания. Иными словами, интенсивность процесса дубления можно определить по повышению температуры сваривания дермы. Чем выше температура сваривания, тем отчетливее проявляются свойства выдубленного полуфабриката или кожи.

Одним из важнейших факторов оптимального использования процесса хромтитанового дубления является контроль рН. Отклонение в процессе от предписанного значения рН в любом случае могут иметь решающее влияние на их качество вырабатываемой кожи. Влияние изменений рН особенно ощущается в конце дубления. Известно [3], что если конечное значение рН хромтитанового дубления слишком низко, готовая кожа будет плоской, гладкой, жесткой и может иметь жировые налеты на поверхности. Если величина рН слишком высока, кожа будет полной, рыхлой, сухой со стянутым лицом.

Более интенсивным дубящим действием обладает раствор с высокими значениями основности и рН и, наоборот, понижение основности ослабляет их сорбцию и дубящее действие. Из вышесказанного следует, что необходимо установить и поддерживать оптимальное значение рН в зависимости от его влияния на качество обрабатываемой кожи. Таким образом, большое значение при восстановлении хрома (VI) имеет расход серной кислоты ( $H_2SO_4$ ), который существенно влияет на рН восстановительной ванны и на способность дубящего действия.

На основании вышеуказанного было изучено соотношение компонентов первой и второй ванн и исследовано влияние расхода серной кислоты на рН раствора и температуру сваривания дермы. Опыты проводились по семи вариантам в лабораторных условиях.

Объектом исследования служило голье КРС (яловки), разделенное по методу ассиметрической бахромы.

Первый вариант (контрольный) осуществляли по классическому двухванному методу дубления, то есть обеззоленное, промягченное, пропикированное голье подвергали хромированию в первой ванне раствором следующего состава: ж.к. -1,5%; 5% от массы голья бихромата натрия и 50% (30%-ной) соляной кислоты от веса бихромата в течение 4 часов. После этого хромированному полуфабрикату дали пролежку в течение 24 часов. Затем после положенной пролежки полуфабрикат подвергали восстановлению непосредственно на волокне дермы при ж.к. – 1,5; три части гипосульфита 30%-ной соляной кислоты и 5% поваренной соли для предупреждения возможного нажора. По окончании обработки проверили рН раствора и температуру сваривания дермы.

Обеззоленное, промягченное голье II, III, IV, V, VI, VII вариантов (опытных) по отдельности обрабатывалось при ж.к. – 1 в растворе, содержащем 5% -сульфат аммония, бихромат натрия 1,5% (считая на  $Cr_2O_3$ ) от массы голья, 0,5% сульфатотитанилат аммония (считая на TiO) от массы голья и в 2,5 раз меньше от количества бихромата натрия серной кислоты. После 3-х часовой обработки голье всех вариантов проверив на равномерность оранжево-желтой окраски сразу пустили на восстановление при ж.к.-1 с расходом гипосульфита четыре части на одну часть бихромата натрия с добавлением серной кислоты (в пересчете на 100%-ную) в 5 от

количества гипосульфита в зависимости от вариантов обработки. II вариант – 40 %; III вариант – 30 %; IV вариант – 20 %; V вариант – 15 %; VI вариант – 10 %; VII вариант – 0 % .

По окончании обработки измеряли температуру сваривания дермы и рН растворов. Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние расхода серной кислоты на процесс восстановления хрома (VI) непосредственно на волокне.

Варианты обработки	Температура сваривания °С, продолжительность, час		рН раствора	Состояние лицевой поверхности полуфабриката после дубления
	2	4		
I (контрольный)	89	97	3,2	нет стяжки
II	88	95	3,3	нет стяжки
III	93	96	3,4	нет стяжки
IV	95	99	3,6	нет стяжки
V	101	103	3,8	нет стяжки
VI	99	102	4,0	слабая стяжка
VII	94	96	4,4	сильная стяжка

Полученные данные свидетельствуют, что количество введенной в процесс восстановления хрома серной кислоты оказывает влияние на рН раствора и на интенсивность проникания дубящих соединений хрома и титана в структуру дермы, о чем свидетельствуют данные V и VI вариантов таблицы 1.

Влияние серной кислоты на процесс восстановления хрома непосредственно на волокне дермы показывает, что в условиях данного опыта оптимальный ее расход составляет 12 – 15% от количества гипосульфита. Дальнейшее увеличение приводит к снижению рН среды, перерасходу серной кислоты и нейтрализующих веществ, необходимых в конце дубления. Снижение расхода серной кислоты или ее отсутствие нежелательно, в связи с образованием стяжки лицевой поверхности. Увеличение рН раствора не приводит к повышению температуры сваривания образцов, вследствие того, что дубящие соединения отлагаются в поверхностных слоях дермы и процесс восстановления хрома чрезмерно замедляется.

Таким образом, проведение процесса дубления восстановлением хрома непосредственно на волокне дермы в присутствии сульфатотитанилата аммония при оптимальном варианте 12 – 15% расхода серной от количества гипосульфита позволяет получить кожи,

выдерживающие испытания на «КИП» и значительно интенсифицировать процесс восстановления.

### **Библиографический список**

1. Мадиев У.К. Минеральное дубление в производстве кож. – М.: Легпромиздат, 1987г., 120 с.
2. Страхов И.П., Шестакова И.С., Куциди Д.А. и др. Химия и технология кожи и меха. /Под ред. И.П. Страхова, 3-е изд. М.: Легпромиздат, 1977г., 260 с.
3. Куциди Д.А. Предупреждение и устранение дефектов кож. М.: Легпромиздат, 1990 г., 144 с.

УДК 621.87.068

### **УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПЕРЕГРУЗКИ КОЖСЫРЬЯ**

*Шардарбеков А.М., студент кафедры «Технология текстильной промышленности», к.т.н., доцент Шардарбек М.Ш., ст. преп. Сарыбаева Э.Е., преп. Саржанова Д.Т.*

*Таразский Государственный Университет имени М.Х. Дулати*

В производстве кож вспомогательные операции занимают значительную долю времени, они мало механизированы, почти не автоматизированы и являются не только трудоемкими, но и весьма тяжелыми. Поэтому, механизация погрузочно – разгрузочных, транспортных и складских работ является одним из основных направлений повышения производительности труда, технического уровня и культуры кожевенного производства [1,2].

При выполнении погрузочно – разгрузочных, транспортных и складских работ используются различные способы перемещения материалов (грузов), в том числе и инерционное [2].

Для инерционной перегрузки штучных грузов предложен ленточный транспортер с вогнутой несущей поверхностью [3].

Сравнительный анализ разгонных длин различных схем ленточных транспортеров показал преимущество ленточного транспортера с вогнутой несущей поверхностью. Кроме того, инерционная перегрузка материалов (грузов) позволяет уменьшить габариты установки и повысить маневренность, так как при этом дальность заброски груза регулируется и будет намного больше длины установки [4]. Разгон материала (груза) ленточным транспортером осуществляется трением без захвата и поэтому расход энергии будет меньше.

В связи с этим, рекомендуется использовать ленточный транспортер с вогнутой несущей поверхностью для выполнения различных перегрузочных операций кожевенного производства, в частности для



перегрузки кожсырья из транспорта в завозные камеры, складирования кожсырья в завозные камеры, погрузка кожсырья в транспортные средства.

Предложенное устройство (Рис. 1) состоит из приводного барабана 1, ведомого барабана 2, ленты 3, опорных роликов 4, цепей 5, прижимных роликов 6, отклоняющего ролика 7, рамы 8, привода и тележки.

Привод устройства состоит из многоскоростного электродвигателя 9, клиноременной передачи 10, промежуточного вала 11 и зубчатой передачи 12. Электродвигатель 9 шарнирно крепится к раме 8 и фиксируется при помощи вилки 13 и винтовой пары 14.

Приводной барабан 1 опорами крепится к раме 8, а ведомый барабан 2 – к подвижной раме 15. Последняя установлена на направляющих 16 рамы 8 с возможностью перемещения при помощи винта 17, который ввинчен в резьбовое отверстие рамы 15 и шарнирно закреплен к раме 8. Винт 17 приводится во вращение ручкой 18.

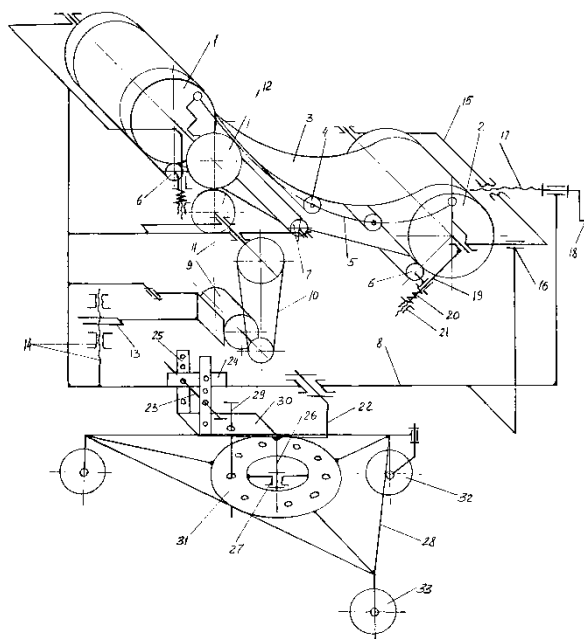


Рис. 1. Устройство для перегрузки кожсырья

Опорные ролики 4 прикреплены к цепям 5, а последние шарнирно крепятся к опорам барабанов 1 и 2.

Прижимные ролики 6 крепятся к опорам барабанов 1 и 2 посредством направляющих 19, пружин 20 и гаек 21 с возможностью перемещения по направляющим 19. Пружины 20 обеспечивают упругий прижим роликов 6 к барабанам.

Промежуточный вал 11 и отклоняющий ролик 7 крепятся к раме 8.

Бесконечная лента 3 огибает барабаны 1 и 2, поддерживается опорными роликами 4, прижимается роликами 6 к барабанам и отклоняется роликом 7.

Рама 8 шарнирно закреплена к рычагу 22 с возможностью поворота в вертикальной плоскости и фиксируется съемным пальцем 23. Палец 23 посажен в отверстия пластин 24 и 25, закрепленных к рычагу 22 и раме 8.

Рама 8 посредством оси 26, неподвижно закрепленной к рычагу 22, и подшипников 27 шарнирно крепится к раме 28 тележки с возможностью поворота в горизонтальной плоскости. Положение рамы 8 на тележке фиксируется пальцем 29, установленный в отверстие плиты 30 и диска 31. Плита 30 крепится к рычагу 22, а диск 31 – к раме 28 тележки. Тележка имеет поворотное колесо 32 и неповоротные колеса 33.

Принципиальная схема устройства представлена на рис. 2. Для перегрузки кожсырья с транспорта в завозные камеры устройство принимает схему транспортера с вогнутой несущей поверхностью. При этом транспортер, загружается со стороны ведущего барабана 1, а инерционная разгрузка происходит с поверхности ведомого барабана 2. Направление перегрузки, по мере необходимости, изменяется поворотом рамы 8 в горизонтальной плоскости. Дальность перегрузки изменяется регулировкой скорости вращения электродвигателя 9, положения ведомого барабана 2, угла наклона рамы 8 в вертикальной плоскости.

Для складирования кожсырья в завозной камере и для погрузки кожсырья из завозной камеры в транспортные средства устройство принимает схему

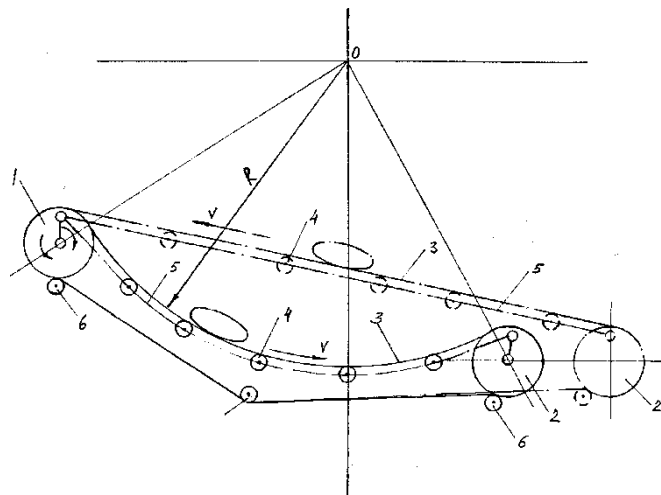


Рис. 2. Принципиальная схема устройства

### Библиографический список

1. Флинк Ю.И., Пискорский Г.А., Горбань В.В. Механизация кожевенного производства – Киев: Техника, 1985 г.

2. В.Д. Эрлих, М.Д. Кабзон. Механизация погрузочно – разгрузочных, транспортных, складских работ в легкой промышленности – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984 г.
3. Койайдаров Б.А., Шардарбеков М.Ш., Садвокасов Ч.Д. Устройство для перегрузки штучных грузов. А.С. СССР № 1708717, кл В 65 47/34.
4. М.Ш.Шардарбек , К.Т.Маханбеталиева. Энергосиловые затраты при транспортировании плоских жестких материалов дуговым ленточным транспортером. Известия ВУЗов Технология текстильной промышленности. - 2015. № 3 (357). С. 146-150

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В ПРОЦЕССАХ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КРАСИЛЬНО-ОТДЕЛОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

*Шестель А.В., БГТУ (г. Минск), студент кафедры «Промышленной экологии», научный руководитель:*

*Шибeka Л.А., БГТУ (г. Минск), доцент кафедры «Промышленной экологии»*

Производственная деятельность предприятий и объектов энергетики оказывает негативное воздействие на атмосферный воздух, водные и земельные ресурсы. Воздействие на почву связано, главным образом, с хранением на территории промплощадок объектов и захоронением на полигонах промышленных отходов. Одним из таких отходов является зола, образующаяся в топочных устройствах при сжигании торфа и древесины.

Согласно классификатора отходов Республики Беларусь [1], зола от сжигания торфа и древесины относится к блоку III «Отходы минерального происхождения», группе I «Отходы минерального происхождения (исключая отходы металлов)», подгруппе В «Зола, шлак и пыль от термической обработки отходов и от топочных установок» и имеет 3 класс опасности.

Данные отходы относятся к минеральным отходам с низким уровнем использования. Общее количество отходов золы, шлаков и пыли от термической обработки отходов и от топочных установок, хранящихся на предприятиях Республики Беларусь составляет 128,8 тыс. т (данные на конец 2013 года). Еще около 35 тыс. т в год захоранивается (по данным за 2013 год – 34,1 тыс. т) [2]. С учетом роста стоимости традиционных энергоресурсов (природного газа и нефтепродуктов) и вовлечения в хозяйственную деятельность местных видов топлива, количество данных видов отходов постоянно увеличивается.

Целью работы является оценка возможности применения торфяных и древесных зольных остатков в процессах доочистки сточных вод, образующихся на красильно-отделочных производствах.

Задачи исследований:

- установление условий образования и состава сточных вод красильно-отделочных производств;
- сравнительный анализ методов очистки сточных вод, содержащих компоненты красильно-отделочных композиций;
- определение дисперсного состава и содержания отдельных ионов в вытяжке зольных остатков;
- исследование возможности применения зольных остатков в процессах доочистки сточных вод красильно-отделочных производств.

Особенностью сточных вод красильно-отделочных производств является их большое разнообразие, что обусловлено широким ассортиментом выпускаемой по цветовой гамме тканей и, соответственно, применяемых на стадиях крашения полотна и закрепления рисунка технологических красильно-отделочных растворов. В составе таких стоков присутствуют красители, поверхностно-активные вещества, органические и минеральные добавки, находящиеся во взвешенном и растворенном состоянии.

Основными методами очистки сточных вод, образующихся на красильно-отделочных производствах, являются механические, химические, физико-химические и биологические методы.

Механические методы очистки, как правило, являются методами предварительной очистки и используются для подготовки сточных вод к проводимым в последующем химическим, физико-химическим или биологическим способам очистки.

Широкое распространение при очистке сточных вод красильно-отделочных производств получили электрохимические способы обработки воды (электрокоагуляция, электрофлотация и др.). Использование биологических методов очистки сдерживается биологической устойчивостью отдельных загрязняющих веществ (в первую очередь некоторых красителей), присутствующих в стоках.

Обычно на промышленных предприятиях используются локальные системы очистки сточных вод, включающие различные методы, с последующей их доочисткой на городских очистных сооружениях.

В работе проведены исследования по оценке возможности применения зольных остатков в процессах доочистки сточных вод, образующихся на одном из предприятий текстильной промышленности Республики Беларусь и имеющих превышения допустимых концентраций для сбора в горканыализацию по хлоридам, поверхностно-активным и взвешенным веществам, сухому остатку.

В работе использовалось 3 образца торфяной (№1 – зола, образующаяся на деревообрабатывающем предприятии; №2 – зола, образующаяся при сжигании торфобрикета в бытовых условиях; №3 – зола, образующаяся на торфобрикетном заводе) и 1 образец древесной золы, образующейся на деревообрабатывающем предприятии.

Исследование дисперсного состава образцов золы, проводимого гравиметрическим методом с использованием сит, показало, что образцы торфяной золы содержат в своем составе значительное количество фракции с размером частиц менее 0,25 мм – от 34% до 94%. В образцах торфяной золы нет частиц размером более 10 мм.

Исследование водных вытяжек зольных остатков показало, что для образцов торфяной золы рН составляет 10,2-11,2, а для древесной золы – 9,4. Содержание хлоридов, сульфатов, нитратов, катионов кальция и магния в вытяжках золы изменяется в широком диапазоне и достигает 11 ммоль/100 г золы (в зависимости от образца и вида иона).

Исследование процессов доочистки сточных вод красильно-отделочных производств проводили для разных масс навесок золы. Длительность процесса очистки составляла 2 часа. Эффективность очистки оценивали по величине оптической плотности раствора до и после взаимодействия. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

Исследование процессов доочистки сточных вод красильно-отделочных производств с использованием зольных остатков

Образец золы	Содержание золы в пробе, г/л	Степень очистки, %
1	2	3
Торфяная зола №1	5	46,3
	15	17,0
	25	40,24
	35	41,4
	50	30,5
	75	52,4
	100	64,6
Торфобрикетная зола №2	5	66,6
	15	50,0
	25	62,5
	35	66,6
	50	70,8
	75	79,1
	100	58,3

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Торфяная зола №3	5	38,3
	15	60,8
	25	41,6
	35	37,5
	50	33,3
	75	33,3
	100	25,0
Древесная зола	5	37,5
	15	33,3
	25	45,8
	35	50,0
	50	54,1
	75	45,8
	100	29,1

Из представленных результатов видно, что степень очистки сточных вод существенно зависит от образца золы и массы навески и изменяется в диапазоне 17-79,1%. Максимальная степень очистки стоков наблюдается при использовании торфяной золы №2, образующейся при сжигании торфобрикета в бытовых условиях. Данный образец зольного остатка характеризуется относительно высоким содержанием частиц с размером от 0,25 до 10 мм, характеризующихся низкой зольностью, и минимальным содержанием частиц с размером менее 0,25 мм (около 35 %), характеризующихся высокой зольностью.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что торфяная и древесная зола могут найти применение при доочистке сточных вод красильно-отделочных производств.

#### **Библиографический список**

1. Об утверждении классификатора отходов, образующихся в Республике Беларусь: Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь №85 от 08.11.2007 г. (в ред. постановлений Минприроды от 30.06.2009 г. №48, от 31.12.2010 г. №63, от 07.03.2012 г. №8) – 94 с.
2. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень. 2013 год. / Под ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 2014. – 364 с.

## ПЕРЕРАБОТКА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ШЛАКА ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕМ

*Шолак А., ТарГУ им. М.Х. Дулати, профессор кафедры «Химия и ХТ»  
Мырзахметов Б., ТарГУ им. М.Х. Дулати, ст. препод. кафедры «Химия и  
ХТ» Мусрепбекова Ш., ТарГУ им. М.Х. Дулати, препод. кафедры «Химия  
и ХТ»*

Проблема переработки отвальных шлаков и извлечения из них металлических компонентов с последующим использованием их в качестве вторичного сырья является одной из актуальных задач в металлургии. Эта проблема имеет несколько аспектов. Во-первых, металл, извлеченный из металлического шлака, значительно дешевле металла, извлеченного из руды в результате целого ряда технологических переделов. Во-вторых, после извлечения металлов из шлака последний может быть полезно утилизирован. Наконец, полезная переработка шлаковых отвалов дает возможность освободить территорию, занимаемую отвалами, или по крайней мере не расширять ее до неопределенных пределов, т.е. улучшает и экологическую обстановку в отвальной зоне и вокруг нее.

По экспертным оценкам удельный выход твердых, газообразных и жидких отходов на 1 т готовой продукции в целом по Казахстану составляют: вскрышные и вмещающие породы – 1500-2500 кг, шлаки – 500-1000 кг, шламы – 120-150 кг, сухая пыль – 80-120 кг, окалина – 30-40 кг, сточные воды – 250-300 м<sup>3</sup>, аспирационный воздух – 30-50 тыс. м<sup>3</sup>, горючие газы – 2000-2500 м<sup>3</sup> [1].

В настоящее время в Жамбылском металлургическом заводе (ТМЗ) ежегодно образуется около 200 тыс. тонн отходов, складирование которых приводит к отчуждению больших площадей сельскохозяйственных земель, создает угрозу их засоления, повышения степени минерализации подземных вод прилегающих территорий и ухудшения гидрохимического режима близ расположенных водоемов.

Повышение конкурентоспособности металлопродукции может быть обеспечено снижением расхода сырьевых ресурсов, используемых при ее производстве. Поэтому переработка и утилизация шлаков и отходов металлургического производства является актуальным и обязательным элементом безотходной технологии, так как способствует ресурсосбережению, а также снижению загрязнений водного и воздушного бассейнов.

Особый интерес для металлургии представляют шлаки ферросплавного производства, которые содержат значительное количество ценных компонентов, используемых для рафинирования и легирования железоуглеродистых расплавов. Анализ различных видов отходов производства ферросплавов показал, что достаточно ценным

металлургическим сырьем могут быть шлаки и шламы производства марганцевых ферросплавов.

Наиболее ценным компонентом марганцевых отходов является марганец, широко используемый для раскисления и легирования чугуна и стали. Содержание марганца в этих отходах превышает 10 %, и использование его при производстве ферросплавов в качестве марганецсодержащего сырья, а также других металлургических переделах будет способствовать значительному улучшению их технико-экономических показателей.

С целью ресурсосбережения и улучшения экологической обстановки, а также повышения эффективности переработки и утилизации ферросплавных отходов были проанализированы технологические схемы, используемые в настоящее время для обогащения отходов и извлечения из них ценных металлургических составляющих. Способы пневматической и магнитной сепарации, применяемые для обогащения ферросплавных шлаков с целью их дальнейшего использования в шихте для производства ферросплавов, являются достаточно сложными с точки зрения технологии и используемого оборудования. Кроме того, силикомарганец и силикаты марганца не обладают магнитными свойствами, плотность силикатов марганца близка к плотности других составляющих шлака, поэтому извлечение их из шлаков с использованием традиционных технологий затруднено [2].

В настоящее время практически весь марганец, переходящий в шлак, теряется. Почти не используется и марганец из пыли и шламов от газоочистки. Между тем марганцу в шлаке почти не сопутствуют примеси, особенно примеси фосфора и цветных металлов. Известны многочисленные попытки использования марганца из отвальных шлаков, полученных при флюсовой плавке. Так с целью уменьшения угара марганца эти шлаки вводили в шихту для плавки стали в мартеновских и электрических печах и кислородных конвертерах. Шлаки ферромарганца испытывались в шихте для производства офлюсованного агломерата. Пыли и шламы от газоочистки иногда вводятся в шихту для производства марганцевого агломерата. При этом экономится марганцевое сырье, но показатели производства, как правило, ухудшаются, растут затраты топлива, электроэнергии, увеличивается продолжительность плавки и т.п.

Для выбора метода переработки отвального шлака Жамбылского металлургического завода нами были проведены анализ химического состава отвального шлака. Результаты химического анализа приведены в таблице 1.



Таблица 1

Результаты химического анализа технологического шлака Жамбылского металлургического завода

Нумерация проб	Содержание, %						
	<i>Mn</i>	<i>SiO<sub>2</sub></i>	<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	<i>CaO</i>	<i>MgO</i>	<i>Fe<sup>3+</sup></i>	<i>P</i>
1	14,27	46,73	8,76	19,17	2,47	2,37	0,10
2	13,71	47,65	9,21	19,65	2,36	2,54	0,12
3	14,43	46,23	8,33	18,68	2,87	2,21	0,08
Средний	14,14	46,87	8,76	19,16	2,56	2,37	0,10

Как видно из приведенных данных содержание марганца в этих отходах более 13-14%, что свидетельствует технико-экономической целесообразности переработки этого отхода на марганец содержащий концентрат для получения соли марганца и металлического марганца.

Процесс получения ферромарганца высокотемпературный процесс и по видимому марганец в шлаке находится в виде оксидов марганца. Одним из технологически доступным и экономичным методом переработки отхода является метод выщелачивания. В связи с этим нами в качестве выщелачивателя выбрано раствор серной кислоты.

Силикомарганец алу технологиясы жоғары температуралық процес, сондықтан металлургиялық қожда марганец диоксид түрінде болады. Марганец диоксидінің күкірт қышқылымен әрекеттесу реакциясы келесі теңдеумен сипатталады:



Для оценки влияния температуры на выщелачивание ионов марганца серной кислотой были рассчитаны изобарлы-изотермиялық потенциал для вышеуказанной реакцией по методу Темкина – Шварцмана. Как видно из графика с повышением температуры значение свободной энергии Гиббса уменьшается, что свидетельствует о необходимости проведения процесса выщелачивания при более высокой температуре.

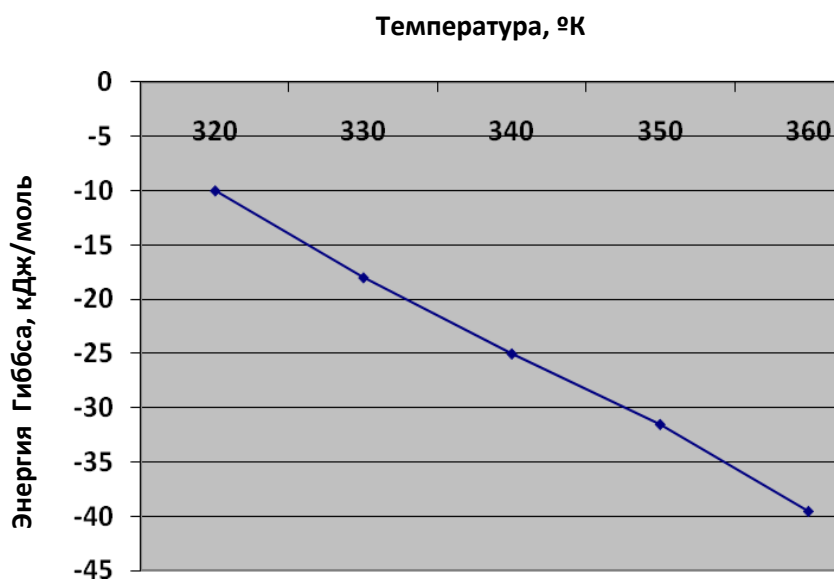


Рис.1. Изменение энергий Гиббса в зависимости от температуры.

Взаимодействия диоксида марганца с серной кислотой является эндотермической реакцией и поэтому было исследовано влияния температуры на степень извлечения марганца в раствор. Температуру изменяли от 20°C до 90°C и полученные результаты изображены в виде графика на рисунке 2. Как видно из графика степень извлечения ионов марганца в раствор до 70°C, дальнейшее повышение температуры не приводит к существенному повышению. Кроме этого при температуре более 80°C происходит испарение раствора и увеличивается расход энергии.

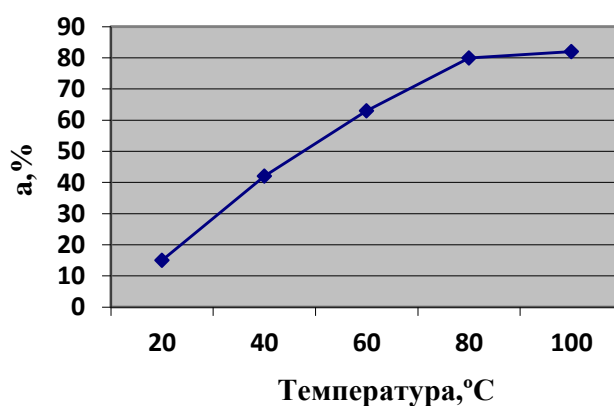


Рис.2. Зависимость степени извлечения марганца от температуры.

### Библиографический список

1. Переработка шлаков и безотходная технология в металлургии / М. И. Панфилов, Я. Ш. Школьник, В. А. Коломиец и др. – М.: Металлургия, 1987. – 238 с.

2. Гагарина Т.Б., Ксандров Н.В., Ким П.П., Перетрутов А.А. Подготовка шлаков металлургического производства к переработке.// Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №4.

УДК 636.3:675.042:546

**РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИЙ  
ПОЛУЧЕНИЯ ПЕРЧАТОЧНО-ГАЛАНТЕРЕЙНОЙ КОЖИ ИЗ  
ШКУРОК МЕЛКОГО РОГАТОГО СКОТА С ПРИМЕНЕНИЕМ  
КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ДУБИТЕЛЕЙ ДЛЯ  
УПРОЧНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ДЕРМЫ.**

*Шонгараева А.Б., магистрант бМ071000, ТарГУ им М.Х. Дулати  
Евтюшкина М.И. - руководитель, к.т.н., доцент, ТарГУ им М.Х.  
Дулати*

Сельскохозяйственная отрасль Казахстана в воспроизводственном процессе экономики, по ее роли в структуре считается главной. В соответствии со Стратегией развития до 2020 года, агропромышленный комплекс входит в число семи приоритетных секторов и обязан в абсолютной мере осуществить отраслевые преимущества и масштабный потенциал. Огромный интерес сейчас уделяется не только увеличению объема производства, но и подъему уровня его результативности, и прибыльности. Вследствие этого указанное направление формирования сельского хозяйства является конкурентной прерогативой Республики Казахстан. В целом, Казахстан имеет достаточно стремительный рост в развитии животноводства.

Для решения поставленной задачи наиболее перспективным является применение технологии переработки шкурки овчины с использованием солей алюминия, титана для упрочнения структуры дермы, образуемых на различных стадиях производства и минимальным количеством вредных выбросов в окружающую среду. В связи с этим, разработана технология получения перчаточной-галантерейной кожи из шкурки овчины на основе применения экологически чистых комплексных минеральных соединений: хромотитанового (ХТ), хромоалюминиевого (ХА) дубителей и хромоалюмотитанового (ХАТ), способствующие упрочнению структуры дермы и снижению степени загрязнения окружающей среды, является актуальной.

В разрабатываемой технологии получения перчаточной-галантерейной кожи из шкурки овчины важнейший технологический процесс — это дубление, который проводится с применением хромового дубителя.

На данный момент хромовый дубитель является основным минеральным дубителем. Правда соединения хрома являются токсичными

и при хромовом дублении происходит плохое истощение хромовых растворов, что приводит к загрязнению сточных вод, поэтому одним из направлений развития кожевенной технологии является применение экологически безвредных комплексных соединений на основе солей алюминия и титана, позволяющих значительно снизить применение соединений хрома, обеспечивая эффективную защиту окружающей среды от вредного воздействия хромсодержащих отходов кожевенного производства.

С уменьшением расхода соединений хрома в хромовом дублении уменьшается концентрация соединений хрома в сточных водах. Однако, снижение расхода соединений хрома без вспомогательного использования других дубителей, является причиной уменьшения прочности и полноты кожи, поэтому, необходима частичная замена хромового дубителя другими дубителями на основе солей титана и алюминия в процессе дубления.

Для удаления дефектов, присущих однокомпонентным минеральным дубителям, в частности хромового дубителя, необходимо осуществить дубление многокомпонентными или комплексными минеральными дубителями (КМД). Дубление комплексными минеральными дубителями дает возможность придать коже совершенные свойства, присущие каждому минеральному дубителю.

Дубление комплексными минеральными дубителями – дубление, при котором в определенной последовательности или одновременно используют минеральные дубители на основе солей алюминия и титана, что допускает приготовить кожу со свойствами, выделяющимися от свойств кожи, выдубленной одним дубителем, а также форсировать процесс дубления и понизить стоимость кожи. При этом комплексные минеральные дубители на основе солей алюминия и титана сохраняют положительные свойства составляющих его компонентов, исключая и подавляя отрицательные стороны однокомпонентного дубления.

Частичное замещение соединений хрома соединениями экологически безвредных солей алюминия и титана дают эффективность применения хромзамещающих комплексных минеральных дубителей – хромотитановых, хромоалюминиевого и хромоалюмотитановых дубителей.

Использование хромсберегающего хромоалюминиевого дубления является примером наиболее раннего использования комплексных минеральных дубителей. Ранее проведенные исследования показали, что хромоалюминиевое дубление позволяет снизить до 50 % расхода соединений хрома путем замены их солями алюминия без сокращения эффекта дубления.

Наряду с экологически безвредными алюминиевыми соединениями эффективно использование и безвредных титановых соединений, имеющих сравнительно низкую стоимость, доступность и высокими

дубящими, наполняющими способностями. Хромсберегающая технология хромотитанового дубления позволяет получать кожи, более с прочной структурой, наполненной и не уступающие по качеству козам хромового дубления.

Использование хромоалюмотитанового комплекса ведет к уменьшению расхода соединений хрома до 40 %, то есть вместо 1,6 % оксида хрома, используемого по типовой методике дубления перчаточного-галантерейной кожи, достаточно вводить всего 0,9 % солей хрома, что приводит к улучшению состояния сточных вод. При этом достигается высокое удлинение полученных перчаточного-галантерейных кож из шкур овчины не пригодной для мехового производства.

Применение соединений алюминия для комбинированного дубления обуславливаются их свойствами, близкими с хромом и достаточно большими запасами в земной коре. При хромсберегающей технологии хромоалюминиевого дубления достигается более прочная фиксация белком не только алюминия, но и хрома. Высокая реакционная способность хромоалюминиевого дубителя по отношению к коллагену обуславливает большую пористость дермы и меньшую жесткость по сравнению с хромовым дублением.

Употребление экологически безвредных алюмокалиевых квасцов в сочетании с хромом в процессе дубления способствует быстрой диффузии, лучшей отработке раствора и равномерному распределению хрома по слоям дермы, что позволяет получить мягкие кожи с улучшенным внешним видом – относительно лучшие по грифу.

Наряду с экологически безвредными алюминиевыми соединениями эффективно применение и экологически безвредных титановых соединений, имеющих сравнительно низкую стоимость, доступность и обладающие высокими дубящими, наполняющими способностями. Хромсберегающая технология хромотитанового дубления позволяет получать перчаточного-галантерейные кожи из сырья, по качеству не уступающие козам хромового дубления.

Дубящие действия КМД зависят от соотношения входящих в них компонентов, характера подготовки голя, pH раствора, основности. Растворы хромотитановых дубителей с массовым отношением  $\text{Cr}_2\text{O}_3:\text{TiO}_2$  от 5 до 2 считаются устойчивыми. Как известно, оптимальной дубящей способностью обладают КМД при соотношении  $\text{Cr}_2\text{O}_3:\text{TiO}_2=4:1$ . Однако, в связи с тем, что шкурки овчины имеют меньшую толщину кожной ткани, было принято решение о соотношении  $\text{Cr}_2\text{O}_3:\text{TiO}_2=3:1$ .

В процессе обработки было установлено, что отношение алюминия к хрому при дублении должно быть в пределах  $\text{Cr}_2\text{O}_3:\text{Al}_2\text{O}_3=1-2:1$ , дальнейшее повышение доли алюминия в хромоалюминиевом дублении приводит к вытеснению хрома из дермы и снижению эффекта дубления.

Происходит это по причине того, что оба дубителя реагируют в основном с карбоксильными группами коллагена.

Для получения перчаточного-галантерейной кожи хромоалюмотитановым способом дубления после проведения отмочных и преддубильных процессов по типовой методике производства перчаточного-галантерейной кожи дубление проводили дубителями, расход которых варьировал в следующих пределах:  $Al_2O_3$  -1,0-1,2% от массы голя,  $TiO_2$  -0,4-0,8% от массы голя,  $Cr_2O_3$  0,8-1,6% от массы голя.

В итоге экспериментов были получены образцы полуфабриката хромоалюмотитанового дубления светлых тонов и при органолептической оценке обладали вытекающими свойствами: хорошей плотностью, наполненностью и мягкостью.

Полученные образцы полуфабриката были подвергнуты химическому анализу и физико-механическим испытаниям.

Полученные результаты представлены в таблицах 1 и 12.

Таблица 1

Результаты физико-механических испытаний перчаточного-галантерейных кож хромоалюмотитанового способа дубления

Расход дубящих солей хрома, алюминия и титана %			Температура сваривания, °С	Предел прочности, МПа	Относительное удлинение, %
$Cr_2O_3$	$Al_2O_3$	$TiO_2$			
1,4	1,2	0,9	110	9,6	58
1,2	1,0	0,7	108	9,4	56
0,8	1,0	0,5	106	8,8	54
0,6	0,8	0,3	92	8,4	50
Контрольный			112	9,0	56

Результаты разведывательных экспериментов, показанные в табл. 1 обнаруживают, что при дублении голя овчины при массовом соотношении  $Cr_2O_3 : Al_2O_3 : TiO_2 = 1,2 : 1,0 : 0,7$ , при достижении температуры сваривания  $108^{\circ}C$  с меньшим расходом хромового дубителя, чем при контрольном дублении, имеет более высокие показатели упруго-пластических свойств, а также более равномерное наполнение кожи.

Проведенные эксперименты показали, что перчаточного-галантерейные кожи по физико-механическим свойствам, приобретенные хромоалюмотитановым способом дубления обладая такими же высокими показателями удлинения, что и показатели удлинения хромоалюминиевого дубления обладают более высокими показателями предела прочности.

Таблица 2

Результаты химического анализа и механических испытаний перчаточно-галантерейной кожи хромоалюмотитанового способа дубления

Наименование		Показатель
Массовая доля влаги, %		15,6
Массовая доля окиси хрома, %		3,0
Массовая доля окиси титана, %		1,6
Массовая доля окиси алюминия, %		2,0
Температура сваривания, °С		110
Нагрузка, Н	при появл.трещ.лицевого слоя	17,2
	при разрыве образца	19,4
Предел прочности, МПа	при появл.трещин лицевого слоя	8,6
	при растяжении	9,2
Условный модуль упругости, Н		4,1
Коэффициент равномерности		8
Жесткость, Н		8,2
Относительное удлинение, %	при напр. 9,8 МПа	24
	при трещ.лицевого слоя	50
	при разрыве	56
	упругое	24
	остаточное	34

С использованием экологически безвредных комплексных соединений усиливается эффект дубления, устойчивость кож к действию, плесени, пота, воды, структурирования дермы. При применении экологически безвредных комплексных дубителей не только повышается качество кожи, но и ускоряется процесс обработки, снижается себестоимость кожи и улучшается использование сырья.

#### Библиографический список

1. Данилкович А. Г., Чурсин В. И. Практикум по химии и технологии кожи меха: Учеб. Пособие для вузов. – М.: ЦНИИКП, 2002. - 413с;
2. Бейсеуов, К. Новое в минеральном дублении кож. – М.: Легпромбытиздат, 1993. - 128с;
3. Метелкин А.И., Русакова Н.Т. Титановое дубление. – М.: Легкая индустрия, 1980. - 152с.;
4. Балберова Н.А., Михайлов А.Н., Шуленкова Е.И., Кутын В.А. Справочник кожевника. (Технология). – М.:Легпромбытиздат, 1986. - 272с;
5. Смирнов В.И. Хромовое дубление. – Изд. ИТЭ, Радом, 1996;

6.Бейсеуов Т.К., Бейсеуов К.Б., Дубиновский М.З.  
Совершенствование методов получения дубителей. // Кожевенно-обувная  
промышленность 2001, №4, с. 18-19.

УДК 66.047.57

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛА НАКЛОНА БАРАБАНА И СКОРОСТИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ НА КОЭФФИЦИЕНТ ЗАПОЛНЕНИЯ БАРАБАНА**

*Мусабеков Ч.Х., ТарГУ им. М.Х. Дулати, студент кафедры  
«Стандартизация, ресторанное дело и гостиничный бизнес»  
Байтуреев А.М., ТарГУ им. М.Х. Дулати, профессор кафедры  
«Стандартизация, ресторанное дело и гостиничный бизнес»  
Ертаева Ж.А., ТОО Профессиональный гуманитарно-технический  
колледж «Білім», магистр*

При установке барабана с наклоном в сторону загрузки коэффициент заполнения барабана увеличивается в 2,1-2,8 раза. Увеличение коэффициента заполнения барабана высушиваемым материалом приводит к большему срабатыванию теплоносителя, т. е. к увеличению разности температур на входе и выходе из барабана, а это в свою очередь позволяет подавать в сушильный барабан теплоноситель с большей температурой, не опасаясь, перегрева высушиваемого материала.

В настоящее время сушка сыпучих и зернистых материалов осуществляется в барабанных сушилках, установленных под углом к горизонтальной оси, причем наклон барабана выполнен в сторону выгрузки, где коэффициент заполнения барабана находится в пределах 18÷25% [1, 2], при этом производительность по сухому продукту зависит от коэффициента заполнения барабана.

Объектом исследования была поваренная соль.

Исследования проводились при следующих скоростях теплоносителя на входе ( $v_{вх}$ ) в барабан: 1,95 м/с; 2,17 м/с [3], числе оборотов барабана  $n=14$  об/мин [4] и углах наклона ( $\alpha$ ) барабана:  $0^\circ$ ;  $-1^\circ$ ;  $-2^\circ$ ;  $-3^\circ$ . Барабанный агрегат устанавливался под определенным углом наклона, задавалась скорость теплоносителя на входе в барабан, температура теплоносителя и число оборотов барабана.

По достижении установившегося режима (через 20 мин) начинали отбор проб поваренной соли и определяли производительность барабанной сушки (кг/мин), при этом процессе загрузка материала не прекращалась. Отбор проб каждого опыта повторялись трижды, а затем усредненные значения записывались в таблицу. После окончания отбора



проб подачу поваренной соли прекращали, весь находящийся в барабане продукт выгружали и взвешивали, определяли ее количество ( $G_{an}$ ). Затем определяли среднее время ( $\tau_{cp}$ ) пребывания поваренной соли в барабане и коэффициент заполнения барабана. Результаты экспериментов приведены в таблице 1.

По результатам экспериментальных данных приведенных в таблице 1 строим график зависимости коэффициент заполнения ( $\varphi$ ) барабанного агрегата от угла наклона барабана ( $\alpha$ ) (рисунок 1).

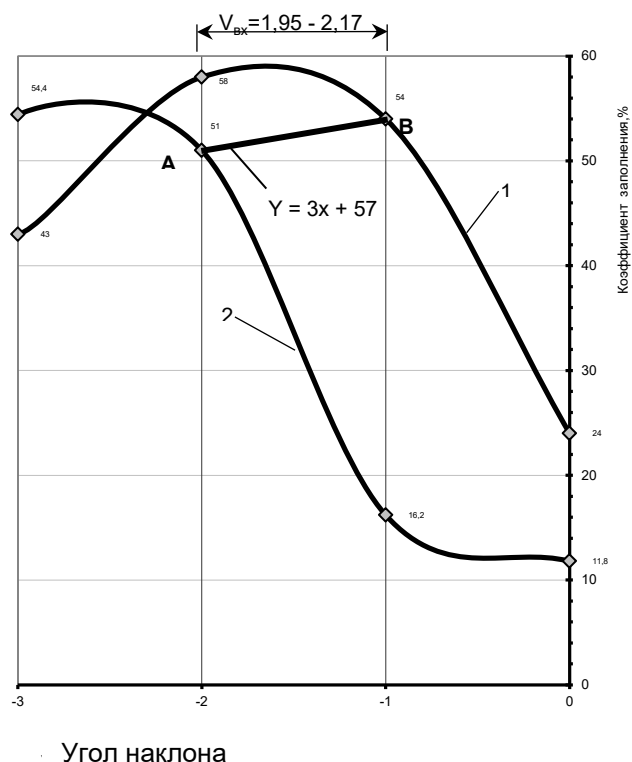


Рис.1. Зависимость влияния угла наклона барабана ( $\alpha$ ) на коэффициент заполнения ( $\varphi$ ) при  $\mathcal{G}_{ex} = 1,95-2,17$  м/с  
1 – при  $\mathcal{G}_{ex} = 1,95$  м/с; 2 – при  $\mathcal{G}_{ex} = 2,17$  м/с

В результате математической обработки экспериментальных данных с помощью персонального компьютера (ПК) получено эмпирическое уравнение (1) зависимости коэффициента заполнения барабанного агрегата ( $\varphi$ ) от скорости теплоносителя на входе ( $\mathcal{G}_{ex}$ ) и угла наклона барабана ( $\alpha$ ).

$$\varphi_{AB} = 3 \mathcal{G}_{ex} + 57, \quad R^2 = 1, \quad (1)$$

где:  $\varphi_{AB}$  – коэффициент заполнения барабана, %;

$\mathcal{G}_{ex}$  – скорость сушильного агента на входе в барабан, м/с;

$R^2$  – величина достоверности аппроксимации.

Чем больше  $R^2$ , тем сильнее связь [5], следовательно, уравнение регрессии (1) адекватно эксперименту.

$$0 \leq R \leq 1 \quad (2)$$

Если  $R=1$ , то существует функциональная зависимость между параметрами.

Однако при  $R=0$  величины  $x$  и  $y$  нельзя считать независимыми, так как связь между ними, не сказываясь на дисперсиях, может проявить себя в моментах более высокого порядка. И только при нормальном распределении равенство нулю корреляционного отношения однозначно свидетельствует об отсутствии связи между случайными величинами. Корреляционное отношение, как и коэффициент корреляции в линейной регрессии, характеризует тесноту связи между случайными величинами. Вообще анализ силы связи по  $R$  называют корреляционным анализом.

В процессе исследования рисунка 1 установлена зависимость коэффициента заполнения барабана ( $\varphi$ ) от угла наклона барабана ( $\alpha$ ) и скорости теплоносителя на входе в барабан ( $g_{ex}$ ). Из таблицы 1 и рисунка 1 следует, что с увеличением угла наклона барабана в сторону загрузки увеличивается коэффициент заполнения барабана и время пребывания материала в сушилке.

Эксперименты показали, что при установке барабана с наклоном в сторону загрузки коэффициент заполнения барабана в 2,1-2,8 раза больше по сравнению с известными [1, 2].

Из анализа таблицы 1 и рисунка 1 видно, что:

1) при скорости сушильного агента на входе в барабан  $g_{ex} = 2,17$  м/с и угле наклона барабана  $\alpha = (-2^\circ)$  наблюдается рациональное заполнение барабана по всей длины и продвижение высушенного материала в сторону выгрузки и при этом коэффициент заполнения барабана составил 51% (точка А). Так при угле наклона барабана  $\alpha < -2^\circ$  происходит «проскок» высушиваемого материала и относительно малый коэффициент заполнения барабана. А при угле наклона барабана  $\alpha > -2^\circ$  происходит очень сильное выбивание соли в узле загрузки;

2) при скорости сушильного агента на входе в барабан  $g_{ex} = 1,95$  м/с и угле наклона барабана  $\alpha = (-1^\circ)$  наблюдается рациональное заполнение барабана по всей длины и продвижение высушенного материала в сторону выгрузки и при этом коэффициент заполнения барабана составил 54% (точка В). Так при угле наклона барабана  $\alpha < -1^\circ$  происходит «проскок» высушиваемого материала и наблюдается малый коэффициент заполнения барабана. А при угле наклона барабана  $\alpha > -1^\circ$  происходит очень сильное выбивание материала в узле загрузки.

Соединив точки А и В получаем прямую, которая характеризует коэффициент заполнения агрегата  $\varphi_{AB}$  при скорости сушильного агента на входе в барабан  $\mathcal{G}_{вх} = 1,95-2,17$  м/с и углах наклона барабана  $\alpha = (-1^\circ)-(-2^\circ)$ .

При установке барабана с наклоном в сторону загрузки коэффициент заполнения барабана увеличивается в 2,1-2,8 раза. Увеличение коэффициента заполнения барабана высушиваемым материалом приводит к большему срабатыванию теплоносителя, т. е. к увеличению разности температур на входе и выходе из барабана, а это в свою очередь позволяет подавать в сушильный барабан теплоноситель с более высокой температурой, не опасаясь, перегрева высушиваемого материала.

Таблица 1

Влияние угла наклона барабана ( $\alpha$ ) на коэффициент заполнения ( $\varphi$ ) при  $\mathcal{G}_{вх} = 1,95-2,17$  м/с

№ опыта	Число оборотов барабана, n, об/мин	Перепад давления, $\Delta P$ , мм. вод.ст	Расход газа, V, м <sup>3</sup> /ч	Скорость сушильного агента, $v_{вх}$ , м/с	Угол наклона барабана, $\alpha$	К-во соли в барабане, G кг	Производительность $G \cdot 10^{-3}$ кг/с	Время пребывания $\tau$ , мин	Коэфф. заполнения $\varphi$ , %	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	14	60	675	1,95	0	70,3	317	222	24	Происходит "проскок" высушиваемой соли
<b>2.</b>	<b>14</b>	<b>60</b>	<b>675</b>	<b>1,95</b>	<b>- 1</b>	<b>77,5</b>	<b>184</b>	<b>390</b>	<b>54</b>	<b>Рациональный коэффициент заполнения при <math>v_{вх} = 1,95</math> м/с</b>
3.	14	60	675	1,95	- 2	81,3	108	750	58	Выбивание соли в узле загрузки
4.	14	60	675	1,95	- 3	60	20	3480	43	Очень сильное выбивание соли в узле загрузки
5.	14	70	725	2,17	0	16,6	553	30	11,8	Происходит "проскок" высушиваемой соли
6.	14	70	725	2,17	- 1	22,6	376	60	16,2	Происходит "проскок" высушиваемой соли
<b>7.</b>	<b>14</b>	<b>70</b>	<b>725</b>	<b>2,17</b>	<b>- 2</b>	<b>72,6</b>	<b>208</b>	<b>372</b>	<b>51</b>	<b>Рациональный коэффициент заполнения при <math>v_{вх} = 2,17</math> м/с</b>
8.	14	70	725	2,17	- 3	75,4	21	3000	54,4	Очень сильное выбивание соли в узле загрузки

### Библиографический список

1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. Ч.1.- М.: Химия, 2002. - 400 с.
2. Стерлин Д.М. Сушка в производстве фанеры и древесностружечных плит. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 383 с.

3. Предварительный патент Республики Казахстан. № 10008. Способ сушки сыпучих и зернистых материалов / Байтуреев А.М., Куатбеков М.К. и др.: опубл. 15.03.2001, Бюл. № 3.

4. Предварительный патент Республики Казахстан № 9654. Способ сушки поваренной соли / Байтуреев А.М., Куатбеков М.К. Сансызбаев К.К.: опубл. 15.11.2000, Бюл. № 11.

5. Карлберг, Конрад. Бизнес-анализ с помощью Excel 2000:– Пер. с англ.: Учебное пособие.– М.: Издательский дом «Вильямс», 2000. – 480 с.

УДК 66.047.57

### **РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ БАРАБАННОГО СУШИЛЬНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ СУШКИ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*Мусабеков Ч.Х., ТарГУ им. М.Х. Дулати, студент кафедры  
«Стандартизация, ресторанное дело и гостиничный бизнес»  
Байтуреев А.М., ТарГУ им. М.Х. Дулати, профессор кафедры  
«Стандартизация, ресторанное дело и гостиничный бизнес»  
Ертаева Ж.А., ТОО Профессиональный гуманитарно-технический  
колледж «Білім», магистр*

С целью улучшения эксплуатационных показателей существующих барабанных сушилок был разработан и создан барабанный сушильный агрегат диаметром 0,35 м и длиной 1,75 м, с возможностью регулирования скорости теплоносителя, угла наклона и числа оборотов барабана.

Отличительной особенностью предлагаемого сушильного агрегата является то что, сушильный барабан устанавливается с наклоном в сторону загрузки (узел загрузки ниже узла выгрузки) [1-4].

Установка барабана с наклоном в сторону загрузки позволяет повысить производительность сушильного барабана, увеличить время пребывания высушиваемого материала в зоне сушки, обеспечить равномерность сушки материала, а так же возможность применения более высоких скоростей сушильного агента.

Барабанный сушильный агрегат состоит из высоконапорного вентилятора 16 типа 25ЦС-40, электрокалориферы 10, 11 и 12, барабанной сушилки 1, питателя 3. Барабан получает вращение от двигателя мощностью  $N=0,75$  кВт и червячного редуктора РЧУ-80.

Разработанная технологическая схема (рисунок 1) процесса сушки дисперсных материалов включает: барабанную сушилку 1, загрузочную и выгрузочную узлы 2 и 4, питатель 3, циклон 5, бункер 6, потенциометра 7, реле 8, термометру 9, электрических нагревательных элементы 10, 11, 12, дифманометр 13, диафрагму 14, задвижку 15, вентилятор нагнетающий 16.

Загрузка влажным продуктом барабана осуществляется питателем 3. В сушильный барабан подается воздух, нагретый до необходимой температуры в электрокалорифере (10, 11, 12).

Температура теплоносителя на входе в сушилку поддерживается постоянной при помощи контрольно-измерительных приборов 7, 8, 9 (КСП-4). Количество подаваемого теплоносителя контролируется с помощью манометра 13 и диафрагмы 14, и регулируется при помощи шиберной заслонки 15.

Высушенный материал выгружается из выгрузочной камеры 4, а отработанный сушильный агент, очищенный от пыли и примесей в циклоне 5, выбрасывается в атмосферу.

Установка полностью автоматизирована и работает как в периодическом так и в непрерывном режимах.

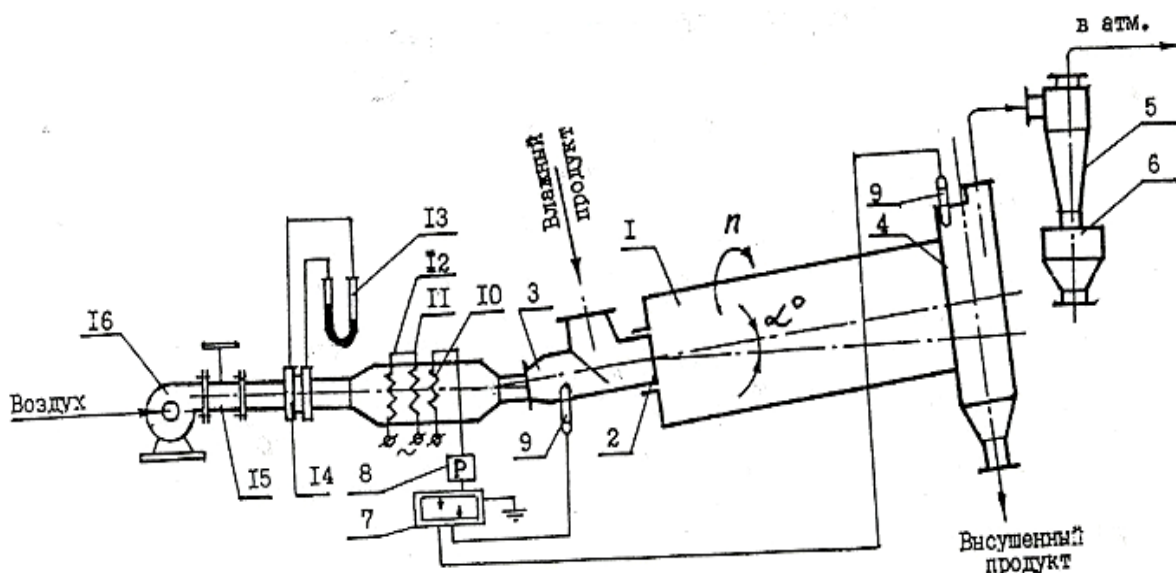


Рис.1. Технологическая схема

- 1 – барабанная сушилка; 2 – загрузочная часть; 3 – питатель;  
 4 – выгрузочная часть; 5 – циклон; 6 – бункер; 7 – потенциометр; 8 – реле; 9 – термопара; 10,11,12 – электрические нагревательные элементы (электрокалорифер); 13 – дифманометр; 14 – диафрагма; 15 – задвижка (заслонка); 16 – вентилятор

Автоматизация барабанного сушильного агрегата.

Основные этапы автоматизации:

1. Пуск всех электроприводов;
2. Включение автоматической системы регулирования температуры сушильного агента;
3. Пуск электрического калорифера возможен только после включения нагнетающего вентилятора;

4. Пуск электродвигателя загрузочного питателя возможен только после включения электродвигателя барабана;
5. Контроль и регулирование температуры сушильного агента на входе и выходе барабана;
6. Контроль и регулирование влажности высушиваемого материала на входе и выходе барабана;
7. Контроль и регулирование давления в сушильном барабане;
8. Аварийная остановка сушильного агрегата.

Порядок проведения экспериментальных исследований.

Перед началом эксперимента устанавливается необходимый расход воздуха, угол наклона барабана, необходимая частота вращения барабана и температура теплоносителя. В течение 20-25 минут после подачи высушиваемого материала устанавливается стационарный режим. После выхода барабанного сушильного агрегата на стационарный режим замеряются следующие показатели [1]:

- температура теплоносителя на входе в агрегат;
- температура теплоносителя на выходе из агрегата;
- температура высушиваемого материала на входе в барабан;
- температура высушиваемого материала на выходе из барабана;
- производительность барабана по высушенному (сырому) материалу;
- расход и скорость теплоносителя в барабанном агрегате.

При установившемся режиме работы сушильного агрегата регулярно производится отбор проб высушиваемого материала на влагосодержание, при этом процесс загрузки сырого материала продолжается непрерывно. Отбор проб и запись всех показателей производится трижды в каждом опыте, а затем полученные данные усредняются. После окончания отбора проб прекращается подача сырого материала, весь находящийся в барабане материал выгружается в специальную емкость и взвешивается. Насыпная плотность материала определяется весовым способом с помощью объемного мерного сосуда.

Во время проведения эксперимента постоянно замеряется температура воздуха в помещении и температура сушильного агента на входе и выходе из сушильного барабана.

Далее оформляются таблицы экспериментальных исследований, строятся графики исследований согласно которых делаются выводы.

### **Библиографический список**

1. Байтуреев А.М. Переработка и сушка в производстве поваренной соли. – Тараз: Тараз университеті, 2005. – 195 с.
2. Предварительный патент Республики Казахстан. № 9653. Способ сушки поваренной соли / Байтуреев А.М., Куатбеков М.К. и др.; опубл. 15.11.2000, Бюл. № 11.

3. Предварительный патент Республики Казахстан. № 10008. Способ сушки сыпучих и зернистых материалов / Байтуреев А.М., Куатбеков М.К. и др.; опубл. 15.03.2001, Бюл. № 3.

4. Предварительный патент Республики Казахстан № 9654. Способ сушки поваренной соли / Байтуреев А.М., Куатбеков М.К. Сансызбаев К.К.; опубл. 15.11.2000, Бюл. № 11.

### **ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАОЛИНОВОГО СЫРЬЯ**

*К.С.Мурзабаева, М.Т.Ногайбекова, С.А.Сейткасымова,  
кафедра «Архитектура и строительное производство».  
Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати  
(Казахстан)*

Каолины являются необходимым сырьевым компонентом при производстве покрытия и пигментов.

На территории РК имеются три месторождения каолина, в группе разрабатываемых – Алексеевское и Союзное.

Балансовые запасы по категории А+В+С, Алексеевского каолина составляют около 60 млн. тонн. Алексеевский каолин несколько сходен с Просяновским (Украина), на наличие гидрослюда повышает немного содержание оксида калия. Содержание окрашивающих оксидов составляет 0,1 – 1,1 % . Пористость после обжига при 1350°С достигает 11% огнеупорность более 1730°С. Каолины Союзного месторождения белые, серовато – белые и жирные на ощупь. По размерам преобладающих включений исследуемое сырье относится к группе с мелкими включениями. Число пластичности – 5,7. Воздушная усадка каолинов месторождения - 5%. Месторождения крупное.

Для исследования применялся каолин Алексеевского месторождения трех литологических разностей по цвету: белый, серый и желтоватый. Результаты исследований составов и свойств средней пробы каолина приведены на рис. 2.1, 2.2- 2.3.

Каолин имеет полиминеральный состав. Основными фазами каолина песчаной фракции является кварц, полевой шпат, гидрослюда. Глинистая фракция каолина представлена каолинитом (рис.1-3), с небольшой примесью гидрослюда (эндоэффект на кривой нагревания при температуре 140 °С).

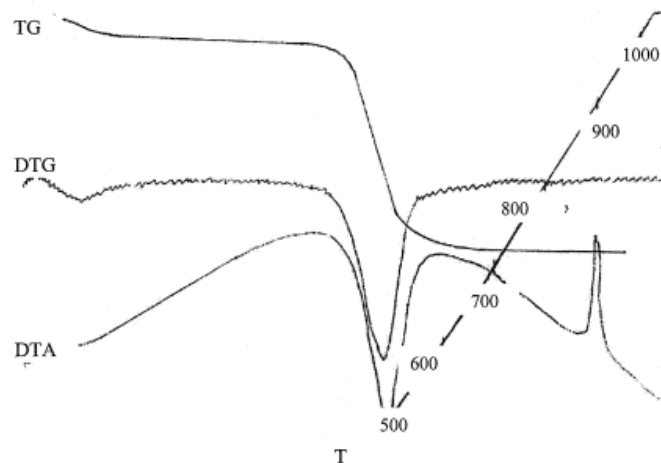


Рис.1. Дифференциально-термические кривые каолина Алексеевского месторождения

Микроскопические исследования каолина в прозрачных шлифах также показали, что основная его масса (70 - 90 %) сложена мелкочешуйчатым каолинитом с примесью гидрослюда (5 - 20 %). Непластический материал представлен остроугольными и слабо окатанными зернами кварца и полевого

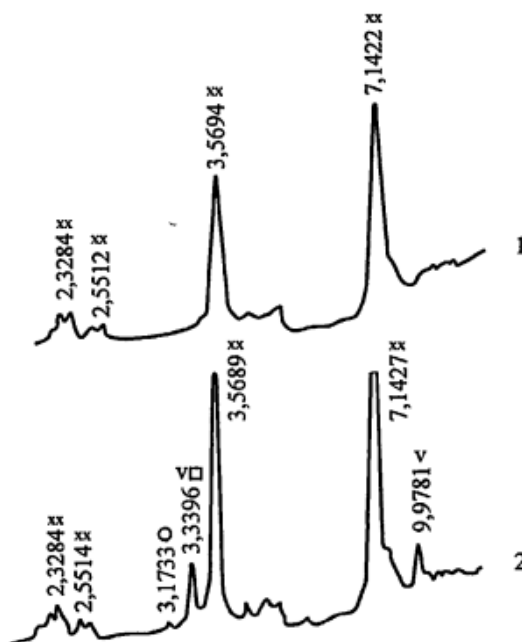


Рис.2. Рентгенограммы глинистой (< 0,001 мм) - 1 и песчаной (> 0,05 мм) - 2 фракций каолина Алексеевского месторождения  
 хх - каолинит; v - гидрослюда; □ - кварц; о - полевоы шпат  
 Межплоскостные расстояния приведены в  $10^{-10}$  м



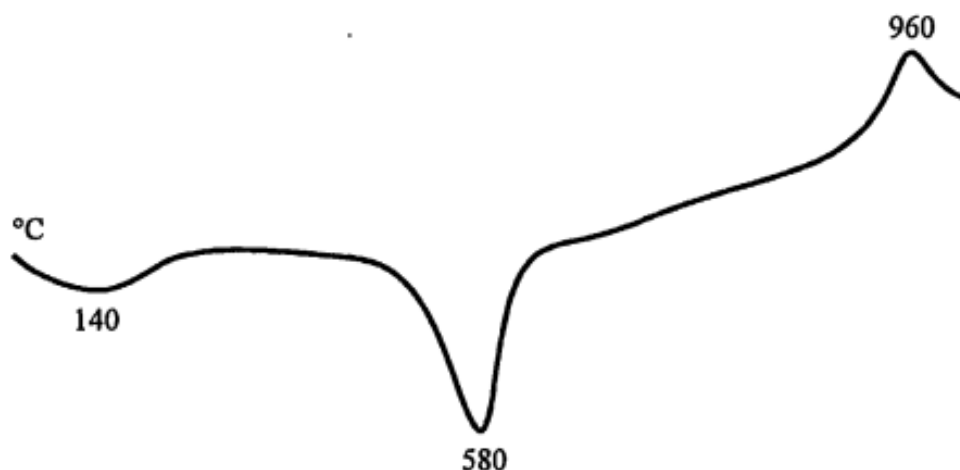


Рис.3. Кривая ДТА глинистой фракции (< 0,001 мм) Алексеевского каолина

Наличие полевых шпатов в каолине объясняет повышенное содержание щелочей в нём - 1,49% .

По содержанию фракции менее 0,001 мм в соответствии с ГОСТ 9169- 75 каолин относится к низкодисперсным. Количество этой фракции находится в пределах 15,4 - 26,8 % .

Анализ составов и свойств каолина показывает на возможность его использования для получения тонкой строительной керамики. Однако с точки зрения технической необходимости и экономической эффективности принято целесообразным использовать каолин в виде добавки только в составах санитарно-строительной керамики, керамогранита.

УДК 687. 157

### **СПЕЦОДЕЖДА В АВТОСЕРВИСЕ**

*Муслимова А.Б., Таразский инновационно-гуманитарный университет, старший преподаватель кафедры «Стандартизация и профессиональное обучение» Пернебаева Р.А., Таразский государственный университет им.*

*М.Х. Дулати, старший преподаватель кафедры «Технология и конструирования швейного изделий и дизайн»*

В настоящее время нет практически ни одной области человеческой деятельности, где бы не использовали одежду специального назначения. Спецодежда - вещь утилитарная. Ей в малой степени присущи капризы моды, поскольку основное ее назначение - обеспечить надежную защиту тела человека от различных производственных факторов при сохранении нормального физиологического и психологического состояния человека.

Проведенный в работе анализ показал, что спецодежда регламентируется техническими условиями и ГОСТ, варианты моделей

спецодежды, обеспечивающей защиту от различных вредных производственных факторов представлены в работах.

В настоящей работе проведен конструктивный анализ спецодежды различного назначения, в том числе и для работников СТОА. Анализ проводился по литературным источникам и по образцам спецодежды.

В результате проведенного исследования были установлены типовые припуски на свободное облегание, особенности конструктивного решения низа куртки, низа рукава, низа брюк, верха брюк.

Кроме того определены типовые места расположения защитных накладок, силуэты изделий спецодежды, виды покроя рукава, виды и места расположения карманов, виды воротников, виды застежек, ассортимент спецодежды, типовые членения деталей спецодежды.

Комплектность костюма (куртка и брюки или комбинезон с пристегивающимся съемным утеплителем) устанавливается в зависимости от климатических условий его эксплуатации: зимой на открытых площадках с утеплителем, летом без него.

Комплект спецодежды со съемным утеплителем и пристегивающимся капюшоном должен обеспечивать надежную защиту от атмосферных осадков и ветра даже при применении хлопчатобумажных тканей средней массы. Воротник в поднятом положении должен застегиваться на хлястик для большей защиты от ветра. Капюшон следует изготавливать по форме головы таким образом, чтобы он не стеснял ее движение и не уменьшал поле зрения. Крепление капюшона должно обеспечивать быстрое и надежное пристегивание и исключать возможность зацепления.

При работах у движущихся механизмов необходимо применять спецодежду, в которой отсутствуют свободно висящие пояса, хлястики, свободно развевающиеся полы или завязки, могущие служить причиной несчастных случаев. На пыльных работах, где пыль нетоксична, не действует раздражающе на кожный покров и легко смывается, целесообразно применять обычный рабочий костюм или легкий полукOMBинезон.

В частности, в костюме для сварщика для работы на подогретых поверхностях для предохранения от попадания вредных веществ в виде искр или брызг расплавленного металла предусматривается усиление герметичности конструкции - потайные застежки, защитные клапаны. Изменяется конструкция рукава в направлении увеличения величины отведения рукава. Эта необходимость вызвана тем, что во время работы сварщик держит руку в согнутом положении, и поэтому, во избежание образования складок на рукаве, способствующих задержанию в них искр и брызг металла, предложен такой вариант конструкции рукава.

Спецодежда для мойщиков выполняется из непромокаемых материалов с герметизацией швов. Для регулирования параметров

микроклимата в конструкции специальной влагозащитной одежды проектируют в основном регулируемые по величине вентиляционные отверстия по бокам куртки. Рукав может иметь внутренний утепленный манжет. Талия и низ куртки регулируются эластичным шнуром. Плечи и наружная часть рукавов выполнены из ткани повышенной прочности. В качестве влагозащитной одежды на наружных работах используются плащи. Кроме того, для защиты используют длинные фартуки из непромокаемых материалов, сапоги и перчатки.

В целях обеспечения защиты от ВПФ в конструкции предусматривают дополнительные детали – накладки, которые располагаются в соответствии с топографией воздействия ВПФ, наиболее часто применяют накладки на коленях, на локтях, на плечевую зону.

Специальная одежда – наиболее сложное и массовое из всех средств индивидуальной защиты. Как правило, спецодежда изготавливается для каждой компании на заказ с учетом специфики вредных и опасных производственных факторов, а также корпоративного стиля предприятия.

Корпоративный стиль — это не просто цветовое решение спецодежды в соответствии с корпоративными цветами компании. Это реализация тех стандартов, которые утверждены в компании: стандарта уровня защиты, стандарта опрятного внешнего вида в любое время года, в любой производственный момент. Сегодня многие компании ставят перед собой весьма непростой вопрос — как организовать уход за спецодеждой? Из каких материалов должна быть изготовлена рабочая одежда, чтобы выдержать, как минимум, еженедельные стирки? К сожалению, в Казахстане только в последнее время задумались над этой проблемой — пока большинство из представленных на рынке тканей, как отечественного, так и зарубежного производства, не умеют достойно выносить многочисленные стирки и химчистки.

Особое внимание в настоящее время уделяется цветовому решению коллекции в целом и каждой производственной группы в отдельности. Цветовая гамма коллекции выбирается в соответствии с фирменным цветом предприятия, должна согласовываться с интерьером помещения и быть психологически целесообразной. В связи с разграничением фирменной одежды по функциям и назначению, цвет одежды для каждой производственной группы может быть различным, но не выбивающимся из общей цветовой гаммы.

Например, если работа связана с производственным загрязнением, цвет одежды выбирается немаркий, не вызывающий раздражения восприятия или переутомления зрения. Одежда рабочих ремонтников должна контрастно выделяться на фоне производственного оборудования, издали привлекать к себе внимание, выполняя сигнальную функцию, что обусловлено требованиями техники безопасности труда. Такую

одежду рекомендуется выполнять двух цветной: основной цвет и дополнительный контрастный, для сигнальных деталей.

Цветовая гамма спецодежды для работников типовой СТОА была выбрана в соответствии с психологическим воздействием цвета.

Специалисты, основываясь на результатах эргономических исследований, в настоящее время в основном рекомендуют три цвета: желтый, зеленый и темно-серый. Конечно, могут применяться и другие цвета производственной группы: темно-синий, темно-зеленый, защитный и черный.

В настоящей работе в качестве цветовой доминанты коллекции рекомендуется светло-синий, васильковый цвет. Этот цвет, как установлено, понижает давление, повышает внимание и помогает сосредоточиться, успокаивает пульс и замедляет дыхание, уменьшает боль, расслабляет мышцы и приостанавливает воспалительные процессы, концентрирует внимание. Данный цвет ассоциируется с морской далью, подчеркивает дистанцию, вносит ощущение равновесия. С точки зрения духовной нематериальности синий цвет производит активное впечатление.

В качестве цвета для отделочных деталей рекомендуется оранжевый. Он является сигнальным акцентом в одежде - возбуждает, усиливает пульсацию крови, способствует привлечению внимания. Это необходимо для костюмов, где сигнальные элементы в производственной одежде являются обязательным условием техники безопасности.

Сочетание оранжевого и светло синего цветов придают претенциозность и резкость.

Третий цвет - зеленый связан с фирменным цветом предприятия и предлагается в основном для ИТР. По психологическим характеристикам является освежающим, сдерживающим и успокаивающим цветом, подчеркивает движение и изменчивость. Зелёный является одним из дополнительных цветов, который получается при смешении двух основных - жёлтого и синего цвета, но при смешении какой-либо из цветов будет обязательно преобладать (в нашем случае преобладает синий цвет, что позволяет создать, гармоничное сочетание со светло синим цветом).

С учетом вышеперечисленных требований и изучения условий труда в настоящей диссертации была создана коллекция спецодежды для работников типовой СТОА, которая организационно относится к предприятиям малого бизнеса. Коллекция разработана на основе конструктивно-дизайнерского модифицирования типовой и стандартной спецодежды различного назначения.

Предложенные проектные решения должны обеспечить постоянство эксплуатационных свойств одежды при выполнении соответствующих видов работ.

На основе проведенных исследований сделан вывод, что для работников СТОА целесообразно разрабатывать спецодежду двух

категорий: спецодежда для защиты от общих производственных загрязнений; - спецодежда для защиты от конкретных факторов. При этом рекомендуется два сезонных комплекта: летний и зимний.

Модельный ряд предлагаемых костюмов отличается разнообразием конструкций курток, брюк и полукомбинезонов, наличием всевозможных карманов, усилительных накладок, а также различными цветовыми комбинациями и отделками.

Важнейшей исходной информацией на этапе проектирования являются данные о характере и топографии воздействия вредных производственных факторов. Эти данные, прежде всего, повлияли на вид спецодежды и ее комплектность. Защита от конкретных факторов обеспечивается использованием всей гаммы необходимой отделки, в том числе: водоотталкивающей, маслостойкой, ветрозащитной, антистатической, огнеупорной, пылезащитной и других. Кроме того, выявленные проблемные зоны в спецодежде защищаются усилительными накладками.

Материалы с покрытием исключают влажно-тепловую обработку, поэтому при моделировании спецодежды предусмотрено создание объемной формы в верхней части изделий конструктивными способами, для этого рекомендуются кокетки и рельефы. Конструкция деталей не должна предусматривать посадку и оттяжку. Для регулирования объема по низу куртки рекомендуется «кулилка».

Так как зоны загрязнения во многих случаях располагаются в области живота и груди, предлагается в комплекте спецодежды полукомбинезон цельновыкроенный по линии талии. На передних половинках брюк полукомбинезона располагаются карманы, в том числе накладной объемный карман с клапаном, застегивающимся на ленту «велкро». Застежка предлагается в двух вариантах: центральная на тесьму-молния и на ленту «велкро»; боковая, на пуговицы (при этом предусматривается гульфик).

Линия талии в полукомбинезонах фиксируется кулиской с эластичной лентой. Длина полукомбинезона до талии регулируется с помощью бретелей на пряжках. На уровне колен настрачиваются наколенники для защиты от истирания. На задних половинках брюк настрачиваются леи. В зимних полукомбинезонах нижняя часть брюк – отрезная с дополнительной внутренней манжетой (низ манжеты с эластичной лентой). Внутренняя манжета может заправляться в сапоги или высокие ботинки, что предотвращает потерю тепла из пододежного пространства.

В летних полукомбинезонах брюки прямые, со свободной нижней частью. Такое конструктивное решение обеспечит вентиляцию пододежного пространства в жаркий период года.

По краю кокеток переда и спинки настрачивается светоотражающая полоса для безопасности работы в помещении при въезде и выезде автомобиля из бокса, и при мойке автомобиля во время туманообразования.

В летний период рабочие обычно носят с полукомбинезоном трикотажные майки. В межсезонье и в зимний период, кроме майки надеваются рубашки из различных материалов, что обеспечивает необходимое утепление.

Для периода межсезонья и зимнего периода предлагаются куртки: безподкладочные и с утепленной подкладкой. Для этого периода рекомендуется низ рукава оформлять манжетой с эластичной лентой, чтобы уменьшить потери тепла.

### **Библиографический список**

1. Рыскулова Б.Р. Разработка методов проектирования специальной одежды для работающих в фосфорном производстве с учетом защитных свойств материалов.- автореф. дис. ... докт. т. наук. - Москва, 99 г.- 48 с.
2. Жилисбаева Р.О. Разработка методов проектирования специальной одежды для работающих на предприятиях химической промышленности.- автореф. дис. ... докт. техн. наук. – Москва, 2007. – 52 с.
3. Чубарова З.С., Эглит Л.А., Отчет по теме № 21.88.94 «Оказание научно-технических услуг в проведении эксплуатационных испытаний на предприятиях Минтранстроя различных видов спецодежды из новых материалов, аналогичной финским образцам». (ОАО «ЦНИИШП»).

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ, ИНФОРМАТИКА И МЕХАТРОНИКА**

### **К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ ПОЛИМЕРНО-КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СЕРИИ ДБМ**

*Поздеев Сергей Александрович учебный мастер I категории кафедры МАЭ  
НТИ (филиал) УрФУ*

*Федореев Сергей Александрович к.т.н. НТИ (филиал) УрФУ, заведующий  
кафедрой «Информационных технологий»*

Тепловому расширению подвержены абсолютное большинство твердых тел. В результате этого явления появляются механические силы,

которые способны вывести из строя электротехнические устройства и нарушить нормальную работу автоматизированных производств. По этой причине знания о процессах и последствиях от теплового расширения крайне важны. Особого внимания заслуживают тела с различными коэффициентами теплового расширения. Так, например, замена металлических крышек, сдерживающих магнитопровод электродвигателей см. Рис.1, который подвержен тепловому расширению [3], может привести к разрушению внешнего корпуса электродвигателя. Данная задача приобретает особое значение в производстве современных коммерческих электродвигателей, т.к. является одним из методов снижения металлоемкости. Для решения данной задачи воспользуемся двумя подходами: расчет по методу объемного теплового расширения и объемное моделирование в пакете Ansys.

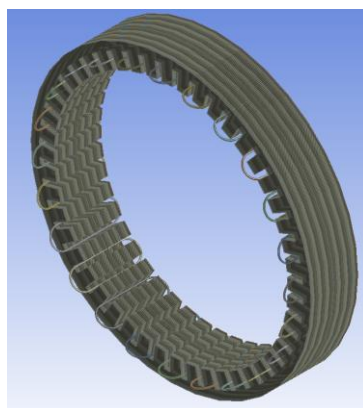


Рис. 1

Основным параметром теплового расчета является определение коэффициента объемного теплового расширения данного тела

$$a = (V_t - V_0) / V_0 (T - T_0) \quad (1)$$

где  $a$  - коэффициента объемного теплового расширения,  $T$  – установившаяся температура,  $T_0$  – начальная температура,  $V$  – объем тела при установившейся температуре  $T$ ,  $V_0$  – начальный объем тела. Задача определения коэффициента при работе с известными материалами сводится к поиску соответствующего значения в таблице, а при работе с неизвестными материалами определяется в результате опытов. Подробное описание выполнения расчета дано в [1, 2]. В результате расчёта было определено значение коэффициента объемного теплового расширения  $a = 0.032$ .

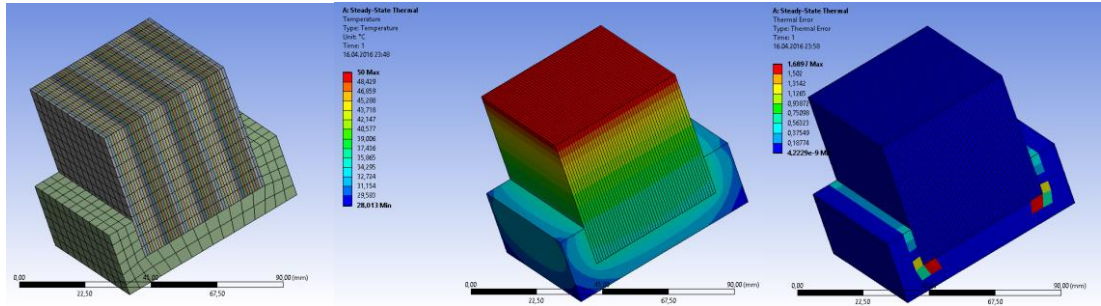


Рис. 2

Рис.3

Рис.4

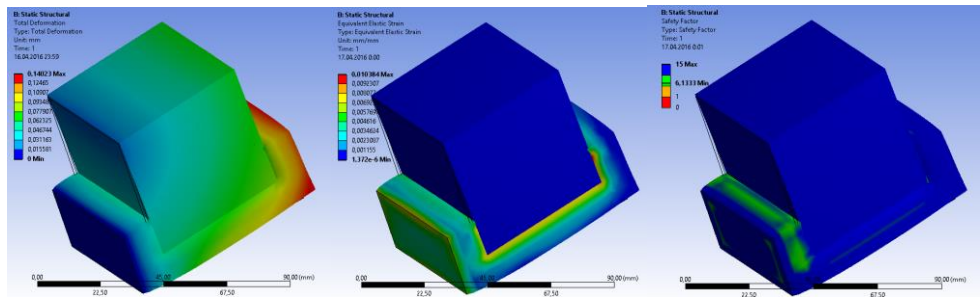


Рис.5

Рис.6

Рис.7

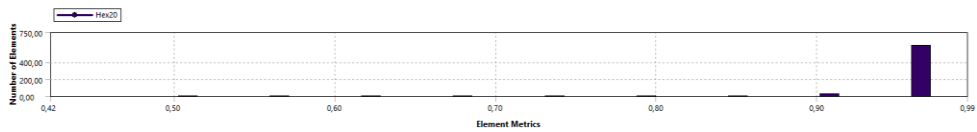


Рис.8

Моделирование в пакете Ansys начинается с построения сетки Рис.2. Проверка граничных условий и качества структуры сетки Рис.8, показывают высокое качество разбиения на конечные элементы. Для задания граничных условий был использован источник тепла, который нагревает поверхность магнитопровода до 50 градусов Цельсия Рис.3. На Рис.4 показаны области с максимальной погрешностью расчета нагрева. Максимальная деформация в результате нагрева Рис.5, Рис.6 – предельная деформация материала, Рис. 7 - области с максимальной погрешностью деформаций. По результатам моделирования было определено значение коэффициента объемного теплового расширения  $\alpha = 0.029$ . Общее отклонение двух методов  $\alpha_{отн} = 0,093$ , что позволяет считать расчет и моделирование достоверными.

По итогам моделирования и практического расчета установлено, что при взаимодействии внешнего корпуса и магнитопровода, имеющие различные коэффициенты теплового расширения, в результате нагрева



статора не приведет к необратимой деформации корпуса или его разрушению.

### Библиографический список

1. Ануриев, В.И., Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.1./ 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978 – 728 с., ил.
2. Беляев, В.Н. Краткий справочник машиностроителя / В.Н. Беляев, Л.С. Борович, В.В. Досчатов и др. – М.: Машиностроение, 1966. – 775 с., ил.
3. Вольдек А.И. Электрические машины (3-е изд. перераб.). – Л., 1974 – 832с., ил.

## РАСЧЕТ ДВИЖЕНИЯ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ МЕТОДАМИ ОПЕРАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ

*Долгополов Илья Тамазиевич*

*студент Нижнетагильского технологического института*

*(филиала) УрФУ, г. Нижний Тагил*

*Демина Елена Леонидовна*

*научный руководитель, доцент Нижнетагильского*

*технологического института (филиала) УрФУ, г. Нижний Тагил*

Рассматривается движение частицы заряда  $e$  и массой  $m$ , влетающей из начала координат со скоростью  $V = (u; v; w)$  в электрическое поле  $E$ , параллельное оси  $Ox$ , и в магнитное поле  $H$ , параллельное оси  $Oz$ , с целью получения уравнения ее движения.

Уравнение движения заряда в векторном виде имеет вид:

$$m\vec{a} = \frac{e}{c} \vec{V} \times \vec{H} + e\vec{E}.$$

Проектируя на оси координат, получим систему трех дифференциальных уравнений, описывающую движение заряженной частицы:

$$\begin{cases} mx'' = eE + \frac{eH}{c} y', \\ my'' = -\frac{eH}{c} x', \\ mz'' = 0 \end{cases}$$

при начальных условиях  $\begin{cases} x(0) = y(0) = z(0) = 0, \\ x'(0) = u, y'(0) = v, z'(0) = w. \end{cases}$

Перейдем к изображениям:

$$\begin{aligned} x(t) &\stackrel{\bullet}{\longleftarrow} X(p), & x'(t) &\stackrel{\bullet}{\longleftarrow} pX(p), & x''(t) &\stackrel{\bullet}{\longleftarrow} p^2 X(p) - u; \\ y(t) &\stackrel{\bullet}{\longleftarrow} Y(p), & y'(t) &\stackrel{\bullet}{\longleftarrow} pY(p), & y''(t) &\stackrel{\bullet}{\longleftarrow} p^2 Y(p) - v; \\ z(t) &\stackrel{\bullet}{\longleftarrow} Z(p), & z'(t) &\stackrel{\bullet}{\longleftarrow} pZ(p), & z''(t) &\stackrel{\bullet}{\longleftarrow} p^2 Z(p) - w; \\ eE &\stackrel{\bullet}{\longleftarrow} \frac{eE}{p}. \end{aligned}$$

Применим преобразование Лапласа [1-3] к каждому из уравнений системы:

$$\begin{cases} m(p^2 X(p) - u) = \frac{eE}{p} + \frac{eH}{c} pY(p), \\ m(p^2 Y(p) - v) = -\frac{eH}{c} pX(p), \\ m(p^2 Z(p) - w) = 0. \end{cases}$$

Из третьего операторного уравнения системы находим  $Z(p)$ :

$$Z(p) = \frac{w}{p},$$

следовательно, оригинал имеет вид  $z = wt$ .

Для нахождения изображений неизвестных функций  $X(p)$  и  $Y(p)$  решим систему следующих операторных уравнений:

$$\begin{cases} mp^2 X(p) - \frac{eH}{c} pY(p) = mu + \frac{eE}{p}, \\ \frac{eH}{c} pX(p) + mp^2 Y(p) = mv. \end{cases}$$

Решим полученную систему по правилу Крамера:

$$\begin{aligned} \Delta(p) &= \begin{vmatrix} mp^2 & -\frac{eHp}{c} \\ \frac{eHp}{c} & mp^2 \end{vmatrix} = p^2 \left( m^2 p^2 + \left( \frac{eH}{c} \right)^2 \right); \\ \Delta_1(p) &= \begin{vmatrix} mu + \frac{eE}{p} & -\frac{eHp}{c} \\ mv & mp^2 \end{vmatrix} = m^2 up^2 + meEp + \frac{eHp}{c} mv; \\ \Delta_2(p) &= \begin{vmatrix} mp^2 & mu + \frac{eE}{p} \\ \frac{eHp}{c} & mv \end{vmatrix} = m^2 vp^2 - \frac{mueH}{c} p - \frac{e^2 HE}{c}. \end{aligned}$$

Тогда изображения неизвестных функций соответственно равны:

$$X(p) = \frac{m^2 up^2 + mpeE + \frac{eHp}{c}mv}{p^2 \left( m^2 p^2 + \left( \frac{eH}{c} \right)^2 \right)}; Y(p) = \frac{m^2 vp^2 - \frac{mueH}{c}p - \frac{e^2 HE}{c}}{p^2 \left( m^2 p^2 + \left( \frac{eH}{c} \right)^2 \right)}.$$

Введем обозначение  $b = \frac{eH}{mc}$ , тогда

$$X(p) = \frac{up^2 + p \left( \frac{Ebc}{H} + bv \right)}{p^2 (p^2 + b^2)} = \frac{u}{p^2 + b^2} + \frac{Ec + Hv}{bH} \cdot \frac{1}{p} - \frac{Ec + Hv}{bH} \cdot \frac{1}{p^2 + b^2};$$

$$Y(p) = \frac{vp^2 - ubp - b^2 \frac{Ec}{H}}{p^2 (p^2 + b^2)} = \frac{V}{p^2 + b^2} - \frac{u}{b} \cdot \frac{1}{p} - \frac{Ec}{H} \cdot \frac{1}{p^2} + \frac{\frac{u}{b}p + \frac{Ec}{H}}{p^2 + b^2}.$$

Теперь найдем искомые уравнения движения частицы:

$$\begin{cases} x(t) = \frac{u}{b} \sin bt + \frac{Ec + Hv}{Hb} (1 - \cos bt), \\ y(t) = -\frac{Hv + Ec}{Hb} \sin bt - \frac{u}{b} (1 - \cos bt) - \frac{Ec}{H} t, \\ z(t) = wt. \end{cases}$$

Предположим, что частица движется только в магнитном поле и в начальный момент имела только одну составляющую скорости  $V = (u; 0; 0)$ .

$$\text{Тогда уравнения движения имеют вид } \begin{cases} x(t) = \frac{u}{b} \sin bt, \\ y(t) = \frac{u}{b} (\cos bt - 1), \text{ и мы} \\ z(t) = 0. \end{cases}$$

получаем хорошо известное свойство заряженной частицы в магнитном поле - двигаться по окружности в плоскости  $Oxy$ .

Предположим, что частица движется только в электрическом поле и в начальный момент имела только одну составляющую скорости  $V = (u; 0; 0)$ .

Тогда уравнения движения имеет вид:

$$\begin{cases} x(t) = \frac{eE}{2}t^2 + umt, \\ y(t) = 0, \\ z(t) = 0 \end{cases}$$

и мы получаем движение частицы по параболе.

### **Библиографический список**

1. Пантелеев, А. В. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах : учеб. пособие / А. В. Пантелеев, А. С. Якимова. – М. : Высш. шк., 2001.
2. Волков, И. К. Интегральные преобразования и операционное исчисление : учеб. для вузов / И. К. Волков, А. Н. Канатников. – 2-е изд. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – (Сер. Математика и техническом университете; Вып. XI).
3. Демин, С. Е. Операционное исчисление: учеб. пособие / С. Е. Демин, Е. Л. Демина. – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2012.

УДК 664.782

### **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ШЕЛУШЕНИЯ ЗЕРНА РИСА.**

*Танатарова С. студентка кафедры «Стандартизация, ресторанное дело и гостиничный бизнес», А. Усенова магистрант, Г. П. Жапсарбеков к.т.н., доцент, ТарГУ им. М.Х.Дулати г.Тараз, Республика Казахстан*

Технологический процесс производства крупы на данный момент для мини оборудования не достаточно изучены и отсутствуют рекомендации по ведению новых рациональных технологических процессов [1].

Анализ современного состояния обработки поверхности риса, т.е. его шелушения показывает, что существующие способы не позволяют наиболее полно использовать технологические ресурсы зерна. Поэтому необходимы постоянные поиски новых эффективных методов, способов шелушения, позволяющих повысить коэффициент использования зерна и уменьшить потери эндоспермы.

На технологическую эффективность шелушения зерна риса новым способом в щеточной шелушильной машине влияют факторы такие как зазор между абразивным цилиндром (или полуцилиндром) и щеткой; угол

наклона рабочего органа машины в продольном направлении; частота вращения щетки рабочего органа машины и толщина поступающего слоя зерна в машину.

Для изучения факторов, влияющих на технологическую эффективность шелушения зерна риса по предлагаемому способу шелушения были проведены опыты на экспериментальной щеточной шелушильной машине состоящей из корпуса, загрузочного, разгрузочного патрубков и рабочих органов, выполненных в виде цилиндра из металлических щёток и абразивных полуцилиндров.

Существуют несколько методов математического планирования эксперимента, среди которых наиболее удобным для описания технологических моделей шелушения риса зерна с достаточной точностью, является рототабельное планирование второго порядка [2].

В качестве входных параметров (факторов), при шелушения зерна риса, приняты число оборотов рабочего органа машины  $n$ , ( $x_1$ ) от 482 до 818 об / мин; угол наклона рабочего органа машины в продольном направлении  $\alpha$ , ( $x_2$ ) от  $3^\circ$  до  $9^\circ$  градусов и толщина слоя подачи зерна в приемном патрубке  $H$ , ( $x_3$ ) от 6,6 до 23,4 мм. Обработку результатов эксперимента и исследования функции отклика проводили согласно плану планирования, когда число факторов  $K=3$  и число опытов, при этом, равно 20.

Интервалы и уровни варьирования входных факторов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Интервалы и уровни варьирования входных факторов

Факторы		Уровни варьирования					Интервал варьиров.
Натуральные	кодир.	-1,682	-1	0	+1	+1,682	$\mathcal{E}$
Число оборотов рабочего органа машины $n_{р.о.}$ , об/мин	$X_1$	482	550	650	750	818	100
Угол наклона рабочего органа машины $\alpha_m$ , град	$X_2$	3	4	6	8	9	2
Толщина слоя подачи зерна в приёмном патрубке $h_{сл}$ , мм	$X_3$	6,6	10	15	20	23,4	5

В ходе проведения экспериментов эффективность шелушения  $E(\%)$  определялась методом ручной разборки навески, выделенной из образцов проб. Обработку опытных данных проводили на ЭВМ методом

математического планирования. С целью получения адекватной математической модели

$E = f(n_{p.o.}, \alpha_m, h_{сл.})$  использовали известное уравнение второго рода вида.

В результате обработки экспериментальных данных была получена математическая модель технологической эффективности шелушения в щёточном шелушителе в процентах:

при кодированных значениях:

$$Y = 78,399 + 15,641x_1 - 2,646x_2 - 4,122x_3 + 0,0012x_3x_2 - 0,0037x_1x_3 + 0,0212x_2x_3 - 5,447x_1^2 - 1,531x_2^2 - 0,877x_3^2 \quad (1)$$

при натуральных значениях:

$$E = -254,68 + 0,864n + 3,236\alpha + 0,222H + 0,0000062H\alpha - 0,0000074nH + 0,00212\alpha H - 0,000544n^2 - 0,382\alpha^2 - 0,035H^2 \quad (2)$$

В таблице 2 представлены значения доверительных интервалов. Получено расчетное значение критерия Фишера  $F_{расч.} = 2,97$ ; число степеней свободы для большей 5 и меньшей 11 дисперсии. Зная значения дисперсии, находим табличное значение критерия Фишера для доверительной вероятности 0,95 %  $F_{табл.} = 3,20$ .

Таблица 2

Значения доверительных интервалов.

Выходные Параметры	Доверительный интервал			
	$\Delta e_0$	$\Delta e_i$	$\Delta e_{ii}$	$\Delta e_{ij}$
У	$\pm 0,130$	$\pm 0,0669$	$\pm 0,0603$	$\pm 0,0816$

Таким, образом учитывая, что  $F_{расч.} < F_{табл.}$  модель технологической эффективности шелушения зерна риса можно считать адекватной с 95% доверительной вероятностью. А результаты проведенных экспериментов позволяют выбрать оптимальные значения факторов для повышения технологической эффективности шелушения зерна риса и могут быть рекомендованы: угол наклона щётки и абразивных полуцилиндров машины в продольном направлении  $\alpha = 3...4^\circ$ , при частоты вращения рабочего органа щеточного ротора в пределах  $n = 700...800$  об/мин и толщине подаваемого слоя зерна в приёмный

патрубок машины равна  $h = 8...10$  мм. Эффективность шелушения и производительность машины при этом  $E = 93...91$  % и  $Q = 260...700$  кг/ч.

Результаты экспериментов показывают, что конструкция шелушильной машины со щёточным рабочим органом позволяет существенно повысить технологическую эффективность шелушения зерна риса.

### **Библиографический список**

1. Оборудование для производства муки и крупы: Справочник. – М: Агропромиздат, 1990-351 с
2. Тихомиров Планирование экспериментов М:, 1994-351 с

### **НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ЛЕСНЫМИ ПОЖАРИЩАМИ ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ**

*Ганжа В.В., Мырзина М.А. ИРИТ-РТФ УрФУ, студенты кафедры  
«Теоретических основ радиотехники»  
Зраенко С.М., доцент ИРИТ-РТФ УрФУ*

Данные дистанционного зондирования Земли с космических аппаратов в настоящее время широко применяются для решения разнообразных народнохозяйственных задач. Так, для мониторинга пожарной обстановки используются данные спектрорадиометра MODIS [1] имеющего большое количество инфракрасных спектральных каналов. Однако, анализ последствий пожаров прошлых сезонов с использованием данных MODIS затруднителен вследствие низкого пространственного разрешения данного сенсора (250, 500 и 1000 метров в пикселе для разных каналов). Для решения данной задачи требуются данные более высокого разрешения, например, снимки спутника Landsat [2].

Мониторинг последствий лесных пожаров проведен нами для территории заповедника «Денежкин камень», где пожар произошел летом 2010 года.

Динамика восстановления пострадавшей природной территории была проанализирована по снимкам 2009-2015 годов. Так на рисунке 1 представлен фрагмент снимка 2009 года территории заповедника до пожара, а на рисунках 2 и 3 – после с интервалом в два года.

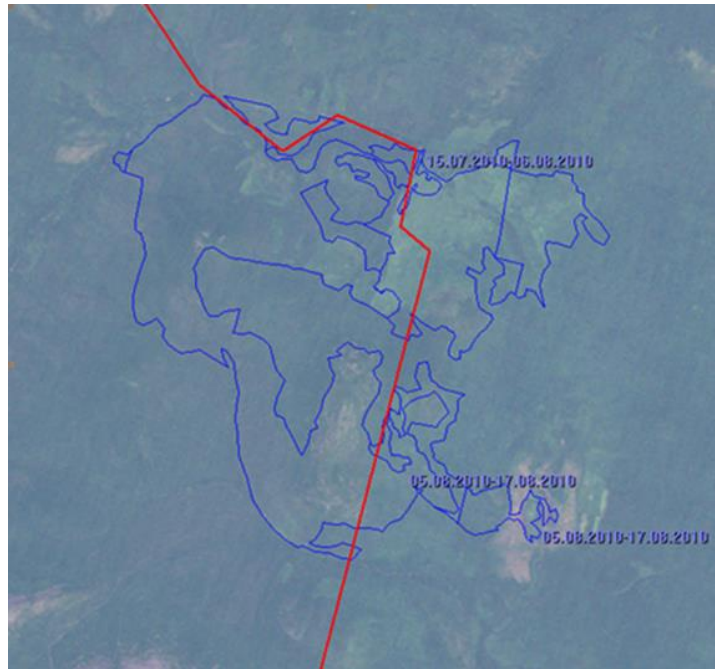


Рис. 1. Фрагмент снимка Landsat 17.07.2009 г.  
заповедника «Денежкин камень»

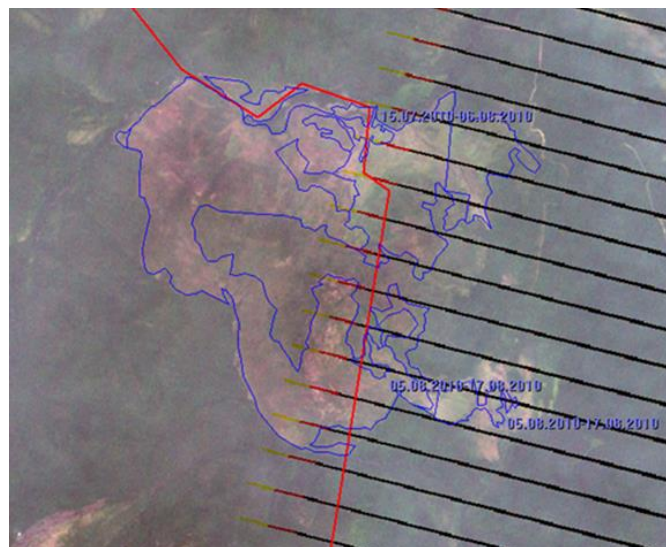


Рис. 2. Фрагмент снимка Landsat 02.07.2012 г.  
заповедника «Денежкин камень»



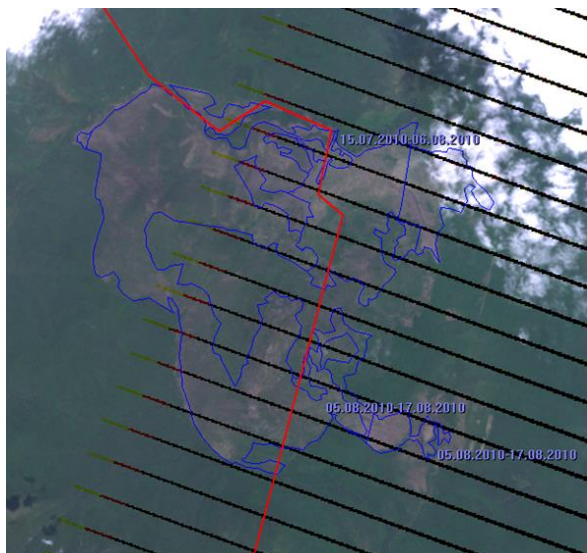


Рис. 3. Фрагмент снимка Landsat 05.06.2014 г.  
заповедника «Денежкин камень»

Анализируя представленные снимки можно отметить заметные изменения по восстановлению растительности. Для количественной оценки данных изменений был рассчитан нормализованный вегетационный индекс  $NDVI$ , который широко используется для анализа состояния растительного покрова [3]:

$$NDVI = (A_{NIR} - A_{RED}) / (A_{NIR} + A_{RED}).$$

В данном выражении, вычисляемом для каждого пикселя изображения  $A_{NIR}$  – его яркость в ближней инфракрасной, а  $A_{RED}$  – в красной областях спектра принимаемого сенсором спутника отраженного сигнала. Пример расчета данного индекса для снимка 2012 года приведен на рисунке 4, а его средние значения для области пожара – в таблице 1.

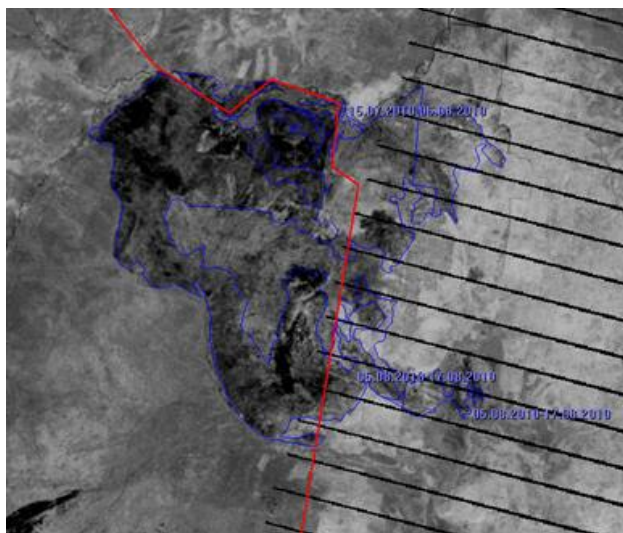


Рис. 4. Расчет вегетационного индекса  $NDVI$   
для снимка Landsat 02.07.2012 г.

## Результаты исследования

Дата съёмки	Среднее значение <i>NDVI</i>
17.07.2009	0.6035
29.07.2010	0.2345
02.07.2012	0.2764
05.06.2014	0.2588
25.07.2015	0.3203

Из анализа полученных результатов следует, что по количественным значениям индекса *NDVI* можно проследить за положительной динамикой восстановления природной среды после лесного пожара. Тем не менее, погрешности, вносимые погодными условиями, требуют проведения радиометрической калибровки снимков, о чем свидетельствует, например значение индекса, рассчитанное в 2012 году.

**Библиографический список**

1. Сайт NASA. MODIS Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer. – Режим доступа: <http://modis.gsfc.nasa.gov/> .
2. Сайт USGS. Landsat Missions. – Режим доступа: <http://landsat.usgs.gov/> .
3. Книжников Ю.Ф. Аэрокосмические методы географических исследований. Учебник для студентов высших учебных заведений. – М.: Издательский Центр «Академия», 2004.

**ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА ПРИ  
МОДЕЛИРОВАНИИ ОПАСНЫХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ НА  
ПРОИЗВОДСТВЕ**

*Калязин М.К., КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, студент кафедры  
«Промышленная и экологическая безопасность»*

На опасных производствах для количественного определения риска возникновения аварии или других нежелательных явлений всё большее распространение получают методы анализа риска, основанные на построении графической математической модели аварии: деревья отказов, событий и решений, а так же их одновременное использование – причинно-следственная диаграмма. В работе рассматриваются проблемы, связанные с определением вероятностей ошибок персонала, при математическом моделировании посредством причинно-следственной диаграммы.

Диаграмма причин и следствий позволяет установить связь всех событий приведших к авариям. При построении диаграммы определяется связь причин и событий четырёх основных факторов: человек, машина (оборудование), материал и метод работ. Анализ состоит из двух этапов: качественного – определения связей причин и событий (построения графической модели), количественного – вычисление вероятностей анализируемых событий, способных привести к аварии расстановка их на диаграмме. Совершенствование данного метода анализа позволит глубже понять причины дефектов и на основании этого повысить эффективность управления качеством на предприятии.

### *Проблемы оценки вероятности ошибки персонала*

При наличии достаточных у аналитика знаний о технологии и процессе производства той или иной продукции, этап выявления связей между человеком, машиной, материалом и методом работ не вызывает трудностей, и глубина проведенного анализа напрямую зависит от опыта эксперта. Однако здесь и скрыта главная проблема данного метода: выявление связи четырёх основных факторов не является достаточным для установления коренных причин аварий, вызванных, на первый взгляд, ошибкой работника, следовательно, и разработанные барьеры, направленные на устранение коренных причин, будут неэффективны. Это происходит потому, что «ошибки человека не случайны, они связаны с особенностями выполняемой задачи, условиями выполнения, с используемыми инструментами, с факторами, которые способствуют ошибкам [1]».

Исходя из проблемы, определяется первая цель исследования: доработка существующего метода построения причинно-следственной диаграммы в тех вопросах, которые касаются установления причин ошибок персонала, путём добавления пятого основного фактора – «способствующего ошибке фактора».

Второй проблемой метода анализа риска при помощи построения графической модели является количественная оценка вклада человеческого фактора (ошибки персонала) в общую цепочку событий. Действительно, определить вероятность отказа оборудования куда проще, чем определить вероятность, с которой тот или иной работник может совершить различного рода ошибки. Это явление обуславливается индивидуальными психофизиологическими и эмоциональными характеристиками работников, а так же наличием большого числа скрытых способствующих ошибке факторов. Если в различных статистических справочниках и определены средние значения вероятностей совершения человеком того или иного ошибочного действия [2], [3], то такие значения принимаются для идеальных условий, в которых на работника не влияют факторы, способные увеличивать частоту ошибок. Поэтому вторая цель

исследования определена как разработка и внедрение методов определения вероятностей ошибок персонала, с учётом влияния на работников способствующих факторов (СФ).

### Пример решения проблем оценки вероятности ошибки

Для наглядности приведем пример моделирования любой случайной ошибки персонала, приведшей к аварии, разделим работу на 2 этапа:

1. На этапе качественного анализа необходимо тщательно анализировать способствующие факторы (СФ), углубляясь в их понимание и всё больше удлиняя и разветвляя древовидную структуру. Однако следует помнить, что каждое способствующее ошибке явление, которое считается причиной, на следующем шаге удлинения древовидной структуры станет событием, для другой причины. Но, поскольку, важен результат проводимой работы, а не сам процесс анализа, на каком-то этапе нужно закрепить начальные исходные причины и конечные события, чтобы древовидная структура обрела законченный вид и появилась возможность приступить к разработке барьеров.

Предлагается создание графической модели, оформленной в виде древовидной структуры и отражающей общий принцип анализа с учётом СФ (Рис. 1). Пояснение к рисунку:

Приведена общая схема этапа качественного анализа аварии на с помощью графической модели. Жирным шрифтом рамки выделены начальные и конечные звенья древовидной структуры. Из рисунка видно, что ошибке персонала способствует N факторов, а ошибка персонала в сочетании с некачественным материалом, недостатками метода работ и неисправностью оборудования приводит к аварии.

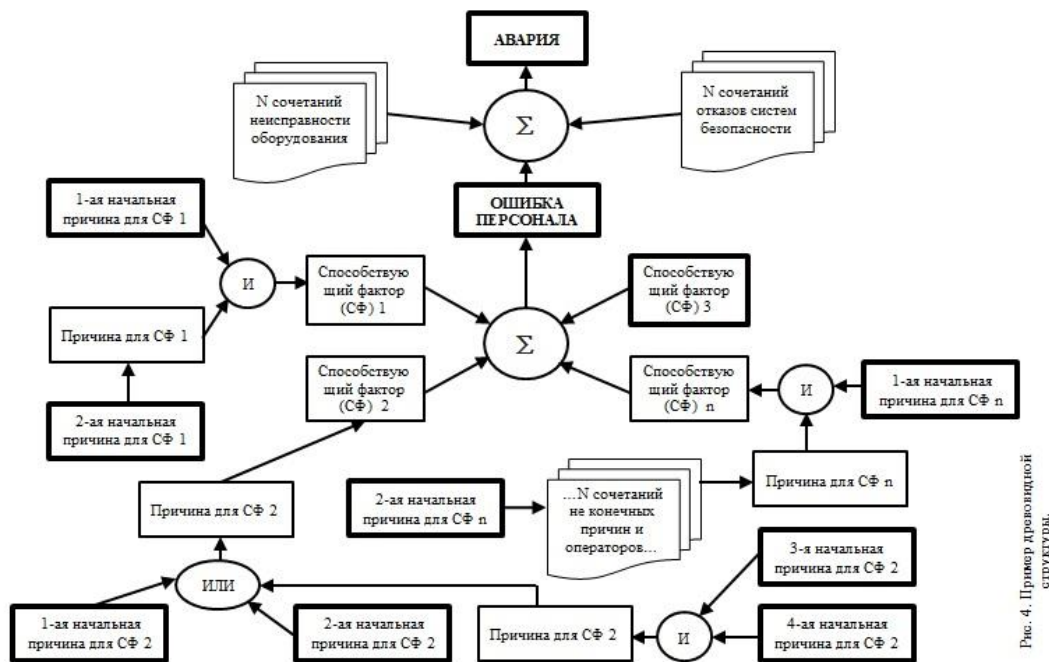


Рис. 4. Пример древовидной структуры.

Рис. 1. «Общий принцип анализа причин дефектов с учётом СФ»

2. На этапе количественного анализа необходимо расставить на всех звеньях структуры, кроме звеньев способствующих факторов, соответствующие вероятности, а над СФ предлагается поставить не вероятность их возникновения, а степень их влияния на вероятность следующего события – ошибки персонала. Ведь, если в ходе анализа мы говорим о воздействии СФ, то их вероятность можно принять за единицу. Для того чтобы количественно оценить степень влияния СФ, на ошибку персонала, из-за которой в сочетании с другими негативными явлениями возникают дефекты продукции, предлагается проведение работникам тестов, в которых они должны выполнять похожую, одинаковую по сложности работу в разных условиях (при воздействии разных СФ).

Тогда степень влияния СФ –  $K_{\phi N}$  на ошибку персонала предложено определять по формуле:

$$(1) \quad K_{\phi N} = \frac{P_{\phi N}}{P_1}, \text{ где:}$$

$N$  – номер способствующего фактора, в зависимости от номера теста (1-ый способствующий фактор при первом тесте – нормальные условия);

$P_{\phi N}$  – вероятность совершения ошибки, под воздействием тестируемого  $N$ -ого СФ;

$P_1$  – вероятность совершения условной ошибки при нормальных условиях (1-ый тест).

Вероятности совершения ошибок в нормальных условиях и при воздействии  $N$ -ого СФ предложено определять по формуле:

$$(2) \quad P_1; P_{\phi N} = \frac{F_N}{Z_N}, \text{ где:}$$

$F_N$  – среднее количество ошибок, допущенных работниками в  $N$ -ом тесте за контрольное время;

$Z_N$  – среднее количество общей выполненной в тесте работы (с ошибками и без)  $N$ -ом тесте за контрольное время.

В случае воздействия нескольких СФ одновременно, вводится понятие совместного влияния СФ на совершение ошибки  $N$  ( $K_{\Sigma \phi N}$ ):

$$(3) \quad K_{\Sigma \phi N} = \prod_{i=1}^n K_{\phi Ni}, \text{ где:}$$

$n$  – количество способствующих факторов для ошибки  $N$ , действующих одновременно.

$K_{\phi Ni}$  – степень влияния  $i$ -ого способствующего фактора на вероятность совершения ошибки  $N$ .

Определив степень влияния СФ или степень совместного влияния СФ можно найти реальную вероятность совершения ошибки  $P_{СФ}$  (с учётом СФ):

$$(4) \quad P_{СФ} = K_{\Sigma \phi N} * P_0, \text{ где:}$$

$P_0$  – вероятность совершения анализируемой ошибки при нормальных условиях (берется из справочных материалов, определяется из статистики).

В ходе работы были проведены пробные тесты, позволяющие количественно оценить, во сколько раз увеличивается вероятность совершения ошибки студентами, под воздействием таких СФ как: «торопливость во время выполнения работы» (СФ 1); «воздействие отвлекающих от работы обстоятельств» (СФ 2); «условия резкого изменения специфики выполняемой работы» (СФ 3). В тестирование принимали участие 48 студентов кафедры «Промышленная и экологическая безопасность» КНИТУ-КАИ. Заключалось тестирование в работе с корректурной таблицей Анфимова: испытуемым была поставлена задача: находить и вычеркивать среди других букв буквы «И» и «К». По итогам проверки результатов коэффициенты влияния способствующих факторов составили:

$$K_{\phi 1} = \frac{P_{\phi 2}}{P_1} = \frac{0,046}{0,032} = 1,4375; K_{\phi 2} = \frac{P_{\phi 3}}{P_1} = \frac{0,042}{0,032} = 1,3125;$$
$$K_{\phi 3} = \frac{P_{\phi 4}}{P_1} = \frac{0,054}{0,032} = 1,6875.$$

**Выводы:**

- доказана необходимость выделения способствующих факторов в самостоятельное значимое событие, при проведении причинно-следственного-анализа;
- доработан существующий метод анализа риска с помощью построения математической графической модели аварии в тех вопросах, которые касаются установления причин ошибок персонала;
- Предложен метод определения количественного значения влияния способствующих факторов на ошибку персонала, путём проведения тестов.
- Предложенный метод опробован на практике, определены и приведены количественные значения влияния некоторых способствующих факторов.

### **Библиографический список**

1. Машин В.А. Культура безопасности: Принципы анализа событий на АЭС // Электрические станции, 2015. № 9
2. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений /, – М.: Издательский центр «Академия», 2003.
3. Бандурин И. И., К. А. Баллас. Оценка влияния человеческого фактора на надежность автоматизированной системы диспетчерского управления электроснабжением городов и районов //

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СТУДЕНТАМИ ТВОРЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

*Кудабаева А.К., Таразский государственный университет им. М.Х.  
Дулати, доцент кафедры «Технологии и конструирования изделий легкой  
промышленности и дизайна», Абдуллаева И.М., магистрант*

Как известно, конкурентоспособность предприятия в современных экономических условиях во многом определяется двумя факторами: оригинальность художественно-конструкторского решения продукции и своевременность ее поступления на рынок.

Формирование специалиста, способного решать перечисленные задачи - цель учебного процесса в ходе преподавания художественно-конструкторских дисциплин на кафедре «Технологии и конструирования изделий легкой промышленности и дизайна». Реализация этой цели возможна только при активном освоении методологии творческой деятельности, что позволит эффективно бороться с социально-психологической инерцией личности, формировать открытое, гибкое и творческое мышление.

Художественно-конструкторские дисциплины, направленные на формирование специалистов для легкой промышленности, определяют развитие активной творческой деятельности студентов.

Стремление повысить эффективность творческого труда породило ряд приемов, методов и методик, позволяющих рационально организовать поиск новых решений, активизировать мышление, развить и реализовать в творческие способности человека.

С целью развития творческого потенциала человека в процессе его образования целесообразно применение наиболее развитых и совершенных методов и средств современных информационных технологий создающие реальные возможности для их использования в системе образования. Именно с новыми информационными технологиями (НИТ) сегодня связаны возможности получения нового знания посредством более эффективной организации познавательной деятельности обучаемых в ходе учебного процесса на основе такого важнейшего дидактического свойства компьютера, как индивидуализация учебного процесса.

Новые информационные технологии открывают студентам художественных специальностей доступ к нетрадиционным источникам

информации, повышают эффективность самостоятельной работы, дают совершенно новые возможности для творчества, обретения и закрепления профессиональных различных навыков. Они позволяют реализовать принципиально новые формы и методы обучения с применением средств концептуального и математического моделирования явлений и процессов с визуально-графическим их отображением [1].

Учебное моделирование способствует наглядному представлению изучаемого объекта и повышению интереса у студента к этой форме обучения, а изучения процессов в динамике - более глубокому усвоению учебного материала.

Поскольку само моделирование становится учебной целью для ряда дисциплин творческих специальностей, разрабатываются инструментальные программные средства, позволяющие преподавателям и студентам разрабатывать и модифицировать учебные модели в интерактивном режиме без необходимости программирования.

Так, для студентов, обучающихся на художественных специальностях по дисциплинам «САПР одежды», «Компьютерное моделирование объектов дизайна» и «Графический дизайн», в виде деловой игры разработана лабораторная работа с использованием стандартной программной системой Excel для среды Windows фирмы Microsoft Corporation, позволяющая осуществлять маркетинговую деятельность швейного предприятия на более высоком уровне [2].

В условиях активно развивающейся рыночной экономики маркетинговые исследования являются необходимым звеном стадии проектирования одежды. Только постоянное изучение спроса потребителей позволяет своевременно реагировать на изменения конъюнктуры рынка и обеспечивать актуальное предложение соответствующей продукции.

Так, деятельность швейного предприятия целесообразно начинать с маркетингового исследования, изучения спроса и анализа аналогов, что способствует в свою очередь оптимальному формированию ассортиментной политики современного предприятия.

Разработанная деловая игра позволяет моделировать производственную ситуацию. При этом студенту предоставляется возможность решать следующие задачи:

- изучить методику анализа конкурентоспособности товара;
- составить перечень показателей оценки конкурентоспособности товара и определить их коэффициенты весомости;
- определить параметрический и сводный индексы конкурентоспособности исследуемого товара;
- провести ранжирование исследуемых товаров по индексу показателей качества для выявления степени конкурентоспособности;



-создать графические представления данных с помощью диаграмм различного вида;

-разработать рекомендации по повышению конкурентоспособности товара.

Оценка конкурентоспособности производится экспертным способом с применением органолептических методов. Под методом экспертных оценок понимают решение задачи, аргументацию, подход, формирование количественных оценок результатов и их обработку компетентными специалистами, экспертами. В качестве экспертов привлекаются специалисты отрасли с достаточно высокой профессиональной квалификацией.

Таким образом, обработка количественных оценок группы экспертов позволяет получить более достоверные данные и новую информацию, позволяющие построить эффективное моделирование процесса формирования конкурентоспособности товара.

В деловой игре обеспечена наглядность, доступность и последовательность изучаемого процесса, что способствует формированию наглядно-образных знаний по данным предметам, а также повышение интереса у студентов к ним.

Данная методика апробирована студентами 5 курса художественно-конструкторских специальностей кафедры «Технология и конструирование изделий легкой промышленности и дизайна».

В ходе целенаправленной проработки интерактивных методов обучения в учебном процессе, каждый студент имеет возможность выработать, прежде всего, свои личные приемы, навыки и стереотипы решения творческих задач и инженерного анализа. В результате происходит формирование специалиста инженерного уровня как творческой личности.

Результат подготовки студентов на основе применения методов активизации творческого мышления и интерактивных методов обучения позволяют им достаточно успешно проявить свои способности для принятия решений в нестандартных ситуациях. Как следствие, повышается востребованность выпускников как творческих личностей на рынке труда и облегчается их адаптация на производстве.

#### **Библиографический список:**

1. Жахова О.Н. Дизайн-метод формирования ассортимента одежды в швейной промышленности. - М.: Легкая индустрия, 2002. - 55с.

2. Кудабаяева А.К., Герасимович Т.П. Методические указания для выполнения лабораторных работ с использованием программной системы Excel по дисциплинам «Проектирование мужской одежды»/ «Проектирование женской одежды». – Т.: Тараз университеті, 2004. - 32с.

## **ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

*Кудабаева А.К., Таразский государственный университет им. М.Х.  
Дулати, доцент кафедры «Технология и конструирование изделий легкой  
промышленности и дизайна», Абдуллаева И.М., магистрант*

Швейный бизнес в Республике Казахстан в основном представлен предприятиями малого и среднего бизнеса с большей долей индивидуального пошива и правильный подбор систем автоматизированного проектирования (САПР) позволит автоматически перестраивать для индивидуального заказчика базовую основу, исходную модельную конструкцию или лекала разработанной серийной модели при введении величин измерений его фигуры. В связи с этим системы могут использоваться не только на промышленных предприятиях, но и в Домах моделей и дизайн - студиях.

Повседневное применение САПР в процессе конструирования одежды облегчает труд модельера-конструктора и освобождает больше времени для творческих решений. Использование современных систем в швейном производстве снижает риск выпуска бракованных изделий по вине модельера-конструктора, что делает его работу социально привлекательной.

САПР являются наиболее эффективным средством ускорения подготовки производства во всех отраслях промышленности. В условиях рынка, когда на первый план выдвигаются требования высокого качества изделий и быстрой их сменяемости, применение САПР является действенным средством реагирования на запросы рынка.

Применение компьютерных технологий при конструировании одежды, решение проблем по развитию автоматизации процесса проектирования серий моделей одежды с использованием всех преимуществ типового проектирования позволяет разрабатывать изделия с высоким уровнем эргономического соответствия, снизить материалоемкость изделий и интенсифицировать процесс проектирования за счет повышения уровня конструктивной преемственности моделей серии. Качество изделия зависит от тщательности выполнения всех этапов швейного производства, однако, наиболее ответственным этапом является создание конструкции базовой основы и конструктивное моделирование [1].

С целью ускорения процесса внедрения САПР на предприятиях легкой промышленности, особенно в области конструирования одежды, необходимо решить следующие задачи:

во-первых - специалисты швейной отрасли должны владеть не только традиционными знаниями об объекте проектирования, но и

обладать новым профессиональным менталитетом. Безусловно, конструктору при работе с САПР требуется менять стереотип мышления и действий, сложившихся на протяжении долгого времени, и приобретать новые знания и навыки для участия в процессе автоматизированного проектирования изделий;

во-вторых - представители швейных предприятий должны владеть полным пакетом информации о том или ином виде САПР для принятия оптимального решения при выборе системы, а также быть уверенными в рентабельности выбранного варианта.

Все вышеизложенное позволяет говорить о том, что необходимо работать в направлении по повышению информатизации процесса подготовки специалистов швейной отрасли и разработке рекомендаций по подбору современных модификаций автоматизированных рабочих мест (АРМ) и САПР одежды швейных предприятий различного типа и ассортиментной направленности.

Поэтому, в настоящее время наш университет сотрудничает с Научно-производственной фирмой «Информационные компьютерные системы» город Харьков, которые в специализированном компьютерном классе установили студенческую 212 версию нового поколения «Программного обеспечения комплексной автоматизации конструкторской и технологической подготовки производства швейных изделий «Грация»». В данном случае САПР «Грация» используется при обеспечении учебного процесса в ВУЗе, способствуя наиболее эффективному освоению специальности и решению производственных задач.

На кафедре «Технологии и конструирования изделий легкой промышленности и дизайна» проводится определенная работа по освоению САПР «Грация» студентами и магистрантами, что обеспечивает повышение уровня подготовки кадров и укреплению связи науки с производством.

Так, САПР «Грация» достаточно эффективно используется при организации учебного процесса, выполнении дипломных работ и проведении исследовательских работ магистрантами. При этом, класс компьютерного проектирования оснащен рулонным широкоформатным принтером HP Designjet 800 series, что дает возможность производить печать чертежей конструкций разработанных изделий.

Таким образом, высокие компьютерные технологии «Грации» позволяют на качественно новом уровне решать задачи проектирования и подготовки производства швейных изделий и подготовку квалифицированных кадров, свободно владеющих современной компьютерной технологией. Внедрение САПР в сферу проектирования и производства одежды позволит сократить трудоемкость и время проектирования одежды, повысить качество разрабатываемых моделей одежды, быстро реагировать на изменения потребительского рынка.

### **Библиографический список**

1. Ещенко В.Г., Ещенко А.В. «Конструкторское счастье – была бы «Грация» рядом». Журнал для руководителей «Директор» ЛегПромБизнес – 2010. – № 9. – С. 4-7

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНИМОСТИ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С ШУМАМИ В АЛГОРИТМАХ ДИСКРЕТНЫХ ПИД РЕГУЛЯТОРОВ И ПУТИ ИХ ОПТИМИЗАЦИИ**

*Торопов Александр Андреевич НТИ (филиала) УрФУ, студент гр. Т-420  
701 ЭиЭ кафедры «Мехатроники, автоматизации и электроники»  
Поздеев Сергей Александрович учебный мастер I категории  
кафедры МАЭ НТИ (филиал) УрФУ*

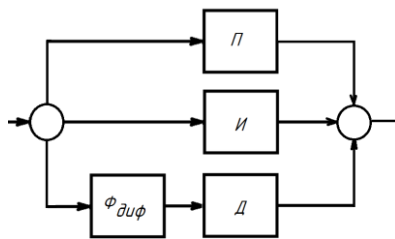
**Ключевые слова** ПИД регулятор, алиасный эффект, запас устойчивости, численные методы интегрирования и дифференцирования

**Аннотация** в статье обоснованы подходы устранения проблем на стадии математического проектирования и практического создания систем, содержащих ПИД регуляторы, синтезированные по методу аналогового прототипа и использующие численные методы в процессе определения сходимости разностных уравнений.

Среди существующего множества видов регуляторов наибольшее распространение в промышленности получил ПИД регулятор. Он содержит один либо несколько контуров с обратной связью. Математическое описание на стадии проектирования и отработки модели контура осуществляется на основании дискретной формы уравнений, которая, в большинстве случаев, составлена по методу аналогового прототипа. У такого подхода есть ряд преимуществ. Во-первых, для синтеза и последующего анализа устойчивости САУ удобнее использовать непрерывные переменные. Во-вторых, преобразование непрерывных величин в дискретные с достаточной точностью в математических моделях осуществляется квантованием по времени и дискретизацией по уровню. На практике данные операции реализуются либо готовыми цифровыми устройствами, либо алгоритмически, (на базе микропроцессорных контроллеров), а значит, имеют заданную точность.

К недостаткам данного подхода в разработке дискретных ПИД-регуляторов стоит отнести наличие в их структуре дифференцирующего звена. По своей сути дифференциатор является усилителем высоких частот, а значит, он увеличивает высокочастотные помехи и шум. Для решения этой проблемы существует несколько основных способов.

Во-первых, использование фильтра высоких частот (первого порядка) (1) непосредственно перед дифференцирующим элементом регулятора Рис.1; но применить его можно только в случае если точно известно, что помехи и шум лежат выше частотного диапазона ПИД регулятора.



$$F(s) = 1/(1+T_F \cdot s), \quad (1)$$

где  $T_F = T / N$  – постоянная времени фильтра,  $N$ – коэффициент настройки граничной частоты, лежащий в интервале от 2 до 20.

Рис. 1. Применение фильтра перед дифференцирующей частью ПИД-регулятора

Во-вторых, снизить влияние высокочастотной составляющей может фильтр второго и более высокого порядка, который включается последовательно с ПИД регулятором. Вариант передаточной функции такого фильтра описан уравнением (2).

$$F(s) = 1/(1+T_F \cdot s + T_F^2 s^2/2), \quad (2)$$

где  $T_F = T_i / N$  – постоянная времени фильтра,  $T_i$  – постоянная времени интегрирования интегрирующего звена,  $N$  – коэффициент настройки граничной частоты, лежащий в интервале от 2 до 20.

Также следует обратить внимание на шумы измерений, поступающие по цепи обратной связи. Дисперсия управляющей величины (в нашем случае напряжение), возникающая в результате временных задержек, приводит к появлению высокочастотных шумов в канале объекта управления ОУ. С другой стороны, в большинстве случаев ОУ является низкочастотным фильтром, что позволяет снизить количество шумов проникающих по обратной связи в главный канал САУ. Однако сам факт наличия высокочастотной составляющей увеличивает погрешность измерения и снижает точность регулирования. С другой стороны, если ОУ содержит инерционные звенья, то поступающие на вход системы через

цепь обратной связи шумы усиливают дисперсию. Таким образом, происходит ускоренный износ ОУ (электродвигателей, зубчатых и ременных передач, гидро- и пневмо- систем). Так же проявлением высокой дисперсии в канале управляющего сигнала может быть достижение резонансных частот, что приводит к полной или временной потере контроля над объектом управления.

Следующим этапом проектирования, после получения аналогового прототипа, является переход к дискретной форме записи уравнений. В силу конечного времени квантования сигнала в главном канале возникает дополнительная временная задержка, которая снижает запас устойчивости САУ. С другой стороны при дискретизации сигнала возникают алиасные частоты. Это явление проявляется в спектре квантованного сигнала, если частота квантования недостаточно высока. Алиасная частота определяется как разность между частотой помехи и квантования. Эта частота не постоянна и сразу после генерации снижается в область низких частот, где отфильтровать от сигнала не представляется возможным.

Существует два основных подхода в решении этой проблемы. Во-первых, использование перед входом аналого-цифрового преобразователя (датчика обратной связи) фильтра второго и более высокого порядка, например Баттерворта. Во-вторых, в соответствии с теоремой Котельникова, – увеличение частоты квантования, которая должна в два и более раз превышать максимальную частоту спектра сигнала, что позволит после квантования применить цифровой низкочастотный фильтр. На выходе такой системы будет сформирован сигнал, эквивалентный входному – аналоговому. При этом не будет происходить потери информации, т.к. каждое воздействие получаемого спектра считывается минимум 2 раза. С другой стороны при использовании теоремы Котельникова, возникает ещё одно условие: обработка входного сигнала не должна быть дольше, чем время такта квантования. Иначе говоря, временная задержка, вводимая микропроцессорным контроллером в САУ, должна оказывать минимальное воздействие на сигнал в канале управления ОУ.

Таким образом, применяемые в практике построения цифровых регуляторов методы борьбы с шумами требуют значительного быстродействия микропроцессорных контроллеров, реализующих помехоустойчивые алгоритмы. В случае же разработки САУ повышенного быстродействия или систем позиционирования высокой точности,

возникает необходимость повышения быстродействия ПИД регулятора, и как следствие, – применения весьма производительных контроллеров.

### **Библиографический список**

1. Денисенко В.В. ПИД-регуляторы: вопросы реализации // Современные технологии автоматизации. 2007. №4. С.86-97.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПОРТА ВВОДА – ВЫВОДА В ОБЩЕПРОМЫШЛЕННЫХ ПИД РЕГУЛЯТОРАХ**

*Титов Денис Викторович НТИ (филиал) УрФУ, студент кафедры «Мехатроники, автоматизации и электроники»*

*Шайдуров Артем Алексеевич НТИ (филиал) УрФУ, студент кафедры «Мехатроники, автоматизации и электроники»*

*Поздеев Сергей Александрович учебный мастер I категории кафедры МАЭ НТИ (филиал) УрФУ*

**Ключевые слова** дискретный электропривод, параллельные порты ввода-вывода

**Аннотация** в статье изучена возможность практической реализации ПИД регулятора, использующего параллельные порты ввод-вывода, а так же дана экономическая оценка разработанного устройства.

Использование пропорционально интегрально дифференциальных (ПИД) регуляторов в автоматизации промышленных процессов позволяет решать широкий спектр вопросов. Наибольшей популярностью пользуются системы автоматического управления с одной или несколькими обратными связями, которые представляют собой шины данных с подключенными к ним датчиками. Обмен информацией осуществляется посредством протоколов. Основная задача ПИД регуляторов заключается в формировании ответного сигнала заданного качества на рассогласование в работе объекта управления.

Однако при распознавании сигналов, особенно полученных по длинным линиям, из-за наличия высших гармонических составляющих могут возникнуть ошибки, которые приводят к неправильной работе устройства. Наиболее ярко такие проблемы выражены в системах позиционирования заданной точности и системах повышенного быстродействия.

Одним из решений является использование RLC фильтров, которые настроены на определенную частоту и с легкостью разделяют шум от нужного сигнала. Недостатком стоит считать наличие инерционной

составляющих. Они формируют задержку сигнала, которая может достигать значительных величин и приводить к люфту и потере управления.

С другой стороны адаптивные дискретные фильтры с легкостью справляются с настройкой САУ и позволяют выдерживать заданную точность регулирования данного объекта управления в широком спектре частот. Но и они не лишены недостатков так, для нормальной работы такой системы на практике требуется постоянно поддерживать высокое быстродействие элементов основного контура. В случае успешной реализации данного условия, происходит только успешная фильтрация входного сигнала, если постоянное поддержание работоспособности системы невозможно, то система вводит люфт и может потерять управление.

Главным недостатком, который тормозит широкое применение подобных систем, является поведение системы при нулевом входном сигнале. В данном случае адаптивные дискретные фильтры не имеют смысла. Так же стоит отметить высокую стоимость таких устройств.

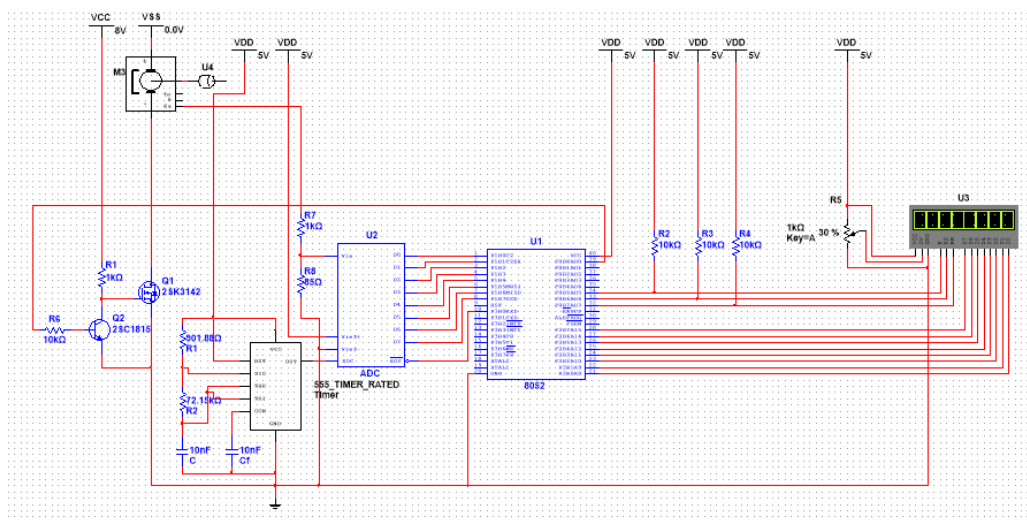


Рис.1 Схема в программе Multisim

В вопросе решения задач позиционирования заданной точности и создания систем повышенного быстродействия, применение в ПИД регуляторах параллельного порта ввода-вывода Рис.1 имеет свои особенности. С одной стороны такая система обладает высокой помехозащищенностью - величина шума, который будет способен вывести систему из состояния устойчивости должен превышать 50%. Временные



задержки сведены к минимуму из-за отсутствия пассивных либо активных инерционных элементов, а однозначное распознавание нулевого входного сигнала не приводит ПИД регулятор к формированию люфтов или потере устойчивости.

Возможность реализации данного устройства была проведена на микроконтроллере Intel 8052 (40МГц, 64КБ (64Кx8) Flash, 32 I/O [DIP40]) в среде моделирования NI Multisim. Внешний модели, схема и внешний вид печатной платы показан на Рис. 1, 2, 3.

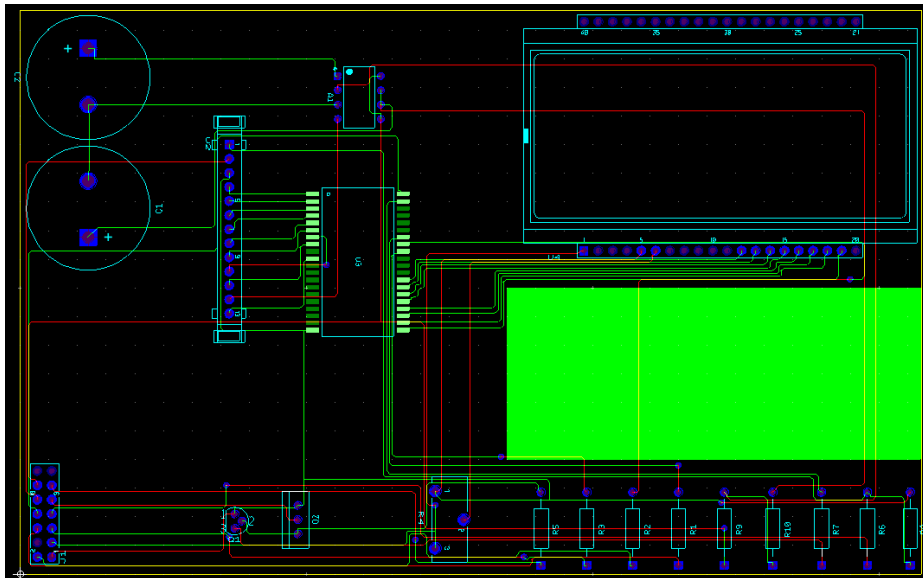


Рис.2 Печатная палата в UltiBoard

Суммарные затраты на изготовление спроектированного устройства представлены в Табл.1.

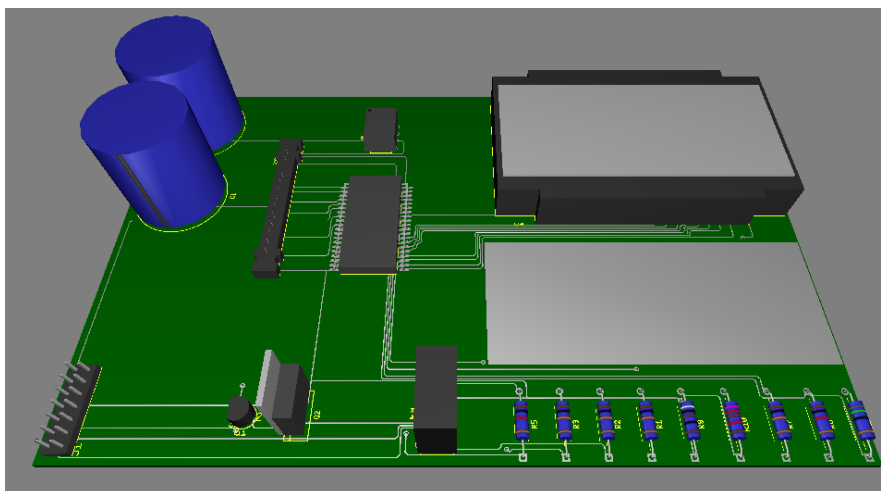


Рис.3 Внешний вид платы

Результатом исследования стоит считать выработку подхода в проектировании дискретного ПИД регулятора повышенного быстродействия, который способен конкурировать с известными аналогами в силу расширенного функционала, более высокой помехозащищенности и низкой стоимости.

Таблица 1

**РАСЧЕТ СТОИМОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ РЕГУЛЯТОРА**

Номер п/п	Наименование	Количество, шт	Цена (диапазон цен), руб	Сумма, руб
1	2	3	4	5
1	Микроконтроллер 8-Бит, 8052, 40МГц, 64КБ (64Кx8) Flash, 32 I/O [DIP40]	1	107	107
2	АЦП 8-Bit A to D Converter ADC0838	1	280	280
3	MOSFET Транзистор 2sk3142	1	32	32
4	MOSFET Транзистор 2SC1815	1	13	13
5	Дисплей LSD display 08x1 buy	1	129,5	129.5
6	NE555N, Прецизионный таймер	1	22	22
7	Набор резисторов	1	20	20
8	Печатная плата	1	300	300
	Итого			903 руб.

**Библиографический список**

1. Ключев В. И. Ограничение динамических нагрузок электропривода, М., «Энергия», 1971

2. Ключев В. И. Теория электропривода, 2-е изд., испр. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1998. - 704 с.

## **ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА**

*Белоусов Александр Андреевич, НТИ (филиала) УрФУ, студент кафедры «Мехатроники, автоматизации и электроники»*

*Докишина Светлана Максимовна НТИ (филиала) УрФУ, студентка кафедры «Мехатроники, автоматизации и электроники»*

*Поздеев Сергей Александрович учебный мастер I категории кафедры МАЭ НТИ (филиал) УрФУ*

**Ключевые слова** управляющий алгоритм, человеко-машинный интерфейс, автоматизация технологических процессов.

**Аннотация** в статье рассмотрен процесс практической реализации человеко-машинного интерфейса в моделирующей среде, а так же проведен сравнительный анализ с существующими техническими решениями

Высокая значимость человеко-машинного интерфейса обусловлена растущим уровнем автоматизации процессов. Его организация (разработка и внедрение) требует особых знаний и подходов в создании. Человеко-машинный интерфейс обычно реализован в виде технических средств, обеспечивающих непрерывное взаимодействие оператора и технической системы, что накладывает ряд условий.

Во-первых, максимально возможная экстренная остановка технологического процесса при возникновении нештатной ситуации. Именно с этого пункта начинается разработка любого управляющего алгоритма.

Во-вторых, интуитивно понятные значки и навигация на кнопочных станциях и дисплеях. Они позволяют успешно выполнять задачи технологического цикла с минимальными затратами персонала на подготовку и обучение.

В третьих, изменение технологического процесса, должно соответствовать отображаемой информации и давать возможность оператору однозначно выявить событие. По этой причине отдельно рассматривается эргономика интерфейса. К ней относятся: стандартный цвет световых индикаторов, крупные, легко читаемые символы текстовых сообщений системы на экране монитора и легко дифференцируемые мигания (медленные или быстрые). Отдельно стоит отметить

динамические диалоговые окна. Они позволяют в режиме реального времени корректировать технологический процесс. Для управления требуется меньше компонентов ввода/вывода (кнопок), облегчает обмен информацией между оператором и устройством. Существуют готовые решения для автоматизации типовых процессов. Производители предлагают собственные разработки, ориентированные на выпуск продукции или оказание услуг заданного качества. Основным недостатком таких систем является высокая стоимость готовых решений.

С другой стороны при автоматизации несложных технологических процессов использование высокопроизводительных систем не приведет к резкому повышению производительности или значительному поднятию уровня автоматизации. Таким примером может являться выбор элемента из заданного массива с заранее определенными координатами.

В этой связи становится актуальной задача разработки системы управления, содержащей человеко-машинный интерфейс, достаточно простой, но способный выполнять поставленные технические задания.

В качестве примера рассмотрим процесс разработки управляющего устройства, которое может быть использовано как на складах, так и в терминалах для продажи небольшого ассортимента. Внешний вид печатной платы и 3D модель показаны на Рис. 1,2.

Следующим этапом является написание управляющего алгоритма, который осуществляет выбор одного элемента из заданного массива, он представлен в виде автоматного графа на рис. 3. Краткое описание алгоритма: при включении система ожидает нажатия в вершине «0»; после нажатия одной из кнопок ВВЕРХ (J2), ВНИЗ (J1) запускается динамическое окно «выбор элемента». Пользователю предлагается выбрать в данном случае один из 6 объектов (в данном случае 6 элементов, но их количество может быть увеличено до 256). Выбор осуществляется путем смещения вверх/вниз динамического элемента в виде #, для выбора дается 7 попыток (на Рис. 3 им соответствуют вершины A1 - A8). При достижении границы выбора на экране система предлагает на выбор: либо запустить алгоритм нажав на красную кнопку (это приведет к потере текущей координаты), либо подтвердить выбор нажатием одной из кнопки «ВВЕРХ» J2, «ВНИЗ» J1 (на Рис.3 – вершина 9). В случае ошибочного выбора, в любой момент можно начать выбор объекта после нажатия на кнопку «ПЕРЕЗАПУСК» J3. Перемещение объекта # реализовано алгоритмом динамического ввода. Он позволяет

уменьшить количество используемых кнопок до 3 см. Рис. 1, 2, 4, 5. После подтверждения выбор контроллер дает разрешение на работу управляющего устройства, а сам переходит в режим ожидания «0».

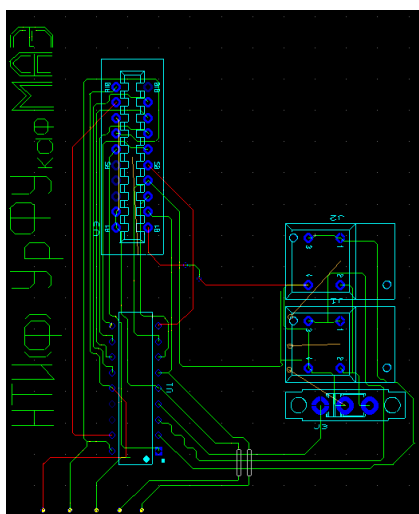


Рис.1

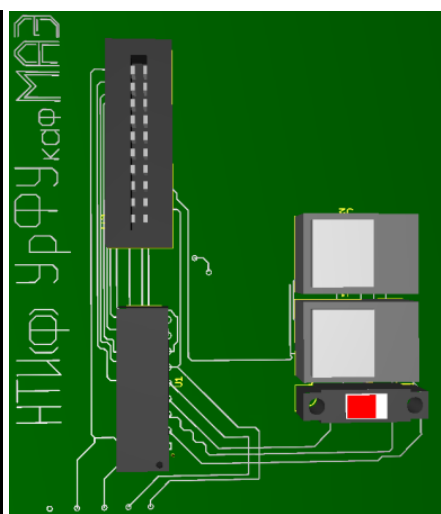


Рис.2

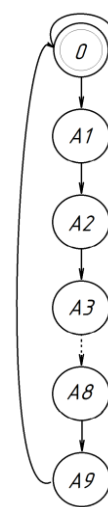


Рис.3

Сравнительный анализ показал, что существующие готовые решения различных производителей, так же успешно справляются с поставленными задачами. Примером могут являться логистические центры (например один из крупнейших в Свердловской области «Логопарк Пышма») и автоматизированные склады.

Однако недостатком этих систем является высокая стоимость и невозможность мгновенного технического обслуживания официальными представителями фирм-производителей, что приводит к убыткам и простоям производств. Сравнение стоимости готовых устройств приведено в Табл.1.

Данная система может быть интегрирована в любой технологический процесс, перенесена на любой микроконтроллер, позволит с достаточной скоростью выполнять технологический процесс, и имеет преимущество перед аналогичными устройствами в виде низкой стоимости изготовления. Таким образом, основным преимуществом разработанной системы является значительное снижение затрат на создание устройства, возможность ремонта и незначительные затраты на обучение персонала.

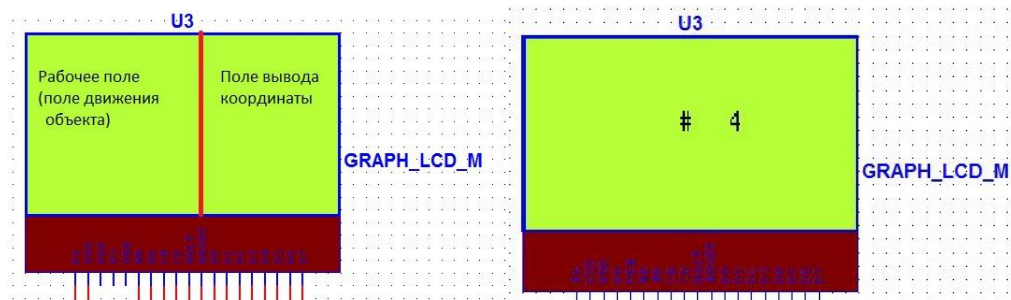


Рис.4

Рис.5

Таблица1

Сравнение устройств, реализующих человеко-машинный интерфейс

Комплектующие	Российские компоненты диапазон цен, руб	Китайские компоненты диапазон цен, руб	Siemens LOGO! Basic
LCD дисплей	821	710 руб.	8 разрядный контроллер с клавиатурой и дисплеем. 120-140€*
Микроконтроллер (PIC16F84)	300-500	150-300 руб.	
Печатная плата	300 руб.	300 руб.	
Монтаж элементов печатной платы	500 руб. / час	500 руб. / час	
Итого	1920-2200 руб.	1660-1900 руб.	9 207р.-10 742р.

\*По курсу 1 ЕВРО = 76.73р

### Библиографический список

1.Ключев В. И. Теория электропривода, 2-е изд., испр. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1998. - 704 с.

### К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ЗАЩИТЫ ПРОГРАММ, РЕАЛИЗУЮЩИХ ОБУЧАЮЩЕЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

*Московой Александр Сергеевич НТИ (филиала) УрФУ, студент кафедры  
«Мехатроники, автоматизации и электроники»*

*Поздеев Сергей Александрович учебный мастер I категории кафедры МАЭ  
НТИ (филиал) УрФУ*

**Ключевые слова** программное обеспечение, защита программ, обучающее тестирование

**Аннотация** В статье рассмотрен процесс формирования критериев, написания алгоритма программы для проведения обучающего тестирования, а так же произведен выбор методов защиты от взлома.

Качество подготовки инженерных кадров напрямую зависит от оснащённости учебно-лабораторного комплекса. Однако далеко не всегда существует возможность использовать реальные или приближенных к реальным технологическим комплексам и системам лабораторные стенды в силу недостаточности учебных площадей и низкого энергетического оснащения и пр.

Одним из наиболее простых выходов из данной ситуации может являться внедрение в курс обучающего тестирования. Основным преимуществом стоит считать то, что учащийся из объекта обучения становится субъектом творчества, а учебный материал – средством достижения некоторой созидательной цели, что стимулирует интерес к предмету и делает учебу осмысленной и эффективной [1].

Во-вторых, привлечение к разработке программного обеспечения лиц из числа студентов старших курсов, позволяет закрепить и углубить знания как по уже пройденным, так и по изучаемым в данный момент дисциплинам [2].

Проведение тестирования всегда сопряжено с опасностью взлома, инжиниринга или просмотра исходного кода программного продукта. В настоящий момент существует широкий перечень мер и подходов в написании программ, но как показывает практическое использование в учебном курсе, это не останавливает тестируемых от попыток воздействия на программу. Среди существующих методов защиты программы нужно выделить основные. Во-первых, использование запутанного кода, созданного программистом. Во-вторых, использование внешних оболочек или контейнеров, которые путают фрагменты кода. Поскольку на сегодняшний день не существует абсолютного способа защиты кода программы, все выше перечисленные способы несколько увеличивают время, которое необходимо затратить для взлома программного продукта. В этой связи приходится прибегать к одновременному использованию нескольких методов защит.

Поскольку для создания тестирующей программы были использованы WinForms (CLR) и обязательными для них библиотеками NET.Frameworks, то первоочередной задачей стала запрет обратной инженерии. Это возможно реализовать при помощи дополнительных программ, реализующих различные технологии.

NecroBit IL Code Protection - Технология защиты, которая препятствует декомпиляции. NecroBit заменяет код CIL в рамках методов с

зашифрованным кодом. Таким образом, усложняется возможность декомпилировать исходный код.

Anti ILDASM / Anti Decompiler - Препятствует различным инструментам декомпилировать защищенный код. ILDASM (The Microsoft Intermediate Language disassembler).

Obfuscation - Запутывание различными схемами исключения, использование непечатных символов в именах, а генерация одних и тех же строк для запутывания имен типов и членов.

String Encryption - Шифрование строк делает код трудным для прочтения. После этого гораздо труднее определить, где можно пропатчить код.

Resource Encryption and Compression - Дополнительная защита путем сжатия и шифрования ресурсов. В момент обращения, ресурсы автоматически распакуются и расшифруются.

Control Flow Obfuscation - Управление потоком запутывания запутывает код внутри методов, который при сохранении функционала кода, делает его чрезвычайно трудным для прочтения и исследования логики

На основании известных методов обратной инженерии было проведено считывание ресурсов из файлов, сформированных при помощи всех выше перечисленных программ. По результатам исследования стоит выделить методы защиты String Encryption и Obfuscation. Основной причиной выбора данных методов стоит считать то, что они позволяют запутать подписи внутренних ресурсов, что делает невозможным быстрое считывание исходного кода. Что касается остальных методов, то они не смогли защитить исходных код от обратной инженерии, таким образом сделать тестирование максимально честным и объективным.

Разработанная программа в полной мере удовлетворяет требованиям безопасности. Алгоритм реализует вопросы закрытого типа, в которых необходимо выбрать один из предложенных ответов. Количество раз которое можно пройти тест неограниченно. По окончании тестирования появляется результат в виде процентного соотношения верно отвеченных вопросов. Так же показаны задания, с которыми тестируемый не справился. На форме результатов отображается тот вариант ответа, который был выбран тестируемым, что позволяет самостоятельно корректировать поведение тестируемого человека.



## **Библиографический список**

1. Кожеуров В.Н., Поздеев С.А. Разработка программных средств поддержки метода проблемного обучения // Современные проблемы экономики, менеджмента и маркетинга: материалы XVII Международной науч.-практ. конф. – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2012. – 256с
2. Майбуров И. Высшая школа и промышленность: аспекты взаимоотношений // Вестник высшей школы. – 2003, №9

## **К ВОПРОСУ О ПАРАМЕТРИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ В ПАКЕТЕ ANSYS**

*Волкоморов Михаил Юрьевич* Акционерное общество «Химический завод «ПЛАНТА»

*Поздеев Сергей Александрович* учебный мастер I категории кафедры МАЭ НТИ (филиал) УрФУ

**Ключевые слова** параметрическое моделирование, комфортная сетка, CAD CAM CAE системы, автоматизация проектирования

**Аннотация** в статье рассмотрена реализация параметрического моделирования в пакете Ansys

Геометрическое и конечно-элементное моделирование в пакете ANSYS позволяет с достаточной точностью на практике предсказать поведение разрабатываемой системы. Этот процесс инженерного анализа основан на двух основных подходах. Первый – использование готовой модели, созданной во внешней среде. К основным недостаткам такого подхода стоит отнести невозможность использования параметрического метода и ошибки, которые возникают при экспорте / импорте ресурсов. Другим подходом в проектировании является использование параметрического моделирования. Отличительной особенностью стоит считать программную реализацию параметрического моделирования, т.е. изменение конфигурации исходной модели (детали или сборки), согласно введенным параметрам.

Параметрическое моделирование позволяет с достаточно высокой точностью оценить поведение конечного продукта, определить способы оптимизации конструкции, что значительно сокращает издержки предприятия на разработку и выпуск продукции. Примером такого подхода является разработка элемента активных систем. Главным элементом данной конструкции является несущая станина с двумя

проушинами. Она должна выдерживать ударные нагрузки и работать в широком диапазоне температур. Деталь обладает симметрией, поэтому на этапе моделирования для определения нагрузки возможно упрощение модели, по этой причине рассмотрим часть детали Рис.1.

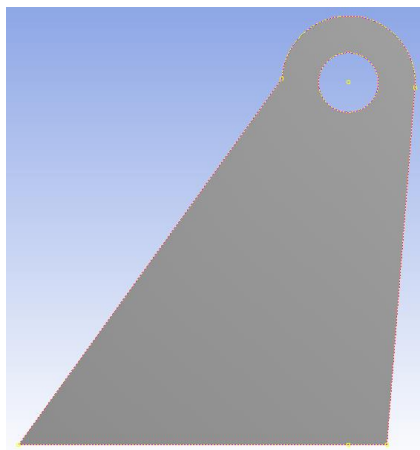


Рис. 1

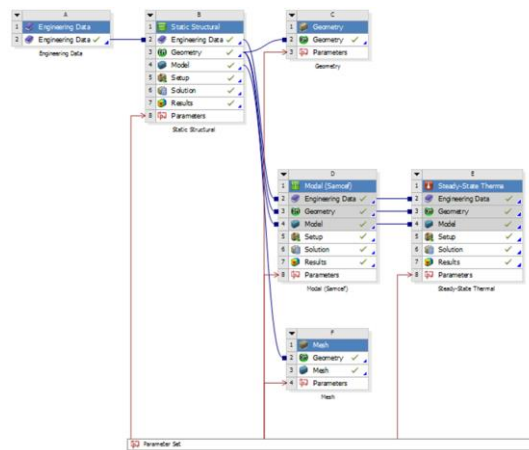


Рис. 2

Одним из наиболее важных условий достижения максимально приближенного к реальности моделирования стоит считать комфортность сетки солида. Для построения которой возможно использование нескольких методов: MultiZone, Sweep, Hex Dominant и другие. Для формирования сетки на большей поверхности тела был использован метод MultiZone, а последующее редактирование конечных элементов сетки проходило в CFX-Mesh Editor.

Результаты параметрического моделирования представлены на Рис.2. Устойчивость на внешнее статическое воздействие Рис.3, а так же для периодической нагрузки Рис.4. Путем изменения геометрии для периодической нагрузки была достигнута резонансная частота 17 Гц, что является допустимой величиной в автономных устройствах.

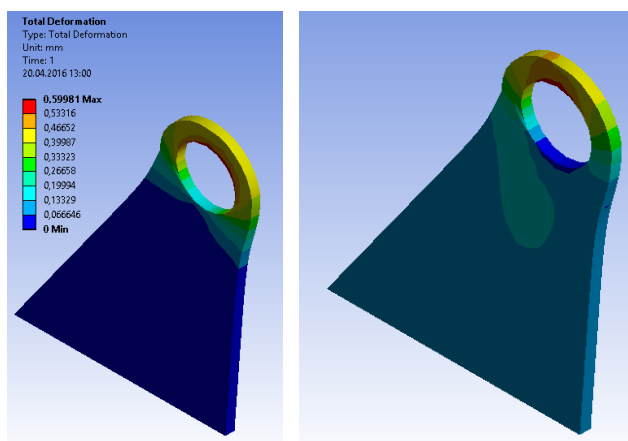


Рис.3

Рис.4

Результатом параметрического моделирования стоит считать создание детали, удовлетворяющей требованиям устойчивости в режимах работы с ударными и длительными нагрузками.

### Библиографический список

1. Анурьев, В.И., Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.1./ 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978 – 728 с., ил.
2. Meshing // ANSYS 2012: URL: <http://resource.ansys.com/Resource+Library/Hexa+Mesh>, (Дата обращения: 30.03.2016).

### БЕСПРОВОДНЫЕ СЕНСОРНЫЕ СЕТИ

*Акулова А. В., НТИ (филиал) УрФУ, студентка кафедры ИТ,  
 Мухутдинов Р.М., НТИ (филиал) УрФУ, преподаватель кафедры ИТ,  
 Федореев С. А., НТИ (филиал) УрФУ, к.т.н., зав. кафедрой ИТ  
 Греггер С.Э., НТИ (филиал) УрФУ, ст. преподаватель кафедры ИТ*

Благодаря последним достижениям в области микро-электро-механических систем, беспроводных и цифровых технологий, появились маломощные многофункциональные узлы (моты). Они имеют малый размер, состоят из модулей сбора и обработки данных и передатчика. Совместная работа большого числа этих крошечных узлов получила название – сенсорная сеть. Одна такая сеть имеет множество преимуществ

перед набором традиционных датчиков. На рисунке 1 приведена принципиальная схема работы сенсорной сети.

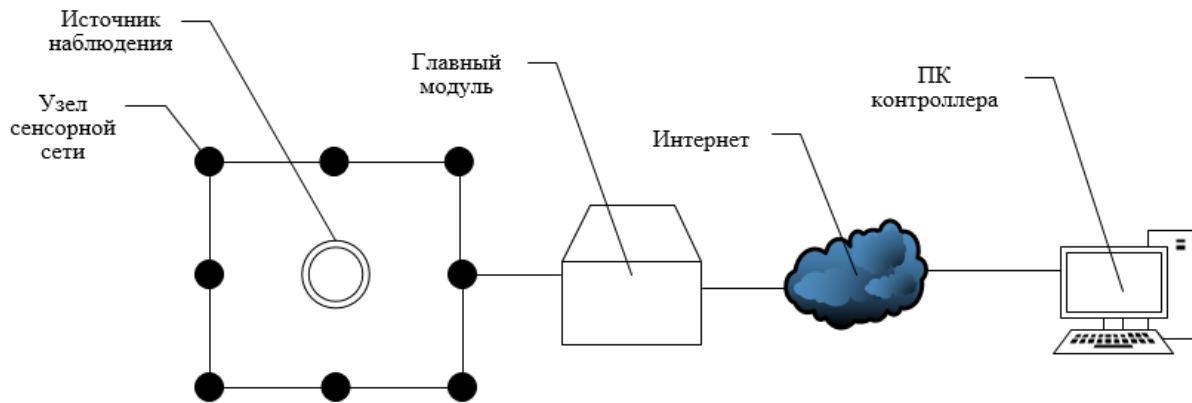


Рис.1. Схема работы беспроводной сенсорной сети

Мот состоит из блока сбора данных, блока обработки, блока питания и передатчика (Рис. 2).

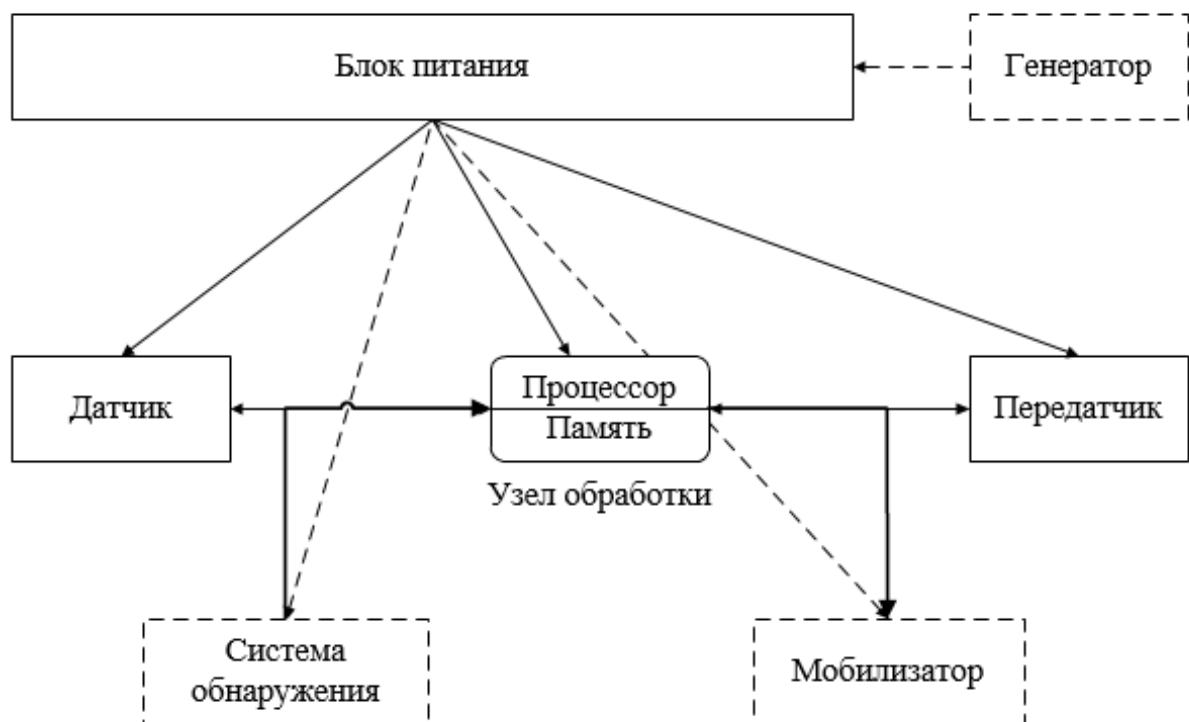


Рис.2. Схема узла сенсорной сети

В зависимости от применения сети добавляются следующие модули: модуль определения местонахождения, силовой генератор и мобилизатор. Блок сбора данных состоит из аналого-цифрового преобразователя (АЦП)

и датчиков. В АЦП сигнал, который генерируется датчиком на основе наблюдаемого явления, преобразуется в цифровой, затем передается в блок обработки, который использует интегрированную память и управляет процедурами, позволяющими совместно с другими узлами выполнять задачи мониторинга. Передатчик соединяет мот с сетью. Блок питания самый важный компонент узла, иногда он имеет возможность подзарядки, например, с помощью солнечной энергии. Блок определения местоположения задействуется тогда, когда узлам, необходимо знать свое местоположение с высокой точностью. Так же может задействоваться мобилизатор, необходимый при перемещении узла, например, тогда, когда один из узлов выходит из строя.

Использование таких сетей вместо обычных традиционных датчиков значительно уменьшает время отклика, если раньше рабочий ходил по немалой территории и собирал данные с датчиков, то с появлением сенсорной сети сбор информации происходит автоматически с заданной регулярностью. Сенсорная сеть состоит из большого числа узлов, располагающихся близко к наблюдаемой области. Положение узлов не стоит предварительно рассчитывать, они располагаются случайным образом, это позволяет размещать их в труднодоступных местах. Это означает, что сетевые протоколы и алгоритмы работы узлов обладают возможностью самоорганизации. Каждый мот сенсорной сети оснащен процессором, благодаря этому они имеют возможность обрабатывать данные, выполнять простые вычисления и передавать далее только необходимые данные. Огромное внимание к изучению сенсорных сетей обусловлено широкими возможностями их применения. Благодаря своей способности к самоорганизации, автономности и повышенной отказоустойчивости сенсорные сети используются в системах безопасности, также они используются для отслеживания отказа оборудования в аэрокосмических системах и в медицине. В настоящее время наибольшее распространение сенсорные сети получили в области мониторинга окружающей среды и живых существ.

Беспроводные сенсорные сети в настоящее время получили реальное применение, примером может послужить следующее. На юге нашей страны на газовом хранилище была произведена модернизация системы контроля. Старые датчики давления были заменены на сенсорные узлы. Если раньше в случае аварии или нештатной ситуации время реагирования было крайне высоко, то сейчас время отклика значительно уменьшилось. Моты сенсорной сети по цепочке передают данные на базовую станцию, где сидит контроллер и отслеживает информацию. Но моты передают информацию не в постоянном режиме, а с заданной регулярностью, то есть если давление превышает определенный порог, происходит мгновенная передача данных на диспетчерский пункт. Другим примером может положить огромный датацентр, площадью несколько квадратных

километров. В нем расположены десятки серверов в стойках, в которых необходимо отслеживать температурный режим. То есть в случае критического повышения температуры, сенсорная сеть оповещает персонал или автоматически активирует ближайший кондиционер.

Основной концепцией сенсорных сетей является самоорганизация и устойчивость к сбоям. Из этого возникает проблема энергопотребления в узлах. Так как узлы по цепочке передают данные на главный модуль, будет происходить каскадное увеличение нагрузки. То есть узел, наиболее близко располагающийся к главному будет большую часть времени заниматься ретрансляцией чужих данных и при определенной нагрузке перестанет справляться со своей работой. Аккумулятор на таком узле будет выходить из строя в разы быстрее, чем на остальных. В определенный момент сложится ситуация, что у узлов, расположенных далеко от главного модуля аккумулятор заряжен, а у ближних разряжен, возникнет риск выхода из строя целой сети. Разместив сенсорную сеть на труднодоступном участке, заменять элементы питания у мотов будет крайне затруднительно. Следовательно, каждый мот должен потреблять минимальное количество энергии.

Решений данной проблемы может быть несколько:

- Программно задать время, через которое будут перемешиваться маршруты, это позволит снизить нагрузку на некоторые узлы сети;
- Добавить в сеть промежуточные устройства – шлюзы, которые имеют большой запас энергии;
- Использовать солнечную энергию, но это не всегда возможно;
- Синхронизировать группу узлов и коллективно передавать информацию на главный модуль.

А также для того чтобы сенсорные сети получили наиболее обширное применение необходимо сделать их доступными, следовательно, снизить их стоимость.

Возможно, в будущем сенсорные сети получат применения на дорогах. Узлы связываясь друг с другом смогут регулировать потоки машин, это позволит в дальнейшем полностью избавиться от пробок, а также решится проблема контроля дорожных правонарушений. Если использовать сенсорные сети для управления энергосбережением можно добиться невероятной экономии электроэнергии. Например, узлы отслеживают местоположение человека в квартире и включать освещение там, где оно требуется.

Можно сделать вывод, что сенсорные сети – это шаг в будущее.

## **Библиографический список**

1. Беспроводная сенсорная сеть [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Беспроводная\\_сенсорная\\_сеть](http://ru.wikipedia.org/wiki/Беспроводная_сенсорная_сеть), свободный (дата последнего обращения: 09-05-2016).
2. Беспроводные сенсорные сети [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://compress.ru/Article.aspx?id=17950>, свободный (дата последнего обращения: 05-05-2016).
3. Лежинский А. С. – Беспроводные сенсорные сети, обзор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uran.donetsk.ua/~masters/2011/fknt/levzhinsky/library/translate.htm>, свободный (дата последнего обращения: 07-05-2016).

## **ИГРА «ТАМАГОЧИ» НА UNITY**

*Апаницин Д.А., НТИ (филиал) УРФУ, студент кафедры «Информационных технологий», Козлова К.С., студентка кафедры «Информационных технологий», Федореев С.А., к.т.н., зав. кафедрой «Информационных технологий», Мухутдинов Р.М., преподаватель кафедры «Информационных технологий»*

Современный компьютерный мир невозможно представить без развлечений. Компьютерные игры в настоящее время являются одним из самых популярных способов проведения досуга для людей любого возраста. В частности, рассмотрим игры, созданные на игровом движке Unity на C#.

Предметом нашего исследования является разработка игры на платформе Unity (C#).

Объект работы – игра «Тамагочи». «Тамагочи» - это игра, которая представляет собой симулятор ухода за виртуальным домашним питомцем. Данная игра нужна для развлечения пользователя. Базовыми требованиями к знаниям пользователей, которые будут использоваться, можно отнести навыки обращения с компьютером. Сама игра является компьютерной версией реально существовавшей в 90-ые игрушки, которая представляла из себя небольшое электронное устройство с некоторым функционалом, работающее на батарейках.

Цель нашей работы заключается в следующем: разработать и реализовать игру «Тамагочи».

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- написать аналитическую часть и техническое задание;
- установить, какие функции должна иметь игра;
- разработать интерфейс;
- придумать дизайн;
- реализовать игру на Unity;

Теоретическая значимость работы заключается в том, что была составлена пояснительная записка, в которой описаны техническое задание и элементы проектирования программы. Они могут быть использованы как теоретический базис для описания схожих проектов.

Практическая значимость работы заключается в том, что была разработана игра «Тамагочи». Ее можно использовать для развлечения.

В ходе работы мы провели анализ аналогов нашего продукта. Среди них рассматривались похожие игры на компьютере и мобильных платформах. В результате выявили следующие проблемы. Во-первых, многие похожие игры / приложения, на компьютере или смартфоне, платные. Наша игра free to play, то есть бесплатная. Во-вторых, многие аналоги полны недоработок, багов. Кроме того, часто ожидания пользователя не соответствуют действительности: в игре не достаточно функций, неудобный интерфейс и прочее. В-третьих, игра подразумевает свободный доступ для людей любого возраста, в том числе и детей. Это значит что интерфейс должен быть интуитивно понятен для любого пользователя, что во многих аналогах не так. Мы, в свою очередь, стремились исправить все выше перечисленные недочёты.

Обратите внимание на слайд, в данной таблице приведены исследуемые аналоги и критерии оценки.

Таблица

	Наш продукт	Электронная игрушка	Подобные игры
Цена	Бесплатно	Платно	Платно/Бесплатно
Функционал	Множество функций	Немного функций	Разнообразно
Удобство пользования	Удобный интерфейс	Устаревший интерфейс	Разнообразно
Производительность	Высокая	Средняя	Высокая
Срок службы	∞	Недолгий	∞
Поддержка цветов	Есть	Нет	Есть
Управление	Мышь	Кнопки (ручное управление)	Мышь / смартфон



На основе проведённого анализа, рассмотренного в предыдущем пункте, как уже говорилось ранее, мы постарались исправить недочёты аналогов, внести свои изменения и оптимизировать игру.

Игра «Тамагочи» должна обеспечивать следующий набор функций:

- создание питомца;
- удовлетворение потребностей питомца (кормление, сон итд);
- уход за питомцем (уборка, лечение итд);
- развлечение питомца;

Игра была реализована на Unity. Языком программирования был выбран C#, как наиболее удобный и подходящий.

В данной работе был описан процесс разработки игры «Тамагочи». Ее основное назначение это развлечение пользователя. Были реализованы все поставленные задачи.

Задачи, определенные на этапе планирования работы, были решены, что привело к успешному достижению цели – реализации игры.

Дальнейшие направления разработки и улучшения программы могут включать в себя:

- улучшение и расширение функционала;
- оптимизация;
- графическая доработка;

Подводя итоги, можно сказать, что все поставленные задачи выполнены, в дальнейшем игра может быть дополнена и доработана.

### **Библиографический список**

1. Биллинг В.А. Основы программирования на C# [Текст] : учеб. пособие / В.А. Биллинг. - Москва : Интернет-Ун-т Информ. Технологий : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 483 с. : ил.
2. Сосинская С.С. Использование языка C# в различных информационных технологиях [Текст] : учебник для вузов / С.С. Сосинская. - 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол: ТНТ, 2014. - 368 с. : ил.
3. Леоненков, А. В. Самоучитель UML / А. В. Леоненков. – 2-е издание. – СПб. : БХВ-Петербург, 2007. – 576 с.
4. ArgoUML [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://argouml.tigris.org/>, свободный (дата последнего обращения: 11.04.2016).

## **АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ МИКРОКЛИМАТА В СЕРВЕРНОМ ПОМЕЩЕНИИ**

*Федореев А.С., к.т.н., зав. кафедрой ИТ,  
Мухутдинов Р.М., преподаватель кафедры ИТ,  
Бабушкина К.И., студент НТИ (ф) УрФУ*

Серверная комната является помещением специального назначения и считается средством обслуживания здания, предназначенным для выполнения телекоммуникационных функций. Для обеспечения бесперебойной работы серверного оборудования были установлены определенные требования к серверному помещению, сложившиеся в стандарт ТИА-569. Стандарт ТИА-569 является опорным сводом при выборе самого серверного помещения и дальнейшего его проектирования.

Одним важным пунктом стандарта ТИА-569 является организация микроклимата. «Погода в серверной» – это проблема достаточно животрепещущая. Оборудование в серверном помещении при работе непрерывно выделяет тепло в больших объемах, и при отсутствии кондиционера – перегрев практически неизбежен. И последствия перегрева оборудования крайне неприятны – от аппаратных сбоев до сокращения срока службы. Считается, что превышение рабочей температуры на 10°C – укорачивает жизнь оборудования в 2 раза.

Помимо температуры, необходимо уделить особое внимание и уровню относительной влажности. Повышенная влажность в помещении грозит образованием конденсата, а он, в свою очередь, коррозией. Сухой воздух же приносит ничуть не меньше проблем: при низкой относительной влажности оборудование легко накапливает статическое электричество, которое может вывести из строя электронику, и помимо этого, пересушенный воздух очень плохо отводит тепло[2].

Именно поэтому, для нормальной работы оборудования, система контроля и управления микроклиматом должна обеспечить в серверном помещении заданный уровень относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 50%, и поддержание постоянного температурного режима в пределах от +18°C до +24°C.

Исходя из этого, целью нашего проекта является разработка аппаратно-программного комплекса для отслеживания состояния микроклимата в серверном помещении.

Объектом проектирования является аппаратно-программный комплекс. Предметом проектирования – методы контроля и мониторинга микроклимата серверного помещения.

В соответствии с поставленной целью, была разработана иерархическая структура работ:

1. АППАРАТНАЯ ЧАСТЬ
  - 1.1. Передающее устройство
  - 1.2. Датчики
    - 1.2.1. Датчик относительной влажности воздуха
    - 1.2.2. Датчик температуры воздуха
    - 1.2.3. Датчик давления
  - 1.3. Микропроцессор и ЗУ
2. ПРОГРАММНАЯ ЧАСТЬ
  - 2.1. Веб-сервис
    - 2.1.1. Серверная часть
      - 2.1.1.1. Обработка данных
      - 2.1.1.2. Работа с данными
      - 2.1.1.3. Анализ данных
    - 2.1.2. Клиентская часть
      - 2.1.2.1. Толстый клиент
        - 2.1.2.1.1. Визуализация данных
        - 2.1.2.1.2. Интерфейс

Идея для реализации данного аппаратно-программного комплекса возникла в связи с тем, что в нашем институте НТИ (ф) УрФУ существует определенная проблема с нехваткой средств для организации управления микроклиматом в серверном помещении. Наше решение позволит не только устранить эту проблему, но и решит ряд других, параллельных, проблем, таких как: загрязнение, перегрев и несвоевременный выход из строя оборудования в серверном помещении.

Разумеется, существуют уже идеи, которые решают проблему с управлением параметров микроклимата в серверном помещении. Но у существующих решений есть как плюсы, так и минусы. Рассмотрим их недостатки.

Существующие на данный момент аналоги, например, такие как АС КСП и АТЕН GN0116, имеют высокую стоимость, и для их внедрения потребуется прибегнуть к монтажным работам, что тоже предполагает определенные финансовые затраты. Помимо этих недостатков, существует так же проблема с размещением этих устройств внутри помещения.

Наше решение проблемы будет универсальным и менее затратным. Главное его преимущество, что наше устройство будет «под ключ». Для нашего решения не требуется наличия электрической розетки вблизи устройства, так как оно будет работать от питающего элемента – батарейки, срок работы которой 5 лет. Это дает нам большое преимущество, поскольку устройство можно будет расположить в любой точке помещения и это обеспечит непрерывную передачу данных на веб-сервер. Помимо этого, можно будет дистанционно следить за параметрами микроклимата в серверном помещении.

В связи с выше изложенным, нами предлагается комплекс для отслеживания параметров микроклимата.

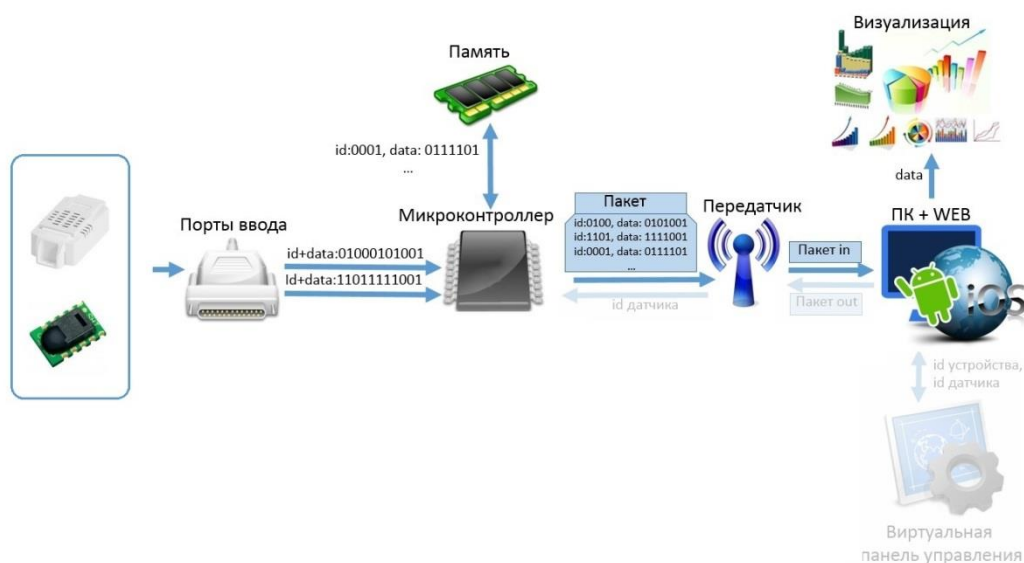


Рис. 1. Аппаратно-программный комплекс для отслеживания параметров микроклимата в серверном помещении

Аппаратно-программный комплекс (см. рис.1) осуществляет свою работу следующим образом. С установленных датчиков, отслеживающих параметры микроклимата, информация передается на управляющий контроллер, который обрабатывает полученную информацию и отправляет ее по каналам связи на веб-сервер. Серверная часть в свою очередь обеспечивает прием данных от управляющего контроллера, запись данных, и обработку поступившей информации для дальнейшего анализа и использования. Взаимодействие клиента и сервера осуществляется по протоколу TCP/IP. Клиент устанавливает соединение с сервером и получает информацию в виде TCP-пакетов. Далее полученные данные визуализируются и отображаются в удобном, для пользователя, виде.

Таблица 1

Основные параметры приборов

Питающий элемент – батарейка CR2032	3V	
Температура окр.среды устройства	от -40°C до +85°C	
Количество датчиков температуры	4 – 10 шт.	
Диапазон измерения температуры	от -55°C до +125°C	
Точность измерений	от -10°C до +85°C	±0.5°C
	от -55°C до +125°C	±2°C
Диапазон измерений влажности воздуха	0 – 100%	
Погрешность	10 - 90%	±2%
	0 - 100%	±5%

Аппаратная часть комплекса состоит из многоканального регистратора параметров микроклимата (температура и влажность) с передачей данных по GSM или по радиоканалу с частотой 2.4 ГГц (Wi-Fi) или GSM (при необходимости).

Программная часть комплекса состоит из веб-сервиса мониторинга параметров микроклимата, который обеспечивает доступ к данным с приборов, относящийся к конкретному пользователю.

Поскольку веб-сервер будет работать с большим объемом данных, то вместо традиционной реляционной базы данных (MySQL), мы будем хранить данные в графовой базе данных – Neo4j[1]. Главное преимущество Neo4j заключается в том, что обеспечивается быстрый просмотр узлов и связей для поиска нужных данных.

Хранящийся на веб-сервере массив данных мониторинга позволит провести анализ и выделить существующие факторы, влияющие на параметры микроклимата.

Применение программно-аппаратного комплекса позволит принять основанное техническое решение и сэкономить сотни тысяч и миллионы рублей. При всем этом, стоимость одного прибора составляет 1-2 тыс. рублей, в зависимости от комплектации – количество используемых датчиков.

Таким образом, наш аппаратно-программный комплекс по отслеживанию параметров микроклимата позволит обеспечить бесперебойную работу серверного оборудования, уменьшить расходы за эксплуатацию, хранить и отображать информацию о состоянии оборудования за весь срок работы системы, контролировать дистанционно параметры микроклимата в серверной, и все это станет возможным за сравнительно небольшую стоимость.

Подводя итог всему выше сказанному, стоит отметить, что на данный момент уже разработан прототип нашего устройства, благодаря совместным усилиям с преподавателями и студентами кафедры электротехники, так же имеется хостинг и туда уже отправляются данные для тестирования. Планируется использование управляющего воздействия на микроклимат в серверном помещении за счет исполняющих устройств, купленных на стороне – в Китае. Для более качественного оборудования требуется дополнительное финансирование. Сейчас мы находимся на стадии написания программной части веб-сервиса, т.е. ее визуализации. В качестве системы управления веб-содержимым была выбрана CMS Joomla, поскольку она обладает массой преимуществ: доступность, открытость системы, имеется широкий выбор различных модулей и компонентов, и самое важное проста в использовании. Все это позволит нам разработать красивый веб-сервис.

## Библиографический список

1. Э. Редмонд, Джим Р. Уилсон. Семь баз данных за семь недель. Введение в современные базы данных и идеологию NoSQL. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 384 с.
2. Микроклимат в серверном помещении [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// ls-comp.ru/server\\_room/](http://ls-comp.ru/server_room/), свободный (дата последнего обращения: 06-05-2016).

## ПРИВЕДЕНИЕ ФОРМЫ ОБЪЕКТА НЕРЕГУЛЯРНОЙ ФОРМЫ НА ОСНОВЕ ПРИЗНАКА КОМПАКТНОСТИ

*Бочкарев С.О.: инженер ФКП «Нижнетагильский институт испытания металлов», аспирант кафедры СМ НТИ(ф) УрФУ,  
Кравченко Н.С.: аспирант кафедры ОМ НТИ(ф) УрФУ*

Определение формы объекта производится на основе признака компактности:

$$C = \frac{P^2}{S}, \quad (1)$$

где  $C$  – компактность,

$P$  – периметр объекта,

$S$  – площадь объекта.

Для базовых фигур были получены формулы компактности в зависимости от того или иного параметра (указаны в таблице 1).

Таблица 1

Параметры, характеризующие компактность фигуры

Форма	Характерные размеры	Характерный параметр, характеризующий компактность	Формула
Прямоугольник	стороны $a, b$	Соотношение сторон $e = b/a$	$C = \frac{4 + 8e + 4e^2}{e}$
Эллипс	полуоси $a, b$	Соотношение полуосей $e = b/a$	$C = \frac{4(\pi e + 1 - 2e + e^2)}{1 + e}$
Ромб	сторона $a$ и угол при вершине $\alpha$	Угол при вершине $\alpha$	$C = \frac{16}{\sin \alpha}$
Круг	-	-	$C = 4\pi$

Компактность круга постоянная и является наименьшей из возможных.

На рисунках 1,2,3 приведены графики этих зависимостей соответственно для прямоугольника, ромба, эллипса.

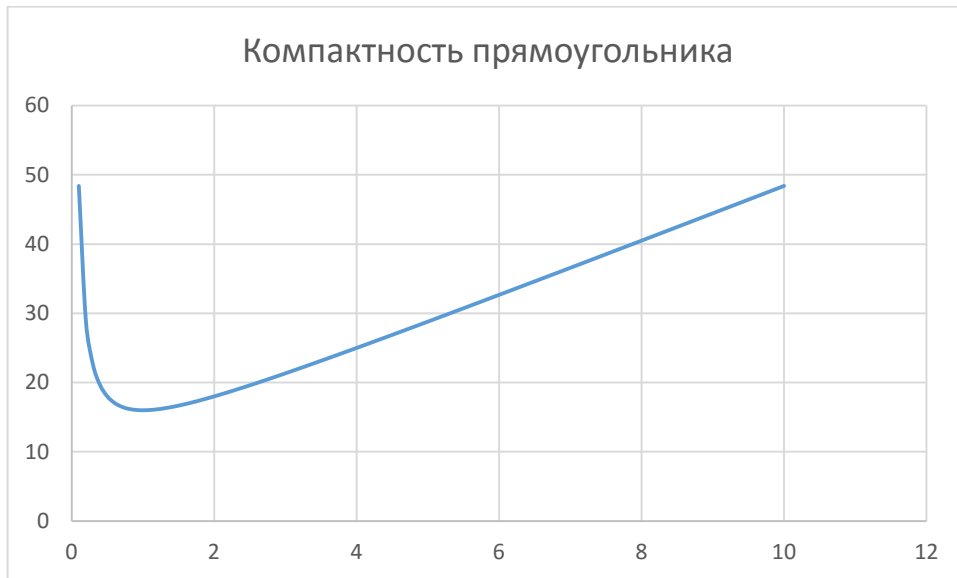


Рис.1. График зависимости компактности прямоугольника от соотношения сторон

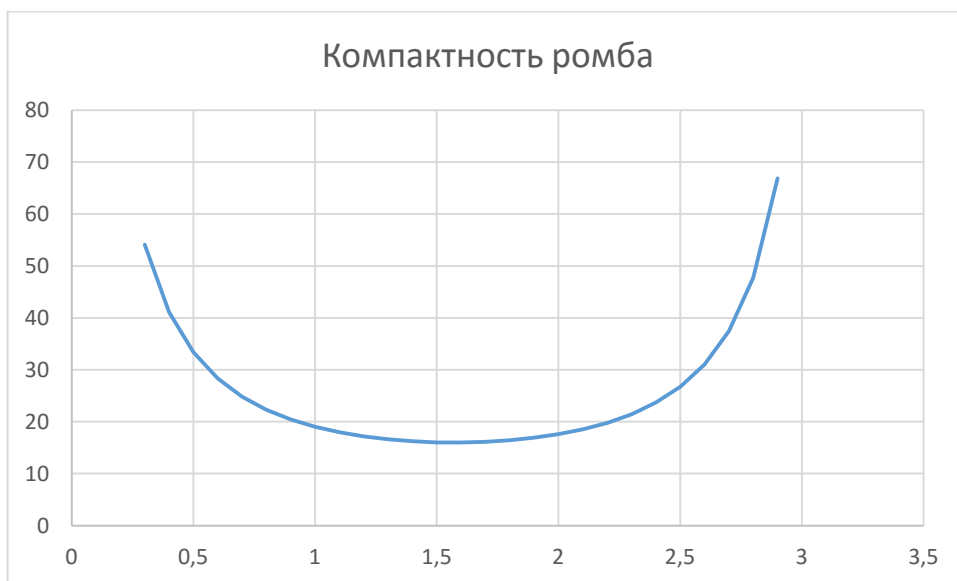


Рис.2. График зависимости компактности ромба от угла при вершине

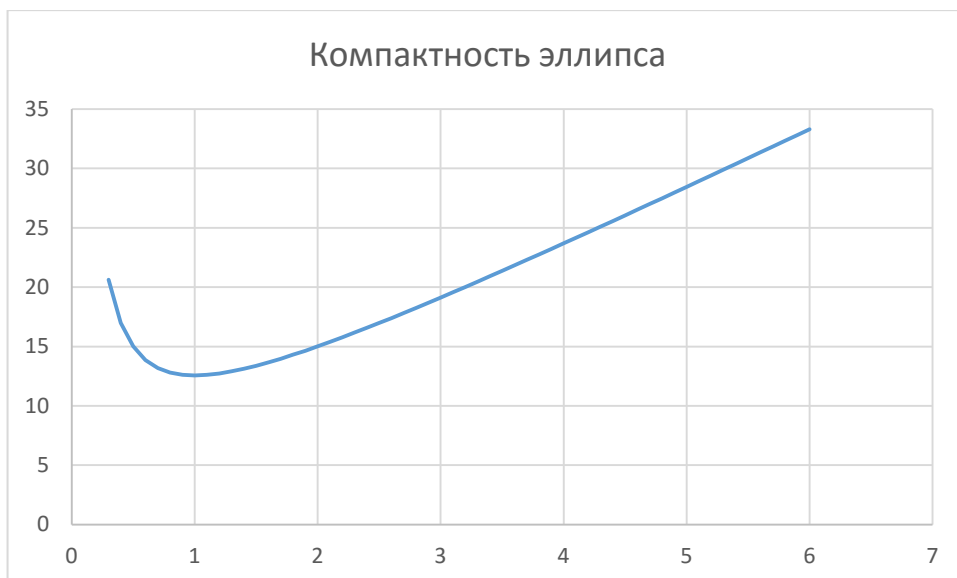


Рис.3. График зависимости компактности эллипса от отношения сторон

Для наглядности все указанные зависимости приведены на рис. 4.

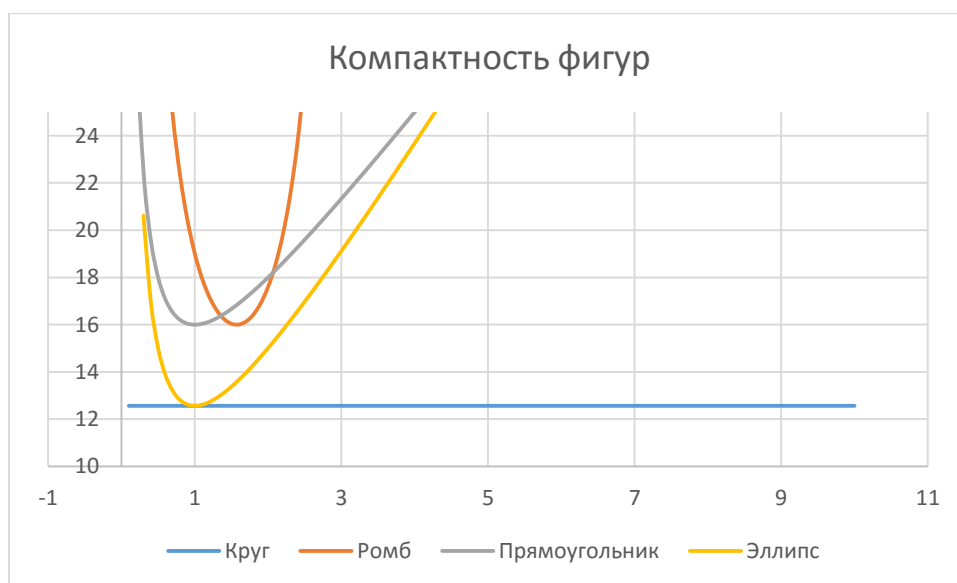


Рис.4. График зависимости компактности простых фигур от характерного параметра

Таким образом, алгоритм определения размеров заключается в следующем:

Вычисление компактности найденного контура  $C_{cont} = \frac{P_{cont}^2}{S_{cont}}$

Определение фигуры и характерного размера (по данным зависимостей, представленных на рисунке 4).



Определение характерных размеров фигуры (таблица 1) из условия, что  $S_{fig} = S_{cont}$ .

В заключении приведем несколько примеров распознавания контура объекта (рисунок 5).

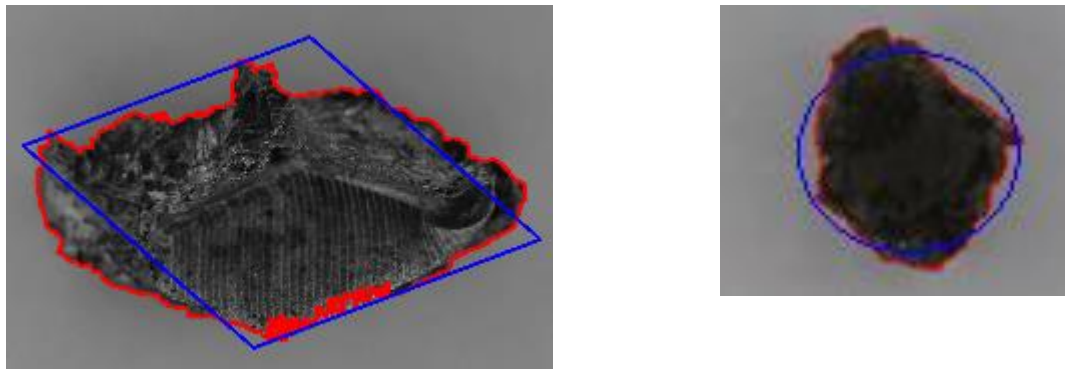


Рис. 5. Примеры распознавания контура объекта

Таким образом, использование признака компактности позволяет привести контур к одной из его стандартных форм, то есть распознать.

### **Библиографический список**

1. Dr. Gary Rost Bradski; Adrian Kaehler. Learning OpenCV. O'Reilly Media, Inc., 2008, ISBN: 978-0-596-51613-0
2. Никулин Е. А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики. — СПб: БХВ-Петербург, 2003. — 560 с. — 3000 экз. — ISBN 5-94157-264-6.

### **3D-СКАНЕРЫ**

*Брагина Д. В. студент  
НТИ (ф) УрФУ*

Развитие интернет-индустрии компьютерных технологий дают огромный простор и разнообразие возможностей для сохранения в цифровом виде объектов нашего наследия. В данной работе ставится задача популярно объяснить, показать и проанализировать возможности и функции 3D-сканирования, оценить достоинства и недостатки различных видов технологий сканирования, а также осветить вопросы, связанные с возможностями, достижениями и основными проблемами методов трехмерной визуализации.

3D сканер – это устройство, которое анализирует физический объект и, отталкиваясь от полученной информации, создает его 3D образ. Как известно, основной целью 3D-сканирования является создание карты точек поверхности объекта. Последующий процесс реконструкции точек позволяет цифровым образом воссоздать формы объекта. Если в процессе сканирования были получены не только координаты точки, но также

данные о цвете, то это позволяет воссоздать текстуру поверхности. Таким образом, в результате применения этих методов создается полноценная трехмерная модель сканируемого объекта. Отсканированные модели далее могут обрабатываться средствами САПР, после чего используются для технологических и инженерных разработок. Для создания 3D-модели используются 3D-принтер и 3D-монитор.

На данный момент существует несколько видов 3D-сканирования: контактный и бесконтактный. Оба этих метода имеют существенный набор достоинств и недостатков, однако каждый из этих способов имеет место быть.

#### *Контактный метод сканирования*

Контактные 3D-сканеры исследуют объект непосредственно через физический контакт, пока сам предмет пребывает на поверочной плите, отшлифованной и отполированной до определённой степени шероховатости поверхности. Если объект сканирования неровный или не может стабильно лежать на горизонтальной поверхности, то его будут удерживать специальные тиски. Основным принципом данного метода является обводка сканируемого объекта специальным механическим приспособлением, которое является сенсором и называется щуп. Перед началом сканирования на объект наносится сетка, размер ячеек которой в областях высокой кривизны поверхности должен быть минимальным, а в местах малой кривизны — наибольшим. Там, где линии сетки пересекаются, образуются точки. Посредством щупа производится замер координат этих точек, которые потом вводятся в компьютер. На базе этих координат строится трехмерная модель сканируемого объекта.

Механизм контактного сканера бывает трёх различных форм:

- Каретка с фиксированной измерительной рукой, расположенной перпендикулярно, а измерение по осям происходит, пока рука скользит вдоль каретки. Эта система оптимальна для плоских или обычных выпуклых кривых поверхностей.

- Манипулятор с фиксированными составляющими и с высокоточными угловыми датчиками. Расположение конца измерительной руки влечет за собой сложные математические вычисления, касающиеся угла вращения шарнира запястья руки, а также угла разворота каждого из соединений руки. Этот механизм идеально подходит для зондирования углублений или внутренних пространств с небольшим входным отверстием.

- Одновременное использование предыдущих двух методов. К примеру, манипулятор можно совместить с кареткой, что позволит получить 3D-данные от больших объектов, обладающих внутренними полостями или перекрывающимися друг друга поверхностями.

Координатно-измерительная машина представляет собой яркий пример контактного 3D-сканера. Они используются в основном в производстве и могут быть сверхточными.

*Достоинства и недостатки:*

К недостаткам КИМ можно отнести необходимость непосредственного контакта с поверхностью объекта. Поэтому существует возможность изменить предмет или даже повредить его. Это весьма важно в том случае, если сканируются тонкие или ценные предметы, например, исторические артефакты. Ещё один недостаток КИМ перед другими методами сканирования – медлительность. И он не позволяет захватывать структуру объекта и сканировать большие объекты.

К достоинствам данного метода контактного сканирования относится то, что данный процесс довольно прост, независим от условий освещения, происходит высокоточное сканирование ребристых поверхностей деталей, компактный объем полученных данных.

*Бесконтактный метод сканирования* может быть осуществлен двумя типами устройств: активными и пассивными. Активные сканеры излучают волны и анализируют их отражение от сканируемого объекта. Пассивные сканеры собирают и анализируют только информацию об отражении от объекта естественного излучения.

В настоящее время наиболее часто используется четыре типа сканеров: времяпролетные сканеры, триангуляционные сканеры, ручные лазерные сканеры и бесконтактные пассивные сканеры.

*Времяпролётный лазерный 3D-сканер* – это активный сканер, который использует лазерный луч, чтобы исследовать объект.



Рис. 1. Времяпролетный сканер

В основе этого типа сканера лежит времяпролётный лазерный дальномер. В свою очередь, лазерный дальномер определяет расстояние до поверхности объекта, исходя из времени пролёта лазера туда и обратно. Сам лазер используется для создания светового импульса, в то время как детектор измеряет время до того момента, пока свет не отразится.

Лазерный дальномер определяет расстояние только одной точки в заданном направлении. Поэтому устройство сканирует все своё поле зрения по отдельным точкам за раз, меняя при этом направление сканирования. Менять направление лазерного дальномера можно либо путем вращения самого прибора, либо с помощью системы вращающихся зеркал.

*Триангуляционные лазерные 3D-сканеры* также относятся к активным сканерам, которые используют лазерный луч для того, чтобы прозондировать объект.

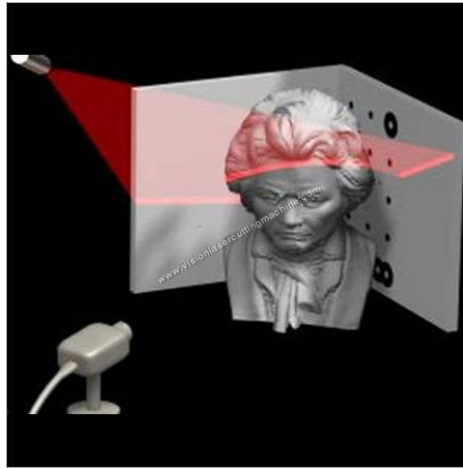


Рис. 2. Триангуляционный лазерный сканер

Подобно времяпролётным 3D-сканерам триангуляционные устройства посылают на объект сканирования лазер, а отдельная камера фиксирует расположение точки, куда попал лазер. В зависимости от того, как далеко лазер продвигается по поверхности, точка появляется в различных местах поля зрения камеры. Эта технология названа триангуляцией потому, что лазерная точка, камера и сам лазерный излучатель образуют своеобразный треугольник.

*Ручные лазерные сканеры* работают по принципу триангуляции, который был описан выше.

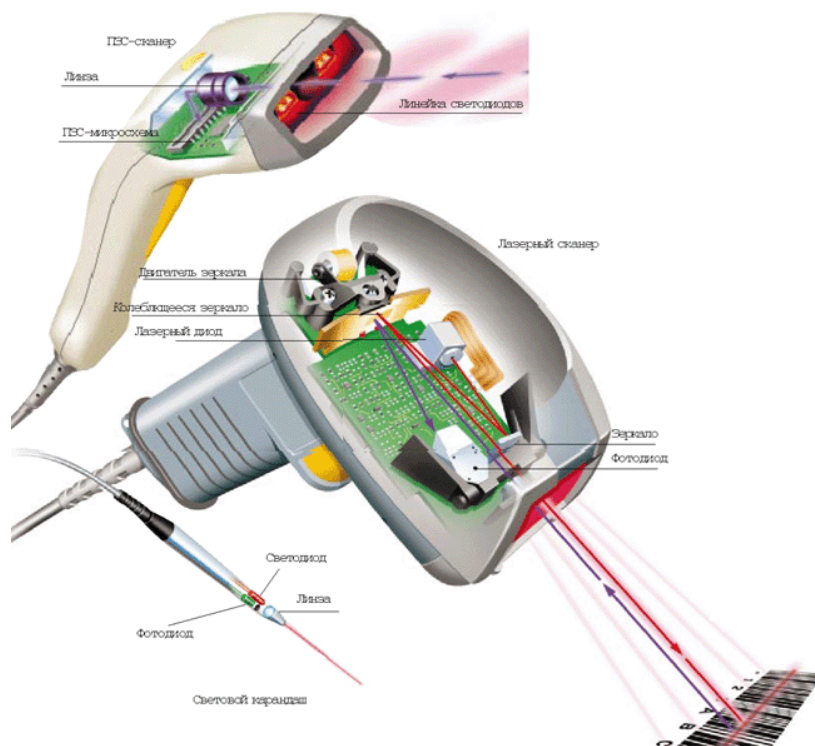


Рис. 3. Ручной лазерный сканер

Сенсор измеряет расстояние до поверхности объекта, в то время как лазерный луч или полоса проецируется на объект из ручного излучателя. В роли сенсора часто используется прибор с зарядовой связью или координатно-чувствительный детектор. Так как во время сканирования сканер находится в движении, а данные фиксируются относительно внутренней системы координат сканера, для определения точного положения устройства в пространстве зачастую используются специальные метки или используют природные особенности фона, для последующего приведения результатов сканирования к единой системе координат. Так же движения ручного сканера во время сканирования может фиксироваться средствами внешнего слежения. Для этих целей зачастую используют лазерный трекер со встроенной камерой, который определяет положение сканера в пространстве. Еще одним способом слежения за сканером является фотограмметрия. Для обеспечения данного способа используют 3 камеры, которые фиксируют движение сканера в трехмерном пространстве. Зачастую, в обоих методах используют инфракрасные светодиоды, движение которых фиксируется камерами со специальными фильтрами.

Весь объем данных сканирования и движения сканера собирается компьютером и на основе анализа создается карта точек трехмерного пространства, которая в свою очередь преобразуется в триангулированную сетку. Далее специальное программное обеспечение создает трехмерную модель объекта, используя так называемый «неоднородный рациональный

В-сплайн». Совмещая данные трехмерного сканирования с данными от пассивных датчиков сбора видимого света, ручные сканеры могут фиксировать полную текстуру поверхности, что позволяет создавать полноценную 3D-модель сканируемого объекта.

*Бесконтактные пассивные сканеры* фиксируют только отраженный естественный свет. Помимо улавливания видимого спектра света они могут фиксироваться, к примеру, инфракрасное и другие типы излучения.

Пассивный метод сканирования относительно дешевый, так как не требует использования дорогостоящего специализированного оборудования, достаточно обычной цифровой камеры и специализированного программного обеспечения.

Стереоскопические системы предполагают использование двух видеокамер, которые расположены в разных местах. По анализу различий изображения каждой из камер, можно определить расстояние до каждой точки. Данный способ по своему принципу похож на стереоскопическое зрение человека.

В фотометрических системах, как правило, используется одна камера, которая производит съемку нескольких кадров. После чего происходит восстановление модели объекта по каждому пикселю на снимках.

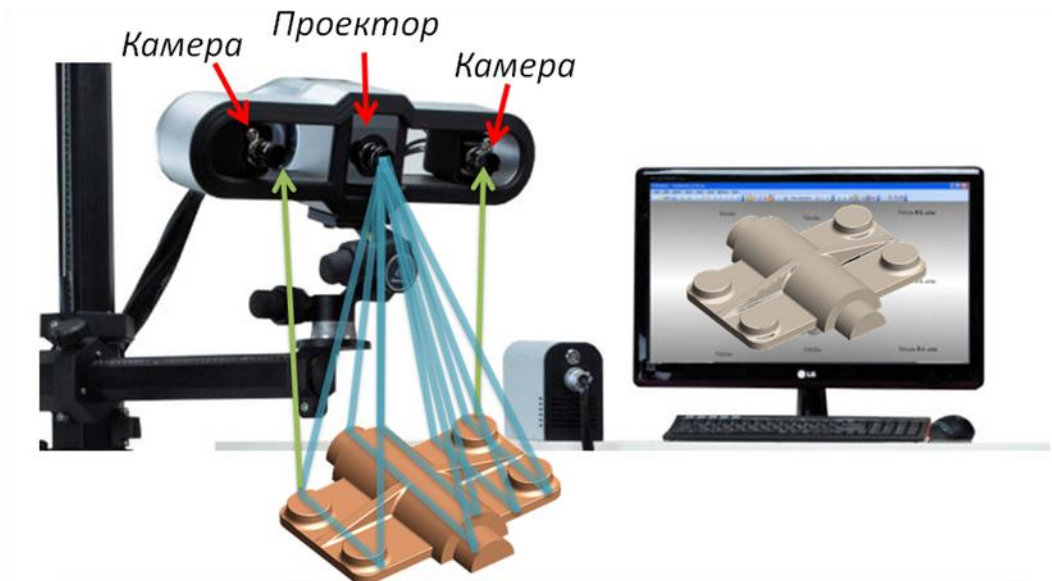


Рис.4. 3D-сканер, работающий по технологии структурированного света

По назначению такие сканеры можно отнести к трем типам:

- *наземные:*



Рис.5. Наземный лазерный сканер

Наземный лазерный сканер устанавливается в точке с заранее измеренными координатами и сканирует окружающие объекты. При необходимости, для получения полной картины, производится сканирование с нескольких точек, после чего облака отражений «сшиваются» в единый массив. Основные области применения наземного сканирования – внутренняя и наружная съемка и моделирование архитектурных сооружений, промышленных объектов. Кроме того, такие сканеры успешно применяются в таких далеких от геодезии областях, как киноиндустрия и создание компьютерных игр. Дальность действия наземных сканеров обычно лежит в пределах от единиц до сотен метров. Разрешающая способность, характеризующая плотность отражений, а также точность фиксации этих отражений – несколько миллиметров.

- воздушный:



Рис.6. Воздушный лазерный сканер

Воздушные лазерные сканеры устанавливаются на такие носители как самолет или вертолет и предназначены для съемки больших участков местности с воздуха в процессе полета. Так как положение и ориентация сканера непрерывно меняются, такие системы укомплектовываются GPS приемником, в реальном времени измеряющими положение и ориентацию сканера в пространстве. Для повышения точности измерений координат используют базовые GPS станции, которые дают информацию для вычисления дифференциальных поправок, учитывающих погрешности распространения сигналов спутников. Как правило, совместно со сканирующей системой, на носитель устанавливается цифровая фотоаппаратура, позволяющая производить аэрофотосъемку одновременно с лазерным сканированием. Дальность действия воздушных сканеров – от нескольких сотен до нескольких тысяч метров. Точность фиксации отражений по высоте – 10-15 см, в плане – 1/2000 высоты полета, что обусловлено существенной дивергенцией лазерного луча. Возможность фиксации нескольких откликов от каждого импульса позволяет получать лазерные отражения от поверхности земли, скрытой растительностью – т.е. восстанавливать рельеф местности там, где это невозможно сделать с помощью традиционной аэрофотосъемки. Воздушное сканирование применяется для съемки как площадных, так и протяженных инфраструктурных объектов, таких как дороги, трубопроводы, линии электропередач и т.д. Результаты воздушной лазерной съемки применяются в проектировании, инвентаризации объектов, картографии и многих других областях.

- *мобильные:*



Рис. 7. Мобильный лазерный сканер

Идеологически мобильная лазерная съемка схожа с воздушной, только в качестве носителя здесь используется наземная платформа - например, автомобиль, катер. Как правило, мобильная сканирующая система состоит из 2-х или более лазерных сканеров, нескольких цифровых фото/видео камер, а также GPS модулей. Сканирование производится в процессе движения носителя по дороге,



железнодорожному полотну или водной поверхности. В отличие от воздушного сканера, состав объектов, находящихся при этом в зоне видимости, меньше, но плотность отражений, а значит и детальность облаков точек существенно выше. Основное отличие от воздушной платформы заключается в том, что, находясь близко к поверхности земли, GPS приемник мобильной системы часто попадает в области затенения сигналов спутников от зданий, растительности, элементов рельефа местности. Поэтому проблема повышения точности данных мобильного сканирования на сегодняшний день является весьма актуальной. Основное применение мобильного сканирования – съемка автомобильных и железных дорог, мостов, путепроводов, городских улиц, береговой линии.

#### *Достоинства и недостатки бесконтактного сканирования:*

В отличие от контактных сканеров, каждый вид бесконтактных имеет свои отличительные черты. Триангуляционные сканеры имеют очень ограниченный диапазон действия, однако обладают высокой точностью. Времяпролетные же наоборот могут работать на расстоянии нескольких километров, но это оказывает сильное влияние на качество сканирования.

Также к несомненным достоинствам лазерного сканирования относится то, что повышается эффективность работы со сложными частями и формами и увеличивается диапазон охвата поля действия. К основным преимуществам технологии лазерного сканирования, несомненно, можно отнести высокую скорость и оперативность съемки, недостижимую любыми другими методами измерений. В области обследования линий электропередач воздушная лазерная съемка сегодня является практически мировым стандартом.

#### *Области применения технологии трехмерного сканирования:*

##### *Обработка материалов и производство*

Лазерной технологии применяются сразу в нескольких областях, отличаясь в основном мощностью лазеров, которые используются, и результатами самого сканирования. Низкая мощность лазера нужна, когда не должно оказываться влияние на сканируемую поверхность, например, если она нуждается только в оцифровке. 3D лазерное сканирование – это методы, позволяющие получить информацию о сканируемой поверхности. Она применяется для метрологии плоскости солнечной батареи, включающей вычисление напряжения с пропускной способностью более 2 000 пластин в час.

##### *Индустрия развлечений*

3D-сканеры активно используются в индустрии развлечений для создания цифровых 3D-моделей в кинематографе и видеоиграх. Если у создаваемой модели есть аналог в реальном мире, то сканирование позволит создать трехмерную модель гораздо быстрее, нежели разработка этой же модели посредством 3D-моделирования. Довольно часто деятели

искусства сперва лепят физическую модель, которую затем сканируют, чтобы получить цифровой эквивалент, вместо того, чтобы создавать такую модель на компьютере.

### *3D печать*

3D-сканеры также находят активное применение в сфере 3D печати, так как позволяют в короткие сроки создавать достаточно точные 3D модели различных объектов и поверхностей, пригодные для последующей доработки и печати. В этой сфере используются как контактный, так и бесконтактный методы сканирования, оба метода имеют определенные преимущества.

### *Сохранения культурного наследия.*

Постоянное развитие компьютерных технологий и совершенствование технического оборудования приводит к расширению применения 3D-сканирования в области сохранения, моделирования и реконструкции (в том числе поврежденных и даже утраченных) объектов историко-культурного наследия. Наиболее широко данная технология используется в архитектуре, археологии и истории. Как отмечают эксперты, возрастание энтузиазма ученых в освоении этих технологий связано также с возможностью компенсировать недостаток средств для сохранения или восстановления исторических объектов традиционными способами.

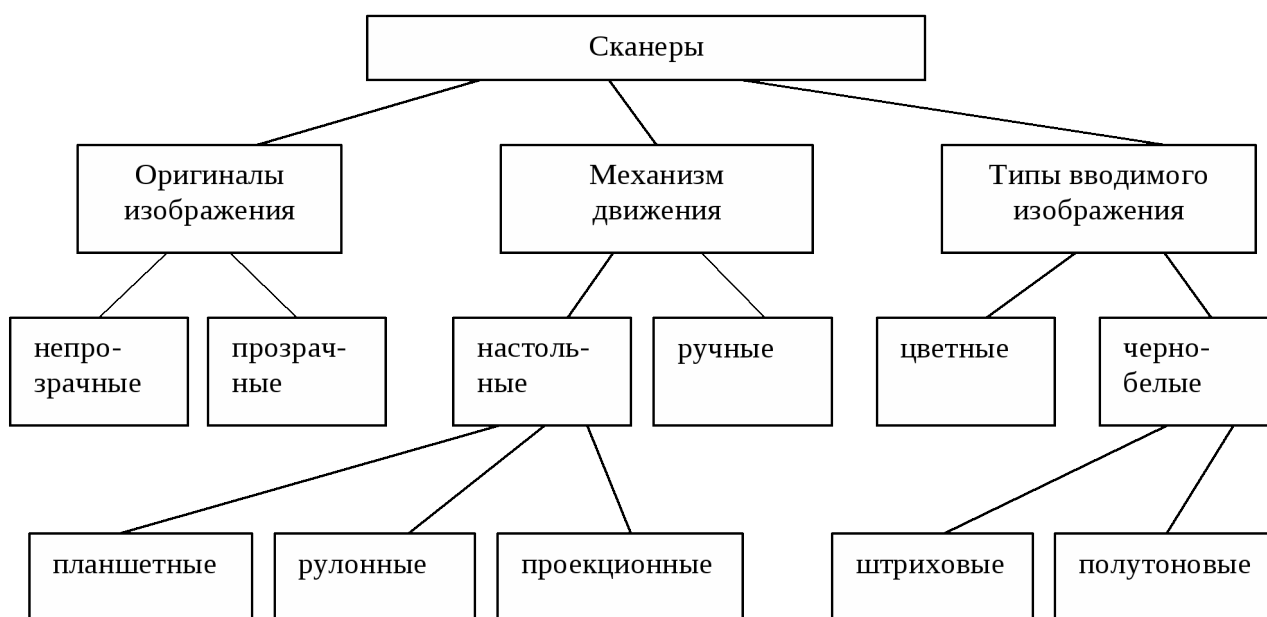


Рис. 8. Классификация сканеров

Сканеры делятся по механизму на ручные, настольные. Настольные, в свою очередь подразделяются на рулонные, планшетные, проекционные. Типы вводимого изображений. Здесь они разделяются на черно - белые и цветные.

Ручные сканеры самый простые. Они перекладывают проблему перемещения устройства относительно бумаги на человека. Для того чтобы работа была наиболее удобной, ручные сканеры имеют небольшой размер и по характеру работы напоминают чем-то мышь. Основные достоинства сканеров этого типа - малые габариты и низкая цена, а недостатки вытекают из принципа конструкции. При помощи таких сканеров невозможно ввести изображения больших форматов за один проход, поскольку считывающая головка имеет малые габариты. И добиться высокого качества изображения с их помощью очень трудно, поэтому ручные сканеры можно использовать только для ограниченного круга задач. Кроме того, они совершенно лишены "интеллектуальности", свойственной другим типам сканеров. Одним из параметров влияющих на работу ручных сканеров, является скорость сканирования.

У рулонных сканеров головка стоит на месте, а бумага перемещается относительно нее с помощью протяжного механизма. Основное достоинство - при сравнительно низкой цене сканера - возможность ввода документов формата А4. Однако отсканировать книгу вам удастся, лишь предварительно разделив ее на отдельные листы.

У планшетных сканеров сканирующая головка перемещается относительно бумаги с помощью шагового двигателя. Это уже серьезное и более дорогое устройство с большим набором команд и широким диапазоном возможностей. Для сканирования изображения необходимо открыть крышку сканера, положить сканируемый лист на стеклянную пластину, после чего закрыть крышку. В дальнейшем управление процессом сканирования осуществляется с клавиатуры компьютера - при работе с одной из специальных программ.

Все проекционные сканеры можно разделить на несколько подгрупп (подтипов).

У проекционных сканеров первого типа, считывающая часть перемещается при помощи микромеханизма. Этот тип сканеров внешне напоминает проектор. Вводимый документ кладется на поверхность сканирования изображением вверх. Блок сканирования при этом находится сверху. Некоторые сканеры такого типа не используют специальных источников света, им достаточно естественного освещения. Хотя данные устройства обеспечивают ввод как документов, так и книг, добавляя возможность вводить в компьютер проекции трехмерных предметов, они обладают существенным недостатком - низкой скоростью сканирования.

Проекционные сканеры второго типа применяются для сканирования с высоким разрешением и качеством слайдов небольшого формата, как правило, размером не более 4x5 дюймов.

Не все барабанные сканеры можно отнести к настольным, так как профессиональные барабанные сканеры имеют достаточно внушительные размеры, хотя существуют современные модификации сканеров

барабанного типа настольного исполнения. Их минусом, исходя из уменьшения габаритов, является небольшой формат сканируемого изображения. Основное отличие барабанных сканеров состоит в том, что оригинал закрепляется на прозрачном барабане, который вращается с большой скоростью. Считывающий элемент располагается максимально близко от оригинала. Данная конструкция обеспечивает наибольшее качество сканирования. Обычно в барабанные сканеры устанавливаются три фотоумножителя и сканирование осуществляется за один проход. Барабанные сканеры способны сканировать любые типы оригиналов.

#### *Типы обрабатываемых изображений:*

По данному критерию сканеры подразделяются на черно-белые, и цветные. Также, говоря о типе оригинала, подразумевают две разновидности оригиналов. Это прозрачные и непрозрачные. Непрозрачные оригиналы представляют собой либо аналоговые изображения - фотографии, либо дискретные - иллюстрации из печатных. Как прозрачные, так и непрозрачные оригиналы могут быть черно – белыми и цветными.

Черно-белые сканеры самые простые и дешевые, они предназначены для ввода рисунков, текста, чертежей и позволяют вводить изображения в единственном режиме.

У цветных сканеров число воспринимаемых цветов - 16 777 216. Способ получения изображения у данного типа сканеров как однопроходный, так и трехпроходный, в последнем случае за каждый проход считывается все изображение с фильтром заданного цвета. Разумеется, цветные сканеры могут работать и в черно - белом режиме. Цена данных сканеров заметно выше.

#### **Библиографический список**

1. [Canessa E., Fonda C. Low-cost 3D Printing for Science, Education and Sustainable Development . – 2013 . – 17-28 с.]
2. [Can Touch: онлайн сервис 3D печати // Все о 3D-сканерах: от разновидностей до применения . – 2016. – URL: <http://can-touch.ru/blog/vse-o-3d-skanerax/>]
3. [Жеребятьев Д.И. Методы исторической реконструкции памятников истории и культуры России средствами трехмерного компьютерного моделирования. Автореф. ... дисс. канд. ист. наук. М.: МГУ имени М.В.Ломоносова, 2013. 28 с.]
4. [Яник А.А. Анализ современных тенденций в развитии цифровой инфраструктуры гуманитарных исследований за рубежом // NB: Экономика, тренды и управление. - 2014. - 4. - С. 114 - 139. DOI: 10.7256/2306-4595.2014.4.13158. URL: [http://www.e-notabene.ru/etc/article\\_13158.html](http://www.e-notabene.ru/etc/article_13158.html)]

# НЕЛИНЕЙНАЯ ЗАДАЧА «ПРОХОЖДЕНИЯ» ТЕЛОМ ЗАДАННОГО УГЛОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ

*Вохмянина А.В., аспирант НТИ (ф) УрФУ*

*Воротников В.И., д.ф.-м.н., зав. кафедрой математики НТИ (ф)  
УрФУ*

Для пространственной (трехосной) ориентации в системе управления можно использовать три двигателя-маховика, которые создают внутренние моменты по трем связанным с корпусом космического аппарата осям.

В данной статье рассматривается разворот космического аппарата при отсутствии помех из состояния покоя в заданное угловое положение в трехмерном инерциальном пространстве. При этом, в отличие от обычно рассматриваемых задач переориентации, разворот не связывается с приведением аппарата в состояние покоя, и его финальная угловая скорость может быть произвольной. В этом случае обеспечивается лишь «прохождение» аппаратом заданного углового положения. Такой подход небезынтересен в случае необходимости быстрее разворота аппарата для совершения кратковременных операций в момент достижения им требуемой ориентации в пространстве.

**1. Постановка задачи.** Успех в решении задач динамики и управления движением космического аппарата во многом зависит от выбранной модели движения космического аппарата.

Для описания процесса переориентации примем математическую модель, в рамках которой космический аппарат трактуется как твердое тело, и рассматривается нелинейная управляемая система, включающая динамические уравнения Эйлера (описывающие вращение твердого тела в системе координат, связанной с самим телом), уравнения движения маховиков, и определяющие ориентацию твердого тела кинематические уравнения в переменных Родрига-Гамильтона [1, 2].

Данная нелинейная система имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}(A_1 - J_1)\omega_1' &= (A_2 - A_3)\omega_2\omega_3 + J_2\omega_3\varphi_2' - J_3\omega_2\varphi_3' - u_1, \\(A_2 - J_2)\omega_2' &= (A_3 - A_1)\omega_1\omega_3 + J_3\omega_1\varphi_3' - J_1\omega_3\varphi_1' - u_2, \\(A_3 - J_3)\omega_3' &= (A_1 - A_2)\omega_1\omega_2 + J_1\omega_2\varphi_1' - J_2\omega_1\varphi_2' - u_3, \\J_1(\varphi_i'' + \omega_i') &= u_i, \\2\eta_1' &= \eta_4\omega_1 + \eta_2\omega_3 - \eta_3\omega_2, \\2\eta_2' &= \eta_4\omega_2 + \eta_3\omega_1 - \eta_1\omega_3, \\2\eta_3' &= \eta_4\omega_3 + \eta_1\omega_2 - \eta_2\omega_1, \\ \eta_1^2 + \eta_2^2 + \eta_3^2 + \eta_4^2 &= 1,\end{aligned}\tag{1}$$

где  $A_i$  – главные центральные моменты инерции системы (гиростата);  $\omega_i$  – проекции вектора угловой скорости основного тела на его главные центральные оси  $\mathbf{k}_i$  эллипсоида инерции;  $J_i, \varphi_i$  – осевые моменты инерции и углы поворота маховиков, оси вращения которых неподвижно закреплены вдоль осей  $\mathbf{k}_i$ ;  $u_i$  – управляющие моменты, приложенные к маховикам;  $\eta_i$  – переменные Родрига-Гамильтона.

*Задача («прохождения» телом заданного углового положения).* Требуется найти приложенные к маховикам управляющие моменты, переводящие твердое тело за конечное время из произвольного начального положения в заданное. Начальное состояние тела является состоянием покоя. Кроме того, начальная угловая скорость маховиков равна нулю. Величина угловой скорости тела в момент прохождения заданного положения, а также сам момент времени не фиксируются.

Указанная задача является задачей управления по отношению к части переменных – по переменным Родрига-Гамильтона, определяющим ориентацию основного тела системы (но не по угловым скоростям основного тела и маховиков), и относится к нелинейным задачам типа «жесткой встречи».

Управляющие моменты ищутся в классе функций, реализации которых являются непрерывными функциями, удовлетворяющими заданным «геометрическим» ограничениям.

**2. Решение задачи.** Для решения используется метод «эквивалентной линеаризации», позволяющий осуществить построение законов управления для исходной нелинейной управляемой системы дифференциальных уравнений путем решения соответствующих задач управления для вспомогательных линейных управляемых систем простейшего вида [4].

Данный метод предполагает выбор управляющих моментов вида (выписано только выражение для  $u_1$ ; выражения для  $u_2$  и  $u_3$  получаются из  $u_1$  циклической перестановкой индексов  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ )

$$u_1 = -2(A_1 - J_1)\eta_4^{-1}[u_1^*(\eta_1^2 + \eta_4^2) + u_2^*(\eta_1\eta_2 + \eta_3\eta_4) + u_3^*(\eta_1\eta_3 - \eta_2\eta_4) + 1/4 \eta_1 \Sigma \omega_i^2] + (A_2\omega_2 + J_2\varphi_2')\omega_3 - (A_3\omega_3 + J_3\varphi_3')\omega_2, \quad (2)$$

$$1 \rightarrow 2 \rightarrow 3,$$

которые позволяют выделить из исходной нелинейной системы (1) вспомогательную линейную управляемую систему

$$\eta_i'' = u_i^*. \quad (3)$$

Для системы (3) с помощью принципа максимума Л.С. Понтрягина [3] решается задача управления о быстрейшем приведении в заданное положение (с произвольной скоростью).

Управляющие воздействия  $u_i^*$  во вспомогательной линейной задаче управления можно строить как в виде синтеза, так и в виде программы (непрерывных функций для заданных начальных условий). Движения системы являются непрерывно дифференцируемыми функциями времени, удовлетворяющими управляемой системе всюду на рассматриваемом отрезке времени.

**3. Результаты компьютерного моделирования.** Для космического аппарата с  $A_1 = 4 \times 10^4$ ,  $A_2 = 8 \times 10^4$ ,  $A_3 = 5 \times 10^4$  (кгм<sup>2</sup>);  $J_1 = 4 \times 10^3$ ,  $J_2 = 8 \times 10^3$ ,  $J_3 = 5 \times 10^3$  (кгм<sup>2</sup>) рассмотрим задачу «прохождения» заданного углового положения  $\eta_i = 0$ ,  $\eta_4 = 1$  из начального положения равновесия  $\eta_{10} = 0.353$ ,  $\eta_{20} = 0.434$ ,  $\eta_{30} = 0.432$ ,  $\eta_{40} = 0.707$  (рад),  $\omega_{i0} = \varphi_{i0}' = 0$ .

Пусть, исходя из требований к маневренности космического аппарата,  $\tau = 26.5$  (с). Управляющие моменты показаны на рис. 1.

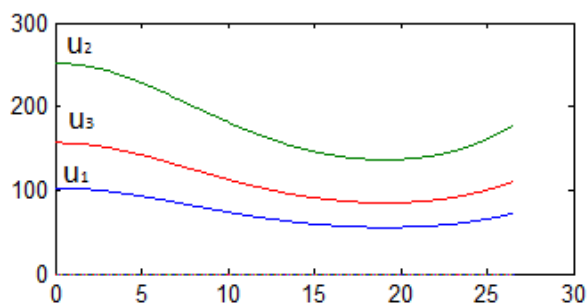


Рис. 1 – управляющие моменты в задаче «прохождения»

Показано, что при использовании конструкции управляющих моментов вида (2) в решении задачи традиционной переориентации космического аппарата с приведением его в состояние покоя за это же время  $\tau$  требуется в два раза больше ресурсов. Управляющие моменты для этого случая показаны на рис. 2.

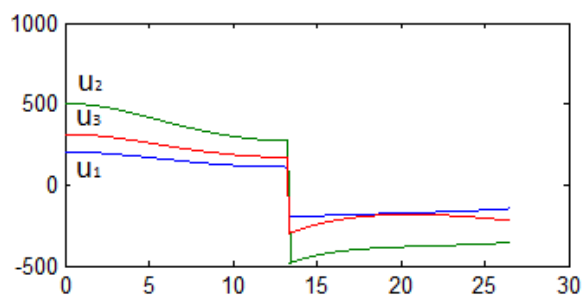


Рис. 2 – управляющие моменты в задаче приведения в состояние покоя

В задаче «прохождения» заданного положения проще получаемые управляющие моменты. Они непрерывны, в отличие от кусочно-непрерывных управляющих моментов при традиционной переориентации.

**Заключение.** Рассмотренная задача относится к классу задач частичного управления, где управление осуществляется по части переменных, характеризующих состояние изучаемой системы (по отношению к координатам основного тела, но не по угловым скоростям основного тела и маховиков).

На базе метода «эквивалентной линеаризации» и решения соответствующей задачи управления для линейной вспомогательной управляемой системы построено решение исходной нелинейной задачи.

Возможно дальнейшее исследование рассмотренной нелинейной задачи «прохождения» заданного углового положения в пространстве при игровой модели помех. В данном случае получающуюся в рамках метода «эквивалентной линеаризации» вспомогательную линейную систему дифференциальных уравнений целесообразно трактовать как конфликтно-управляемую. В итоге решение исходной нелинейной задачи может быть получено на основе решения соответствующей игровой задачи управления для данной линейной конфликтно-управляемой системы.

#### **Библиографический список**

1. Зубов В.И. Лекции по теории управления / В.И. Зубов. – Москва : Наука, 1975. – 495 с.
2. Лурье А.И. Аналитическая механика / А.И. Лурье. – Москва : Физматлит, 1961. – 824 с.
3. Математическая теория оптимальных процессов / Л.С.Понтрягин, В.Г. Болтянский, Р.В. Гамкрелидзе, Е.Ф. Мищенко. – Москва : Наука, 1983. – 392 с.
4. Vorotnikov V.I. Partial Stability and Control – Boston. : Birkhauser, 1998. – 448 p.

#### **ИНТЕГРАЦИЯ НОВОСТНЫХ ЛЕНТ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ «ВКОНТАКТЕ» И «FACEBOOK» В ВЕБ-САЙТ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ CMS «DRUPAL»**

*Голдобаев С.А., студент кафедры «Информационных технологий»  
НТИ (ф) УрФУ*

*Манакова И.П., старший преподаватель кафедры «Информационных  
технологий» НТИ (ф) УрФУ*

Сейчас большой популярностью пользуются социальные сети. Многие организации имеют там свое сообщество, которое ведется наряду с веб-сайтом. Свежая информация, статьи, документы, фотографии и



новости приходится одновременно размещать на сайте организации и в сообществе, поскольку одни клиенты получают информацию непосредственно с сайта, а другие – из социальных сетей. При этом одновременно могут использоваться несколько социальных сетей. На дублирование информации в разные источники тратится и время, и физическое пространство для хранения данных. В связи с этим появляется актуальная задача – объединение ресурсов обычных веб-ресурсов и социальных сетей в единое пространство для экономии времени на размещение информации и для экономии места для хранения данных. Второе актуально еще и тем, что место для хранения данных веб-ресурса, как правило, покупается, в то время как многие социальные сети предоставляют ресурсы в свободное использование.

Закономерен вопрос: что выгоднее – хранить данные в социальной сети и транслировать их на веб-ресурс или, наоборот, в качестве хранилища использовать сайт? Для того чтобы ответить на этот вопрос, необходимо рассмотреть, что собой представляют интегрируемые новостные ленты. Помимо текста они, как правило, имеют приложенные файлы – изображения, аудио, видео и другие документы. Данные материалы занимают больше дискового пространства, чем обычный текст. Соответственно, если в качестве хранилища выбран сайт, то понадобится хостинг с большим объемом дискового пространства. Современные веб-хостинги (например, приведенные в [1]) предоставляют от 1 Гб места для хранения, при этом стоимость услуг варьируется от 85 руб./месяц и более. В тоже время, социальные сети предоставляют возможность хранить материалы бесплатно. Таким образом, для уменьшения затрат на хранение данных, целесообразно использовать в качестве хранилища информации социальные сети с последующей трансляцией данных на сайт. Тогда появляется необходимость в разработке системы интеграции данных из социальных сетей в веб-сайты («Интегратор новостных лент»).

В ходе текущей научно-исследовательской работы были рассмотрены способы получения данных из социальных сетей. Первый вариант – получение данных с помощью парсера (анализатора страниц). Второй – получение данных с помощью API социальных сетей [2, 3]. API социальных сетей – это набор готовых классов, процедур, функций, структур и констант, предоставляемых ресурсом для использования во внешних программных продуктах. Благодаря набору HTTP-запросов к API социальной сети можно без труда получить необходимые данные в XML или JSON форматах. Поскольку API социальных сетей включают в себя элементы парсера, рационально использовать их возможности для экономии времени на разработку системы интеграции контента. Этот способ более эффективен и менее трудоемок, так как в этом случае нет необходимости вручную вычлнять нужную информацию из гипертекстовой разметки. Более того, при использовании данного решения

информация будет храниться на серверах социальных сетей, не используя хостинг пользователя.

Следующим этапом работы стал выбор среды реализации интегратора контента из социальных сетей в веб-ресурс. Многие современные сайты построены с помощью CMS (Content Management System) – систем управления содержимым. Как правило, они используют модульную архитектуру, которая позволяет без труда добавлять новые функции. В рамках данной работы рассматривается CMS Drupal 7. Таким образом, проблему интеграции сайтов и социальных сетей можно решить с помощью написания необходимого модуля для выбранной системы.

Было проанализировано несколько решений, схожих с требуемым продуктом.

1. **Модуль Social Content** [4] импортирует данные из множества социальных сетей в CMS Drupal и представляет их в виде отдельных материалов. Для хранения информации используется база данных сайта. Существенный минус модуля – он не импортирует приложенные к сообщениям материалы. Кроме того, в ходе тестирования модуль показал плохую совместимость с разными версиями CMS Drupal.

2. **Виджеты от ВКонтакте и Facebook** [5, 6] могут быть встроены в структуру веб-ресурса. Данные хранятся на серверах социальных сетей, что экономит место на хостинге пользователя. Обновление происходит автоматически. Кроме того, виджеты отображают приложенные изображения и документы. Тем не менее, с помощью виджетов нельзя полностью решить задачу создания нескольких страниц с лентами из разных сообществ, так как одному виджету соответствует одна лента. Кроме того, добавление виджетов на сайт происходит в ручном режиме, поэтому данный процесс может занять много времени.

Таким образом, можно сделать вывод, что ни одно из готовых решений не соответствует поставленным требованиям. Следовательно, появляется необходимость в разработке собственного модуля. Исходя из целей разработки модуля и функциональных особенностей взаимодействия с социальными сетями, были сформулированы определенные требования:

- модуль должен транслировать новостные ленты из популярных социальных сетей на сайт пользователя;
- данные должны обновляться автоматически через определенный интервал времени, который указывает администратор сайта;
- администратор должен иметь гибкую систему настроек отображения транслируемой информации;
- для хранения записей из социальных сетей не должна использоваться база данных сайта в целях экономии пространства на хостинге пользователя;
- должна быть возможность создавать несколько страниц для трансляции сообщений из социальных сетей;

- на каждой из создаваемых страниц должна быть возможность добавлять различное количество источников сообщений – пользователей или сообществ социальных сетей;

В результате был разработан модуль «Social Feed Reader» (SFR), позволяющий транслировать новостные ленты социальных сетей «ВКонтакте» и «Facebook» на сайт под управлением CMS Drupal 7. Данные сети были выбраны как наиболее популярные в России и за рубежом. На рисунке 1 приведена диаграмма, демонстрирующая разбиение модуля SFR на компоненты и взаимодействие между ними.

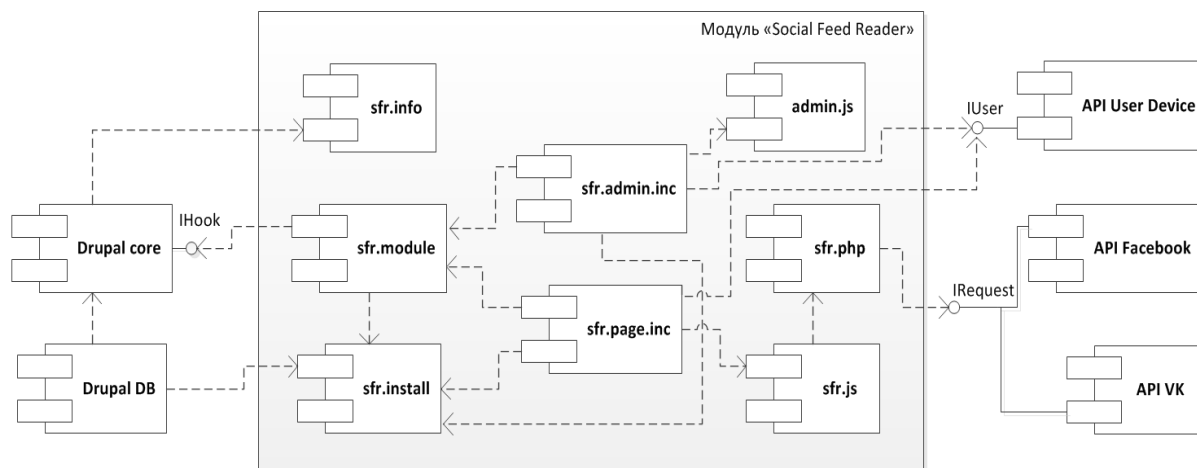


Рис.1. Диаграмма компонентов модуля Social Feed Reader

Модуль состоит из 8 основных файлов (рис. 1). В их число входят JavaScript-файлы `sfr.js` и `admin.js`. Первый из них отвечает за обработку и вывод новостных лент, второй – за защиту панели администратора от спама и ввода неверных данных. В файле с расширением `.info` хранится общее описание модуля и версия CMS Drupal, с которой он совместим. В `.install` файле объявляются переменные, которые будут созданы при установке модуля и удалены, если в модуле больше не будет надобности. В главном файле с расширением `.module` объявляются страницы, необходимые для размещения панели администратора и вывода новостных лент. Как принято при разработке модулей Drupal, описание этих страниц выносится в файлы с расширением `.inc`. PHP-файл необходим для отправки запроса к API социальных сетей. В ответ приходит JSON-строка, которую данный файл выводит с помощью функции `echo`. JavaScript-файл в свою очередь с помощью технологии AJAX получает вышеуказанную строку и, предварительно распарсив и, приведя к понятному для человека виду, выводит результат на страницы для отображения новостных лент. На рисунке 2 представлен пример пользовательского интерфейса модуля для просмотра новостей.

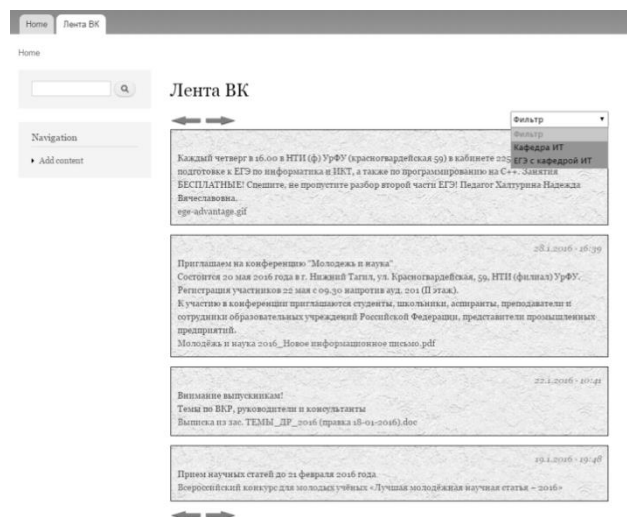


Рис.2. Пример пользовательского интерфейса

Как видно из рисунка 2, пользователь может пролистывать сообщения вперед и назад (инструменты «стрелочки»). При этом никаких дополнительных запросов к базе данных социальных сетей не происходит, что обеспечивает максимальную скорость загрузки. В правой верхней части расположен пользовательский фильтр лент. С помощью него пользователь может указать, какие ленты он хочет просматривать, а какие – нет. Причем выбор сохраняется даже после выхода с сайта, так как для хранения информации используется локальное хранилище браузера.

Таким образом, в ходе описанной научно-исследовательской работы был разработан авторский модуль «Social Feed Reader» для CMS Drupal 7, который позволяет транслировать новостные ленты социальных сетей «ВКонтакте» и «Facebook» на веб-сайт. Разработанное программное решение можно использовать в любых проектах веб-ресурсов, реализованных на CMS Drupal 7. Дальнейшие направления исследований могут включать в себя: реализацию связи с другими популярными социальными сетями, а также трансляцию не только новостных лент, но и фотогалерей социальных сетей, а также станиц просмотра документов.

### Библиографический список

1. Хостинг-обзор. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.hosting-obzor.ru/russkyi-hosting.html>, свободный (дата последнего обращения: 12-03-2016).
2. Работа с API. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://vk.com/dev/apiusage>, свободный (дата последнего обращения: 12-03-2016).

3. The Graph API. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://developers.facebook.com/docs/graph-api>, свободный (дата последнего обращения: 12-03-2016).
4. Social Content. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://www.drupal.org/project/social\\_content](https://www.drupal.org/project/social_content), свободный (дата последнего обращения: 12-03-2016).
5. Виджет для сообществ. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://vk.com/dev/Community>, свободный (дата последнего обращения: 12-03-2016).
6. Page Plugin. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://developers.facebook.com/docs/plugins/page-plugin>, свободный (дата последнего обращения: 12-03-2016).

## **ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ПОДГОТОВКИ К ПРИГОТОВЛЕНИЮ БЛЮДА**

Мухутдинов Р. М., НТИ (филиал) УрФУ, преподаватель кафедры  
«Информационные технологии»

Федореев С. А., НТИ (филиал) УрФУ, к.т.н., доцент кафедры  
«Информационные технологии»

Драницин С. Г., студент НТИ (филиал) УрФУ

### *1. ВВЕДЕНИЕ*

В данной статье описывается проектирование и разработка приложения. Целью данного проекта является помощь пользователю в выборе блюда на каждый день, уменьшение времени на приготовление обеда или ужина, а также сокращение расходов на продукты. В данном проекте будут представлены: проблема, которая возникает у многих домохозяек, и возможные решения.

### *2. ПРОБЛЕМАТИКА*

Часто в семьях существует проблема не полного использования продуктов. Они портятся, и их приходится выкидывать. Чтобы такого не происходило, хорошие домохозяйки придумывают способы их приготовления. Это часто занимает большое количество времени и сил, а иногда вынуждает снова покупать новые продукты, которые опять также залеживаются и портятся. Таким образом, деньги тратятся в пустую и не получится скопить, например на отпуск.

Основная проблема - нехватка знаний у домохозяек. Проблема заключается в том, что люди часто не могут придумать, что им приготовить на ужин из уже имеющихся у них продуктов. Тратится время

на обдумывание, а иногда хочется чего-то новенького и приходится искать в интернете блюдо по вкусу, да еще так, чтобы потратить как можно меньше времени и средств.

### *3. АНАЛИЗ*

Конечно, существует множество решений данной проблемы. Можно открыть поваренную книгу и найти среди проверенных и качественных рецептов то, что вы хотите. С другой стороны книги бывают разные, но что если семья прихотливая и из даже самой большой поваренной книги ничего по вкусу найти не удалось. На помощь придет интернет, в котором хранится миллионы рецептов на любой вкус, но среди этих миллионов нужно найти и выбрать, что займет немало времени. Не стоит забывать и про качество рецептов, никто не застрахован в том, что блюдо, которое вы решили приготовить окажется вкусным и безопасным для вас и ваших близких.

Вывод можно сделать простой, либо мы получаем не очень много рецептов, среди которых нужно будет выбрать наиболее понравившийся. Либо потратить много времени, чтобы найти проверенный и подходящий по продуктам, которые у нас имеются. Но остается одна не решенная проблема, что если в рецепте будут продукты, которых у вас нет. Вам все равно придется идти в магазин.

### *4. НАШЕ РЕШЕНИЕ*

Для решения существующих проблем мы предлагаем свое метод поиска и выбора блюда. Посредством того, что пользователь не будет искать рецепты в каких-либо многочисленных источниках. Мы разместим как можно больше информации о различных блюдах в одной базе данных, из которой идет выборка блюда. Основное отличие от аналогов заключается в том, что поиск будет производиться за счет ингредиентов, которые уже присутствуют у пользователя. Таким образом, мы избавляем пользователя от проблемы с поиском блюда, и оставляем за ним только выбор из того, что он уже может приготовить. Также из-за того что пользователю сначала предлагается то, что он может приготовить из уже имеющихся у него продуктов, то есть ему не нужно будет ходить в магазин за новыми ингредиентами, если они не нужны, а значит, ничего не пропадет.

На диаграмме 1. Представлены компоненты, содержащиеся в программе.

Диаграмма 1.

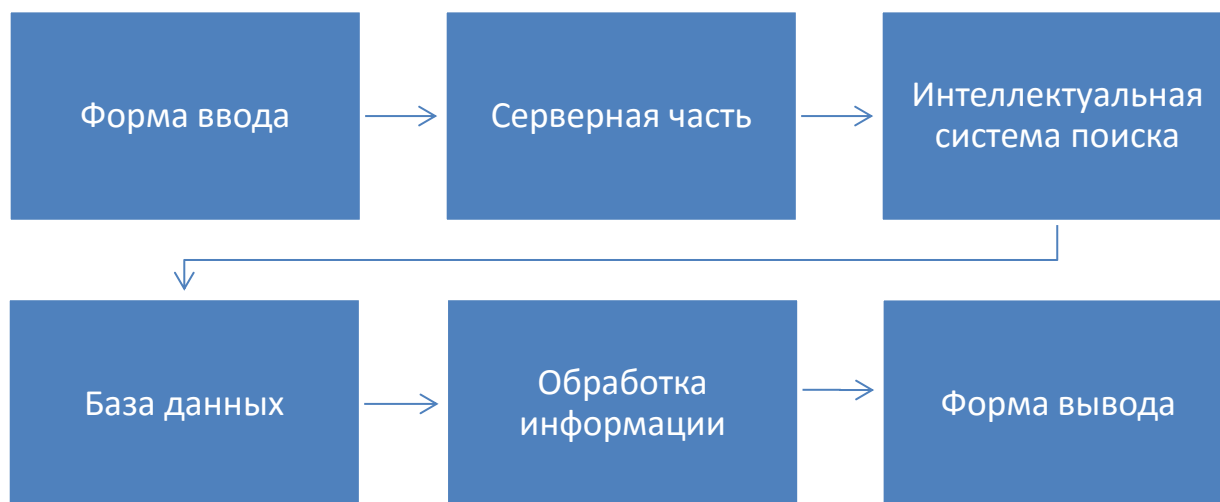


Рис.1. Диаграмма 1

Форма ввода – раздел документа, позволяющий пользователю вводить информацию для последующей обработки системой раздел документа, позволяющий пользователю вводить информацию для последующей обработки системой. В данной программе выполняет функцию считывания ингредиентов из полей ввода, для дальнейшей манипуляции с ними.

Серверная часть – программный компонент вычислительной системы, выполняющий сервисные (обслуживающие) функции по запросу клиента, предоставляя ему доступ к определённым ресурсам или услугам. Обрабатывает полученные данные с формы ввода и передает их на модуль интеллектуального поиска.

Интеллектуальная система поиска – о техническая или программная система, способная решать задачи, традиционно считающиеся творческими, принадлежащие конкретной предметной области, знания о которой хранятся в памяти такой системы. С помощью этой системы программа обращаясь к базе данных, ищет пункты, переданные ей серверной частью.

База данных – представленная в объективной форме совокупность самостоятельных материалов систематизированных таким образом, чтобы эти материалы могли

быть найдены и обработаны с помощью электронной вычислительной машины. В базе хранятся все ингредиенты, рецепты, группы к которым они относятся. Из нее программа делает выборку по полученным данным от формы ввода.

Обработка информации – блок программы отвечающий за полную выборку и обработку информации полученной от базы данных. Получение от базы данных тех сведений, которые нужно окончательно вывести пользователю.

Форма вывода – результат обработки цифровых машинных кодов в форму, удобную для восприятия человеком или пригодную для воздействия на исполнительные органы объекта управления. Выводит в удобной и понятной форме информацию, выбранную из базы данных на основе введенной информации пользователем.

## *5. РЕАЛИЗАЦИЯ*

Для хранения большого количества рецептов и ингредиентов реляционная база данных не справится. Поэтому была выбрана графовая система хранения информации «Neo4j». Его система позволяет хранить большое количество данных без потери производительности. Также это помогает и тем, что пользователи сами будут заполнять ее. Для заполнения такого большого количества данных уйдет пропорциональное ему количество времени, и поэтому реализован контент для заполнения базы данных самими пользователями, чем они сами хотели бы поделиться из своего собственного опыта. Программа оснащена интеллектуальным поиском данных. Из заданных параметров пользователем, программа ищет то, что может подойти пользователю, вместо списка из которого ему придется выбирать блюдо, и только потом смотреть ингредиенты, которые ему для этого пригодятся. Форма вывода и ввода реализованы с помощью WindowsForms, а вся серверная часть написана на C# с использованием дополнительных библиотек.

## *6. ВЫВОД*

На данный момент создана и заполняется база данных, написана серверная часть на C#. Главной задачей на сегодняшний день объединение этих блоков без потерь производительности. Функционал программы на этом не заканчивается, в проекте реализация рекомендаций для пользователей. Программа на основе заданных параметров пользователем определяет, что нужно добавить или изменить, для предоставления более обширного списка блюд пользователю.



## Библиографический список

1. Петкович Д. Microsoft® SQL Server™ 2012. Руководство для начинающих: Пер. с англ. — СПб.: БХВ-Петербург, 2013. — 816 с.
2. <http://neo4j.com> : графовая база данных с открытым исходным кодом [Электронный ресурс]. © 2016 Neo Technology, Inc. Режим доступа : <http://neo4j.com>, свободный.

## ГОЛОГРАФИЯ

*Овечкина Е. В., доцент НТИ (филиал) УрФУ*

*Козицын В. А., студент кафедры «Информационных технологий» НТИ  
(филиал) УрФУ*

Голография — набор технологий для точной записи, воспроизведения и преформирования волновых полей оптического электромагнитного излучения, особый фотографический метод, при котором с помощью лазера регистрируются, а затем восстанавливаются изображения трехмерных объектов, в высшей степени похожие на реальные.

В настоящее время разработано несколько методов голографирования. Все они основаны на одном и том же принципе. Свет лазера разделяется на два пучка. Один пучок образуется при отражении света от объекта, который голографируется. Этот пучок называется предметным. Другой пучок, который называют опорным, создается с помощью обычного плоского зеркала и на объект не попадает. В том месте, где происходит наложение предметного и опорного пучков, помещается обычная фотопластинка. Так как источником света является лазер, то предметный и опорный пучки являются когерентными. Поэтому они интерферируют. Фотопластинка фиксирует эту интерференционную картину.

Один из самых интересных методов голографии был предложен Юрием Николаевичем Денисюком. Запись голограммы происходит на фотопластинке с толстым слоем эмульсии (во много раз большим длины световой волны). Интерференционная картина предметного и опорного пучков при этом возникает в толще эмульсии, а изображение можно получить, освещая пластинку обычным осветителем или солнечным светом. Структура такой голограммы сама «выбирает» из падающего на нее света компоненты, нужные для восстановления волнового фронта.

В 1982 г. были разработаны принципы динамической голографии, позволяющие создать голографические изображения движущихся объектов.

Процесс получения настоящей голограммы довольно трудоёмок, однако существуют способы получения псевдо голограмм. Получить

псевдо голограмму может любой человек, потратив на это минимум средств, материалов и времени.

#### *Holho 4*

Принцип, лежащий в основе технологии Holho, — это не настоящая голография, но он вполне способен создать убедительную иллюзию трехмерного изображения. Данный принцип достаточно прост и основан на законах оптики. Для построения псевдо голографического изображения с помощью этого метода необходима специальная 4-гранная призма в форме пирамиды, изготовленная из оргстекла или прозрачного пластика, и видео с определённым монтажом (одинаковое изображение или анимация расположена по сторонам от центрального квадрата экрана устройства).

В четырехгранной пирамиде происходит преломление световых потоков, с помощью которых происходит конвертация плоского изображения в голограмму. На каждую грань пирамиды проецируется одна из четырех частей изображения с экрана смартфона или планшетного компьютера. Таким образом, с каждой стороны зритель видит свою картинку, что создает иллюзию трехмерных объектов внутри пирамиды. Подобный проектор можно использовать для демонстрационных показов различных объектов (зданий, автомобилей, мех. деталей, микроскопических веществ), для оформления интерьеров, навигации и, конечно же, для развлечения.

#### *Построение изображения для псевдо голограмм*

Построение композиции изображений или видео для получения с ними псевдо голограммы можно осуществить с помощью простейших фото- и видео редакторов. Принцип построения композиции для отображения в «пирамиде» графического изображения точно такой же, как и для отображения анимации или видео:

1) Необходимо создать фон для изображений/видео, закрасенный тёмным цветом. Фон можно закрасить и светлым цветом и, даже, сочетанием различных ярких цветов, но в этом случае просматривать результат придётся в неосвещённом помещении и эффект объёмности немного снизится из-за не столь выделенного главного объекта сцены на фоне изображения. Размеры фона, желательно, сделать соответствующими размерам экрана, на котором будет воспроизводиться изображение/видео.

2) Поместить на изображение/видео главный объект (изображение или видео), которое будет отображаться в «пирамиде» в дальнейшем и отмасштабировать данный объект, опираясь на размеры фона.

3) Визуально выбрать центр сцены, в который будет установлена в дальнейшем «пирамида». Это будет невидимый квадрат, размеры сторон которого можно задавать относительно размеров фонового изображения, в этом случае при воспроизведении такой композиции с таким центром на устройствах с разными размерами экрана придётся создавать новую

«пирамиду» для каждого размера экрана. Второй способ задания размера центрального квадрата зависит от размеров сторон квадрата, образованного сечением параллельно основанию пирамиды ближе к её вершине.

4) Создать три копии изображения с главным объектом и повернуть их соответственно на 90, 180 и 270 градусов. Имеющиеся 4 изображения разместить по сторонам от выбранного ранее центра композиции так, чтобы нижние части изображений смотрели в сторону центра композиции, а верхние части – в сторону границ экрана.

#### *Перспективы*

На данный момент освоено построение псевдо голограммы малого размера с воспроизведённого на экране мобильного телефона или планшетного компьютера изображения/видео. В дальнейшем возможна реализации получения подобных эффектов с в больших масштабах: в качестве примера, можно привести установку в вертикальном положении проектора и проецирования с его помощью изображения или видео на стекло, расположенное над ним. На данном стекле будет установлена «пирамида» большего размера. Таким образом, возможно получить псевдо голограмму размером около 50 см<sup>2</sup>.

### **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ «ИГРА СУДОКУ»**

*Мухутдинов Р. М., НТИ (филиал) УрФУ, ассистент кафедры «Информационных технологий», Федореев С.А., НТИ(филиал) УрФУ, зав. кафедры ИТ, Козицын В. А., студент НТИ (филиала) УрФУ*

*Цель работы:* разработка игрового приложения «Игра sudoku» посредством инструмента для разработки 2D и 3D приложений «Unity» и интегрированной среды разработки программного обеспечения "Visual studio". Используя методы для создания приложений "Unity", реализовать построение интерфейса игры, создание игрового поля, реализовать заполнение созданного поля стартовым набором чисел, создать алгоритм для верного заполнения поля, реализовать возможность введения пользователем чисел в игровое поле и проверку всех чисел, введённых в поле, после каждого нового введения числа с целью завершения игры, в случае правильно заполненного пользователем поля.

*Объект исследования:* программное приложение «Игра sudoku».

*Предмет исследования:* инструмент для разработки 2D и 3D приложений «Unity», интегрированная среда разработки программного обеспечения «Visual studio».

### *Проблема исследования*

В настоящее время существует большое количество игровых приложений «Судоку», разработанных как для персональных компьютеров, так и для мобильных устройств и планшетных компьютеров. Все эти приложения можно разделить на две условные группы:

- 1) поддерживаемые только с подключением к сети «Интернет»;
- 2) способные работать без подключения к сети «Интернет».

Большинство из существующих приложений «Судоку» имеют различные недостатки. Даже в самых идеальных, на первый взгляд, приложениях встречается по одному недостатку, а в остальные могут нести сразу несколько недостатков в себе. Чаще всего в реализованных приложениях встречаются такие недостатки, как: отсутствие подсказок в игре; не реализована подсветка ячеек в игровом поле, чьи значения равны значению выбранной пользователем ячейки; мешающая всплывающая панель выбора действия при нажатии на ячейку; полностью английская версия игры; платное распространение приложения; неудобный интерфейс.

### *Аналоги*

#### 1. Судоку by СВ <http://sudoku.org.ua/rus/>

Недостатки: при нажатии на ячейку появляется таблица с цифрами от 0 до 9 для ввода значения в выбранную ячейку. Эта таблица полностью закрывает соседнюю ячейку и частично несколько ячеек, граничащих с ней. Это мешает пользователю увидеть все уже введённые значения при вводе в новую ячейку; при победе в web-странице всплывает окно, в котором просят подтвердить действие на сайте. Не предусмотрено сообщение о победе или проигрыше, не информативное завершение игры; для игры на данном ресурсе необходимо иметь подключение к сети «Интернет»; при выборе ячейки с заданным значением, она не подсвечивается, так же как и все остальные ячейки, имеющие значение выбранной. Это снижает скорость действий пользователя, он тратит намного больше времени на самостоятельный поиск ячеек с одинаковыми значениями каждый раз при выборе ячейки со значением.

Достоинства: возможность перевода меню игры на английский язык; возможность выбора сложности; в случае, если пользователь ввёл неверное значение для ячейки, оно подсветится, не допуская последствий этой ошибки.

#### 2. Судоку (Volcano Entertainment) <https://play.google.com/>

Недостатки: интерфейс поддерживает только английский язык.

Достоинства: реализованы подсказки для пользователя; при наведении на ячейку с присвоенным значением, подсветятся все ячейки с таким же значением; при выборе любой ячейки выделяются более тёмным цветом все ячейки, находящиеся в столбце и строке, в которой находится

выбранная ячейка; для использования этого приложения не требуется подключение к сети «Интернет».

### *Наше решение*

Проанализировав существующие аналоги рассматриваемого приложения, рассмотрев их недостатки, можно реализовать собственное приложение посредством «Unity», в котором будут устранены основные недостатки, часто встречающиеся в существующих аналогах.

### *Реализация*

С помощью интегрированной среды разработки ПО «Visual studio» на языке C# создаём и проверяем на правильность алгоритм простого заполнения числами поля 9x9 и дальнейшего их перемешивания. Случайным образом задаются ячейки со значением, равным 0 (при таком значении выводится пустое место) и ячейки с начальными цифрами.

В «Unity» создаём игровой объект (куб) и задаём ему необходимые параметры для достижения желаемого внешнего вида, прикрепляем к объекту переменную Text Mesh для отображения в последующем значений ячеек на игровом поле. Также создаём свойства для этого объекта: координатные переменные; значение; истинное значение; булевская переменная (для проверки, можно ли изменять значение ячейки или нет).

Пишем скрипт для заполнения копиями ранее созданного объекта игрового экрана (создание игрового поля). Простым циклом проходимся по координатам экрана, выбрав предварительно начальную точку, и заполняем ячейками экран.

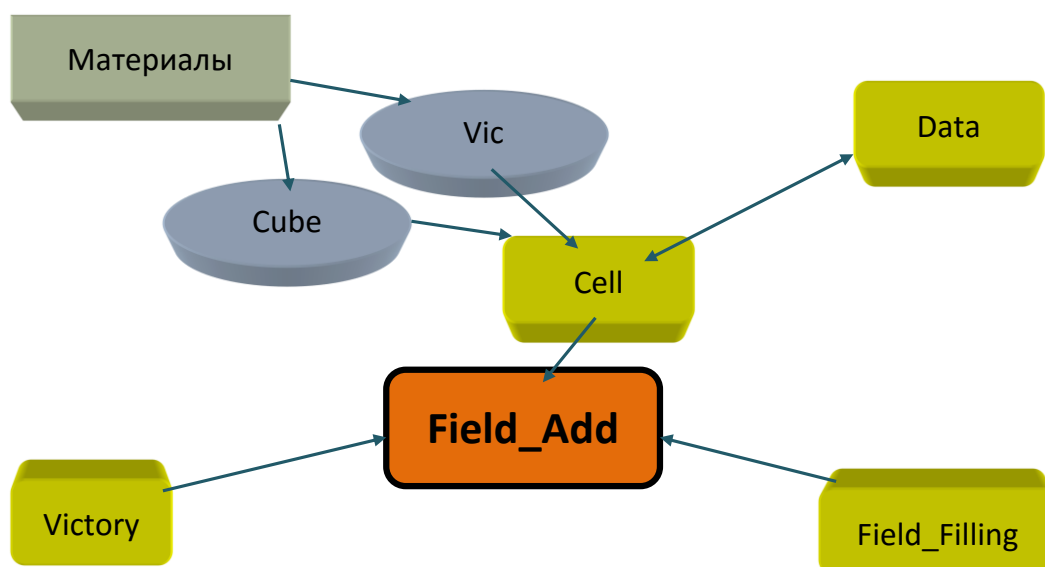


Рис. 1. Диаграмма

Для получения некоторого числа ячеек с уже введёнными значениями обращаемся к тегу, описывающему заполнения поля 9x9 (копия кода из объекта C#, созданного на первом этапе). В переменную «истинное значение» для каждой ячейки поля запишется её истинное значение, а в переменную «значение» запишется или истинное значение или 0 (при 0 переменная Text Mesh текущей ячейки примет значение “ ” и ячейка будет выведена на поле именно с ним).

Создаём скрипт для записи в переменную «значение» (если изначально она была равна 0) числа от 1 до 9 при нажатии пользователем на ячейку. Так же в этом скрипте создаём код для подсветки определённым цветом выбранный пользователем ячейки и для подсветки другим цветом всех ячеек в поле, имеющих такое же значение.

Создаём скрипт для вывода сообщения о победе в случае, если у каждой ячейки значении переменной «значение» будет равно значению переменной «истинное значение».

«Материалы» – папка, в которой хранятся материалы для раскрашивания игровых элементов («тело» ячеек поля, границы ячеек и заливка фона сообщения о победе).

«Cube» – совокупность игровых объектов (два элемента типа Куб), образующих единственный начальный экземпляр ячейки, с которого в последующем будут создаваться копии для построения игрового поля.

«Vic» – игровой объект (элемент типа Куб), являющийся сообщением о победе.

«Cell» – скрипт, описывающий заливку ячеек определёнными цветами при выборе пользователем одной из них, а так же стирает значение ячейки, в случае, если при построении случайным образом эта ячейка должна быть пустой изначально.

«Data» – вспомогательный скрипт, хранящий координаты ячеек и их видимое значение при обходе программой всего поля после нажатия на какую либо ячейку. Необходим для реализации динамической смены цветов заливки ячеек при нажатии на ячейки пользователем.

«Field\_Filling» – скрипт, содержащий алгоритм построения случайного правильного поля для игры «Судоку», в дальнейшем передающий информацию о координатах и значениях элементов поля в главный узел приложения.

«Victory» – скрипт, присваивающий тегу «Text Mesh» объекта «Vic» значение «ПОБЕДА».

«Field\_Add» – головной скрипт приложения, выводящий на экран по определённым координатам копии объекта «Cube», присваивает им значения, согласно алгоритму построения игрового поля, описанного в скрипте «Field\_Filling», случайным образом задаёт пустые ячейки и проверяет игровое поле после каждого хода пользователя на правильность заполнения и в случае, если всем изначально пустым ячейкам присвоены

верные значения, выводит объект «Vic», обозначающий победу пользователя.

### *Вывод*

В ходе данной работы для реализации игрового приложения с помощью методов создания приложений, предложенных "Unity", было реализовано построение интерфейса игры, создание игрового поля и его заполнение, а также возможность введения пользователем чисел в игровое поле. Помимо этого был реализован алгоритм проверки правильности введенных чисел и вывода сообщения о победе в случае верной расстановки чисел.

## **СОЗДАНИЕ АРХИВАТОРА**

*Коковин Е.А., НТИ (филиал) УРФУ, студент кафедры «Информационных технологий», Федорев С.А., к.т.н., зав. кафедрой «Информационных технологий», Мухутдинов Р.М., преподаватель кафедры «Информационных технологий»*

### *Цель исследования*

Изучить рынок предлагаемых аналогов нашей разработки, выявить недостатки, учесть их при создании программы и на основе полученных данных разработать рабочее и доступное ПО с использованием доступных методов для разработки.

### *Объект исследования*

Объектом исследования являются программы предоставляющие возможность архивирования и разархивирования специальных файлов, доступных только данным программам.

### *Предмет исследования*

Предмет исследования- это свободно распространяемое программное обеспечение от компании Microsoft office. Для конкретно используемого нами способа применяется среда разработки windows forms.

### *Вводная часть*

При эксплуатации компьютера по самым разным причинам возможны порча или потеря информации на жестких дисках. Это может произойти из-за физической порчи жесткого диска, неправильной корректировки или случайного уничтожения файлов, разрушения информации компьютерным вирусом и т.д. Для того чтобы уменьшить потери в таких ситуациях, следует иметь архивные копии используемых файлов и систематически обновлять копии изменяемых файлов.

Для сохранения информации можно конечно её дублировать, однако при этом копии занимают столько же места, сколько занимают исходные файлы, и для копирования нужных файлов может потребоваться много дискет. Например, для копирования файлов с жесткого диска емкостью 1,2

Гбайт необходимо 854 дискеты емкостью по 1,44 Мбайт. В таком большом количестве дискет даже разобраться довольно трудно, поэтому трудоемкость создания и обновления копии будет весьма значительной.

Более удобно использовать для создания копий специально разработанные программы архивации файлов. Эти программы позволяют не только сэкономить место на дискетах, но и объединять группы совместно используемых файлов в один архивный файл, что заметно облегчает ведение архивов.

Принято различать архивацию и упаковку (компрессию, сжатие) данных. В первом случае речь идет о слиянии нескольких файлов и даже каталогов в единый файл — архив (примером использования такой технологии в чистом виде может служить формат TAR). Во втором — о сокращении объема исходных файлов путем устранения избыточности (в данной работе рассматривается упаковка без потерь информации, т. е. с возможностью точного восстановления исходных файлов). Как правило, современные архиваторы обеспечивают также сжатие данных, являясь, таким образом, еще и упаковщиками, однако существуют и чисто «упаковочные» утилиты типа Gzip, сжимающие отдельные файлы, преобразуя их в формат Z или GZ.

При выборе инструмента для работы с упакованными файлами и архивами следует учитывать два фактора: эффективность, т. е. оптимальный баланс между экономией дисковой памяти и производительностью работы, и совместимость, т. е. возможность обмена данными с другими пользователями. Совместимость, пожалуй, сегодня более важна, так как по достигаемой степени сжатия конкурирующие форматы и инструменты различаются на проценты (но не в разы), а вычислительная мощность современных компьютеров делает время обработки архивов не столь существенным показателем, как, скажем, десять лет назад. Поэтому при выборе инструмента для работы с архивами важнейшим критерием для большинства пользователей (во всяком случае тех, для кого обмен большими массивами данных — насущная проблема), вероятно, является способность программы «понимать» наиболее распространенные архивные форматы, даже если эти форматы не самые эффективные.

#### *Сложившаяся проблема*

На данный момент самые популярные архиваторы имеющие большой функционал имеют платную лицензию (цена лицензии около 1000 р.), а также частое напоминание в виде всплывающего окна с рекомендациями приобрести регистрацию. Некоторые архиваторы имеют бесплатную версию, но интерфейс этого режима перегружен рекламой. Большинство этих программ, не смотря на платный доступ, не предоставляют большую скорость сжатия, наблюдается заметное снижение скорости сжатия при высоком коэффициенте сжатия, а также



имеют не очень удобную навигацию к извлеченному файлу, медленную скорость извлечения файлов.

Таблица 1

Существующие решения		
Свойства	WinRar 3.0	7-Zip (zip)
Поддержка ранних версий	-	+
Доступность	-	+
Восстановление	+	-
Время упаковки	Дос файл 2,25	Дос файл 5,25
Время распаковки	Дос файл 0,20	Дос файл 0,15

*Вывод:* Таким образом, мы выяснили, что уже предоставленное на рынке ПО не предоставляет доступный функционал для удобного использования человеком.

*Наше решение:* На основе проведённого анализа, описанного в предыдущем пункте, мы выявили несколько недостатков в ряде уже готовых программ, которые мы планируем учесть и компенсировать в нашей программе.

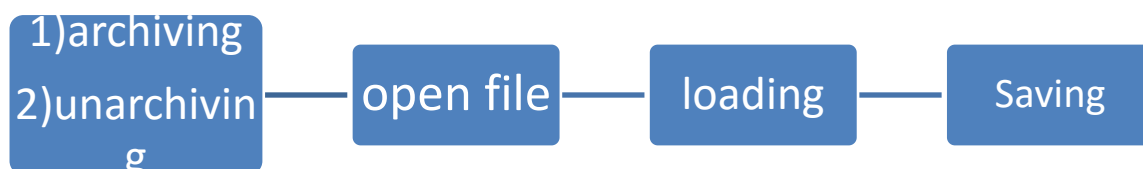


Рис.1. Функциональные блоки

1 блок даёт пользователю выбор: разархивировать или архивировать файл, который выберет пользователь.

2 блок предоставляет возможность выбрать файл, попадающий под функционал программы.

3 блок даёт информацию о состоянии процесса, выбранного ранее.

4 блок позволяет выбрать путь для сохранения файлов, после выполнения программы

#### Реализация

Для создания архивов в C# самый простой способ — это использовать специальную библиотеку «DotNetZip». Библиотека имеет очень большой функционал, и позволяет делать настоящие чудеса, но при этом очень проста в использовании, когда необходимо быстренько запаковать или распаковать что-нибудь небольшое. Так же

данная библиотека содержит множество других полезных методов и свойств, с помощью которых можно задавать степень сжатия данных при архивации, добавлять комментарии к архиву, задания пароля как на весь архив сразу, так и отдельно к каждому файлу и другое.

#### *Вывод*

Пользователю предстоит выбор **WinRAR**, **7-Zip** и **WinZip** – пожалуй, самые распространенные на сегодняшний день архиваторы, которые будут эффективны почти в любом возможном случае. Все они имеют версию для работы посредством командной строки, поддерживают самораспаковывающиеся архивы, а также создание непрерывных, многотомных и зашифрованных архивов – словом все, что требуется от хорошего архиватора. Но некоторые архиваторы имеют платный доступ, а в бесплатных версиях затрудняет работу ограниченный функционал. Поэтому нашей задачей является разработать простую программу, доступной пользователю, с интерфейсом не перегруженным сторонними задачами.

На данном этапе нами реализовано меню программы, в дальнейшем планируется завершить работу.

#### **Библиографический список**

1. Фигурнов В.Э. «IBM PC для пользователя. Краткий курс» - М.: ИНФРА-М, 1998.
2. PCMagazine, 1997-1999 гг.
3. IBM PC для пользователя □ Фигурнов В.Э., Москва “ИНФРА-М” 1995г.
4. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. - 384 с.
5. Сжатие данных [Электронный ресурс]: Крупнейший каталог ресурсов по сжатия данных – Ссылка: <http://zlib.net.ru>
6. Библиотека алгоритмов [Электронный ресурс] Ссылка: <http://algotlist.manual.ru>

## РАЗРАБОТКА АППАРАТНО–ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ЖИВОТНЫХ

*Кузнецова А. С., студентка НТИ (филиала) УрФУ*

*Панова А. П., студентка НТИ (филиала) УрФУ*

*Мухутдинов Р. М., НТИ (филиала) УрФУ, преподаватель кафедры  
«Информационных технологий»*

*Федореев С. А., НТИ (филиала) УрФУ, зав. кафедры «Информационных  
технологий», к.т.н.*

В современном мире все чаще нарушается круговорот веществ, и уменьшается популяция животных. Они заболевают и погибают от деятельности человека либо от воздействия стихийных бедствий. В конце 2014 года Всемирный фонд дикой природы (WWF) опубликовал новый доклад «Живая природа», согласно которому численность популяций позвоночных видов животных – млекопитающих, птиц, пресмыкающихся, земноводных и рыб – снизилась на 52% за последние 40 лет [1]. От численности животных зависит жизнь людей, поэтому люди должны оберегать фауну, рядом с которой они находятся.

Все живые организмы связаны между собой пищевой цепью (рис.1).

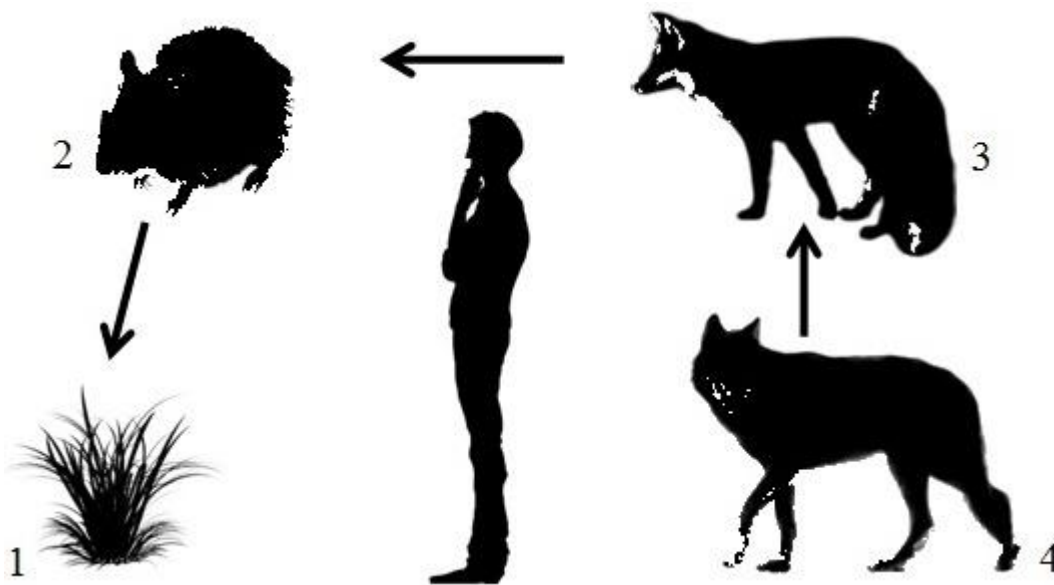


Рис. 1 – Пищевая цепь

Травоядные животные (2) поедают растения (1), первичные хищники (3) поедают травоядных, вторичные хищники (4) поедают хищников поменьше [2].

Фауна Земли активно влияет на окружающую среду. Объекты животного мира опыляют растения и распространяют их семена, активно

участвуют в формировании грунта, заноса в него разные органические вещества и способствуя образованию перегноя.

Используя и уничтожая трупы других животных, увядших растений и опавшей листвы, фауна, помимо всего прочего, активно исполняет роль санитаров нашей планеты.

На человека уровень популяции действует опосредованно, то есть через экосистемы рек, лесов и т.п. Отрицательное воздействие нехватки того или иного продуцента или консумента проявляется, прежде всего, через ухудшение качества жизни. Любое нарушение пищевой цепи грозит не только загрязнению окружающей среды, но и вымиранию отдельных видов животных, целых популяций и, как следствие, человека.

Таким образом, возникает проблема отрицательного воздействия нарушения пищевой цепи на жизнь человека. Чтобы решить данную проблему, необходимы средства, которые помогут разработать технологию и сохранить баланс экосистемы. Поэтому целью нашей работы является разработка аппаратно-программного комплекса для сохранения популяции животных.

Инженерно-технологический центр «СКАНЭКС» совместно со Всемирным фондом защиты дикой природы используют технологию для мониторинга животных через космические снимки. Они изучают популяции, оценивают степень влияния климатических изменений и предотвращают возможную гибель животных [3]. Но у данной технологии существует ряд недостатков, таких как:

- отсутствие постоянного отслеживания и наблюдения в режиме онлайн;
- отсутствие данных о состоянии здоровья животного;
- отсутствие индивидуального наблюдения за особью;
- продолжительный промежуток времени между обнаружением опасности или угрозы жизни животным и оказанием им помощи может быть критическим.

Наше решение позволит устранить данные недостатки. Мы предлагаем технологию «SaveEco», которая включает в себя устройство SVE (рис. 2).

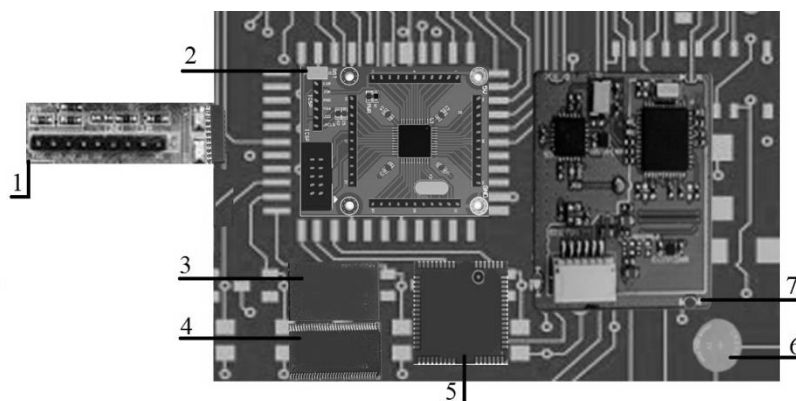


Рис. 9 – Устройство SVE

Устройство состоит из нескольких элементов:

1. Датчик ЭКГ – прибор для снятия показаний работы сердца, который крепится на кожу. Он на протяжении установленного времени регистрирует электрические импульсы сердца.
2. Микроконтроллер – микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами [4].
3. Flash память – энергонезависимая память, которая позволяет сохранять содержимое в течение долгого времени.
4. RAM-память – энергозависимая память, которая хранит машинный код, а также входные и выходные данные.
5. GSM модуль – это приёмопередатчик, использующий сети операторов мобильной связи для передачи и приёма информации.
6. Батарейка типа CR2032 для постоянного питания устройства на 3-5V.
7. GPS-трекер (также GPS-контроллер) – устройство приёма-передачи данных для спутникового контроля автомобилей, людей или других объектов, к которым оно прикрепляется, использующее GPS для точного определения местонахождения объекта. GPS-трекер содержит GPS-приёмник, с помощью которого он определяет свои координаты, а также передатчик на базе GSM, передающий данные по GPRS, SMS или на базе спутниковой связи для отправки их на серверный центр, оснащённый специальным программным обеспечением для спутникового контроля [5].
8. Стабилизатор напряжения для поддержания выходного напряжения в узких пределах, при существенном изменении входного напряжения и выходного тока нагрузки.

SVE планируется прикреплять на шею животного вместе с ошейником. В случае нарушения сердечного ритма ЭКГ на вход микроконтроллера посылает сигнал, затем микроконтроллер запрашивает координаты у GPS-трекера и передает всю информацию GSM модулю, который отправляет её на сервер. Сервер отсылает все данные в ближайший питомник (заповедник), где животному своевременно окажут помощь.

За время выполнения работы был разработан прототип устройства, были изучены и проанализированы используемые технологии. Планируется использование солнечной батареи для энергосбережения. Но так как некоторые животные обитают преимущественно в лесах, мы должны убедиться: достаточно ли солнечного света попадает на поверхность батареи. Также в дальнейшем планируется разработка мобильного приложения для отслеживания животных и получения информации об их здоровье.

## Библиографический список

1. Официальный сайт WWF. – [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.wwf.ru/resources/publ/book/436>
2. Библиотека Lib-5.ru. – [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://lib-5.ru/swing-48815.php>
3. Официальный сайт ГИС-Ассоциация. – [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gisa.ru/94441.html>
4. Свободная энциклопедия Wikipedia. – [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Микроконтроллер>
5. Свободная энциклопедия Wikipedia. – [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/GPS-трекер>

## АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ ГЕНЕРАТОР СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА «ЧЕЛОВЕЧЕСКАЯ ЭНТРОПИЯ»

*Лыскова А. В., студентка НТИ (филиала) УрФУ,*

*Мухутдинов Р. М., НТИ (филиала) УрФУ, преподаватель кафедры  
«Информационных технологий»*

*Федореев С. А., НТИ (филиала) УрФУ, зав. кафедры «Информационных технологий», к.т.н.*

Криптографические приложения используют для генерации случайных чисел особенные алгоритмы. Эти алгоритмы заранее определены и, следовательно, генерируют последовательность чисел, которая теоретически не может быть статистически случайной. В то же время, если выбрать хороший алгоритм, полученная численная последовательность будет проходить большинство тестов на случайность. Такие числа называют псевдослучайными числами.

Никакой детерминированный алгоритм не может генерировать полностью случайные числа, он может только аппроксимировать некоторые их свойства.

Большинство простых арифметических генераторов хотя и обладают большой скоростью, но страдают от многих серьезных недостатков:

- слишком короткий период/периоды;
- последовательные значения не являются независимыми;
- некоторые биты «менее случайны», чем другие;
- неравномерное одномерное распределение;
- необратимость.

Как же сделать такой ГСЧ, результаты которого будут непредсказуемы в той мере, насколько это вообще возможно? Что является одним из самых непредсказуемых явлений в природе и практически не

поддается формализации, а, следовательно, моделированию? Поведение человека: индивидуума.

Предлагается конструирование ГСЧ на идее непредсказуемости поведения отдельного человека. Для реализации проекта выбрана интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio 2010, и язык C#.

На форме проекта размещены рядом друг с другом 60 кнопок-квадратиков. Как видно на рисунке 1. К каждой кнопке привязано системное событие MouseEnter.

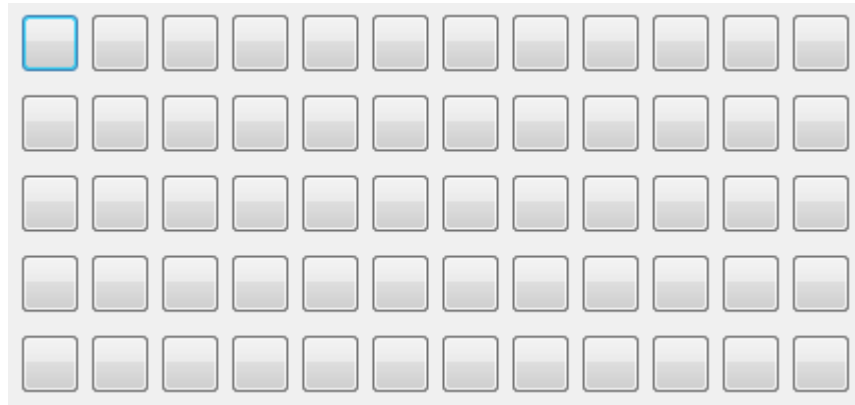


Рис.1. Форма проекта

В обработчике событий каждой кнопки находится код отображённый в листинге 1.

Листинг 1 – Код обработчика события MouseEnter

```
private void Form1_MouseEnter(object sender, EventArgs e)
{
    Random rand = new Random();
    int random = rand.Next(0, 256);
    list.Add(random);
    textBox1.Text += random.ToString() + ",";
    textBox2.Text += Convert.ToChar(random) + "";
}
```

При наведении курсора на кнопку в памяти сохраняется некоторое число в пределах  $0 \div 256$ . Именно такое число кодов, соответствуют символам в таблице ASCII. Ведь применяя символьную генерацию, энтропия возрастает, а вместе с ней увеличивается надёжность случайной последовательности.

При повторном проведении курсором над той же кнопкой сохраняется уже новое число. Таким образом, пользователь произвольно проводит курсором над полем кнопок, формируя серию чисел.

Каждый раз, при вызове события MouseEnter, вызывается создаётся объект класса Random, который в качестве исходной точки берет значение системного таймера, а не предыдущее значение случайной последовательности. То есть каждый раз, генерируя очередную

последовательность, пользователь инициирует заполнение массивов textVox1, textVox2 и с заново, разными значениями, не зависящими друг от друга.

Реализованная программа позволяет скопировать полученные данные в буфер обмена. Также пользователь может получить статистические данные по сгенерированной последовательности, распределение чисел по интервалам.

Кнопки-квадратики расположены в абсолютно хаотическом порядке, то есть первая кнопка (если ее задействовать курсором) необязательно определяет первое число последовательности, и т.д., что дополнительно улучшает «истинную случайность», поэтому даже если построчно проводить по полю, с допустимо большой скоростью, нельзя будет определить системность полученной последовательности. Невозможно предсказать, как поведет себя пользователь, в какой последовательности он будет водить курсором над квадратиками, какие задействует, какие нет. Следует заметить, что при повторе одного и того же алгоритма движений курсора, будем получать разные цифры: невозможно попасть в тот же временной промежуток, в котором «рисовалась» предыдущая траектория курсора, так как человеческая реакция просто не способна на такое. Таким образом, качество предлагаемого генератора обусловлено, в том числе, внешним источником энтропии:

- произвольностью расположения кнопок на форме;
- произвольностью их выбора пользователем;
- непредсказуемостью временного интервала этого выбора.

Данный генератор тестировался на качество работы:

- случайность;
- равномерную распределённость;
- статистическую независимость.

На рисунке 2 можно увидеть интерфейс реализованной программы.

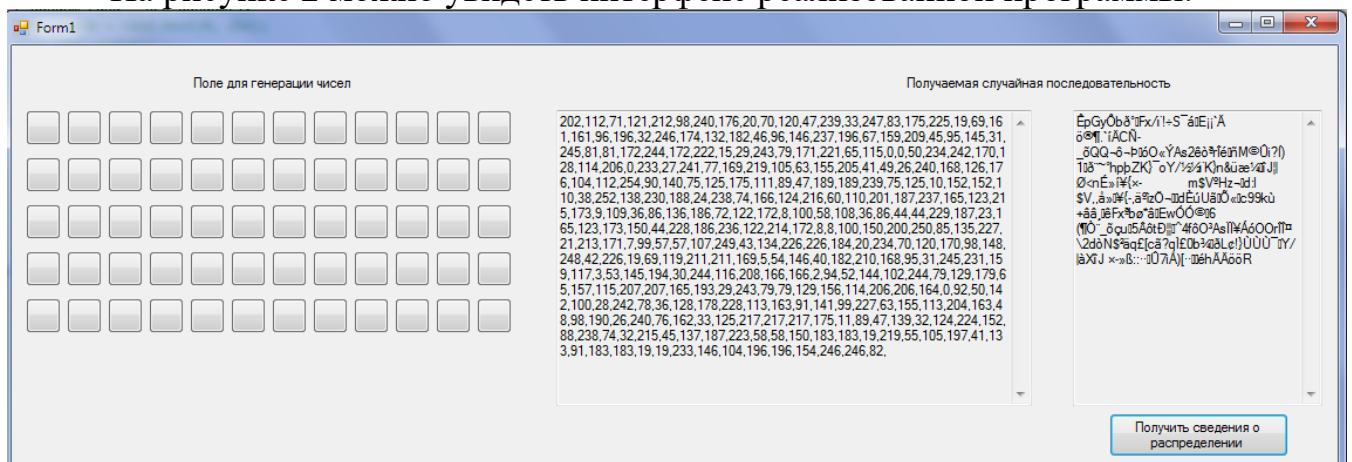


Рис.2. Интерфейс генератора случайных чисел



Используя статистические данные о распределении чисел по интервалам, построим гистограмму распределения случайной величины, которую можно увидеть на рисунке 3.

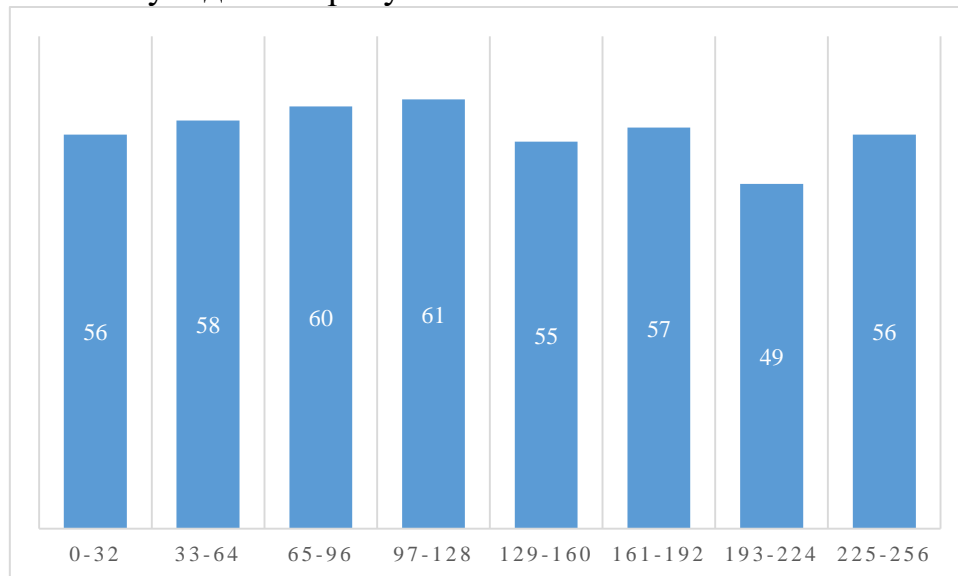


Рис.3. Гистограмма распределения случайной величины

По данной гистограмме видно, что распределение случайной величины стремится к равномерному распределению. А это значит, что энтропия данной случайной последовательности высока, и стремится к максимуму.

Тестирование проведено неоднократно, разными людьми, в разное время. Применялись тесты: критерий пиков, тестирование равномерного распределения: математическое ожидание, частотный тест, проверка по критерию «Хи-квадрат», проверка на статистическую независимость, отсутствие автокорреляции. Так на рисунке 4 продемонстрированы результаты теста ENT.

```
Entropy = 6.160219 bits per byte.  
  
Optimum compression would reduce the size  
of this 1748 byte file by 22 percent.  
  
Chi square distribution for 1748 samples is 24967.39, and randomly  
would exceed this value less than 0.01 percent of the times.  
  
Arithmetic mean value of data bytes is 140.8381 (127.5 = random).  
Monte Carlo value for Pi is 3.106529210 (error 1.12 percent).  
Serial correlation coefficient is 0.146152 (totally uncorrelated = 0.0).
```

Рис.4. Результаты теста ENT

Тест показывает надежность данного генератора (не менее 90%), т.е. результаты, близкие к эталонным для равномерного распределения.

## СОЗДАНИЕ ИГРЫ “КОСМИЧЕСКИЕ ВОЙНЫ” НА ИГРОВОМ ДВИЖКЕ UNITY 3D

*Михайлов П.И., НТИ (филиал) УРФУ, студент кафедры «Информационных технологий», Федореев С.А., к.т.н., зав. кафедрой «Информационных технологий», Мухутдинов Р.М., преподаватель кафедры «Информационных технологий»*

*Цель:* Создание игры при помощи системы разработки 3D (а также 2D) приложений “Unity 3D”, с целью прохождения всех этапов разработки игры и ознакомления с игровым движком.

*Объект исследования:* Unity 3D

*Предмет исследования:* интегрированная среда разработки двух и трехмерных игр и приложений.

*1. Введение:* Unity – это инструмент для разработки приложений и игр, работающими под большинством популярных операционных систем, такими как Windows, Linux, OS X, также мобильных ОС Android, Windows Phone, Apple iOS, и на игровых приставках Xbox 360, PlayStation 4, PlayStation 3, Xbox One, Wii. Данный движок используют популярные мировые разработчики компьютерных игр EA, Blizzard, Ubisoft, но также благодаря наличию бесплатной версии, удобного интерфейса и простоты работы с движком, Unity могут пользоваться любые пользователи, владеющими базовыми знаниями языков программирования (поддерживаются такие языки программирования, как C#, JavaScript, Python). На Unity написаны такие популярные игры, как Need for Speed World, Rust, 7 Days to Die, индии-игры Kerbal Space Programm и SCP-087, популярная ролевая онлайн стратегия с элементами MOBA Prime World, мобильные приложения Fallout Shelter, Bad Piggies, Brain It On. Редактор Unity имеет простой интерфейс, состоящий из различных окон, который легко настроить, поэтому можно производить отладку игры прямо в редакторе

*2. Основные проблемы:* Моя игра является аналогом видеоигры “Space war!”. Space war – одна из первых известных цифровых компьютерных игр, первый вариант которой был разработан в 1962 году Стивом Расселом. Основной геймплей включал в себя перестрелку двух вооруженных космических кораблей, маневрирующих в космическом пространстве с ограниченным запасом боекомплекта(ракет, двигающихся под силой тяготения) и топлива. Помимо перестрелки со вторым игроком, приходилось так же одновременно избегать столкновения со звездами, что вызывало дополнительные трудности. Данная игра на протяжении долгих лет вдохновила других разработчиков, стали создаваться аналоги, содержащие такие модификации, как:

- разные темпы ускорения;

- различные уровни гравитации
- регулирование силы тяготения ракет;
- регенерация топлива кораблей;
- щиты.

Первые версии игры поддерживались лишь на компьютере PDP-1. Затем была портирована большинство платформ DEC, таких как PDP-10 или PDP-11, или различные CDC-машины. Ранние системы микроЭВМ тоже поддерживали Spacwar. Наша же версия будет разработана для более современной операционной системы Windows. Так же в будущем возможно портирование игры на другие ОС (Android, Apple iOS).

В отличие от аналогов, игра будет содержать различные режимы игры, а не один. Будут возможны:

- одиночное прохождение (single player)
- совместный кооператив (multiplayer)
- режим выживания (survive)
- дуэль (как с живым игроком, так и кораблем под управлением искусственного интеллекта)

Так же будет предусмотрена возможность выбора уровня сложности ИИ в играх против компьютера, в целях избегания отрицательных эмоций у игроков, у которых пока не очень хорошо получилось освоить игру.

Мой аналог будет поддерживать таблицу рекордов, чтобы игроки могли соревноваться друг с другом, а так же возможность сохранения (в некоторых аналогах такой функции не было, поэтому при перезагрузке игры приходилось начинать все сначала). Так же будет возможность выбора между классическим режимом (classic mode) и продвинутом, в котором будут присутствовать элемента апгрейда корабля, что должно вызвать дополнительный интерес у игроков.

### *3. Вывод:*

Данную игру я решил, что буду разрабатывать на игровом движке Unity 3D. Благодаря бесплатной пользовательской версии и неограниченному доступу, эту программу для разработки приложений легко скачать и с официального сайта. Так же одним из языков программирования, поддерживаемых движком, является изучаемый мною в настоящий момент C#, поэтому параллельно с созданием игры, я смогу практиковаться в нем. Unity является довольно популярным движком, используемым и серьезными разработчиками, поэтому осваивая его сейчас, в будущем можно будет заняться более масштабной разработкой приложений, и, возможно, получать с этого стабильный доход.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЙ С ТЕХНОЛОГИЕЙ GPS ПРИ ЗАНЯТИЯХ СПОРТОМ

*Светличный А.С., НТИ (филиал) УРФУ, студент кафедры  
«Информационных технологий», Несмелова Ю.В., студентка кафедры  
«Информационных технологий», Федореев С.А., к.т.н., зав. кафедрой  
«Информационных технологий», Мухутдинов Р.М., преподаватель  
кафедры «Информационных технологий»*

### *Введение.*

В настоящее время существует масса различных приложений для ПК, смартфонов, планшетных ПК, выполняющих самые разнообразные функции. Мне бы хотелось среди них выделить приложения, использующие систему навигации GPS. Для чего же её можно использовать? Имея устройство с GPS-датчиком, вы сможете без проблем сориентироваться на незнакомой местности или в незнакомом городе, посещая его в первый раз, найти при помощи карт необходимый адрес.

Однако, возможности, которые даёт технология GPS, можно использовать не только для определения местоположения, но и для фиксирования маршрута. Моё внимание привлекли приложения, разработанные для спортсменов, занимающихся видами спорта, где происходит постоянное изменение местоположения спортсмена (бег, велоспорт, лыжный спорт).

### *Проблема*

На сегодняшний день существует большое количество приложений для спортсменов на мобильных устройствах и планшетных ПК, позволяющих при помощи GPS-навигации отслеживать результаты своих тренировок, однако большинство из них созданы для платформ iOS и Android и платформа Windows Phone обделена подобными приложениями. Большинство из существующих приложений имеют свои недостатки и преимущества. Даже в самых идеальных, на первый взгляд, приложениях может отсутствовать функция, присутствующая в другом подобном приложении. В реализованных приложениях встречаются следующие недостатки: отсутствие голосовых оповещений, отсутствие возможности установить приватную зону, отсутствие возможности использовать кардиодатчик, платная подписка, неудобный интерфейс.

Наиболее популярные приложения

Название приложения	Достоинства	Недостатки
Strava	Возможность установить приватную зону в определённом радиусе, собственная спортивная социальная сеть, «онлайн-соревнования»	Платная подписка, нет голосовых уведомлений
Runtastic	Анализ результатов на промежутках, встроенный плеер, получение информации о погоде в реальном времени при наличии подписки, наличие таймера перед стартом	Платная подписка, нет приватной зоны
RunKeeper	Возможность показывать «друзьям» свою тренировку в реальном времени, голосовые уведомления при значительном изменении темпа бега(на английском)	Платная подписка

На основе анализа наиболее популярных приложений можно в качестве решения проблемы недостатка подобных приложений на Windows Phone создать аналог, используя API (application programming interface) одного из сервисов приложений.

В качестве варианта приложения, аналог которого я собираюсь реализовать на платформе Windows Phone, я выбрал Strava, так как сам использую её при лыжных тренировках и на данный момент она является наиболее популярной (очень большой отрыв от представленных аналогов начиная с 2015 года).

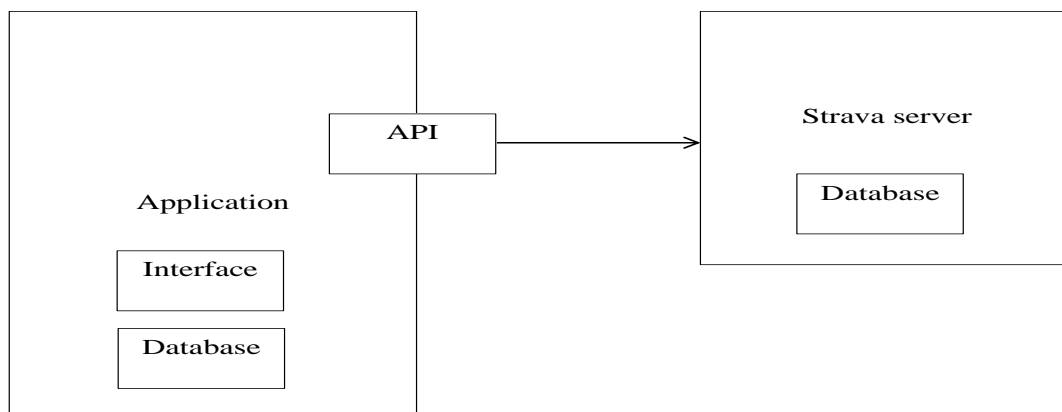


Рис.1.

### *Вывод*

На сегодняшний день нами изучены принципы работы с API Strav'ы и создан прототип приложения. В дальнейшем планируется создание полноценного приложения.

## **ИНТЕГРАЦИЯ КОНТЕНТА ИЗ МЕДИА-ХРАНИЛИЩА «GOOGLEPICASA» В ВЕБ-САЙТ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ CMS «DRUPAL»**

*Тельманов И.С., студент кафедры «Информационных технологий»  
НТИ (ф) УрФУ*

*Манакова И.П., старший преподаватель кафедры «Информационных технологий» НТИ (ф) УрФУ*

Сегодня сеть Интернет предоставляет пользователям доступ к разнообразным информационным ресурсам. Количество веб-приложений растет, а, следовательно, и количество информации, размещаемой в сети. В частности – медиаданных: изображений, видео, анимации, музыки. Они требуют большого объема физического пространства для хранения.

Для содержания веб-приложений и хранения данных многие компании и частные лица используют сторонние веб-хостинги. Однако установленные веб-хостингами тарифы на хранение данных могут привести к некупаемости веб-приложений с большим количеством медиаданных. Также предоставляемое дисковое пространство часто весьма ограничено, поэтому большое количество фото или видео материалов вместить не удастся. В таблице 1 приведена информация о российских хостингах, которые по статистике ресурса «Хостинг в деталях» [1], являются одними из лучших.

## Информация о хостингах

Наименование	Пробный период, дней	Стоимость (за 1 месяц), руб	Количество размещаемых ресурсов, шт	Дисковое пространство, Гб	Обслуживание
Sprinthost.ru	15	От 110	От 3	От 3 до 24	24/7
SpaceWeb.ru	14	От 150	От 4 до 16	От 2 до 8	24/7
SmartApe.ru	–	От 250	∞	∞	24/7
Beget.ru	30	От 115	От 2 до 25	От 1 до 12	24/7
Infobox.ru	–	От 150	От 1	От 10 до 50	24/7

Согласно таблице 1, увеличение дискового пространства приводит к увеличению ежемесячных трат на содержание веб-ресурса. В тоже время медиа-данные (будь то фотогалерея, фотографии на простых страницах, видео-ролики) являются неотъемлемой частью современных веб-ресурсов. Поэтому при организации веб-проекта, насыщенного мультимедиа, очень часто возникает вопрос, как сэкономить на хостинге и при этом иметь много места для хранения медиаданных. В этом случае актуальным становится использование бесплатных облачных хранилищ. Они предоставляют довольно большие бесплатные дисковые пространства (до 100 Гб), а платные – в десятки и сотни раз превосходящие по объемам обычные хостинги. Наиболее известными и популярными сейчас являются «Google Диск», «Яндекс.Диск», «Dropbox», «облако@mail.ru», «Microsoft OneDrive», «iCloud»[2]. Стоит также отметить, что помимо перечисленных облачных хранилищ для хранения медиаданных могут подойти социальные сети и специализированные медиахостинги (например, «YouTube»). Однако, чтобы сочетать ресурсы веб-приложения и облачного медиа-хранилища необходима разработка промежуточной системы («Интегратор мультимедиа»), которая позволит получить данные из хранилища и вывести их в рамках веб-проекта. Кроме того, такая система должна иметь поддержку по работе со всеми известными медиа-хранилищами для их единой интеграции в одном проекте. Разработка такой системы стала целью данной работы.

На текущем этапе развития проекта в качестве источника данных было выбрано медиа-хранилище «GooglePicasa», которое предоставляет пользователям возможность создавать веб-фотоальбомы. Свободное место для хранения — 15 Гб. Выбор данного хранилища основан на его мировой популярности, гибких условиях предоставления свободного пространства и свободного некоммерческого использования API.

В качестве платформы для создания веб-приложения была выбрана CMS Drupal 7, поскольку она обладает широким функционалом по созданию сайтов любой сложности, распространяется свободно, легка в изучении, настройке и эксплуатации, позволяет решить стандартные задачи в короткие сроки за счет установки дополнительных расширений.

«Интергатор мультимедиа» для CMS Drupal 7 был реализован в виде авторского модуля «Picasa Web Viewer». В процессе разработки продукта был проведен анализ возможных областей применения и требуемого функционала, а также составлены и проанализированы модели поведения пользователей. На основе полученной информации был составлен перечень требований к системе. Основные требования:

- предоставление выбора источника фотогалерей Picasa;
- гибкость настроек отображения галерей;
- наличие комфортных и эргономичных пользовательских интерфейсов;
- отображение выбранных фотогалерей Picasa без сохранения изображений в базу данных CMS Drupal;
- актуальная навигации в рамках отображаемого контента.

Кроме того, рассматривая интерфейс взаимодействия с пользователями, важно соблюдать некоторые правила его построения. Некоторые из них приведены в источнике [3]. В рамках текущего проекта, были выделены правила:

- информативность и понятность;
- скорость отклика на действие пользователя;
- последовательность построения и отображения;
- гибкость и эффективность использования;
- эстетичный и минималистический дизайн.

В ходе реализации «Интергатора мультимедиа» для CMS Drupal 7 в первую очередь была решена проблема связи с облачным хранилищем. Изначально проблема представляется сложной и трудоемкой в решении, однако все упрощается за счет использования «набора инструментов» облачного хранилища. Весь перечень API предлагается на официальном сайте конкретного хранилища, в данном случае – на сайте «Google Picasa»[4]. Там же находятся описания, методы их использования и практические примеры. В проекте были использованы возможности таких функций, как:

1. «User-based feed» – позволяет получать информацию о конкретном пользователе при указании его идентификатора. Задание параметра «kind=albums» дает возможность получать список альбомов пользователя, доступных для публичного просмотра.
2. «Album-based feed» – позволяет получать информацию об альбоме пользователя при указании соответствующих идентификаторов.

Затем была рассмотрена проблема разработки пользовательских модулей для CMS Drupal 7, что позволило определить структуру модуля (рис. 1).



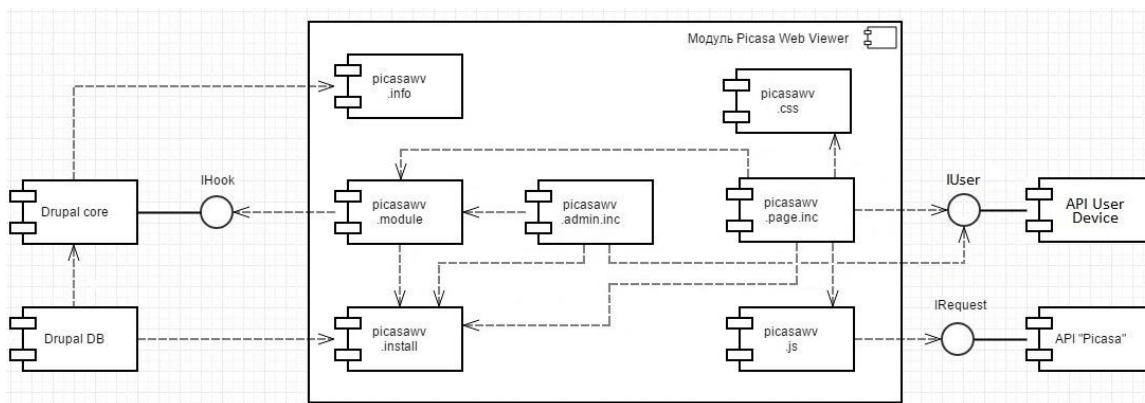


Рис.1. Структура модуля «Picasa Web Viewer»

Для реализации модуля использовался язык PHP и функции CMS Drupal 7. Обработка событий и вывод контента осуществляется средствами языка JavaScript и методами библиотеки jQuery. Обращение к хранилищу реализуется с использованием технологии Ajax. Так, формируется и отсылается запрос к медиахранилищу, который обрабатывается его API. Ответное сообщение имеет XML-структуру и содержит данные, из которых отбирается нужная часть: имена альбомов, их описания (если есть), ссылки на изображения, их наименования и описания. Пример структуры приведен в листинге 1.

#### Листинг 1 – Структура XML сообщения

```
[entry] => Array (
  [0] => SimpleXMLElement Object (
    [id] => ...
    [published] => ...
    [updated] => ...
    [category] => SimpleXMLElement Object (
      [@attributes] => Array (
        [scheme] => ...
        [term] => http://schemas.google.com/photos/2007#photo ) )
    [title] => ...
    [summary] => SimpleXMLElement Object (
      [@attributes] => Array (
        [type] => text ) )
    [content] => SimpleXMLElement Object (
      [@attributes] => Array (
        [type] => image/jpeg
        [src] => ... ) )
    [link] => Array ( ... )
```

Параметр «entry» определяет группировку данных, требуемых для получения. Объекты, отмеченные цифрами ([0] => ...), указывают на номера альбомов. В этих объектах содержится информация о самих альбомах: имя, описание, дата создания, редактирования, владелец, список изображений и т.д.

Требуемые данные передаются в дальнейшую обработку, в то время как остальная информация игнорируется. Получаемые впоследствии

фотогалереи напрямую выводятся на страницу сайта по мере необходимости. База данных CMS Drupal 7 в данном случае используется лишь для хранения настроек, например параметров отображения фотогалерей, адреса источников и т.п.

Внешний вид интерфейса пользователя для просмотра фотографий, приведен на рис. 2

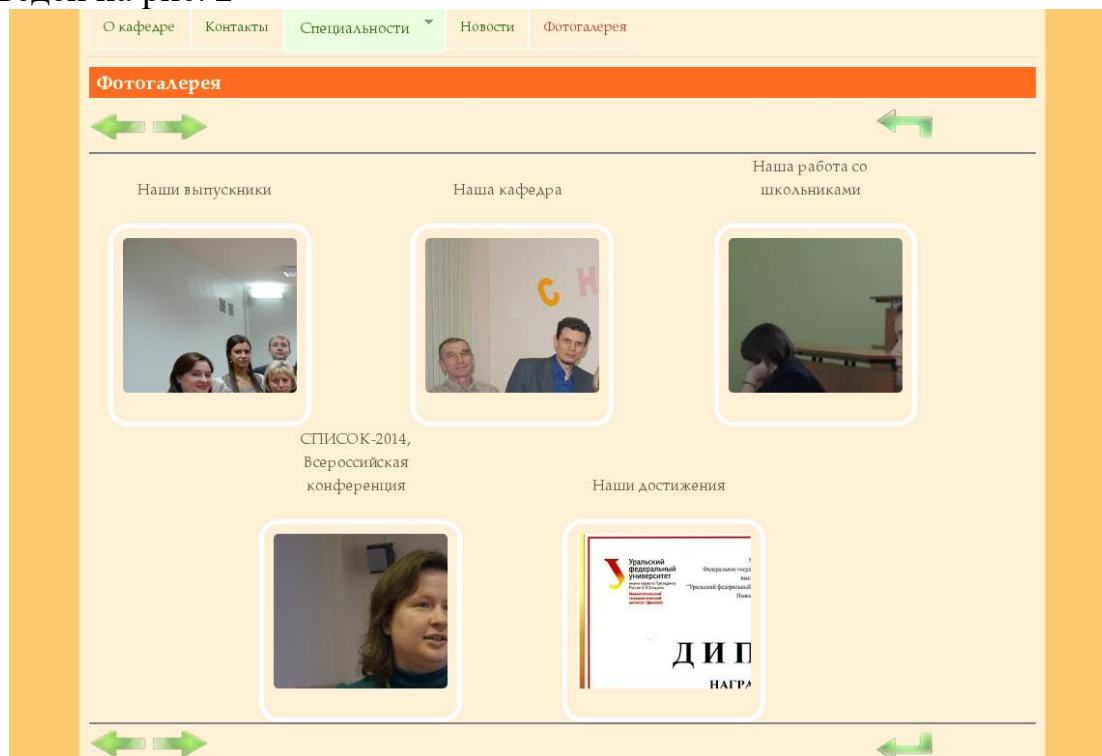


Рис.2. Внешний вид интерфейса пользователя

В заключении отметим, что недавно вышла обновленная версия системы CMS Drupal 8. В связи с этим многие сайты в дальнейшем будут переходить под управление уже новой версии. Однако версия 7 на данный момент остается наиболее стабильной в работе. Поэтому актуальность создания модулей именно для нее остается неизменной. Текущая версия проекта может быть улучшена до связи с другими облачными медиа-хранилищами. Также данный модуль может стать основой для разработки аналога под CMS Drupal 8, или может быть адаптирован под ядро новой версии системы.

### Библиографический список

1. Хостинг в деталях. – URL: <http://hosting101.ru/> [Дата обращения: 06.03.2016].
2. Популярность облачных хранилищ. – URL: <http://apps4all.ru/post/06-23-14-6-populyarnyh-oblachnyh-hranilisch-obzor-klientskih-prilozhenij> [Дата обращения: 06.03.2016]
3. XLogic. – URL: <http://www.xlogicsoft.ru/node/173> [Дата обращения: 06.03.2016].

4. PicasaAPI. – URL: <https://developers.google.com/picasa-web/> [Дата обращения: 06.03.2016].

## ГРАФОВЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ

*Халдина Т.В., НТИ (филиал) УрФУ, студент кафедры «Информационных технологий»,*

*Федореев С.А., к.т.н., заведующий кафедрой «Информационных технологий»,*

*Мухутдинов Р.М., ассистент кафедры «Информационных технологий»*

*Цель работы:* создание графовой базы данных на объектно-ориентированном языке С#.

*Объект исследования:* графовые базы данных.

*Предмет исследования:* графовая база данных на С#.

Связи с ростом научно-технического прогресса цифровые технологии внедряются во все области человеческой деятельности. Объем записываемых в мировые хранилища данных с каждым разом становится больше, а из этого можно сделать вывод о том, что такими же темпами должны изменяться условия для хранения информации и появляться новые возможности для увеличения ее объема. Поэтому на сегодняшний день наблюдается большой интерес к технологиям класса BIG DATA, который связан с постоянным ростом данных, которыми приходится оперировать крупным компаниям.

Большинство мировых экспертов считают, что ускорение роста объема данных является объективной реальностью. Социальные сети, мобильные устройства– это лишь несколько видов источников, которые способны формировать огромные объемы информации. По данным исследования IDC Digital Universe [4], опубликованного в 2012 году, ближайшие 8 лет количество данных в мире достигнет 40 Зб (zettabytes), что равносильно 5200 Гб на каждого жителя нашей планеты.

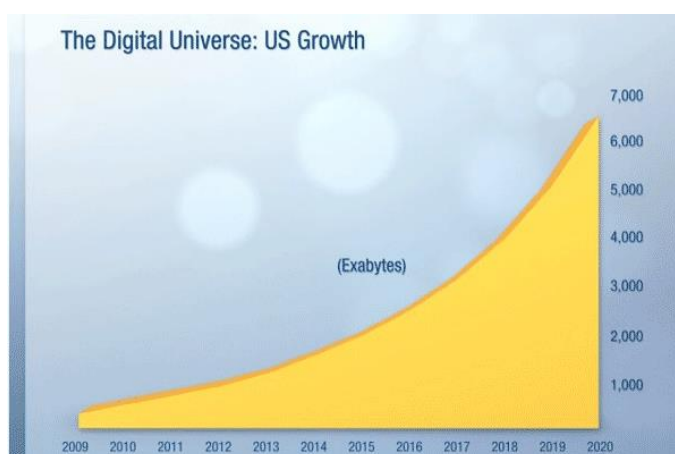


Рис. 1. Рост Big Data к 2020 году, прогноз IDC Digital Universe от 2012 года

Таким образом, когда мы говорим о BIG DATA, мы осознаем, что это связано с тремя важными пунктами: большим объемом информации, ее разнообразием и необходимостью эффективно обрабатывать данные.

В современном мире проблема хранения информации считается весьма актуальной. Роль и важность системы хранения определяются ежесекундным ростом ценности информации в нынешнем обществе, поэтому человечество постоянно ищет новые и эффективные способы для структурирования и хранения данных в единой базе данных. Логично предположить, что для создания передовой базы данных перед разработчиками возникают такие проблемы как высокая скорость обработки информации, приятная и ясная визуализация данных, выделение необходимых объемов для хранения информации.

Например,

1. Для скорости обработки информации необходима разработка новых алгоритмов, так как старые методы обработки, в базах данных используемые в традиционных реляционных СУБД с доступом к данным средствами языка SQL, существенно «замедляют» работу с информацией;

2. Визуализация является также одним из важнейших аспектов, так как базы данных используют не только профессионалы в сфере информационных технологий, но так же и обычные пользователи, для которых интерфейс базы данных имеет неотъемлемую важность.

3. Для хранения больших объемов информации необходимы индивидуальные требования, которые связаны с пространством и возможностями. Особенно остро стоит проблема, связанная с пределом «величины» данных, потому что в настоящее время трудно установить или предугадать данный «предел»;

Существует несколько решений данных проблем. Я хотела бы остановиться на нереляционной системе управления базами данных (СУБД), а именно на графовой базе данных, потому что считают, что именно она лучше справляется с решением вышеперечисленных проблем, по сравнению с традиционными реляционными СУБД.

Графовая база данных - является разновидностью баз данных с реализацией сетевой модели в виде графа и его обобщений. Это одна из популярных подвидов нереляционных хранилищ.

Преимущество графовых баз данных заключается в том, что они имеют простую и ясную модель данных, нет необходимости составлять схему данных, простой и понятный язык запросов, и быстрое получение результатов по сравнению с реляционными базами данных.

Давайте рассмотрим существующие аналоги графовых баз данных в таблице 1. Для анализа было выбрано 4 экземпляра, которые помогают осуществить доступ к созданию графовых баз данных.

Таблица 1

	Neo4j	GraphDB	Titan	OrientDB
Поддержка ACID	Имеется	Имеется	Имеется	Имеется
Скорость обработки данных	Высокая	Средняя	Средняя	Средняя
Кросс-платформенность	Имеется	Имеется	Имеется	Имеется
Максимальный размер данных	1 ТВ	Н/Д	2 GB	2 GB
Лицензия	Коммерческая	Коммерческая	Открытый исходный код	Открытый исходный код
Оценка интерфейса	Высокая	Высокая	Средняя	Н/Д
Простота использования	Высокая	Н/Д	Высокая	Высокая

Анализируя таблицу, можно сказать о том, что все кандидаты достойны внимания, но особое преимущество имеет графовая база данных Neo4j. Она совмещает в себе высокую скорость обработки данных по сравнению с остальными экземплярами, хранение большего количества информации, около 1 ТВ, приятный и простой в использовании интерфейс.

На основе проведенного анализа рассмотренного в предыдущем пункте, давайте создадим наше решение, которое представлено в рис 2.

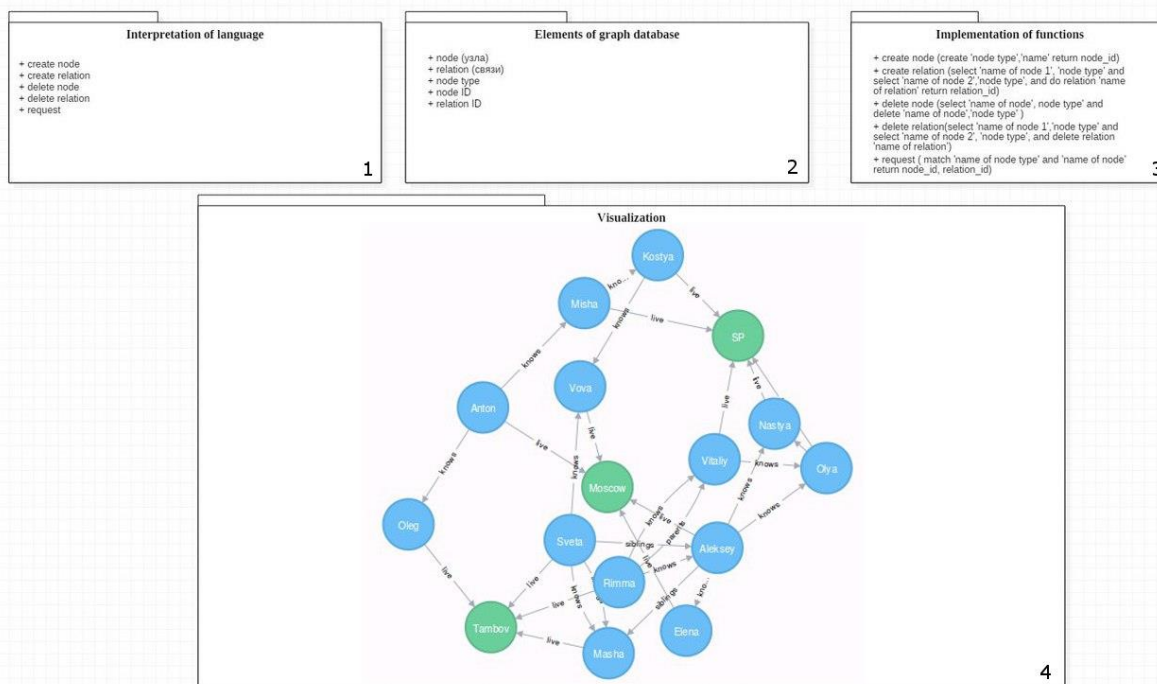


Рис.2. Наше решение

Я хочу создать продукт, позволяющий хранить данные в виде графовой структуры и взаимодействовать с ней посредством разработанного мною языка. Она будет оперировать гибкой структурой в виде нод и ребер между

ними. Подобные графовые базы данных часто используются в качестве баз данных социальных сетей или сайта интернет магазина.

#### 1. Интерпретация языка

Create node – создать узел;  
Create relation – создать связь;  
Delete node – удалить узел;  
Delete relation – удалить;  
Request – запрос.

#### 2. Элементы графовой базы данных

Node – хранение информации об объекте;  
Relation – хранение связи об объекте;  
Node type – категория узла;  
Node ID – идентификатор узла;  
Relation ID – идентификатор связи.

#### 3. Реализация функций

1) create node (create 'node type', 'name' return node\_id)

Пользователь создает узел, указывая его тип (то есть к какой категории он относится) и название;

2) create relation (select 'name of node 1', 'node type' and select 'name of node 2', 'node type', and do relation 'name of relation' return relation\_id)

Пользователь создает узел, указывая имя и категорию первого узла и второго, далее присваивая имя их «связи»;

3) + delete node (select 'name of node', 'node type' and delete 'name of node', 'node type' )

Пользователь указывает название узла и его категорию, далее происходит его удаление;

4) + delete relation(select 'name of node 1', 'node type' and select 'name of node 2', 'node type', and delete relation 'name of relation')

Пользователь выделяет имя первого и второго узла с присущими им категориями, далее производя их удаление;

5) + request ( match 'name of node type' and 'name of node' return node\_id, relation\_id)

Пример запроса. Пользователь с помощью ключевого слова match задает имя категории и название узла, далее программа выводит ему узлы со связями имеющие одинаковые категории.

#### 4. Визуализация[5]

Внешний вид графовой базы весьма прост. Узлы представлены в виде «кружочков», в которых храниться информация об объекте, а связи представляют собой прямые черные линии, содержащие в себе сведения, которая связывает два и более узла.

С помощью «Windows Forms» создаем графическое меню для графовой базы данных в виде ячеек (прямоугольников), которое будет иметь такие пункты как: «создание узла», «создание связей», «создание запросов» и др. На языке программирования C# задаем идентификатор и уровень для каждого узла, далее записываем их в список List, после создаются связи между узлами. Так же будет осуществлена функция удаления узлов и связей, а так же удаление графовой базы данных.

Я хочу создать продукт, в котором будет реализовано хранения базы данных не на жестком диске персонального компьютера, а непосредственно на облаке, то есть, с использованием облачных технологий, что позволит значительно увеличить производительность графовой базы данных; улучшенная визуализация связей и ребер, а так же в котором пользователь может сам может выбрать их вид (кружок, квадрат, звезда и др).

### **Библиографический список**

1. DB – Engines [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://db-engines.com/en/system/GraphDB%3BNeo4j%3BTitan>, свободный (дата последнего обращения: 09.05.2016).

2. vsChart.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vschart.com/compare/neo4j/vs/titan-database/vs/orientdb>, свободный (дата последнего обращения: 09.05.2016).

3. LPGENERATOR [Электронный ресурс]. – Ресурс доступа: <http://lpgenerator.ru/blog/2015/11/17/chto-takoe-big-data-bolshie-dannye-v-marketinge-problemy-algoritmy-metody-analiza/>, свободный (дата последнего обращения 08.05.2016)

4. EMC<sup>2</sup> [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.emc.com/en-us/index.htm>, свободный (дата последнего обращения 10.05.2016)

5. 2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://2014.ucoz.org/publ/informacionnye\\_sistemy/grafovye\\_bazy\\_dannykh/6-1-0-75](http://2014.ucoz.org/publ/informacionnye_sistemy/grafovye_bazy_dannykh/6-1-0-75), свободный (дата последнего обращения 14.05.2016)

### **ЗАЩИТА ДАННЫХ**

*НТИ (филиал) УрФУ, студент кафедры «Информационных технологий» Цветкова С.А.*

*Доцент, преподаватель кафедры «Информационных технологий» Мухутдинов Р.М.*

*Заведующий кафедрой «Информационных технологий», к.т.н., доцент Федорев С.А.*

*Цель:* разработать программу для защиты данных на C# в Windows Forms;

*Объект проектирования:* программа;

*Предмет проектирования:* методы оповещения и мониторинга несанкционированного доступа к данным.

### *Введение*

Роль информации в жизни человека на сегодняшний момент занимает очень важное место. Как сказал банкир Натан Ротшильд еще в эпоху Наполеона «Кто владеет информацией, тот владеет миром» [1]. Действительно, в веке информационных технологий на первом месте всегда будет стоять вопрос о сохранности данных. С их помощью можно получить масштабную силу и власть. Информация всегда обладала исключительной важностью, с ее помощью переворачивали целые государства, свержали правительство и богатели.

Люди в процессе своей деятельности используют информацию в качестве фактора производства; они получают информацию, обрабатывают и используют ее, как и любой капитал и землю. Обладание какими-либо данными может человеку, как помочь, так и навредить. Информация – это ресурс, который имеет свое влияние на все стороны жизни человека.

Свои мысли можно хранить на бумаге, но все чаще используются электронные средства хранения, такие как жесткий диск компьютера или ноутбука, внешние жёсткие диски, Flash-накопители и другие носители. Но зачастую информация, которая хранится в электронном варианте и доступна пользователю, имеет риск быть прочитанной и использованной в корыстных целях.

В наше время каждый человек борется за независимость, во всех ее проявлениях. И моя статья посвящена одной из форм «борьбы за независимость». Таким образом, выявлена проблема: отслеживание постороннего доступа к данным ПК.

### *Существующие решения*

На рынке существуют интересные решения данной проблемы, рассмотрим аналоги существующих программ.

На данный момент существуют решения реализации данной цели, но они или не качественные или находятся не в свободном доступе (отсутствуют бесплатные аналоги на Windows). На основе приведенного анализа функций программ в «Таблица 1.» и выводов из нее, я создала свое решение.



Таблица 1

Функции	Аналоги		
	Perfect App Protector	App Lock	Smart App Lock (App Protector)
Тип лицензии	бесплатная	бесплатная	бесплатная
Поддержка операционных систем	Android	Android	Android
Отслеживание набранной комбинации	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Работа программы в фоновом режиме	Присутствует, но не поддерживается постоянно	Присутствует, но работает не исправно	Присутствует, поддерживается постоянно
Фиксация несанкционированного доступа на встроенную камеру	Захват изображения с встроенной камеры	Отсутствует	Присутствует, но не поддерживается постоянно(записывается время без изображения)
Скрытое e-mail оповещение	Отсутствует	Отсутствует	Присутствует
Скрытность директории программы(системный трей)	Присутствует	Присутствует	Присутствует
Хранение данных	Данные хранятся в приложении	Данные хранятся в приложении	Данные хранятся в приложении
Авторизация для доступа к программе	Присутствует	Присутствует, но работает не исправно	Присутствует
Защита от снятия задачи	Присутствует	Отсутствует	Присутствует
Блокирование свободного доступа	Присутствует	Присутствует	Присутствует
Фиксация даты и времени постороннего входа	Присутствует	Отсутствует	Присутствует

### *Мое решение*

Содержание моей программы представлено в виде функциональных блоков «Рис.1.»:

1. Запуск программы в фоновом режиме;
2. Системный трей;
3. Подключение необходимых библиотек для работы;
4. Включение таймера для ограничения ввода пароля;
5. Считывание изображения с веб-камеры;
6. Фиксация даты и времени;
7. Отслеживание набранной комбинации;
8. E-mail рассылка;
9. Хранение данных в папке;
10. Выключение компьютера при неправильном пароля, при истечении времени для ввода.

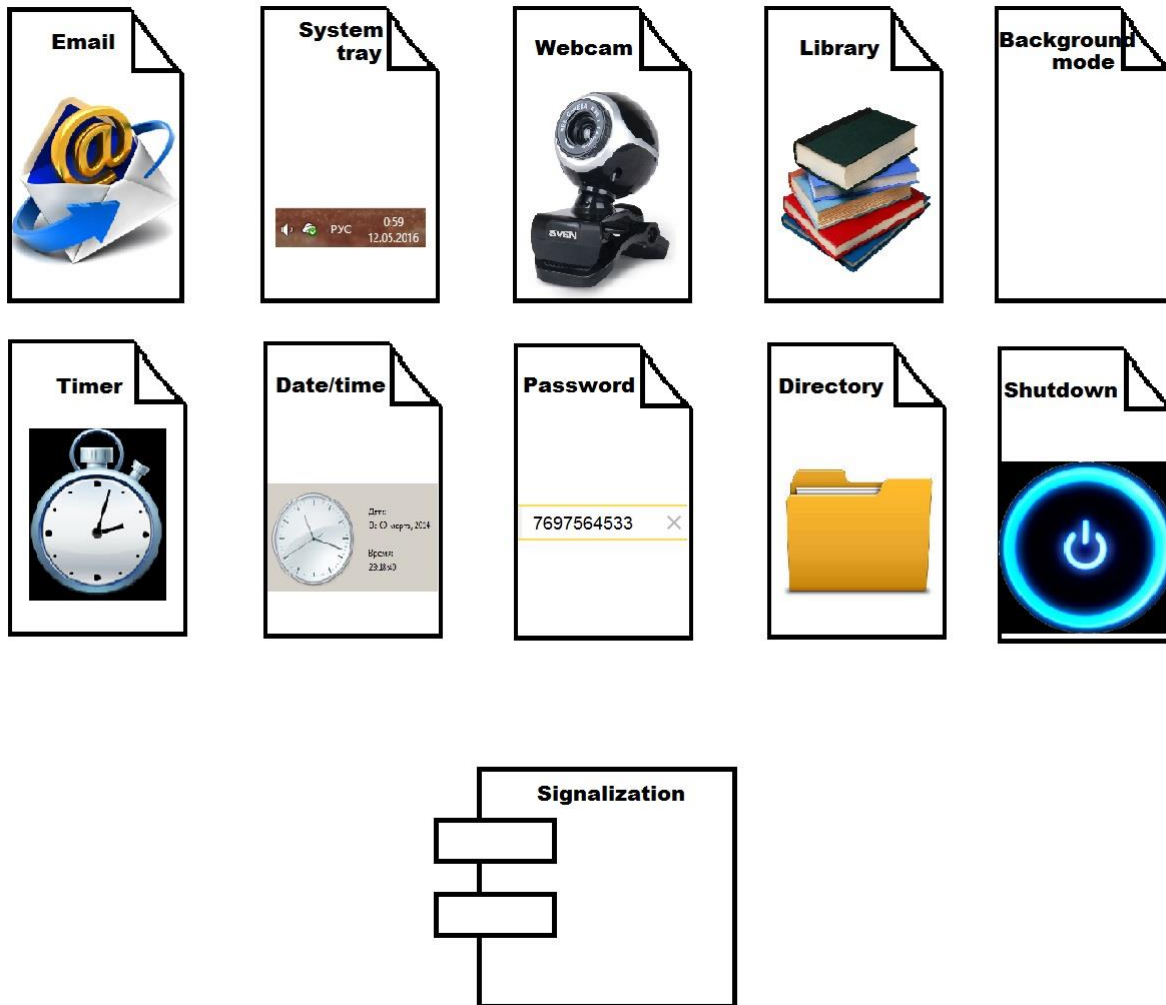


Рис.1.

Реализация: на данный момент программа находится в разработке.

### *Вывод*

Ни один современный человек не может обойтись без компьютера. Практически все время люди имеют дело с компьютерами, будь то стационарное устройство, ноутбук или смартфон. На жестком диске остается отпечаток деятельности человека. Музыка, личные фотографии, рабочая документация — все это есть в вашем устройстве. И крайне нежелательно, чтобы что-то из этого попало в чужие руки. Поэтому защита информации на компьютере является важным аспектом для любого пользователя.

Мое решение, хоть и не защищает данные компьютера, но предотвращает и отслеживает посторонний доступ к данным ПК. С помощью своеобразной «сигнализации» сторонний пользователь вашего персонального компьютера, даже если и угадает ваш пароль, то при входе

на рабочий стол, не будет знать о том, что необходимо ввести второй пароль в программе, которая свернута в системный трей. И через определенный промежуток времени, если не будет введен вторичный пароль или он будет введен неправильно, программа зафиксирует изображение с веб-камеры вашего ПК. И отправит на ваш e-mail изображение нарушителя, дату и время входа, комбинацию, которую набрал пользователь при попытке отключения «охранки» и выключит компьютер в течение одной минуты с закрытием фоновых программ во избежание программного сбоя.

На мой взгляд, выбранная мной проблема актуальна и способна заинтересовать достаточно широкий круг людей.

#### **Библиографический список:**

1. Persons-aforism.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://persons-aforism.ru/aforizm/12343>, свободный (дата последнего обращения: 10.05.2016).

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО ПОРТФОЛИО**

*Манакова И.П., старший преподаватель кафедры «Информационных технологий» НТИ (ф) УрФУ, г. Нижний Тагил*

*Шепелева А.А. учитель начальных классов МОУ СОШ №1,  
г. Красноурьинск*

Под термином «портфолио» понимается способ фиксирования, накопления и оценки индивидуальных достижений [4]. Современные информационные технологии позволяют расширить область применения портфолио. Электронное портфолио может включать в себя информацию общего характера (карточка учащегося или преподавателя, список достижений и наград, хронологию научного роста и др.), методические разработки, проекты и их описание, фотоотчеты и др. При организации такого многофункционального портфолио нельзя не учитывать финансовые расходы на приобретение и обслуживание аппаратного и программного обеспечения. Одним из перспективных направлений информатизации, которое не требует значительных средств, является использование облачных сервисов [1].

Поскольку данная область сейчас бурно развивается, актуально ее изучение в рамках отдельных проектов, в том числе для организации многофункциональных электронных портфолио при помощи совместного использования облачных технологий и систем управления контентом (CMS), которые, как правило, используются при создании веб-проектов любой сложности.

Цель работы — исследование вопроса использования ресурсов бесплатных облачных хранилищ (таких как «Google Диск», «Яндекс.Диск», «Dropbox», «облако@mail.ru», «OneDrive», «iCloud» [2]) для организации электронного портфолио, в том числе электронного портфолио преподавателя, учителя, студента, школьника.

Научную новизну работы определяет предлагаемая методика организации электронного портфолио при помощи бесплатных облачных хранилищ и единой среды отображения данных под управлением CMS Drupal [3].

Практическую ценность работы составляет предлагаемое проектное решение по интеграции данных из облачных хранилищ в CMS Drupal, а также модули для CMS Drupal 7, реализованные совместно со студентами кафедры «Информационных технологий» НТИ (ф) УрФУ.

Работа имеет прикладной характер. Полученные результаты можно использовать при создании электронного портфолио, а также информационного ресурса, объединяющего в себе базу портфолио любой сложности.

Основные достигнутые результаты:

1. Рассмотрены существующие способы организации электронных портфолио. Установлено, что электронное портфолио содержит как «легкие» данные в виде теста (например, личная карточка, характеризующая человека, который ведет портфолио), так и «тяжелые» мультимедийные данные (например, электронные книги, методические разработки, фотографии полученных наград, видео-ролики и др.). Для хранения мультимедиа необходимо довольно много физического пространства, которое, в свою очередь, требует определенных денежных вложений, если речь идет об организации портфолио в сети Интернет.
2. Предложена методика организации процесса хранения и демонстрации данных в электронном портфолио при помощи бесплатных облачных хранилищ. В данном случае появляется необходимость в разработке промежуточной информационной системы («Система интеграции контента»), которая свяжет в единую среду существующие облачные хранилища и пользовательские сайты.
3. Спроектирована модель «Системы интеграции контента», предусматривающая хранение данных в облачных хранилищах, а вывод данных — в среду веб-сайта, где организуется электронное портфолио.
4. В качестве системы, реализующей электронное портфолио, была выбрана CMS Drupal, поскольку она обладает рядом функций, которые позволяют в короткие сроки разработать сайт-визитку, сайт-портфолио, а также ресурс, объединяющий в себе портфолио групп пользователей.

5. Совместно со студентами кафедры «Информационных технологий» НТИ (филиал) УрФУ С.А. Голдобаевым и И.С. Тельмановым были разработаны два модуля «Picasa Web Viewer» и «Social Feed Reader». Модуль «Picasa Web Viewer» работает с облачным ресурсом «Google Picasa», где можно создавать фотоальбомы. Он позволяет выводить фотоматериалы в сайт под управлением CMS Drupal 7. Таким образом можно организовать электронные презентации, фотоальбомы наград и достижений, которые являются неотъемлемой частью многофункционального электронного портфолио. Модуль «Social Feed Reader» работает с социальными сетями «ВКонтакте» и «Фэйсбук», которые часто используются для размещения лент информационной направленности. Он позволяет выводить новости из социальных сетей в сайт под управлением CMS Drupal 7. Таким образом, можно вести одно или несколько сообществ в социальных сетях, где будут размещаться новые материалы, а они, при помощи «Social Feed Reader», будут интегрироваться в страницы электронного портфолио.
6. С использованием CMS Drupal 7 был разработан пример ресурса кафедры «Информационных технологий» НТИ (филиал) УрФУ, который включает в себя элементы электронного портфолио, а также страницы, использующие функции реализованных модулей «Picasa Web Viewer» и «Social Feed Reader».

Дальнейшие направления работы:

1. Реализация модулей связи с другими популярными облачными хранилищами.
2. Реализация единой информационной среды, позволяющей создавать и вести электронные портфолио любой сложности.
3. Апробация предлагаемых решений с привлечением широкой аудитории (преподавателей, учителей, студентов и школьников).
4. Внедрение и использование реализованного сервиса организации электронных портфолио.

### **Библиографический список**

1. Гриценко В.Г., Гладкая Л.И. Особенности создания облачно-ориентированной учебной среды в ВУЗах // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия «Педагогика, психология». - 2013. - №4(15). - С. 66-69.
2. Зенченко Е.С. Сравнительный анализ систем хранения данных // Электронный журнал Cloud of Science. - 2013. - №3. - С. 22-26. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://cloudofscience.ru/publications/archive/cos\\_2013\\_3](https://cloudofscience.ru/publications/archive/cos_2013_3) [Дата обращения: 14.03.2016].

3. Официальный сайт CMS Drupal [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.drupal.org/> [Дата обращения: 14.03.2016].
4. Полилова Т.А. Концепция электронного портфолио [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://schools.keldysh.ru/courses/e-portfolio.htm> [Дата обращения: 14.03.2016].

## О ВОЗМОЖНОСТИ ДЕМПФИРОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ

*Ширяева В.Ю., НТИ (ф) УрФУ, студент кафедры «Специального машиностроение»*

*Демин С.Е., научный руководитель, доцент Нижнетагильского технологического института (филиала) УрФУ, г. Нижний Тагил*

В курсе механики хорошо известно явление резонанса, при котором амплитуда колебаний тела резко возрастает. Вопрос демпфирования таких колебаний является весьма актуальным. Покажем теоретическую возможность гашения вынужденных колебаний под действием периодической силы определенной частоты.

Рассмотрим систему с двумя степенями свободы (Рис.1).

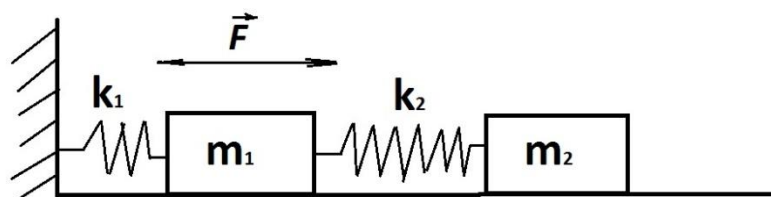


Рис. 1

Уравнения движения указанной системы имеет вид:

$$\begin{cases} m_1 \ddot{x}_1 = -k_1 x_1 + k_2 (x_2 - x_1) + F_0 \sin \omega t, \\ m_2 \ddot{x}_2 = -k_2 (x_2 - x_1), \end{cases}$$

где  $F = F_0 \sin \omega t$  - периодическая сила, действующая на первое тело массой  $m_1$ ;  $x_1(t)$  и  $x_2(t)$  - смещение из положения равновесия первого и второго тела, соответственно.

Рассмотрим амплитуду установившихся колебаний.

Предположим, решением системы имеет вид

$$\begin{cases} x_1 = A_1 \sin \omega t, \\ x_2 = A_2 \sin \omega t, \end{cases}$$

тогда:

$$\begin{cases} -A_1 \omega^2 m_1 \sin \omega t = -k_1 A_1 \sin \omega t + k_2 (A_2 - A_1) \sin \omega t + F_0 \sin \omega t, \\ -A_1 \omega^2 m_2 \sin \omega t = -k_2 (A_2 - A_1) \sin \omega t. \end{cases}$$

Преобразовав систему, получим:

$$\begin{cases} A_1 (k_1 - \omega^2 m_1 + k_2) - k_2 A_2 = F_0 \\ A_1 k_2 + A_2 (\omega^2 m_2 - k_2) = 0 \end{cases}$$

Решим полученную систему уравнений методом Крамера:

$$\Delta = \begin{vmatrix} k_1 - \omega^2 m_1 + k_2 & -k_2 \\ k_2 & \omega^2 m_2 - k_2 \end{vmatrix} = (k_1 + k_2 - \omega^2)(\omega^2 m_2 - k_2) + k_2^2,$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} F_0 & -k_2 \\ 0 & \omega^2 m_2 - k_2 \end{vmatrix} = F_0(\omega^2 m_2 - k_2),$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} k_1 - \omega^2 m_1 + k_2 & F_0 \\ k_2 & 0 \end{vmatrix} = -F_0 k_2.$$

Тогда амплитуды колебаний тел соответственно равны:

$$\begin{cases} A_1 = \frac{F_0(\omega^2 m_2 - k_2)}{(k_1 - \omega^2 + k_2)(\omega^2 m_2 - k_2) + k_2^2}, \\ A_2 = \frac{-F_0 k_2}{(k_1 - \omega^2 + k_2)(\omega^2 m_2 - k_2) + k_2^2}. \end{cases}$$

Особый интерес вызывает случай, когда амплитуда колебаний первого тела массой  $m_1$  равна нулю. Физически это означает полное гашение колебаний первого тела, находящегося под действием периодической вынуждающей силы.

Имеем:  $A_1 = 0$ , откуда  $\omega = \sqrt{\frac{k_2}{m_2}}$  - частота демпфера.

Таким образом, первое тело массой  $m_1$  неподвижно, хотя к нему приложена сила  $F$ . Данное явление носит название антирезонанс.

Очевидно, что для любой частоты внешней силы  $F = F_0 \sin \omega t$  (даже резонансной) можно так подобрать значения  $m_2$  и  $k_2$ , что будет происходить полное гашение колебаний первого тела.

Схема механического демпфера приведена на рис.2.

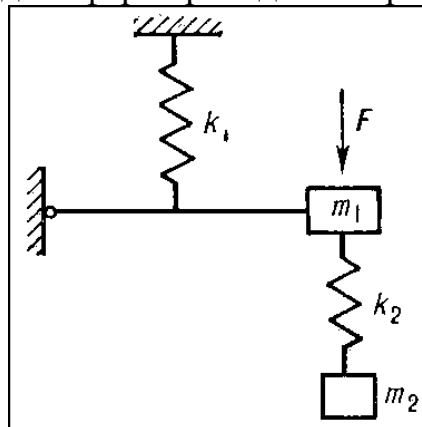


Рис. 2

Указанный выше способ гашения может быть применен к электрическим колебаниям, возникающим в электромагнитном контуре.

В случае электрического контура демпфирование осуществляется с помощью так называемого отсасывающего контура (фильтра-пробки, рис. 3). Отсасывающий контур образован двумя связанными колебательными

контурными, один из которых находится под воздействием внешнего возмущения.

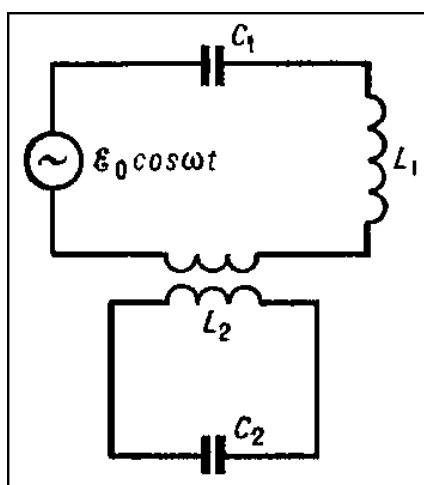


Рис.3

Частота демпфера такого фильтра  $\omega = \frac{1}{\sqrt{L_2 C_2}}$ . Колебания в контуре  $L_1 C_1$  погашаются подбором соответствующих  $L_2 C_2$ .

Следует отметить, что конструкция гасителей колебаний, построенных по рассмотренному выше принципу, имеет смысл только тогда, когда частота возмущения остается постоянной. Если частоты возмущений переменны, то для того, чтобы получить надлежащие амплитудные характеристики, нужно установить дополнительные демпфирующие осцилляторы.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ТЕЛА НА ЧАСТОТУ ЕГО КОЛЕБАНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ЖИДКОСТИ

*Ширяева В.Ю., НТИ (ф) УрФУ, студент кафедры «Специального машиностроение»*

*Демин С.Е., научный руководитель, доцент Нижнетагильского технологического института (филиала) УрФУ, г. Нижний Тагил*

На тело, погруженное в жидкость, помимо силы тяжести действует выталкивающая (или *архимедова*) сила  $\vec{F}_a$ .

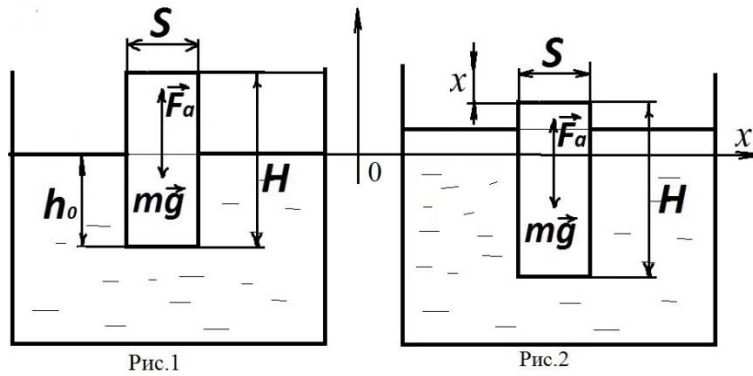
Условие равновесия тела в жидкости  $\vec{F}_a + m\vec{g} = 0$ , где  $m$  – масса тела находится следующим образом по его плотности  $\rho$  и объему  $V$ :

$$m = \rho V = \rho SH.$$

Сила Архимеда  $F_a = \rho_{жс} g \Delta V$ , где  $\Delta V$  – объем погруженной в положении равновесия части плавающего тела.

Предположим, что погружаемый предмет имеет форму цилиндра высотой  $H$  и площадью сечения  $S$  (рис.1).





Определим глубину погружения тела  $h_0$  в равновесном состоянии:

$$\rho g S H = \rho_{ж} g S h_0, \text{ откуда } h_0 = H \sqrt{\frac{\rho}{\rho_{ж}}}.$$

Выведем цилиндр из положения равновесия (рис. 2) и отпустим его. Уравнение движения имеет вид:

$$m\ddot{x} = \vec{F}_a + m\vec{g}.$$

Направим ось  $Ox$  вертикально вверх, а начало отсчета совместим с положением равновесия. Обозначим через  $x$  смещение тела от положения равновесия,  $V_x$  – объем погруженной части тела в момент времени  $t$ .

Имеем:

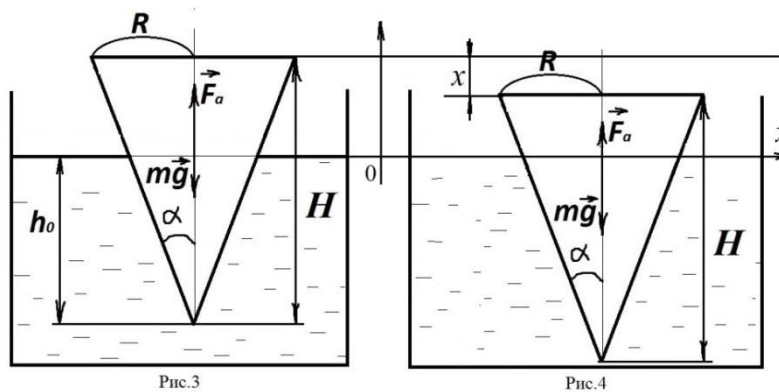
$$m\ddot{x} = F_a - mg, \text{ или } m\ddot{x} = \rho_{ж} g \pi R^2 (h_0 - x) - mg.$$

С учетом условия равновесия получаем,  $m\ddot{x} + \rho_{ж} g \pi R^2 x = 0$ , откуда частота свободных колебаний цилиндра равна

$$\omega_{цил}^2 = \frac{g}{H} \left( \frac{\rho_{ж}}{\rho} \right).$$

Заметим, что частоты колебаний не зависит от толщины цилиндра.

Предположим далее, что погружаемый предмет имеет форму конуса высотой  $H$  и углом раствора  $2\alpha$  (рис.3).



Глубина погружения тела  $h_0$  в равновесном состоянии  $h_0 = H \sqrt[3]{\frac{\rho}{\rho_{ж}}}$

Выведем конус из положения равновесия, тогда уравнение движения имеет вид  $m\ddot{x} = \vec{F}_a + m\vec{g}$ , где  $F_a = \rho_{жс} g V_x$  - сила Архимеда.

Имеем  $m\ddot{x} = \frac{\pi\rho_{жс}}{3}tg^2\alpha(h_0 - x)^3 - mg$ , или с учётом условия равновесия, а также считая колебания малыми, пренебрегая  $x^2, x^3$ , получим:

$$\ddot{x} + \frac{\pi tg^2 \alpha \rho_{жс}}{m} h_0^2 x = 0.$$

Откуда

$$\omega_{кон}^2 = \frac{3g}{H} \left( \frac{\rho_{жс}}{\rho} \right)^{\frac{5}{3}}.$$

Опять замечаем, что частота свободных колебаний конуса не зависит от площади его основания.

Сравнивая частоту колебаний цилиндра и конуса при одинаковых высотах этих тел, получаем:

$$\frac{\omega_{кон}}{\omega_{цил}} = \sqrt{3} \left( \frac{\rho_{жс}}{\rho} \right)^{\frac{2}{3}} > 1,$$

т.е. частота колебаний конуса выше частоты колебаний цилиндра при указанных условиях. Может именно поэтому рыбаки предпочитают конусообразные поплавки.

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ТИПА RSS READER НА C#**

*Мухутдинов Р. М., НТИ (филиал) УрФУ, ассистент кафедры «Информационных технологий», Федореев С.А., НТИ (филиал) УрФУ, к.т.н., зав. кафедры «Информационных технологий», Ахатов М.Д., студент НТИ (филиала) УрФУ*

### *Введение*

*Цель работы:* Разработать программу «Сборщик новостей» посредством интегрированной среды разработки программного обеспечения "Visual studio". Используя методы для создания приложений Windows Forms и язык программирования C#, реализовать построение интерфейса программы, реализовать запоминание новостных каналов и их просмотр.

*Объект исследования:* программное приложение «Сборщик новостей».

*Предмет исследования:* Интегрированная среда разработки программного обеспечения «Visual studio», язык C#.

*Для достижения цели были поставлены следующие задачи:*

1. анализ предметной области;
2. изучение возможностей языка программирования C#;
3. разработка приложения.

*Проблема исследования*

В настоящее время существует большое количество приложений для считывания распространяемых в формате RSS новостных каналов; разработанных как для персональных компьютеров, так и для мобильных устройств и планшетных компьютеров.

Большинство из существующих приложений типа RSS-Aggregator имеют различные недостатки. Чаще всего в реализованных приложениях встречаются такие недостатки, как: устаревший в техническом плане и отсутствие поддержки со стороны разработчика; платное распространение; отсутствие удобной организации каналов RSS по категориям.

#### *Аналоги*

##### 1. Программа «The RSS Aggregator»

###### Плюсы:

- минималистичный дизайн интерфейса;
- встроен в браузер пользователя.

###### Минусы:

- поддерживается только браузером «Google Chrome»;
- отсутствие группировки по категориям.

##### 2. Программа «FEED ON FEED»

###### Плюсы:

- маркировка «важных» новостей с возможностью быстрого доступа

###### Минусы:

- устаревший интерфейс пользователя;
- отсутствие поддержки со стороны разработчика, последнее обновление датируется 2007 годом.

#### *Наше решение*

Таким образом, проанализировав существующие аналоги рассматриваемого приложения, рассмотрев их недостатки, мы можем создать собственный аналог посредством «Visual Studio»; в своей программе следует создать удобный, интуитивный пользовательский интерфейс, обеспечить группировку новостей по категориям и выбор «важных» новостей.

#### *Реализация*

С помощью интегрированной среды разработки ПО «Visual studio» на языке C# создается форма. Она включает в себя список каналов, поле для вывода новостей с канала и поле для вывода текста новости. В пользовательском интерфейсе реализуется возможность добавлять и удалять каналы, предусматривается разбиение их по категориям, создание и удаление категорий. Благодаря классам библиотеки System.XML XmlReader и XmlDocument организуется вывод новостей с канала.

#### *Вывод*

В ходе данной работы для реализации игрового приложения с помощью методов создания приложений, предложенных «Visual Studio»,

технологией “Windows Forms” и языком C#, было реализовано построение интерфейса программы «Сборщик новостей».

## **РАЗРАБОТКА ИГРЫ “МОРСКОЙ БОЙ”**

*Федореев С. А., заведующий кафедрой “Информационных технологий”, НТИ (филиал) УрФУ*

*Мухутдинов Р. М., преподаватель НТИ (филиал) УрФУ*

*Полькин И. Ю., студент кафедры «Информационных технологий»  
НТИ (филиала) УрФУ*

*Чистова В. П., студент кафедры «Информационных технологий» НТИ  
(филиала) УрФУ*

### *Введение*

В современном мире всё чаще становится актуальным вопрос о разработке разнообразных игр для досуга, развлечения и просто отдыха людей. Было решено создать многими любимую игру “Морской бой”.

Для решения данной задачи был применен язык программирования C# и инструмент для разработки игр (игровой движок) “Unity”.

Такой язык программирования и игровой движок были выбраны, так как они могут использоваться для разработки программ любой сложности и достаточно легки в изучении.

### *Цель*

Создание игры "морской бой" с помощью инструмента для разработки 2D и 3D приложений "Unity".

Используя возможности "Unity",

- реализовать интерфейс игры, создание игровых полей;
- реализовать возможность расстановки игровых объектов (кораблей) как пользователем, так и в автоматическом режиме;
- создать алгоритм для игровых ходов, выполняемых программой;
- реализовать проверку игровой ситуации после каждого хода на окончание игры и выведение сообщения о победе или поражении пользователя.

### *Объект исследования*

Игра “Морской бой”

### *Предмет*

Разработка игры ведётся на движке “Unity” с использованием языка программирования C#.

## Проблема

В настоящее время существует достаточно много реализованных игр “Морской бой”. Подобные программы существуют как для стационарных компьютеров, так и для мобильных устройств. Однако у большинства из них есть различные недостатки, а именно:

- платное распространение игры;
- внутриигровые покупки;
- отсутствие выбора сложности в игре;
- неудобный интерфейс;
- отсутствие русскоязычной версии игры;
- дополнения, не соответствующие оригинальным правилам игры

С помощью инструмента для разработки игр и приложений "Unity" и языка программирования C# возможно создать собственную программу для игры в морской бой, где были бы устранены все вышеперечисленные недостатки.

## Анализ существующих решений

### 1. Морской бой (SeaBat)

<http://relaxander.webest.net/games/> © Alexander Kolomiets

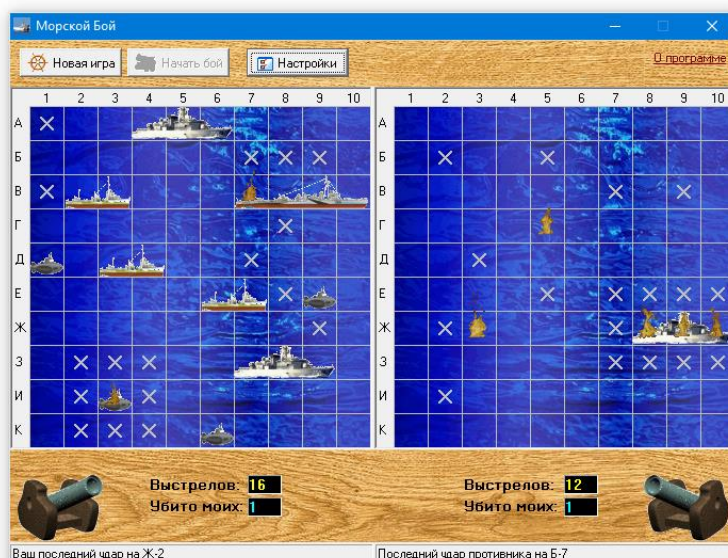


Рис.1. Скриншот SeaBat

Плюсы:

- Анимация горения кораблей;
- Звуковое сопровождение;
- Подсчет выстрелов и уничтоженных кораблей.

- Минусы:
- Неудобная расстановка кораблей (выбранный корабль “мигает”);
- Медленное выполнение хода;
- Нет выбора сложности;
- Высокая нагрузка на процессор (30 – 40%).

## 2. Морской бой: Противостояние

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.enterra.android.apps.battleship>

© Enterra, Inc

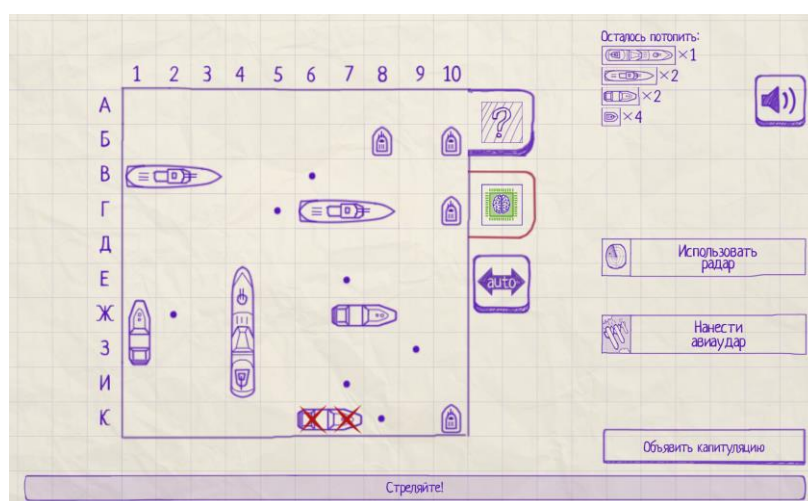


Рис.2. Скриншот игры «Морской бой: Противостояние»

Плюсы:

- Хороший интерфейс;
- Звуковое сопровождение;
- Выбор сложности;
- Сетевая игра.
- Минусы:
- Неклассические дополнения (мина, радар, авиаудар);
- Внутриигровые покупки.

В своей реализации игры «Морской бой» я хочу исправить недочеты аналогов и сделать как можно более удобный и простой интерфейс, чтобы любой человек мог наслаждаться классической игрой без лишних дополнений.

*Наше решение*

Проанализировав популярные аналоги рассматриваемой игры и изучив их основные недостатки, мы можем реализовать собственную программу,

используя возможности игрового движка “Unity” и языка программирования C#. В своём решении избежим таких недостатков, как отход от классических правил игры, слишком длинных пауз между ходами, неудобной расстановки кораблей.

### *Реализация*

При помощи игрового движка “Unity” создаём графическое оформление игрового поля в виде ячеек (квадратов), а на языке программирования C# задаем для них параметры (координаты ячейки, наличие корабля, тип корабля, вертикальность и др.) и действия при различных событиях.

Так, например, при расстановке игровых объектов (кораблей), при наведении мыши на какую-либо ячейку подсвечивается место установки корабля, а при нажатии корабль запоминается. Также осуществлена возможность удаления конкретных кораблей, очистки всего поля и авторасстановки.

Непосредственно в процессе игры у ячеек появляются такие свойства, как был ли произведен выстрел по ячейке и “потоплен” ли корабль, частью которого она является. Как только корабль будет потоплен, все ячейки вокруг него автоматически будут помечены как проверенные.

Также был создан алгоритм игры компьютера, который умеет “добивать” корабли.

Во время игры отображаются счётчики количества выстрелов и оставшихся кораблей. Как только у одно из сторон кораблей не осталось, выводится сообщение о победе или проигрыше игрока.

### *Вывод*

Мы создали игру "морской бой" с помощью инструмента для разработки 2D и 3D приложений "Unity". Реализовали интерфейс игры, возможность расстановки игровых объектов (кораблей) как пользователем, так и в автоматическом режиме, создали алгоритм для игровых ходов, выполняемых программой, проверку игровой ситуации после каждого хода на окончание игры и выведение сообщения о победе или поражении пользователя. Мы планируем в дальнейшем улучшать проект, сделав интерфейс более приятным и удобным. Хотя, конечно, идеала трудно достичь, но будем к этому стремиться.

### **Библиографический список**

1. Биллинг В. А. Основы программирования на C# [Текст] : учеб. пособие / В.А . Биллинг. - Москва : Интернет-Ун-т Информ. Технологий : Бином. Лаборатория знаний, 2012. – 483 с. : ил.

2. Сосинская С. С. Использование языка С# в различных информационных технологиях [Текст] : учебник для вузов / С. С. Сосинская. - 2-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол: ТНТ, 2014. – 368 с. : ил.

3. Хокинг Джозеф Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на С# [Текст] / Пер. с англ. И. Рузмайкиной. – СПб.: Питер, 2016. — 336 с.: ил. – (Серия «Для профессионалов»).

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ «MUSIC TIME PLAYER»**

Мухутдинов Р.М., НТИ (филиал) УрФУ, преподаватель кафедры «Информационных технологий», Федореев С.А., НТИ (филиал) УрФУ, к.т.н. зав. кафедры «Информационных технологий», Самсонов Г.Ю., студент НТИ (филиал) УрФУ

*Цель работы:* разработка приложения «MUSIC TIME PLAYER» посредством использования технологии – "Window Forms" (интерфейс программирования приложений (API)), и интегрированной среды разработки программного обеспечения "Visual studio". Используя технологию "Window Forms", объектно-ориентированный язык программирования – "С#" и библиотеку "BASS», реализовать построение интерфейса проигрывателя, создание элементов управления проигрыванием, реализовать возможность воспроизведения аудио файлов следующего формата: ".mp3", ".wma", ".flac", ".opus", ".aac", ".ac3", ".alac"; отбираемых пользователем для воспроизведения, воспроизведение аудиопотоков, поступающих от интернет-радиостанций.

*Объект исследования:* приложение «MUSIC TIME PLAYER».

*Предмет исследования:* Библиотека «BASS», технология для создания графических интерфейсов с помощью платформы .NET –«Window Forms», интегрированная среда разработки программного обеспечения «Visual studio».

### *Проблема исследования*

В настоящее время существует большое количество различных музыкальных плееров, разработанных для персональных компьютеров, мобильных устройств и планшетных компьютеров. Все эти приложения можно разделить на три условные группы:

- 1) мультимедийные, мульти-форматные плееры, способные воспроизводить видео и аудио файлы различных форматов, в том числе и потоковое аудио (интернет-радиостанции и т.п.);
- 2) плееры, поддерживающие различные аудио форматы, в том числе потоковое аудио (интернет-радиостанции и т.п.);



3) плееры, поддерживающие 1-2 аудио формата;

Большинство из существующих плееров имеют различные недостатки. Начиная от отсутствия поддержки любимого вами формата, или имеющих некомфортное управление, до приложений имеющих в себе множество ошибок регулярно приводящих к падениям программы. Чаще всего в реализованных приложениях встречаются такие недостатки, как: отсутствие русификации интерфейса; неудобный интерфейс; всплывающие рекламные баннеры (актуально для бесплатных версий, чаще всего на мобильных платформах); платное распространение приложения.

#### *Аналоги*

Сравнение с плеерами способными воспроизводить интернет-радио.

Название	<i>foobar2000</i>	<b>AIMP v4.02</b>
Достоинства	<ul style="list-style-type: none"> <li>– бесплатный аудиоплеер</li> <li>– Мощная архитектура открытых компонентов, позволяющий сторонним разработчикам для расширения функциональности плеера.</li> <li>– Поддержка различных аудио форматов</li> <li>– Настраиваемые сочетания клавиш.</li> <li>– Пользовательский интерфейс с возможностью создавать даже сложные макеты быстро и легко.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– бесплатный аудиоплеер</li> <li>– Проигрывает большое количество современных популярных форматов.</li> <li>– красивый дизайн, который настраивается на любой вкус и цвет.</li> <li>– Интерфейс полностью на русском языке с поддержкой других</li> <li>– множество дополнительных функций, возможность настроить частоту с помощью эквалайзера, различные специальные эффекты, визуализации, поддержка плагинов, которая существенно расширит возможности плеера, редактор тегов, библиотека и так далее.</li> </ul>
Недостатки	<ul style="list-style-type: none"> <li>– только для платформы Windows</li> <li>– стандартный интерфейс неудобен</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Сложное управление, потребуется время, чтобы разобраться во всём функционале плеера</li> </ul>

Рассмотренные аналоги многофункциональны, но для простого пользователя такая перенасыщенность возможностями избыточна и доставляет дискомфорт, и программа не используется в полной мере.

### *Наше решение*

Рассмотрев и проанализировав существующие аналоги разрабатываемого приложения, изучив их недостатки и достоинства, создадим собственное приложение, в котором будут устранены основные недостатки, часто встречающиеся в существующих аналогах, такие как отсутствие русификации интерфейса, неудобный пользовательский интерфейс, отсутствие поддержки интернет-радио и множества аудио форматов и другие...

### *Реализация*

С помощью интегрированной среды разработки ПО «Visual studio» на языке «С#» с применением «Windows Forms» и использованием библиотеки «BASS», позволяющей реализовать поддержку множества аудио форматов, а также воспроизведение интернет-радио каналов. Создаём с использованием «Windows Forms» в «Visual studio» интерфейс будущей программы. Далее подключаем и добавляем все необходимые библиотеки и расширения для полноценного использования библиотеки «BASS». Затем на языке С# создаём класс, описываем в нём переменные и методы, с использованием библиотеки «BASS», основываясь на документации библиотеки, а так же «Bass.Net»(пакет для «Visual studio»), необходимые для воспроизведения, также аналогично понадобится создать ещё один класс для работы с «playlist». Далее переходим к работе с Формой, инициализируем подключение компонентов и запуск библиотеки, для каждой кнопки и иных элементов Формы прописываем свои команды, с использованием методов созданных ранее.

### *Вывод*

В ходе данной работы для реализации мультимедийного приложения с помощью методов создания приложений, предложенных «Visual studio» совместно с «Windows Forms», было реализовано создание интерфейса плеера, а также был реализован алгоритм воспроизведения аудио файлов, получение с последующим воспроизведением каналов интернет-радио вещания. Незначительно были улучшены знания английского.

## СОЗДАНИЕ МЕТОДИКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИНЖЕНЕРНОГО БОЕПРИПАСА НА ПОЛНОРАЗМЕРНЫЙ МАКЕТ БТВТ

*Черемных А.Ю., Хмельников Е.А., Литус И.Б, Федоров Д.С., Вендер И.И.  
Нишнетагильский технологический институт (филиал) Уральского  
федерального университета, г. Нижний Тагил.*

Главной отличительной особенностью мотострелковых войск является их высокая мобильность и маневренность. Это увеличивает возможность мотострелковых войск к переходу от одного вида боевых действий к другому в короткие сроки, позволяет им чередовать удар и манёвр, быстро изменять направление и районы действий, производить рассредоточение и сосредоточение.

Основные боевые машины используемые мотострелковыми войсками ВС России являются БМП и БТР.

БМП — бронированная боевая машина, предназначенная для транспортировки личного состава к месту выполнения поставленной боевой задачи, повышения его мобильности, вооружённости и защищённости на поле боя в условиях применения ядерного оружия и совместных действий с танками в бою.

В качестве объекта для исследований был выбран полномасштабный макет БМП-2 с ходовой и моторно-трансмиссионной частью. Для оценки стойкости защитных структур БМП-2 применяют испытания подрывом инженерных боеприпасов, а также боеприпасов ближнего и среднего боя.

Цель испытаний – оценка стойкости защитных структур макета БМП-2, с ходовой частью, при воздействии подрыва инженерных боеприпасов для сравнения их с результатами математического моделирования.

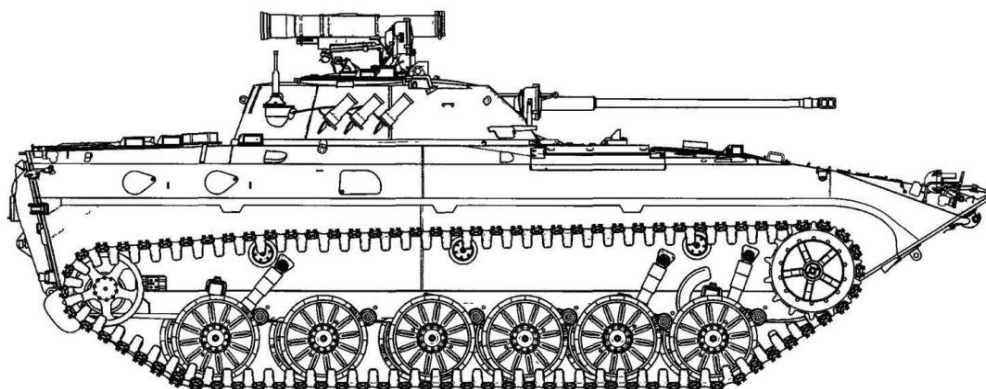


Рис.1. Общий вид БМП-2

Данные испытания актуальны в первую очередь для разработчиков БТВТ, так как они позволяют оценить характер повреждения макета БТВТ, после подрывов боеприпасов, а также найти слабые места конструкции для устранения их в дальнейшем. На основе экспериментальных данных может

быть создана математическая модель, позволяющая в дальнейшем производить численные эксперименты на ЭВМ, что существенно удешевит и ускорит процесс разработки новых видов военной техники.

Успешное решение данной проблемы позволит:

- создать адекватную математическую модель, благодаря которой можно будет производить моделирование процессов происходящих при подрыве боеприпасов с большей точностью;
- смоделировать процесс подрыва БМП-2 приближенный к натурному испытанию;
- усовершенствовать и ускорить процесс проектирования современных видов БТВТ( новых образцов БМП);
- сократить сроки исполнения заказов на обработку результатов испытаний;
- удовлетворить постоянно повышающиеся требования заказчика по качеству и уровню эффективности разрабатываемых изделий.

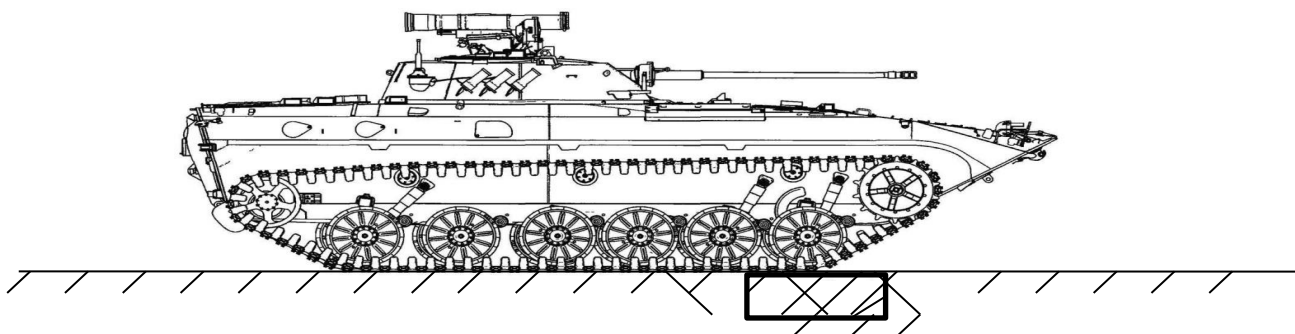


Рис2. Схема проведения натуральных испытаний

Задачи натуральных испытаний

- Определение характера разрушения защитных структур полномасштабного макета БМП-2 в критических точках, полученных при математическом моделировании;
- Определение виброударных ускорений в местах размещения (крепления) блоков аппаратуры, боекомплекта, моторно-трансмиссионной установки, органов управления и сидений экипажа при натурном воздействии подрыва инженерных боеприпасов;
- Фиксирование с помощью СВК высокоскоростных процессов происходящих при подрыве объекта испытания.

Программа натуральных испытаний представлена в таблице 1.

Для визуального фиксирования процессов происходящих при взаимодействии подрыва боеприпаса с макетом используется скоростной видеозаписывающий комплекс СВК-1. Комплекс СВК-1 предназначен для регистрации быстропротекающих процессов в области баллистических испытаний боеприпасов, вооружения и военной техники.

Таблица 1

## Программа натуральных испытаний макета БМП-2

	Место установки заряда	Средство испытаний (в кг. тротилового эквивалента)	Грунт	Количество опытов
1	Между 2 и 3 левыми опорными катками	5	песчаный	1
2	Между 2 и 3 правыми опорными катками	2,5	скальный	1
3	Между 5 и 6 левыми опорными катками	5	песчаный	1
4	Между 5 и 6 правыми опорными катками	5	песчаный	1
5	Под МТО	2	скальный	1
6	Под днищем обитаемого отделения	10	скальный	1
7	Под люком аварийного выхода	10	скальный	1

## Состав СВК-1М (рис.3)

- Цифровая видеокамера (монохромная или цветная по выбору Заказчика);
- Персональная ЭВМ (ноутбук);
- Объектив с переменным фокусным расстоянием ( $F=70-200$  мм) или комплект сменных дискретных объективов ( $F= 50$  мм,  $100$  мм);
- Фотодатчик;
- Блок питания БП-220/27 1;
- Принтер ч/б;
- Комплект ЗИП;
- Комплект эксплуатационной документации;
- Комплект носителей программного обеспечения.



Рис.3. Состав СВК-1М

Для определения параметров виброударных ускорений в заданных точках при взаимодействии макета БТВТ с инженерными боеприпасами предназначены акселерометры АР-21 (рис. 4) , АР-23 (рис. 5). Акселерометр в комплекте с усилительно-преобразующей аппаратурой типа АР 5230-16, а также с высокопроизводительным шасси NI PXIe -1062Q с шестнадцати канальным АЦП NI PXIe -6368 позволяет измерить виброударные ускорения, возникающие при подрыве макета.

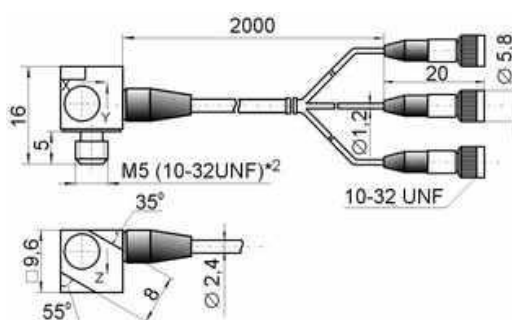


Рис. 4. Внешний вид АР-21

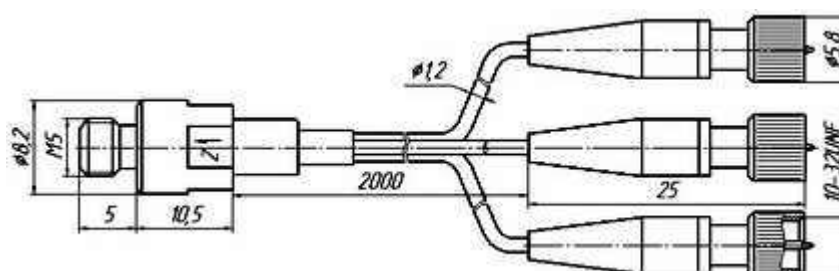


Рис. 5. Внешний вид АР-23

В основу работы данного типа приборов положен пьезоэффект – явление возникновения разности потенциалов на пьезокристалле при его механической деформации. Внутри корпуса вибрметра содержится инертное тело, подвешенное на упругих элементах, содержащих пьезоэлектрический материал (Рис. 6). Если корпус прибора прикреплен к вибрирующей поверхности, упругие элементы зарегистрируют колебания инертного тела, которое не прикреплено непосредственно к корпусу, а потому стремится сохранять своё первоначальное положение. В целом, в данной конфигурации пьезоэлектрический вибрметр есть не что иное, как акселерометр, и часто довольно сложно провести границу между этими видами чувствительных устройств.

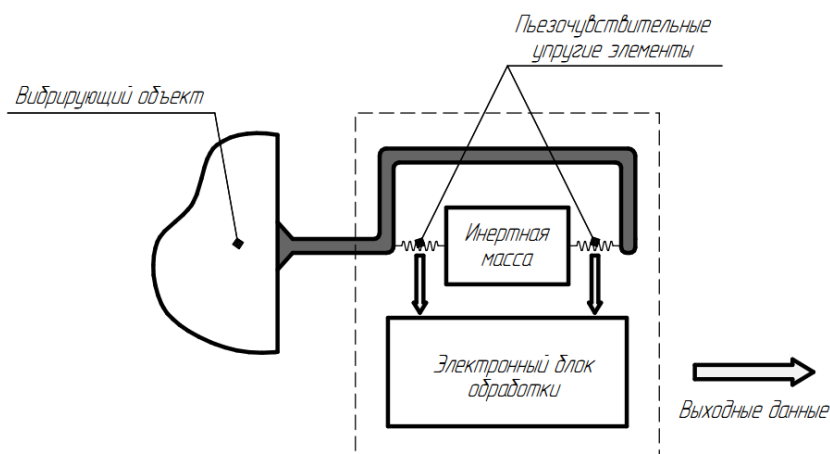


Рис. 6. Принцип работы акселерометра

Технические характеристики акселерометров АР-21 и АР-23 представлены в таблице 3

Таблица 2

Технические характеристики акселерометров

Наименование	Размерность	АР21	АР23
1	2	3	4
Осевая чувствительность ( $\pm 20\%$ )	пКл/ $g^{*1}$	2	0,25
Относительная поперечная чувствительность	%	< 5	< 5
Амплитудный диапазон	$g^{*1}$	$\pm 10\ 000$	$\pm 20\ 000$
Максимальный удар (пиковое значение)	$g^{*1}$	$\pm 20\ 000$	$\pm 50\ 000$
Рабочий диапазон температур	$^{\circ}C$	- 60...+ 150	- 60...+ 150
Частотный диапазон (неравномерность $\pm 1дБ$ )	Гц	0,5...20 000	10...30 000
Собственная частота в закреплённом состоянии	кГц	> 55	> 80

1	2	3	4
Деформационная чувствительность	г·м/мкм	< 0,000 5	< 0,000 5
Электрическая емкость	пФ	600...900	400...700
Сопротивление изоляции в нормальных условиях	Мом	> 10 000	> 1 000
Материал корпуса	-	титановый сплав (нержавеющая сталь)	титановый сплав
Длина встроенного кабеля	М	2*2	2*2
Масса (без кабеля)	Г	5 (8)	3,1

Последовательность установки аксельрометров представлена на рисунке 7.

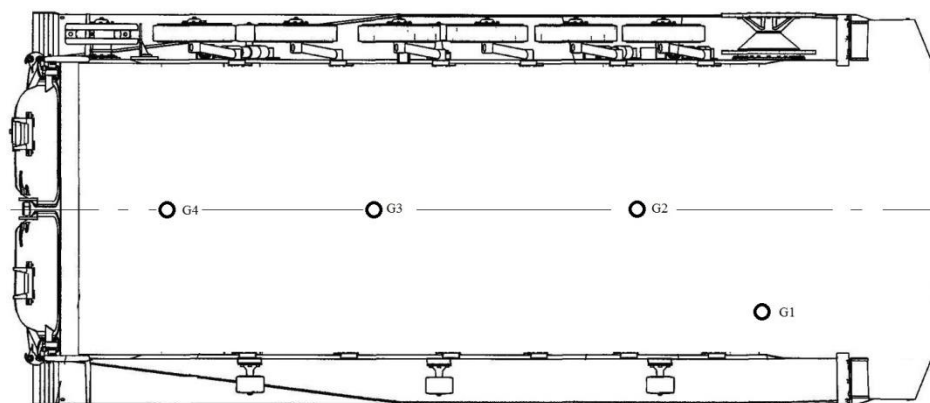


Рис. 7. Схема расстановки датчиков

Результаты измерений представлены на рисунке 8. Максимальное виброударное ускорение определяется по графику как точка максимум.

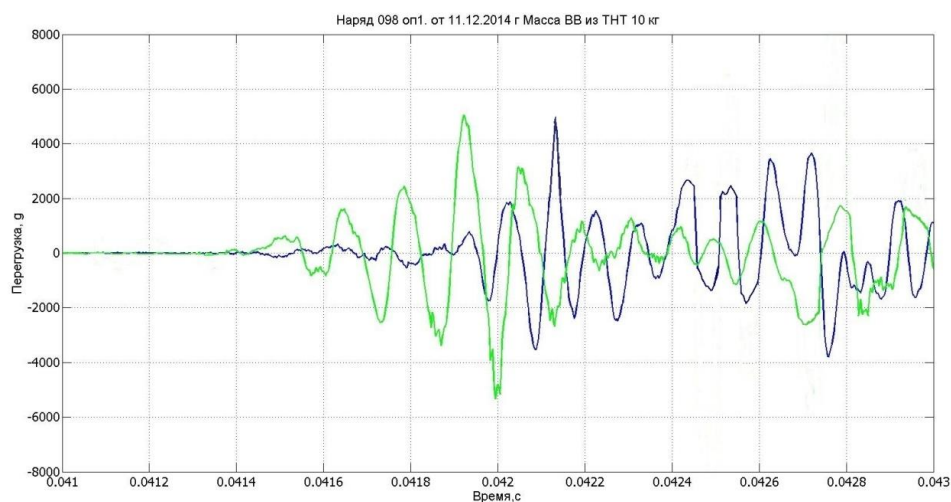


Рис. 8. Результаты измерений с использованием датчика AP-21 в совокупности с аппаратурой NI



Исследование поведения металлов и конструкций при высокоскоростном деформировании представляет большой научный и практический интерес в связи с развитием ряда областей новой техники, а также в связи с разработкой и внедрением в промышленность новых перспективных технологических приемов обработки материалов.

Для выполнения численного моделирования процесса подрыва полномасштабного макета БМП-2 применили программный продукт Ansys Autodyn.

В силу сложности процессов происходящих в веществе при высокоскоростном деформировании, их исследование методами механики сплошной среды базируется на сложных моделях материала, содержащих большое количество параметров. В частности, для описания упруго-пластического состояния материала широко используется модель Джонсона-Кука. Данная модель учитывает зависимость предела текучести от температуры, скорости деформирования и накопленной пластической деформации.

В качестве уравнения состояния материала выбираем уравнение состояния в форме Ми-Грюнайзена.

При моделировании детонационных процессов наиболее распространенной на сегодняшний день формой уравнения состояния, позволяющей с высокой точностью описывать ПД в различных местах и имеющей к тому же чрезвычайно широкую базу исходных данных для различных ВВ, является уравнение состояния Джонсона-Уилкинса-Ли (JWL).

$$\sigma_Y = (A + B\varepsilon_p^n) \left( 1 + c \ln \frac{\dot{\varepsilon}_p}{\varepsilon_0} \right) \left( 1 - \left( \frac{T - T_r}{T_m - T_r} \right)^m \right)$$

где  $\varepsilon_p$  — эффективная пластическая деформация,  $T$  — температура плавления,  $T_r$  — комнатная температура,  $A$ ,  $B$ ,  $c$ ,  $n$ ,  $m$ ,  $\varepsilon_0$  — параметры модели. Точка обозначает производную по времени. Формула (6), по сути, представляет собой кривую деформирования материала. Для описания разрушения материала Джонсона-Кука в пакете LS-DYNA по умолчанию используется модель, согласно которой разрушение конечного элемента происходит, если параметр поврежденности  $D$  становится равным единице:

$$D = \frac{1}{\varepsilon_f} \sum \Delta \varepsilon_p^i$$

где  $\Delta \varepsilon_p^i$  — приращение эффективной пластической деформации в конечном элементе на  $i$ -м шаге интегрирования по времени.

$$p = \begin{cases} \frac{p_0 v_0^2 \vartheta (1 + (1 - \frac{\Gamma_0}{2}) \vartheta - \frac{\zeta}{2} \vartheta^2)}{1 - (S_1 - 1) \vartheta - S_2 \frac{\vartheta^2}{\vartheta + 1} - S_3 \frac{\vartheta^3}{(\vartheta + 1)^2}} + (\Gamma_0 + \zeta \vartheta) U_T, & p > 0 \\ p_0 v_0^2 \vartheta + (\Gamma_0 + \zeta \vartheta) U_T, & p < 0 \end{cases}$$

где  $\vartheta = \frac{V_0}{V} - 1$ ;  $V_0$  — объемная скорость звука;  $\Gamma_0$  — коэффициент Грюнайзена;  $\zeta$  — коэффициент, характеризующий наклон графика зависимости коэффициента Грюнайзена от объема;  $U_T$  — удельная внутренняя энергия (отнесенная к начальному объему);  $S_i$  — коэффициенты наклона ударной адиабаты.

$$p = A \left(1 - \frac{\omega}{R_1 V}\right) \exp\{-R_1 V\} + B \left(1 - \frac{\omega}{R_2 V}\right) \exp\{-R_2 V\} + \frac{\omega}{V} \bar{E},$$

Где  $V = \frac{\rho_0}{\rho} = \frac{V}{V_0}$  — относительный удельный объем;  $A, B, C, R_1, R_2, \omega$  — эмпирические (подгоночные) константы;  $\bar{E}$  — внутренняя энергия на единицу объема. В состоянии Жуге

$$\bar{E}_n = \bar{E}_0 + \frac{p_H}{2} (1 - V_H)$$

где  $\bar{E}_0$  — нормализованная величина, включающая энергию химических связей и определяемая из термохимического эксперимента или данных термодинамического расчета.

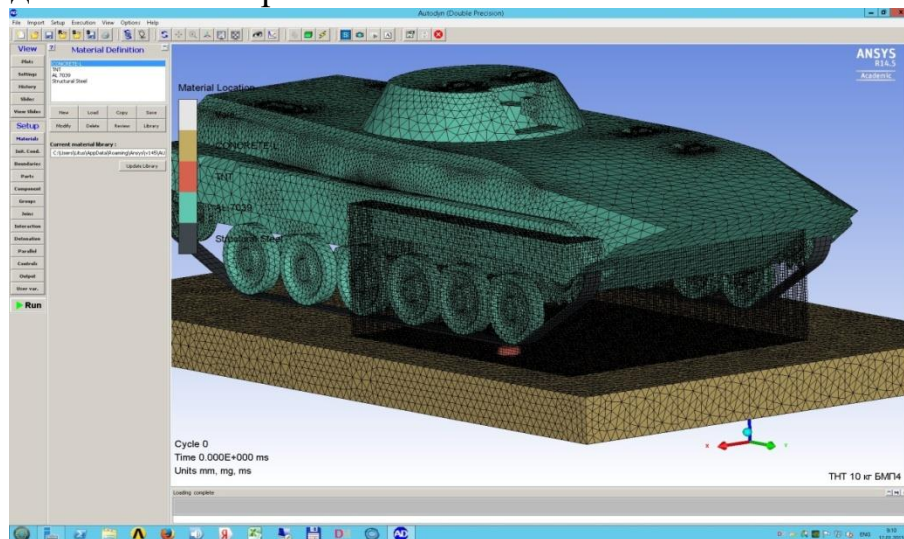


Рис.9. Наложение Эйлеровой сетки

В результате расчетов методом численного моделирования мы получаем графики перегрузок записанные в трех координатных плоскостях

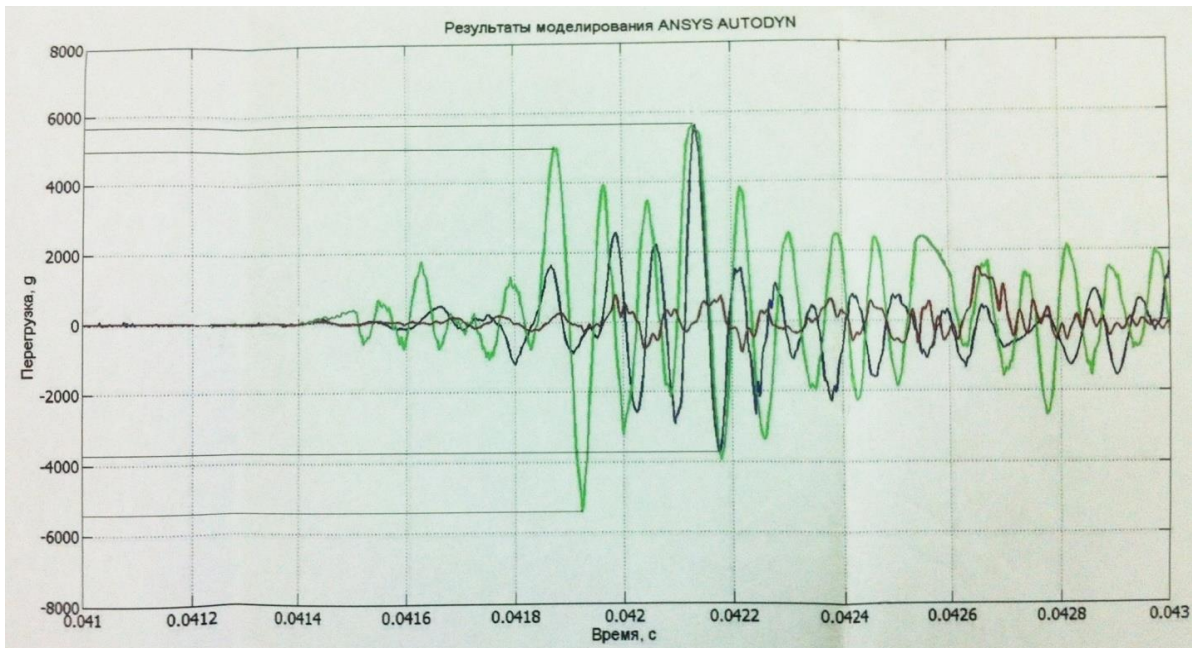


Рис. 10. Осциллограмма регистрации ускорений, записанная в результате моделирования подрыва инженерного боеприпаса

Анализ полученных результатов и сравнение их с реальными испытаниями дают погрешность не более 20%.

Выводы:

1. Предложенная математическая модель позволяет проводить численный эксперимент.

2. Для получения хорошего количественного совпадения результатов необходимо:

- Уточнить коэффициенты, входящие в уравнения состояния для применяемых материалов;
- Провести расчеты для различных уравнений состояния и различных моделей упругопластики среды.

#### Библиографический список

1. Бозм Б.У. Инженерное проектирование программного обеспечения: Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1985г., 512с.

2. Информатика: Учебник. - 3-е перераб. изд./Под ред. проф. Н.В. Макаровой. - М.: Финансы и статистика, 2001.-786 с.

3. ГОСТ19.101-77 «Виды программ и программных документов»- <http://www.nist.ru/hr/doc/gost/19101-77.htm>

4. ГОСТ19.102-77 «Стадии разработки»- <http://www.nist.ru/hr/doc/gost/19102-77.htm>

5. . LICENSE-ANSYS\_hybrid\_10-31-2012-4.39.12.

## ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ КОРПУСА СНАРЯДА ПРИ ВЫСТРЕЛЕ

*В. С. Еловигов, Е.А. Хмельников, С.Ф. Дубинина, К.В. Смагин, И.И. Вендер  
Нижнетагильский технологический институт(филиал) УрФУ,  
г. Н. Тагил*

На современном этапе развития науки и техники все большее внимание уделяется вопросам моделирования процессов, происходящих при работе тех или других изделий. Подобное моделирование позволяет более глубоко проникнуть в физическую сущность протекающих процессов и визуализировать их во всем периоде времени их действия. Особенно это актуально для быстропротекающих процессов, имеющих миллисекундную протяженность. Все процессы, связанные с выстрелом – это процессы высокой напряженности и малой продолжительности.

В работе предлагается методика расчета напряженно-деформированного состояния корпуса снаряда под действующими на него нагрузками.

Для решения задачи используется система уравнений, которая включает в себя 23 уравнения:

– уравнения движения:

$$\begin{aligned} - \frac{\partial v_r}{\partial t} &= \frac{V}{\rho_0} \cdot \left[ \frac{\partial \sigma_{rr}}{\partial r} + \frac{\partial \sigma_{rz}}{\partial z} + \frac{1}{r} \cdot (\sigma_{rr} - \sigma_{\theta\theta}) \right] + \frac{V}{\rho_0} \cdot F_r, \\ - \frac{\partial v_z}{\partial t} &= \frac{V}{\rho_0} \cdot \left[ \frac{\partial \sigma_{zz}}{\partial z} + \frac{\partial \sigma_{rz}}{\partial r} + \frac{1}{r} \cdot \sigma_{rz} \right] + \frac{V}{\rho_0} \cdot F_z, \\ - \frac{\partial v_\theta}{\partial t} &= \frac{V}{\rho_0} \cdot \left[ \frac{\partial \sigma_{\theta r}}{\partial r} + \frac{\partial \sigma_{\theta z}}{\partial z} + \frac{1}{r} \cdot 3\sigma_{\theta r} \right] + \frac{V}{\rho_0} \cdot F_\theta, \end{aligned}$$

– закон сохранения массы:

$$- \frac{\partial V}{\partial t} = V \cdot \left( \frac{\partial v_r}{\partial r} + \frac{\partial v_z}{\partial z} + \frac{1}{r} \cdot v_r \right),$$

– уравнения, определяющие компоненты тензора скоростей деформаций, уравнение состояния:

$$\begin{aligned} - \dot{\varepsilon}_{rr} &= \frac{\partial v_r}{\partial r}, & \dot{\varepsilon}_{zz} &= \frac{\partial v_z}{\partial z}, \\ - \dot{\varepsilon}_{rz} &= \frac{\partial v_r}{\partial z} + \frac{\partial v_z}{\partial r}, & \dot{\varepsilon}_{\theta\theta} &= \frac{v_r}{r} = \left[ \frac{\dot{V}}{V} - (\dot{\varepsilon}_{rr} + \dot{\varepsilon}_{zz}) \right], \\ - \dot{\varepsilon}_{\theta r} &= \frac{\partial v_\theta}{\partial r} + v_\theta \left( \frac{1}{r} - r \right), & \dot{\varepsilon}_{\theta z} &= \frac{\partial v_\theta}{\partial z}, \end{aligned}$$

– уравнения, определяющие изменения компонент девиатора напряжений в случае упругого деформирования материала:

$$\begin{aligned}\frac{\partial D_{\sigma rr}}{\partial t} &= 2G \left( \dot{\varepsilon}_{rr} - \frac{\dot{V}}{3V} \right) + \delta_{rr}, & \frac{\partial D_{\sigma zz}}{\partial t} &= 2G \left( \dot{\varepsilon}_{zz} - \frac{\dot{V}}{3V} \right) + \delta_{zz}, \\ \frac{\partial D_{\sigma \theta \theta}}{\partial t} &= 2G \left( \dot{\varepsilon}_{\theta \theta} - \frac{\dot{V}}{3V} \right) + \delta_{\theta \theta}, & \frac{\partial D_{\sigma rz}}{\partial t} &= G(\dot{\varepsilon}_{rz}) + \delta_{rz}, \\ \frac{\partial D_{\sigma \theta r}}{\partial t} &= G(\dot{\varepsilon}_{\theta r}) + \delta_{\theta r}, & \frac{\partial D_{\sigma \theta z}}{\partial t} &= G(\dot{\varepsilon}_{\theta z}) + \delta_{\theta z},\end{aligned}$$

– уравнение состояния:

$$p = p(V),$$

– уравнения, определяющие компоненты тензора напряжений:

$$\begin{aligned}\sigma_{rr} &= D_{\sigma rr} - p, & \sigma_{zz} &= D_{\sigma zz} - p, \\ \sigma_{\theta \theta} &= D_{\sigma \theta \theta} - p, & \sigma_{rz} &= D_{\sigma rz}, \\ \sigma_{\theta r} &= D_{\sigma \theta r}, & \sigma_{\theta z} &= D_{\sigma \theta z},\end{aligned}$$

В уравнениях  $\delta_{rr}, \delta_{zz}, \delta_{\theta \theta}, \delta_{rz}, \delta_{\theta r}, \delta_{\theta z}$  – поправки компонент девиатора напряжений, связанные с поворотом элемента среды. В уравнениях движения слагаемые  $F_r, F_z$  и  $F_\theta$  – проекции объёмных сил, действующих на корпус, на соответствующие оси координат. В качестве объёмных сил рассматриваем силы инерции.

При решении задачи поведение материала корпуса описывается в рамках модели идеальной упруго – пластической среды, с помощью теории пластического течения.

Изменение компонент девиатора напряжений во времени характеризуется уравнениями пластического течения Прандтля – Рейсса:

$$\frac{dD_{\sigma ij}}{dt} + 2G\lambda D_{\sigma ij} = 2G(\dot{\varepsilon}_{ij} - \dot{\varepsilon}g_{ij}) = 2G \left( \dot{\varepsilon}_{ij} + \frac{1}{3\rho} \cdot \frac{d\rho}{dt} g_{ij} \right)$$

Скалярный множитель  $\lambda$  определяется удельной мощностью пластического деформирования

$$\lambda = \frac{\sigma^{ij} \cdot \dot{\varepsilon}_{ij}^{(p)}}{2\sigma_T^2}$$

Первоначально при решении задачи считается, что материал деформируется упруго и расчёты компонент девиатора напряжений можно проводить по уравнениям для упругой среды. Затем проводится проверка на выполнение условия пластичности. В качестве критерия пластичности используется критерий Мизеса. В случае выполнения условия пластического течения:

$$f > \frac{2}{3} \sigma \tau^2,$$

$$\text{где } f = D_{\sigma rr}^2 + D_{\sigma zz}^2 + D_{\sigma \theta \theta}^2 + 2D_{\sigma rz}^2 + 2D_{\sigma \theta r}^2 + 2D_{\sigma \theta z}^2,$$

выполняется корректировка компонент девиатора напряжений путём приведения вектора девиатора напряжений на круг текучести.

$$\begin{aligned}D'_{\sigma rr} &= D_{\sigma rr} \cdot F, & D'_{\sigma zz} &= D_{\sigma zz} \cdot F, \\ D'_{\sigma rz} &= D_{\sigma rz} \cdot F, & D'_{\sigma \theta r} &= D_{\sigma \theta r} \cdot F,\end{aligned}$$

$$D'_{\sigma\theta\theta} = D_{\sigma\theta\theta} \cdot F, \quad D'_{\sigma\theta z} = D_{\sigma\theta z} \cdot F,$$

$$F = \sigma_T \sqrt{\frac{2}{3f}}.$$

Уравнение состояния берётся в форме:

$$p = A \left( \left( \frac{\rho}{\rho_0} \right)^m - 1 \right),$$

где  $A, m$  - коэффициенты, зависящие от физико-механических свойств материала.

Для решения задачи используется лагранжев метод Уилкинса. Расчет ведется в цилиндрической системе координат, которая связана с корпусом снаряда и движется вместе с ним. При расчётах используется равномерная четырёхугольная разностная сетка, которая движется вместе со средой. Компоненты вектора скорости определяются для узлов сетки, а такие параметры как давление, напряжения и другие определяются в центрах элементов (рис. 1).

Боеприпас разбивается на отдельные элементы различных типов.

1,2,3,6 – элементы, для которых ведется расчет напряженно – деформированного состояния.

4,5,7,8 – элементы, для которых задаются различные типы граничных условий.

Для элементов относящихся к корпусу, взрывчатому веществу, взрывателю и ведущему пояску проводится расчет с использованием составленной системы уравнений. Для остальных элементов задаются различные типы граничных условий.

На основе разработанной программы, позволяющей рассчитывать напряжения и деформации, возникающие в элементах боеприпаса при его движении по каналу ствола при выстреле, были проведены расчеты для боеприпасов двух калибров: 152 и 30 мм. Задача решалась в двумерной постановке.

При расчетах давление пороховых газов задается в виде кривой давления, зависящей от координаты боеприпаса при его движении в стволе. Скорость рассчитывается с учетом сил сопротивления движению боеприпаса. Программа расчета позволяет как производить расчеты давления в канале ствола путем решения основной задачи внутренней баллистики, так и вводить данные получаемые при регистрации давлений в канале ствола при выстреле с помощью датчиков давлений. При расчетах на прочность по разработанной методике условия, при которых происходит деформирование боеприпаса, должны быть аналогичны реальным условиям. Поэтому было проведено сравнение расчетных кривых с экспериментальными, полученными при выстреле для 30-мм снаряда.

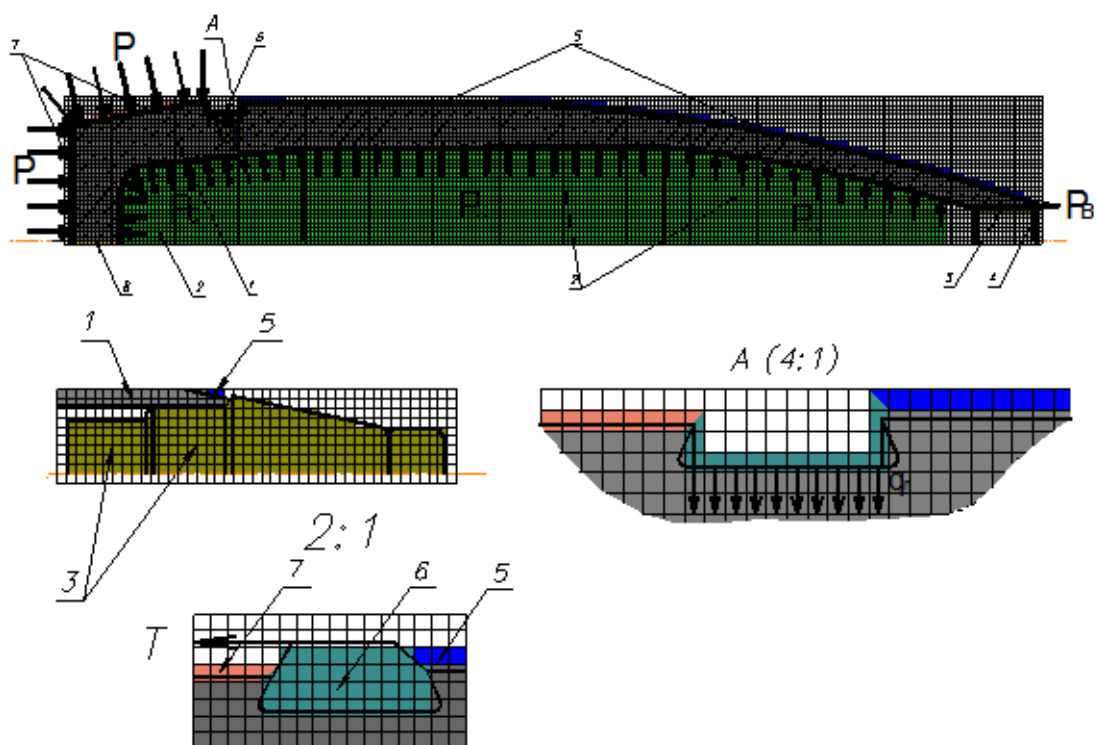


Рис. 1. Расчетная схема.  $T$  – сила трения, действующая на ведущий пояс,  $q_{II}$  – реакция ведущего пояса.

■ - элементы корпуса, для которых проводится расчет напряженно-деформированного состояния

■ - элементы на оси симметрии

■ - элементы, для которых задается давление пороховых газов –  $p$  при движении боеприпаса

■ - элементы вдоль цилиндрической и оживальной поверхности боеприпаса, на которые не действуют внешние нагрузки

■ - элементы взрывчатого вещества, для которых проводится расчет напряженно-деформированного состояния

■ - элементы взрывателя, для которых проводится расчет напряженно-деформированного состояния

■ - элементы ведущего пояса, для которых проводится расчет напряженно-деформированного состояния

■ - элементы вдоль поверхности головного среза корпуса, для которых задается давление, вызванное силой инерции взрывателя –  $p_v$ .

Результаты сравнения показывают достаточно хорошее совпадение расчетных данных с экспериментами (рис. 2 а, б). Таким образом, условия, при которых происходит деформирование боеприпаса при расчетах по разработанной методике можно считать аналогичными реальным условиям.

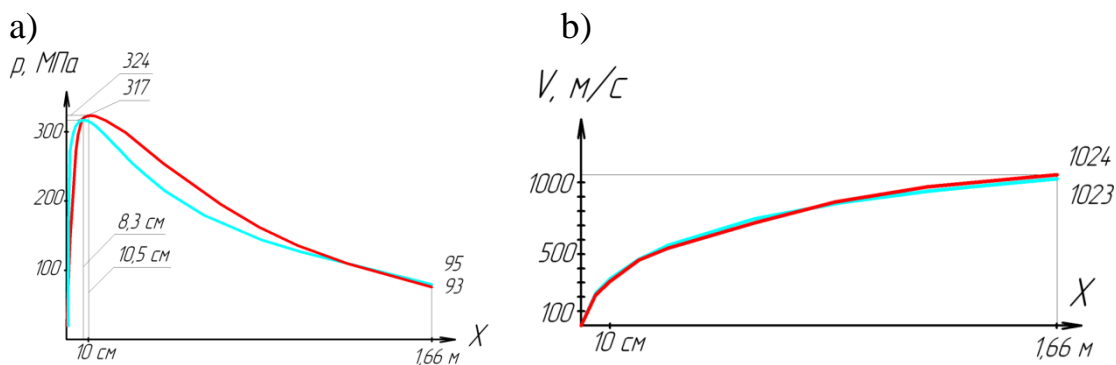


Рис. 2. Сравнение расчетных данных с экспериментальными (30-мм) снаряд.

а –  $p(x)$  – давление пороховых газов, б –  $V(x)$  – скорость движения снаряда в канале ствола, — расчетные данные, — экспериментальные данные

Кроме того, для боеприпаса калибра 152 мм был проведен расчет напряженно-деформированного состояния с использованием программы ANSYS в трехмерной постановке.

На рисунке 3 представлена расчетная схема и график давления пороховых газов задаваемые для решения в ANSYS. В данном случае давление задавалось в виде функции от времени, а не от координаты боеприпаса. Максимальное давление пороховых газов при выстреле составляет 235 МПа. Решение этой задачи трехмерной постановке требует большого объема вычислительных ресурсов и большого объема времени. В связи с этим моделирование в программе ANSYS было проведено для относительно небольшого участка движения боеприпаса в канале ствола. Однако, на рассматриваемом участке можно проследить процесс полного врезания ведущего пояска и движение боеприпаса до момента достижения давлением пороховых газов максимальной величины.

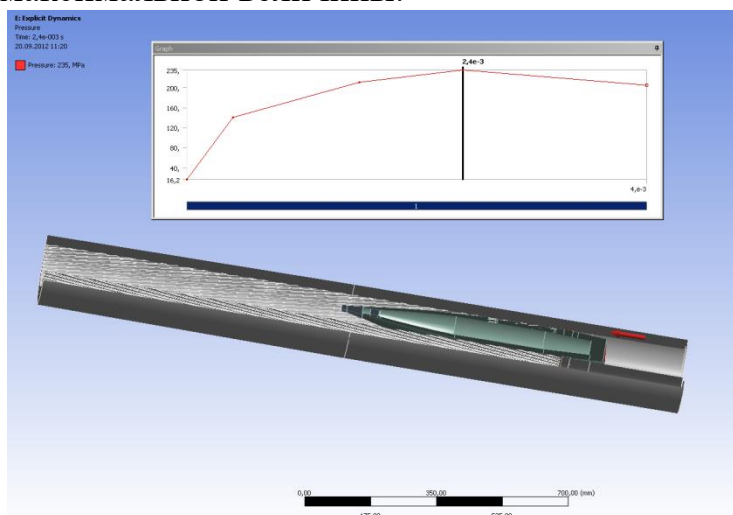


Рис.3. Расчетная схема и график давления при решении в программе ANSYS



Для проверки разработанной методики проводились расчеты на прочность двух боеприпасов: 152 – мм осколочно – фугасного снаряда и 30 – мм осколочно – фугасно – зажигательного.

На рисунках 4 и 5 показаны напряжения, возникающие при максимальном давлении для поверхности, находящейся примерно посередине между внутренней и наружной поверхностью корпуса снаряда.

Это графики осевых, радиальных, тангенциальных и касательных напряжений и интенсивности напряжений. Все виды напряжений имеют максимум в зоне ведущего пояска.

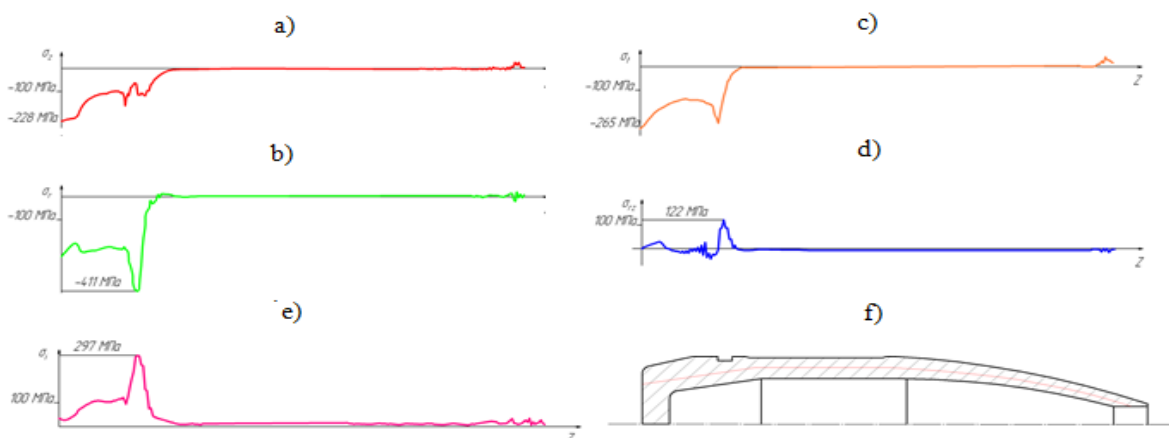


Рис. 4. Графики напряжений при максимальном давлении для 152 – мм снаряда

a –  $\sigma_z$  – осевые напряжения, b –  $\sigma_r$  – радиальные напряжения,  
 c –  $\sigma_t$  – тангенциальные напряжения, d –  $\sigma_{tz}$  – касательные напряжения,  
 e –  $\sigma_i$  – интенсивность напряжений, f – корпус снаряда

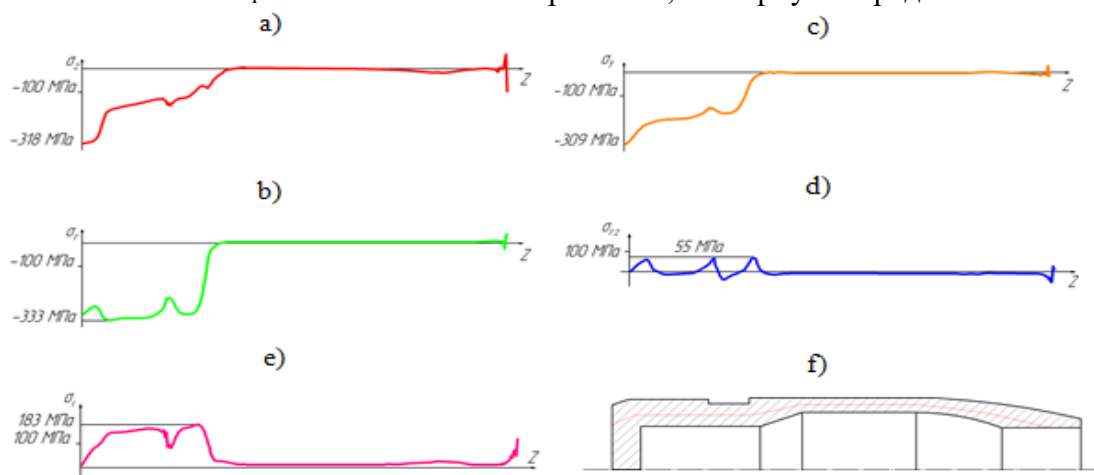


Рис. 5. Графики напряжений при максимальном давлении для 30 – мм снаряда

a –  $\sigma_z$  – осевые напряжения, b –  $\sigma_r$  – радиальные напряжения,  
 c –  $\sigma_t$  – тангенциальные напряжения, d –  $\sigma_{tz}$  – касательные напряжения,  
 e –  $\sigma_i$  – интенсивность напряжений, f – корпус снаряда

При решении задачи по разработанной программе в двумерной постановке невозможно точно описать процесс деформирования ведущего пояска. Поэтому можно рассмотреть два варианта: в рассматриваемом

сечении находится дно нарезов и в рассматриваемом сечении находится выступ нарезов, соответственно деформации ведущего пояска, реакция ведущего пояска и деформации корпуса боеприпаса будут различными.

На рисунке (рис. 6 а, б) представлены графики реакции ведущего пояска и деформаций корпуса под ведущим пояском 152-мм снаряда для случая, когда ведущий поясок деформируется только на величину форсирования и в случае, когда величина деформации ведущего пояска равна сумме величины форсирования и глубины нарезов. Из графиков видно, что значения реакций ведущего пояска и деформации значительно отличаются друг от друга. При реальном процессе деформирования, материал ведущего пояска заполняет нарезы, а также вытесняется в сторону боковой поверхности ведущего пояска. Эти явления не учитываются в рассматриваемой методике, для этого необходимо решать задачу в трехмерной постановке. При решении задачи в программе ANSYS получены результаты, которые также представлены на графике реакций ведущего пояска. Как и предполагалось, полученные значения реакции ведущего пояска располагаются между результатами, полученными при расчетах по разработанной программе в первом и во втором расчетном варианте. Также на графиках представлены данные, полученные расчетами по аналитическому методу Ильюшина.

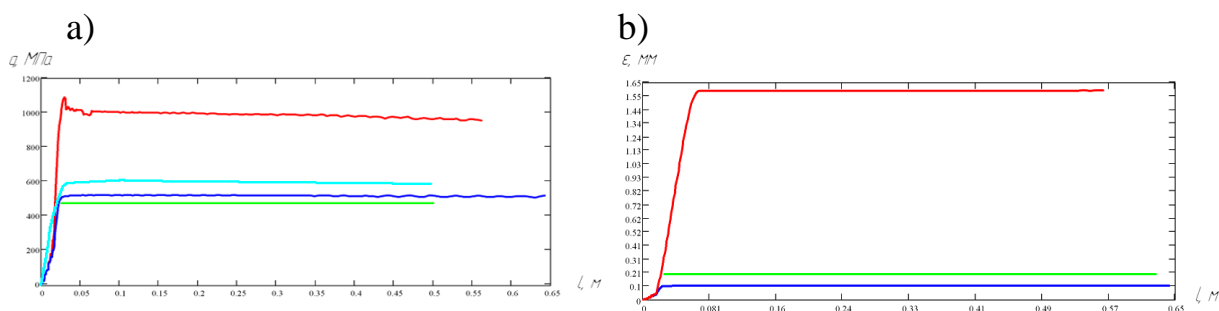


Рис. 6. Реакция ведущего пояска и деформации корпуса  
 а - реакция ведущего пояска, б - деформации корпуса под ведущим пояском

- данные, полученные при расчетах по методу Ильюшина
- данные, полученные в случае деформации ведущего пояска только на величину форсирования
- данные, полученные в случае деформации ведущего пояска на величину, равную сумме величины форсирования и глубины нарезов
- данные, полученные при расчетах в программе ANSYS

На рисунке 7 представлены результаты моделирования напряженно-деформированного состояния ведущего пояска в программе ANSYS в различные моменты времени – при 0 мкс, при 400 мкс и при 1500 мкс. Интервал времени 1500 мкс соответствует полному врезанию ведущего пояска в нарезы ствола.

При расчетах на прочность по разработанной программе можно получить полную информацию о напряжениях, возникающих во всех

элементах корпуса боеприпаса в любой момент времени. При расчетах исследуемых боеприпасов на прочность были получены графики напряженного состояния корпусов для различных моментов времени. Интенсивность напряжения для всех элементов боеприпаса отражена различными цветами (рис. 8).

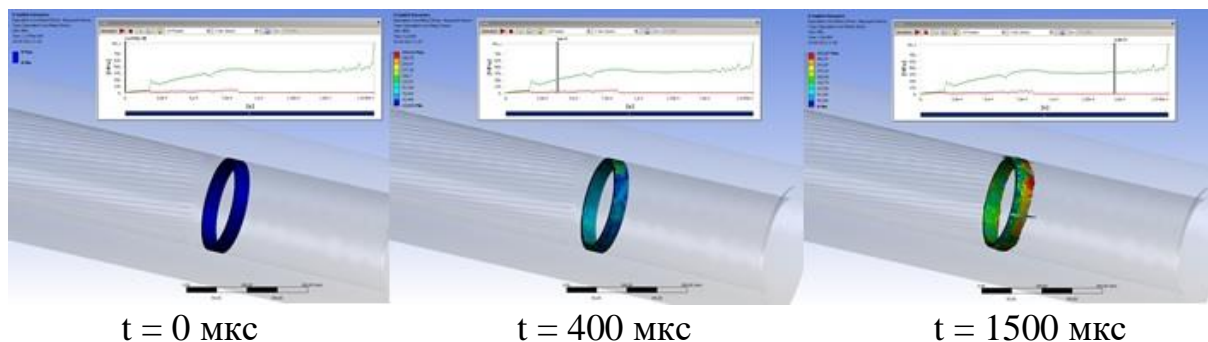


Рис.7. Радиальные напряжения в ведущем пояске при расчетах в программе ANSYS

В начале движения, когда реакция ведущего пояска практически равна нулю, а давление пороховых газов растет, наибольшая интенсивность напряжений соответствуют запоясковой части снаряда. В дальнейшем, с ростом реакции ведущего пояска, максимум интенсивности напряжений будет наблюдаться в корпусе под ведущим пояском. При дальнейшем движении снаряда увеличивается скорость его вращения, соответственно увеличиваются и радиальные силы инерции. При вылете снаряда из ствола они достигают максимальных значений, в то время как давление уже заметно снизилось, поэтому значения интенсивности напряжений относительно одинаковы по всей массе корпуса.

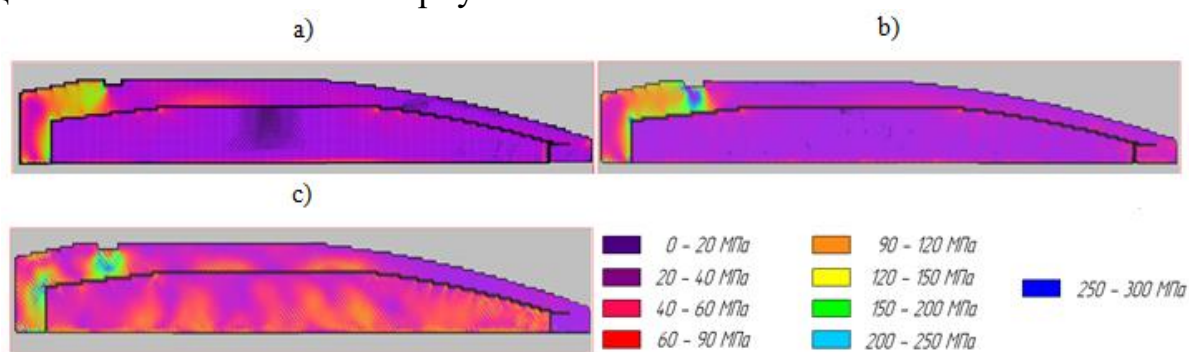


Рис. 8. Интенсивность напряжений в корпусе 152-мм боеприпаса при выстреле

а - интенсивность напряжений в начале движения боеприпаса,  $t = 400$  мкс.,  $x = 0,7$  мм., б - интенсивность напряжений при максимальной реакции ведущего пояска,  $t = 1500$  мкс.,  $x = 36,5$  мм., в - интенсивность напряжений при вылете боеприпаса,  $t = 11450$  мкс.,  $x = 4361$  мм.

На следующем рисунке (рис.9) представлены результаты расчета напряженно-деформированного состояния того же боеприпаса в программе ANSYS в те же моменты времени. Сравнение результатов расчетов, в данном

случае интенсивности напряжений, показывают что они изменяется аналогично. Т.е. в начале движения наибольшая интенсивность напряжений наблюдаются в заповясковой части снаряда, а при полном врезании ведущего пояска, максимум интенсивности напряжений будет наблюдаться в корпусе под ведущим пояском. Численные значения интенсивности напряжений то же в общем соответствуют значениям, полученным при расчетах по разработанной программе.

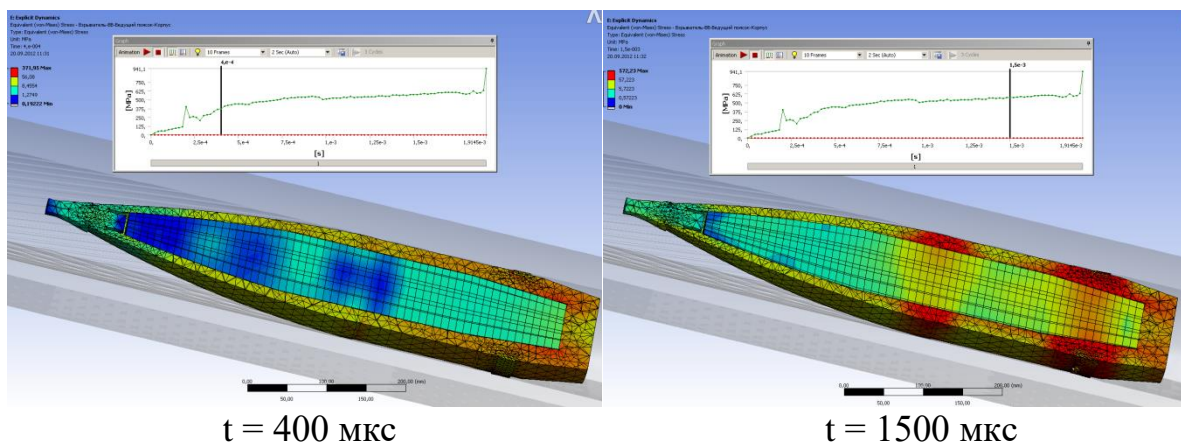


Рис.9. Напряженно-деформированное состояние 152-мм боеприпаса при расчетах в программе ANSYS

Таким образом, предложена методика, позволяющая оценить напряженное состояние корпуса для любого момента времени, разработан алгоритм программы, создана и протестирована программа расчета, и получены результаты, позволяющие говорить о работоспособности методики. Это подтверждается результатами, полученными при расчетах в программе ANSYS. Однако, в связи с тем, что данная методика не позволяет точно описать процесс деформирования ведущего пояска, целесообразно решать данную задачу в трехмерной постановке.

Использование при подобных расчетах программного комплекса ANSYS ограничено тем, что при расчетах каждого боеприпаса приходится заново создавать расчетную схему, что отнимает значительное количество времени, в то время как в разработанной программе достаточно при запуске указать новые значения геометрических размеров боеприпаса и механические характеристики используемых материалов. Кроме того, разработанную программу предполагается дополнить модулем по расчету горения пороховых элементов в камере орудия, для того, чтобы получить более точные расчетные значения давления пороховых газов. В программе ANSYS для подобных расчетов необходимо каждый раз создавать новую модель, что не представляется целесообразным.

### **Библиографический список**

1. Основы проектирования боеприпасов: учебное пособие / М.Я. Водопьянов; Балт. гос. техн. ун-т., Санкт – Петербург, 2007. – 387 с.
2. Прикладная механика сплошных сред. Т 1,3: Учебник для вузов./ Под ред. В.В. Селиванова. М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. – Т.1. -520 с. Т.3. - 376 с.
3. Физика взрыва: В 2 т. 3-е изд., испр. / Под ред. Л.П. Орленко. М.: Физматлит, 2004. Т. 1. – 832 с. Т.2. – 656 с.

### **РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ УДАРОПРОЧНОЙ РАДИОТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ ПРИМЕНЯЕМОЙ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БОЕПРИПАСОВ**

*К.А. Романенко Е.А. Хмельников, К.В. Смагин, А.В. Стыров, А.А. Окулов,  
И.И. Вендер*

*Уральский Федеральный Университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина*

*Нижнетагильский технологический институт (филиал)*

Разработка новых и модернизация перспективных видов боеприпасов ствольной и реактивной артиллерии, приводит к необходимости измерения параметров функционирования боеприпасов и их отдельных элементов в процессе стрельбовых испытаний на всей траектории с момента начала движения до момента взаимодействия с целью. Бортовая радиотелеметрическая аппаратура является единственным средством «прямых» измерений непосредственно на боеприпасе таких параметров, как ускорения, перегрузки, частота вращения, температура, давление и многих других.

У сложной конструкции телеметрического оборудования есть высокая вероятность деформации и возможность разрушения отдельных элементов аппаратуры, сборочных единиц под действием перегрузок и, как следствие, потеря работоспособности оборудования.

В связи с этим необходима разработка конструкции, которая могла бы снизить влияние перегрузок сопровождающих выстрел на конструкцию телеметрических сборок. Величина деформации должна не превышать допустимые пределы, в которых будет обеспечено корректное функционирование бортового телеметрического оборудования и передача регистрируемой информации.

Выпускаемые в настоящее время бортовые радиотелеметрические системы не в полной мере удовлетворяют современным требованиям, в

частности по таким параметрам, как информативность, количество каналов, габаритные размеры, ударная устойчивость.



Рис. 10. Бортовая радиотелеметрическая система ТМ7 и ТМ32

Базовый блок БА должен обладать следующими характеристиками в соответствии с ТТЗ:

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| – Общая информативность, не менее            | 1,5 Мбит/с,           |
| – Максимальное количество аналоговых каналов | 128                   |
| – Максимальное количество цифровых каналов   | 16                    |
| – Объем бортового оборудования, не более     | 150 см <sup>3</sup> , |
| – Время непрерывной работы, не менее         | 120 с,                |
| – Ударная устойчивость, не менее             | 50 000 ж              |
| – Диапазон рабочих температур, °С            | - 50...+ 50           |

Корпус ТМ76 предназначенный для работы с перегрузками до 30 000g не может быть использован из-за недостаточности объема внутреннего пространства необходимого для размещения соответствующих элементов питания, а также необходимости размещать платы не только на боковых опорных поверхностях, но и внутри корпуса, сборка таких плат и napайки соединительных связей не только не технологична, но в некоторых случаях невозможна.

Аппаратура ТМ32 не обладает высокой ударной прочностью, так как имеет каркасную конструкцию. Платы технологической сборки размещаются перпендикулярно оси БРТА и снаряда и создают конструкцию типа «этажерка», неустойчивую к перегрузкам.

Рассмотрим возможность повышения ударной прочности бортового телеметрического оборудования путем создания новой конструкции.

На начальном этапе проектирования анализируем возможность использования отдельных элементов конструкции существующих БРТА и формирование принципов построения новой конструкции.

Возможность уменьшения диаметральных размеров плат за счет увеличения их общего числа, и как следствие лучшего распределения нагрузки может явиться конструктивным решением при условии соблюдения необходимых габаритных размеров.

Печатные платы помещаемые в корпус телеметрической сборки заливаются компаудом. Для подбора наполнителя, не разрушающегося при заданном уровне перегрузок были проведены эксперименты с различными видами компаудов. Наибольший интерес представляют эпоксидные компауды, т.к. они имеют целый ряд преимуществ перед другими

компаундами: широкий диапазон механических и электрических свойств в зависимости от состава; возможность варьировать различными типами наполнителей и их весовыми соотношениями; высокая адгезия к широкому классу материалов. Лабораторные и стрельбовые испытания [1,2], позволили выбрать удовлетворяющий требованиям ударной прочности и технологичности эпоксидный компаунд, наполнитель и их весовые соотношения:

- смола эпоксидная К-П5, модифицированная 100 в.ч.;
- полиэтилен - полиамин технический марок А, В 15 в.ч.;
- тальк молотый 50 в.ч.



Рис. 2 Сборки из различного вида компаунда после испытаний на перегрузках 53 000 g

Для проведения моделирования с целью подтверждения прочностных характеристик принято к рассмотрению два радиотелеметрических варианта с различными компоновочными схемами изделия в корпусе 45 мм и 57 мм зенитных снарядов, при выстреле способных испытать воздействие перегрузок до 53 000 и 48 000 g соответственно.

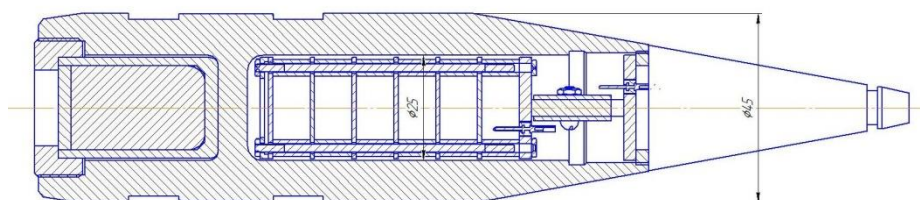


Рис. 11. Компоновочная схема изделие в корпусе 45-мм зенитного снаряда

На следующем этапе проектирования проведены работы по созданию объемных моделей радиотелеметрических вариантов изделий, первой из которых стала модель в корпусе 45 мм.

Для первоначального анализа конструкторского решения, с целью исключения принципиальных ошибок и просчетов до испытания опытных образцов принято решение промоделировать воздействие перегрузок в процессе выстрела в программной среде ANSYS.

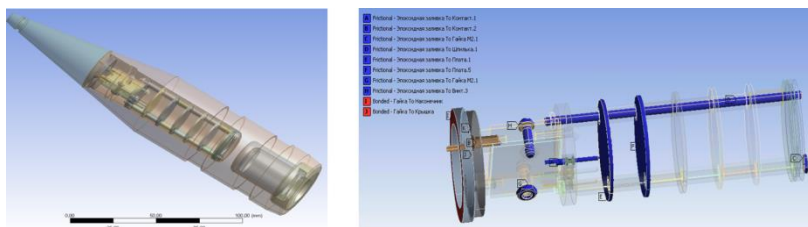


Рис. 4. Наложение расчетной сетки в программной среде ANSYS

Для моделирования объемная модель импортируется в решатель ANSYS, где преобразуется для ускорения процесса расчета, путем исключения повторяющихся или неинтересующих элементов. При расчете применяется метод конечных элементов. В нашем случае целесообразно применить решатель Лагранжа.

При подходе Лагранжа к описанию движения сплошной среды расчетная сетка является вложенной в материал, она движется и деформируется совместно с ним.

При воздействии заданных перегрузок происходит деформация элементов конструкции, в различной степени.

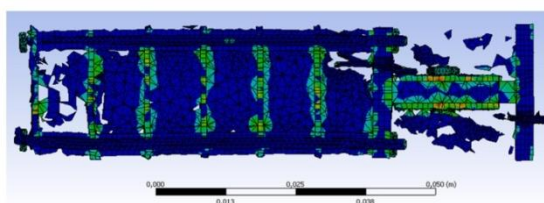


Рис. 5. Деформация элементов этажерочного вида конструкции телеметрического оборудования.

Инерционно-импульсная ударная установка позволяет испытывать отдельные узлы и блоки бортового оборудования на ударные перегрузки до 30 000 g, а электродинамическая установка позволяет развивать перегрузки от 5 000g до 51 000g. Совместное использование макетов данных установок позволило провести лабораторные испытания отдельных узлов бортового оборудования .

Для этого узлы и блоки бортового оборудования выполнялись в виде отдельных печатных плат, которые помещались в контейнеры и заливались ударопрочным компаундом К-115Т. Моделирование проводилось в двух плоскостях. Первый вариант приложение вектора нагрузки перпендикулярно плоскости печатных плат , второй- параллельно плоскости печатных плат.





Рис. 6. Контейнер с залитым ударопрочным компаундом модулем мультиплексора аналоговых каналов

Результаты испытаний показали удовлетворительную ударную прочность до 50 000 g всех элементов платы расположенной параллельно вектору нагрузки. При перпендикулярном расположении платы вышли из строя некоторые элементы.

Исходя из результатов моделирования и экспериментальных данных была разработана новая конструкция БРТА, в корпусе 57 мм (рис.7), которая за счет введения ряда новых деталей представляет корпусную, а не каркасную конструкцию, основной деталью решившей проблему компоновки технологической сборки стала деталь фланец.

На рисунке можно оценить состояние конструкции как удовлетворительное, наибольшие деформации претерпела плата согласующего устройства, именно этот конструктивный элемент нуждается в дальнейшей доработке.

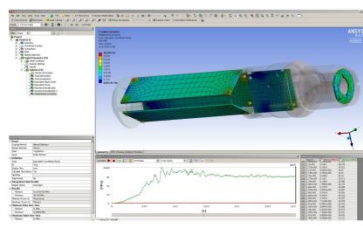


Рис. 8. Конструкции БРТА и ее оценка в ANSYS

В целом конструкция разработана согласно требованиям, и принята для разработки конструкторской документации на опытный образец, для дальнейшего изготовления и внедрения.

В результате стрельбовых испытаний БРТА ТМ-Ц-57 на рис. 8а полученный массив телеметрической информации показывает ряд параметров, пригодных для прочтения и обработки оператором-программистом. Из них при обработке выделяют - кривую перегрузок в канале ствола рис. 8в, а так же периодичность передачи данных с акселерометра рис. 8б, которые свидетельствуют о корректной работе системы и объективной получаемой информации в заданных пределах ударной стойкости. В данном случае зарегистрированы перегрузки равные 43 000 g.

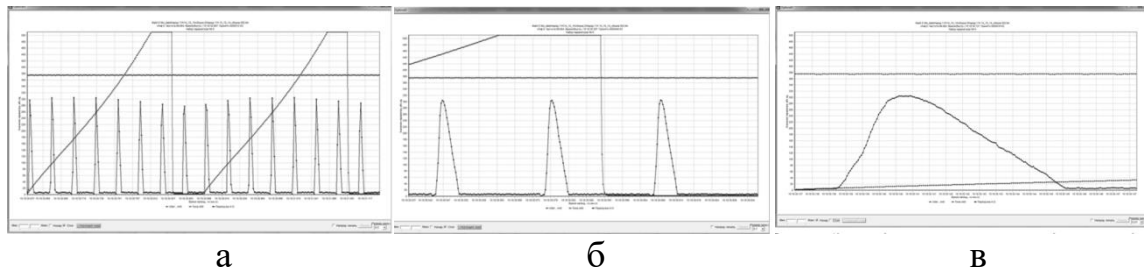


Рис. 8. Результаты стрельбовых испытаний

**Выводы:**

При использовании системы ТМ-Ц для проведения испытаний боеприпасов обеспечиваются:

- увеличение предела перегрузок телеметрических вариантов боеприпасов с 27 000 до 50 000g
- уменьшение массо-габаритных параметров в 2 раза
- повышение надежности
- улучшение информационных характеристик
- сокращение сроков обработки перспективных боеприпасов в т.ч. высокоточных

**Библиографический список**

1. Белицкий В. И., Зверев Р. И., Морозов В. М. и др. Телеметрия. - Л.: МО СССР, 1984. - 465 с.
2. Васильев О.П., Смирнов В.Г., Кузьминов СТ. Оборудование для испытаний изделий электронной техники на комплексные воздействия // Специальная электроника.- Серия 8.- 1983.- Вып.2.
3. Лавыгин Д.С., Леонтьев В.Л. Смешанный метод конечных элементов, связанный с использованием ортогональных финитных функций // Математические методы и модели: теория, приложения и роль в образовании: сборник научных трудов. – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 311 с. – ISBN 978-5-9795-0905-1.
4. LICENSE-ANSYS\_hybrid\_10-31-2012-4.39.12.

**ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ  
ПРОТЕКАЮЩИХ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ФТОРОПЛАСТ СОДЕРЖАЩИХ УДАРНИКОВ  
С АЛЮМИНИЕВЫМИ ПРЕГРАДАМИ**

*Т.Е. Заводова, Е.А Хмельников, А.В. Стыров, К.В. Смагин, С.О.  
Бочкарев*

*Нижнетагильский технологический институт (филиал) Уральского  
федерального университета, г. Нижний Тагил.*

Перспективным направлением развития боеприпасов (БП) является использование в их конструкции так называемых «реакционных материалов»

(РМ) вместо инертных. Использование РМ в перспективе позволяет решать широкий спектр задач – от увеличения могущества и эффективности действия БП до повышения их безопасности и надежности.

Одним из компонентов современных смесевых реакционных материалов во многих случаях является фторопласт (тетрафторэтилен). Фторопласт обладает способностью к развитию химических реакций с выделением энергии в определенных условиях не только при статическом нагружении и нагреве [1-3], но и в условиях высокоскоростной деформации с алюминийсодержащей преградой. Цель исследований – определение поведения фторопласта в динамических условиях высокоскоростного нагружения при взаимодействии с алюминиевыми сплавами.

Исследования с фторсодержащими полимерами, в частности, фторопластами, показали, что при определенных условиях фторопласт вступает в реакцию с такими металлами как: алюминий, магний, титан. При этом выделяется дополнительная энергия. Условия выделения приведены на рис. 1.

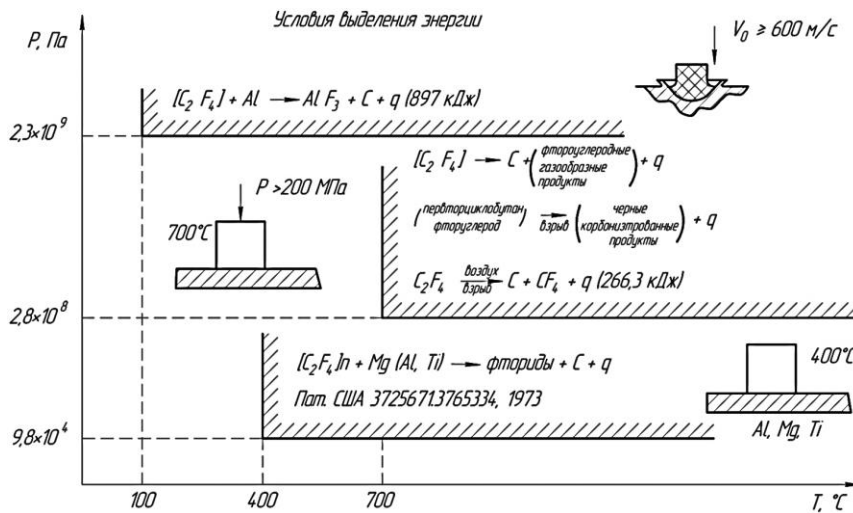


Рис.1 Условия выделения энергии

Из экспериментальных исследований, проведенных на кафедре СМ, по взаимодействию фторопластового бойка с алюминий содержащими преградами известно, что боек из фторопласта, на скоростях встречи с преградой свыше 600 м/с вступает в химическую экзотермическую реакцию с преградой [4, 5]. Кроме этого, происходит механическая и термоокислительная деструкция фторопласта. Процесс протекает взрывоподобно. При этом, из-за низких механических свойств полимера, энергия реализуется в радиальном направлении (рис. 2).

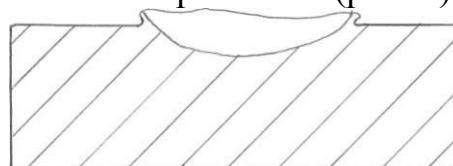


Рис. 2. Радиальный эффект.

Решение задачи о проникании фторопластового бойка в упруго-пластической постановке может быть проведено с помощью ряда методов реализованных в следующих программных продуктах:

1. ТИМ – разработан институтом ядерной физики, г. Саров – рассматривает алгоритм расчета задач газодинамики и упруго-пластичности, предназначен для расчета двумерных и трехмерных задач механики сплошных сред на многоугольных неструктурированных лагранжевых сетках [6].

2. Master Professional – также разработанный институтом ядерной физики, г. Саров – это учебно-исследовательский комплекс по физике сплошных сред. В состав комплекса входят различные алгоритмы, позволяющие моделировать реальные физические эксперименты с использованием численных методов [7].

3. МКЧ – разработан академиком Белоцерковским О.М. – решает поставленную задачу в декартовой прямоугольной системе координат [8]. Имеет модификацию, «метод концентраций», в котором происходит расщепление системы уравнений на три этапа – Эйлера, Лагранжева и Заключительный.

Для сравнения результатов расчетов получаемых с помощью выше перечисленных методов был поставлен численный эксперимент с одинаковыми входными параметрами соответствующими параметрам опытов и проведено их сравнение (рис. 3). Расчеты проводились без учета дополнительной энергии выделяющийся при химической экзотермической реакции

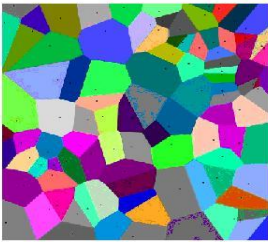
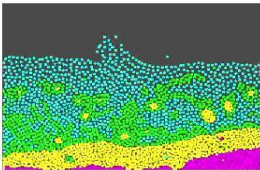
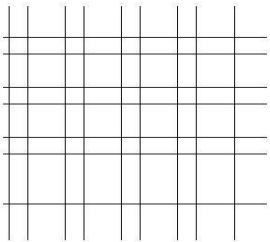
Метод	<i>ТИМ</i> метод ТИМ (2D или 3D)	<i>MASTER Professional</i> метод сглаженных частиц	<i>МКЧ</i> метод крупных частиц
Тип сетки	нерегулярная многоугольная сетка типа Дирихле	область построения – облако взаимодействующих точек (бессеточный метод)	равномерная прямоугольная сетка
Вид сетки			
Уравнение состояния	Глушак Забабахин	Ми-Грюнайзен	Мизес
Упруго – пластика	Мизес Глушак Джонсон-Кук	Джонсон – Кук	Джонсон – Кук
Этапы расчета	1 этап: расчет узловых величин (скорости, координаты) 2 этап: расчет ячеечных величин (плотность, давление, энергия)	1 этап: расчет физических величин (плотность, скорость, давление, энергия) 2 этап: расчет измененных координат сглаженных частиц	1 этап: Эйлера 2 этап: Лагранжева 3 этап: Заключительный

Рис. 3. Используемые методики для расчета кинематических характеристик

Постановка расчетов в программе ТИМ-2D, описывающих серию опытов с преградой из алюминиевого сплава, представлена на рисунке 4. Преграда имеет размеры: 75мм высота и 50 мм ширина. Диапазон скоростей варьируется от 398 м/с до 1406 м/с.



Рис. 4. Начальная постановка расчетов с преградой из АМЦ,  $\Delta$  - длина преграды (от 50 до 120 мм)

В таблицах 1 и 2 представлены результаты расчетов диаметров и глубин каверн. Расчеты проводились для тех экспериментальных результатов, которые были получены на кафедре СМ для фторопластовых бойков диаметром 13 мм и массой 8,6 гр.

Таблица 1

Глубина каверны  $h_k$  на момент времени  $t=1000$  мкс в расчетах

$V_0$	$h_k$		
	Мизес	Глушак	Джонсон-Кук
м/с	см	см	см
507	1.60	1.80	0.800
685	3.87	4.60	1.677
930	9.50	10.03	4.700
1108	13.40	14.13	7.840
1406	19.40	19.80	13.120

Таблица 2

Диаметр каверны  $d_k$  на момент времени  $t=1000$  мкс в расчетах

$V_0$	$d_k$		
	Мизес	Глушак	Джонсон-Кук
м/с	см	см	см
507	17.10	16.27	15.00
685	25.40	23.60	15.60
930	29.40	26.60	21.00
1108	30.40	28.00	28.80
1406	34.20	31.80	30.00

В качестве примера расчетов в программе Master Professional V1.02 представлена визуализация нулевого шага расчетов и конечного шага расчетов при скорости соударения 1406 м/с (рис. 5 и 6).

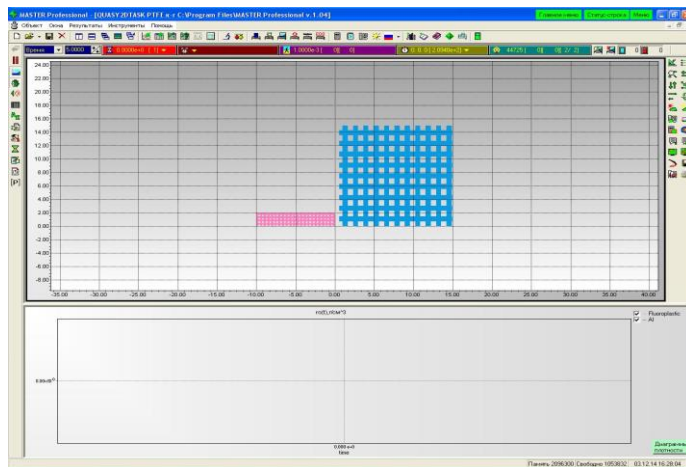


Рис. 5. Нулевой шаг расчета в программе Master Professional V1.02

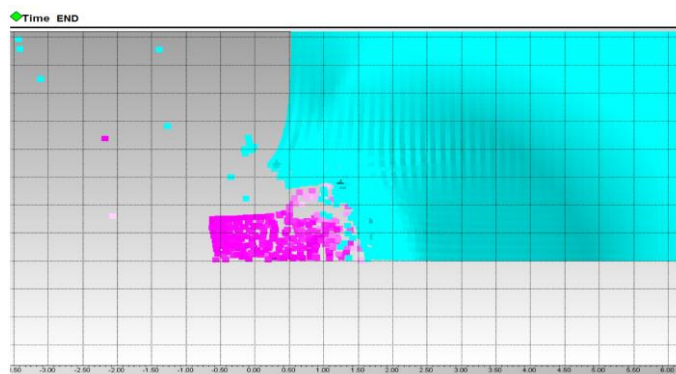


Рис. 6. Конечный шаг расчета при вариации скорости соударения ( $v=1406$  м/сек)

Параметры каверны для тех же экспериментальных результатов представлены в таблице 3.

Таблица 3

Параметры каверны от действия фторопластового бойка ( $\varnothing 13$  мм,  $m=8.6$  г)

$V_0$	$h_k$	$d_k$	$V_k$
м/с	см	см	см <sup>3</sup>
507	1.000	1.365	0.875
685	1.208	1.423	1.084
930	1.133	3.533	6.764
1108	1.429	3.358	7.8724
1406	1.617	2.269	3.939

Расчеты по МКЧ проводились на основе разработанного ранее на кафедре СМ алгоритма. Выходными данными являлись – файл, содержащий информацию о физических параметрах (давление, энергия, скорость, масса)

ячеек расчетной сетки на каждом временном шаге. Визуализация расчета проводилась с помощью программы, написанной в среде Mathcad (рис. 7).

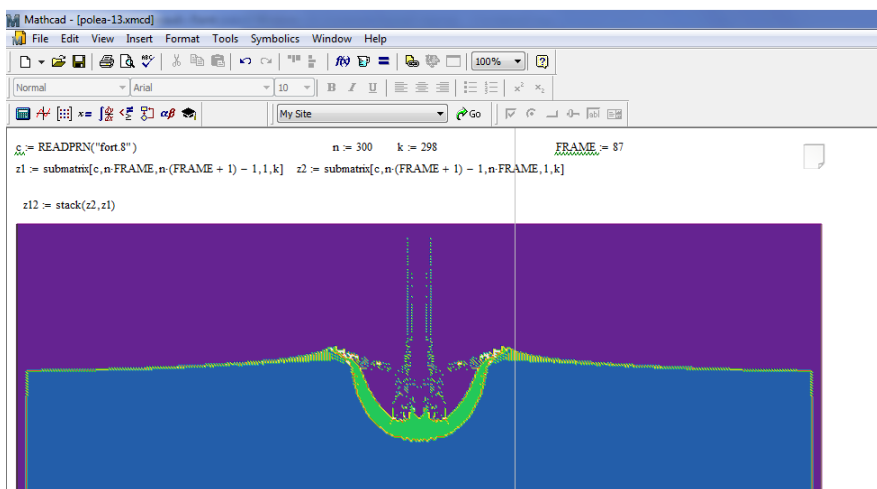


Рис. 7. Визуализация расчета в среде MathCAD

Выходными данными являлся чертёж каверны. Расчет объема каверны проводился с помощью программы КОМПАС-3D V15. Параметры каверны представлены в таблице 4.

Таблица 4  
Параметры каверны от действия фторопластового бойка (Ø13 мм, m=8.6г)

$V_0$	$h_k$	$d_k$	$V_k$
м/с	см	см	см <sup>3</sup>
507	0.569	0.433	0.073
685	0.392	1.947	0.693
930	1.400	1.726	2.607
1108	1.721	1.918	4.049
1406	1.584	2.785	7.052

Сравнение результатов расчетов проникания фторопластового бойка в алюминий содержащую преграду по методам, указанным выше, с опытными данными, полученными в ходе экспериментов представлено на рис. 8. Численное моделирование позволяет провести расчет параметров каверны без учета химических взаимодействий.

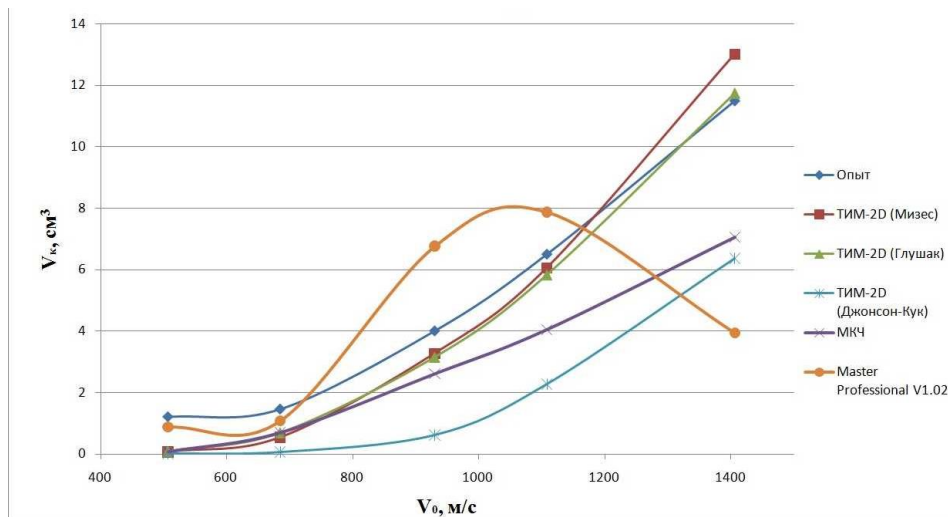


Рис. 8. Зависимость объема каверны от скорости соударения фторопластового бойка с преградой из АМц

Появление сажи на поверхности преграды, а также наличие фторидов алюминия и титана показывают, что в процессе проникания идет интенсивная окислительная реакция материала преграды. При этом слои материала преграды и деформирующегося бойка двигаются параллельно (рис. 9). Процессы параллельного окисления были рассмотрены на различного рода газовых смесях и сформированы в методе CDF, впервые предложенном Цудзи и Ямаока [9].

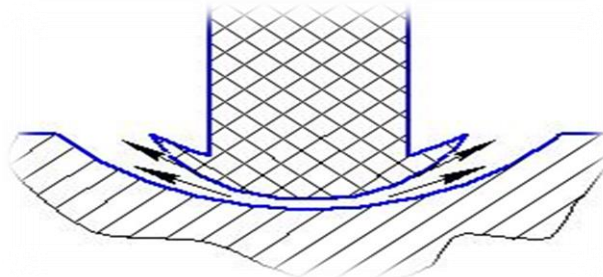


Рис. 9. Модель проникновения фторопластового бойка в алюминиевую преграду.

Ламинарная противоточная диффузия пламени, как правило, рассматривается как чистое диффузионное пламя и может быть установлено в передней критической области пористого цилиндра, погруженного в единый воздушный поток, путем выталкивания топливного газа равномерно от поверхности цилиндра. Это пламя отличается от пламени, установленного между двумя противоположными струями, в нем скорости потока окислителя, как правило, гораздо выше, чем скорость потока топлива. Хотя пламя не плоской формы, а точка стагнации обычно лежит между поверхностью цилиндра и пламени, поля течения этого пламени довольно просты. При соответствующих условиях равномерной скорости воздушного потока и скорости топлива выброса, тонкое, ламинарное двумерное синее



пламя устанавливается на некотором расстоянии от поверхности цилиндра в передней критической области (рис. 10).

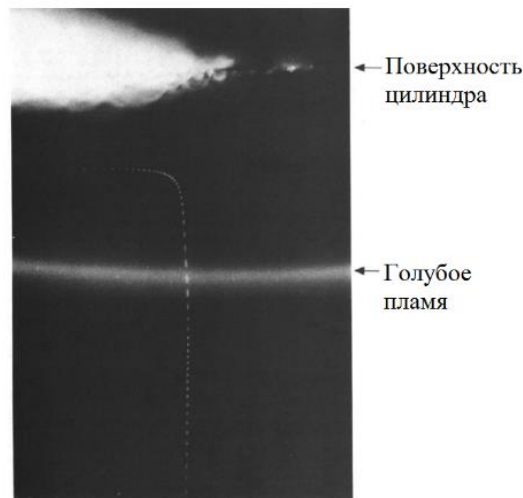


Рис. 10. Модель возникновения пламени в передней критической области цилиндрической пористой горелки

Так как зона светящегося пламени находится на некотором удалении от критической точки в противоточном диффузионном пламени, скорость тепловыделения и скорость реакции может быть рассчитана по квази-одномерному уравнению сохранения энергии и уравнению непрерывности, соответственно.

$$Q = A^{-1} \left\{ \rho_0 v_0 \sum_i G_i C_{pi} \frac{dT}{dy} - \frac{d}{dy} \left( A \lambda \frac{dT}{dy} \right) \right\}$$

Чистая скорость реакции:

$$K_i = (pv/M_i)(dG_i/dy)$$

Масса потока:

$$G_i = \rho Y_i (v + v_{di})$$

Массовая концентрация:

$$Y_i = X_i M_i / \sum_i X_i M_i$$

Скорость диффузии:

$$v_{di} = -(D_i/X_i)(dX_i/dy)$$

Плотность газовой смеси:

$$p = \rho R^\circ T / \sum_i X_i M_i$$

Отношение потока зоны трубки:

$$\rho v A = \rho_0 v_0$$

В предположении, что двоичные коэффициенты диффузии всех пар равны и что массовая концентрация  $Y_i$  это функция  $i$  консервативного

скаляра  $\xi$  (или какой-либо функции Шваб-Зельдовича), уравнение состояния может быть преобразовано в простую форму:

$$w_i = -\rho D (V\xi)^2 (d^2 Y_i / d\xi^2)$$

где  $w_i$  является чистой скоростью реакции (масса на единицу объема в секунду) и  $D$  – молекулярная диффузия.

Отличительной чертой этого уравнения является то, что для получения скорости химической реакции необходимы измерения только состава и температуры. Данные Цудзи и Ямаока для противоточного диффузионного пламени были проанализированы с помощью уравнения Билгер [10] и анализ показал, что скорость реакции для пламени метана хорошо согласуется с найденными скоростями Цудзи и Ямаока.

В работе предложен метод расчета, позволяющий учитывать химическую реакцию, протекающую между фторопластовым ударником и алюминиевой преградой, посредством соединения метода МКЧ и CDF.

Анализ сравнения результатов эксперимента и расчета по методу МКЧ-CDF (рис. 11) показывает хорошее их качественное и количественное совпадение. Относительная погрешность расчетов не превышает 10%, а вид расчетной каверны коррелирует с видом и объемом опытных образцов.

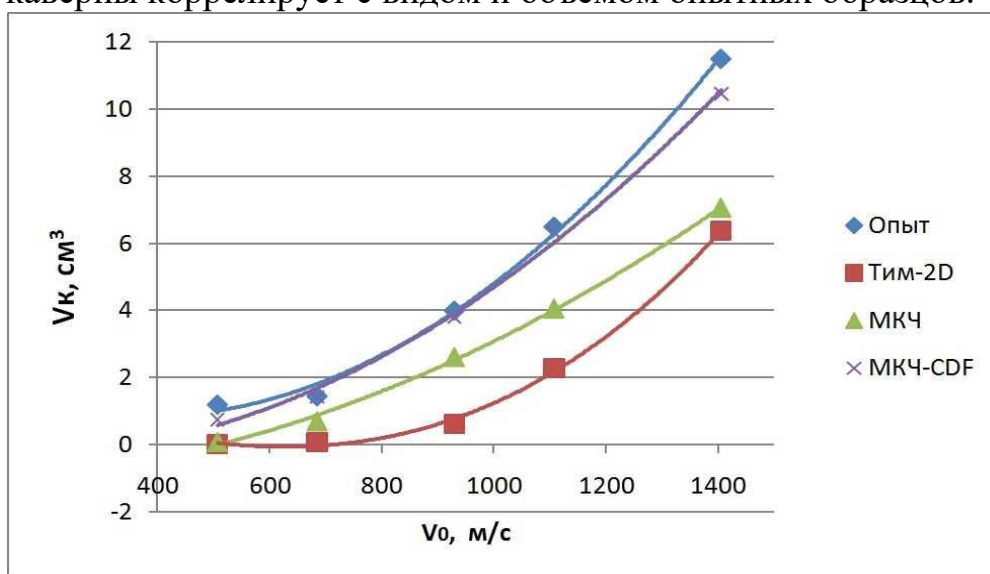


Рис. 11. Сравнение метода МКЧ-CDF с приведенными выше методами

#### Выводы

Модель расчета МКЧ-CDF:

1. Удовлетворяет опытными данным.
2. Адекватно моделирует процесс химической экзотермической реакции фторопласта с материалом преграды.
3. Дает относительную погрешность в диапазоне скоростей от 600 м/с до 1400 м/с не более 10%.

### **Библиографический список**

1. Стыров А.В., Селиванов В.В., Осипов А.И., Хмельников Е.А. Исследование процесса взаимодействия алюминия с фторопластом в условиях высокоскоростного соударения // Тез. докл. XIII Всесоюз. семинара Электрофизика горения.- Чебоксары, 1990
2. Стыров А.В., Селиванов В.В., Хмельников Е.А. Исследование влияния температуры на результаты взаимодействия алюминия с фторопластом в условиях удара // Тез. Докл. III Республиканского семинара «Динамическая прочность и трещиностойкость конструкционных материалов при однократном импульсном нагружении»- Киев, 1991
3. Miller P.J., Lindfors A.J. Shoc induced detonation-like reactions in metall/teflon systems // International Workshop on New Models and Numerical Codes for Shoc Wave Processes in Condensed Media.- Oxford, UK.- 15-19 September 1997.- P. 75.
4. Khmelnikov E.A., Styrov A.V., Smagin K.V. Rudenko V.L., Kopanov V.V., Falaleev V.I., Sokolov S.S., Svidinsky A.V., Svidinskaya N.F. Analyses of Processes are Flowing in High Speed Interaction Between Firing Pins Contains Fluoropolymer and Aluminum Containing Barrages // 27<sup>th</sup> International Symposium on Ballistics. – Freiburg: Germany, 2013. V.2 P. 1264-1275.
5. Хмельников Е.А., Стыров А.В., Смагин К.В., Руденко В.Л., Копанов В.В., Фалалеев В.И., Соколов С.С., Свидинский А.В., Свидинская Н.Ф. Анализ процессов протекающих при высокоскоростном взаимодействии ударников с фторопластовым наполнением с алюминийсодержащими преградами // Вопросы оборонной техники. Серия 14. Проектирование систем вооружения, боеприпасов и измерительных комплексов. – М.: НТЦ «Информатика». – 2013 с. 91 – 103
6. Соколов С.С., Воропинов А.А., Новиков И.Г., Панов А.И., Соболев И.В., Пушкарёв А.А. Методика ТИМ-2D для расчёта задач механики сплошной среды на нерегулярных многоугольных сетках с произвольным количеством связей в узлах //Вопросы атомной науки и техники. Сер. Математическое моделирование физических процессов. 2006. Вып.4. С.29-44
7. Комплекс программ Master Professional. Версия 1.02. Руководство пользователя. 2010
8. Белоцерковский О.М., Давыдов Ю.М. Метод крупных частиц в газовой динамике. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. – 392 с.
9. Hiroshi Tsuji, Counterflow diffusions flames. 1982. Institute of Interdisciplinary Research, Faculty of Engineering, The University of Tokyo, Komaba, Merguro-Ku, Tokyo 153, Japan
10. А.Н. Секундов Научный вклад в создание авиационных двигателей, книга 2, М.- Машиностроение, 2010

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧИСЛОВЫХ РЯДОВ ДЛЯ ПРИБЛИЖЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

*Кротов Глеб, курсант Центра научно-технического творчества молодежи  
ФКП «Нижнетагильский институт испытания металлов», ученик 8 класса  
Политехнической гимназии №18 (г. Нижний Тагил)*

*Руководитель: Бочкарев С.О., инженер ФКП «Нижнетагильский институт  
испытания металлов»*

### *Введение*

Все естественные науки используют вычисления в своей практике. Еще в V веке до нашей эры философ Пифагор, которого можно назвать основоположником математической физики, утверждал, что всё сущее управляется числами. Все значительные этапы в развитии физики сопровождались разработкой новых разделов математики. Величайший физик и математик Исаак Ньютон при формулировке основ механики, которые были изложены в его знаменитых «Математических началах натуральной философии», опубликованных в 1687 году, разработал дифференциальное и интегральное исчисление.

Во все времена практика решения прикладных задач демонстрировала недостаточность имеющихся в наличии аналитических методов математики и необходимость разработки численных методов.

Приближенный характер результатов численных методов не является принципиальным препятствием к их использованию, так как в физике применяются те численные методы, погрешность которых может быть сделана ниже приемлемой точности результата данной задачи.

Принципиально новая фаза в развитии численных методов наступила с началом широкого использования компьютерной техники в физических исследованиях. Важнейшее достоинство компьютеров – высокая скорость выполнения математических операций – позволило в исторически короткий срок создать новые сравнительно простые и эффективные алгоритмы. Современные компьютеры за доли секунды выполняют огромное количество арифметических действий с многоразрядными числами, что обеспечивает требуемую точность результатов. При этом отпала необходимость в использовании множества хитроумных приемов вычислений «с помощью карандаша и бумаги». Повсеместное распространение персональных компьютеров обеспечивает широкую доступность численных методов.

### *Числовые ряды*

Одним из способов численного решения задач является использование числовых рядов.

Числовая последовательность – это множество чисел, расположенных по порядку. Пример числовой последовательности:

$$6, 3, -\frac{3}{2}, \frac{3}{4}, \frac{3}{8}, -\frac{3}{16}, \dots$$

Числовым рядом называется сумма элементов числовой последовательности:

$$\sum_{n=0}^{\infty} a_n = a_0 + a_1 + a_2 + \dots$$

Среди наиболее известных числовых рядов можно назвать следующие:

- гармонический ряд

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \dots$$

- Ряд геометрической прогрессии

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{a^n} = 1 + \frac{1}{a} + \frac{1}{a^2} + \frac{1}{a^3} + \dots$$

при  $a=2$ :

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{2^n} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots$$

- ряд Лейбница

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n+1} = 1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \dots$$

Ряд называется сходящимся, если указанная сумма имеет определенное значение. Сходимость приведенных рядов указана в таблице 1.

Таблица 1

Сходимость числовых рядов

Ряд	Сходимость	К чему сходится
Гармонический ряд	расходится	-
Ряд геометрической прогрессии	Сходится при $0 < a < 1$	$\frac{1}{1 - \frac{1}{a}}$
Ряд Лейбница	сходится	$\frac{\pi}{4}$

### Вычисления с помощью рядов

Как видно из последнего примера, если ряд расходится, то его можно использовать для приближенных вычислений. В данной работе приведем примеры вычисления двух известных чисел:

- $\pi = 3.141592\dots$

–  $e=2.71828\dots$

Для вычислений будем использовать следующие числовые ряды:

$$\frac{\pi}{4} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n+1} = 1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \dots$$

$$e = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!} = 1 + \frac{1}{1!} + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \dots$$

Поскольку бесконечно суммировать мы не можем, то процесс необходимо оборвать при достижении указанной точности проверкой, что очередное слагаемое ниже этой точности.

Например, при вычислении числа  $e$  с точностью  $\varepsilon=0.001$  суммирование завершится на  $a_7 = \frac{1}{7!} \approx 0.000198 < 0.001$ . Сумма при этом будет равна 2,718254.

Программы по нахождению чисел  $\pi$  и  $e$  были написаны на языке JavaScript. Вычисления производились на компьютере с Intel Core 2 Quad Q6600, DDR 2 под управлением операционной системы Windows 10.

Результаты вычислений приведены в таблицах 2 и 3, программный код – в приложениях.

Таблица 2

Результаты вычисления числа  $\pi$

Точность	Результат	Количество слагаемых	Время вычислений, с
1	3	2	11/100000=0.00011
0,1	3.1	20	18/100000=0.00018
0,01	3.14	200	85/100000=0.00085
0,001	3.141	2000	746/100000=0.00746
0,0001	3.1415	20000	78/1000=0.078
0,00001	3.14159	200000	735/1000=0.735
0,000001	3.141592	2000000	7314/1000=7.314

Таблица 3

Результаты вычисления числа  $e$

Точность	Результат	Количество слагаемых	Время вычислений, с
1	2	2	76/1000000=0.000076
0,1	2.7	4	94/1000000=0.000094
0,01	2.71	5	98/1000000=0.000098
0,001	2.718	7	107/1000000=0.000107
0,0001	2.7182	8	138/1000000=0.000138
0,00001	2.71828	10	133/1000000=0.000133
0,000001	2.718281	11	145/1000000=0.000145

## Выводы

Результаты вычислений показывают, что числовые ряды можно использовать для приближенных вычислений. Сложение необходимо обрывать по достижении необходимой точности. Чем большую точность необходимо получить, тем большее количество слагаемых участвуют в расчетах, тем больше времени необходимо на расчет.

### Библиографический список

1. А.А. Самарский, А.В. Гулин. Численные методы. Москва, «Наука», 1989
2. В. А. Феофанова, В. И. Воротников, Ю. Г. Мартышенко. Численные методы. НТИ(ф) УрФУ, 2014
3. Число  $\pi$ . Электронный ресурс. Режим доступа - [https://ru.wikipedia.org/wiki/Пи\\_\(число\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Пи_(число))
4. Число  $e$ . Электронный ресурс. Режим [https://ru.wikipedia.org/wiki/E\\_\(число\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/E_(число))

## Приложения

### Приложение 1. Вычисление $\pi$

Листинг 1. Листинг программного кода вычисления  $\pi$

```
function pi (n, res, steps) {
    var i, lRow, decimal;
    decimal = Math.pow(10, -n);
    //alert(decimal);
    lRow = 0;
    var k;
    var i=0;
    while(true)
    {
        k=4.0/(2 * i + 1);
        if (k<decimal) break;
        if(i%2==0)
            lRow += k;
        else
            lRow -= k;
        i++;
        //alert(k);
    }
    steps.val=i;
    res.val=lRow;
    return 0;
    //return Math.round(lRow * 4 * decimal ) / decimal;
}

var steps={val:0,toString:function(){return this.val}};
var res={val:0,toString:function(){return this.val}};
var n = prompt("Введите число");
```

```

var begin = new Date();
for ( var y = 0; y<1000;y++)
{
pi(n, res, steps);
}
var end = new Date();
steps={val:0,toString:function(){return this.val}};
res={val:0,toString:function(){return this.val}};
pi(n, res, steps);
alert("pi="+res.val);
alert("time="+(end-begin));
alert("step="+steps.val);

```

## Приложение 2. Вычисление e

**Листинг 2. Листинг программного кода вычисления e**

```

function factorial( n ) {
    var f = 1;
    while ( n > 0 ) {
        f = f * n;
        n--;
    }
    return f;
}

function eValue( decimal, res, steps ) {
    var e = 0;
    var row = Math.pow(10, -decimal );
    var k=0;
    var i=0;
    while(true)
    {
        k=1 / factorial(i);
        if(k<row) break;
        e += k;
        i++;
    }
    steps.val=i;
    res.val=e;
    //return Math.round( e * row ) / row;
}

var steps={val:0,toString:function(){return this.val}};
var res={val:0,toString:function(){return this.val}};
var z = prompt('Введите число');
var begin = new Date();
for(var i=0;i<1000000;i++)
{
eValue(z, res, steps);
}
var end = new Date();
eValue(z, res, steps);
alert("e="+res.val);
alert("steps="+steps.val);
alert("time="+(end-begin));

```



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ МЕТОДОМ И.Е.ФИЛИМОНОВА

*И.Е.Филимонов, к.т.н., доцент кафедры ОМ НТИ (ф) УрФУ;*

*А.Ю.Аниськин, студент НТИ (ф) УрФУ;*

*А.В.Ощепков, студент НТИ (ф) УрФУ.*

Коэффициент полезного действия (сокр. КПД) является важнейшим параметром оценки качества и работоспособности машинного агрегата, который в общем случае включает в себя: двигатель, передаточный механизм и совокупность исполнительных механизмов. Механический КПД -  $\eta$  необходимо определять для всех механизмов, в том числе для механизма двигателя, если он по структуре является многозвенным (например: ДВС или аксиально-поршневой гидромотор). Между тем, определение механического КПД является трудоёмкой инженерной проблемой и достоверной методики его определения для произвольного многозвенного механизма до сих пор не существует. В данной работе будет представлена такая универсальная методика, которую рассмотрим, в частности, для кривошипно-ползунного и кулачкового механизмов.

Известно общее определение механического циклового КПД как отношение работы сил производственного сопротивления к работе движущих сил за цикл установившегося движения [1, с. 317]. Если движение механизма не установившееся или же полезная нагрузка отсутствует, то принято считать, что в этом случае, соответственно, КПД не имеет смысла либо равен нулю. С этим определением сегодня уже трудно согласиться, поскольку КПД есть количественная оценка энергетических потерь, а потери в работающем механизме существуют всегда, в том числе и в вышеуказанных условиях. Чаще всего, в качестве оценки используется текущий (мгновенный) КПД, который принято определять в виде:

$$\eta = 1 - \sum \chi_{ij} \quad (1),$$

где  $\chi_{ij}$  - коэффициент потерь от мощности трения в каждой кинематической паре  $ij$  данного механизма [2, с. 342]. Здесь, к сожалению, также существует неточность, поскольку не учитываются энергетические потери от преобразования механической энергии, происходящие в процессе её передачи от входа к выходу. Целесообразно определять рассматриваемый параметр в виде:

$$\eta = \frac{N_{\text{ВЫХ}} - N_{\text{ДИС}}}{N_{\text{ВХ}}} = \frac{N_{\text{ВЫХ}}}{N_{\text{ВХ}}} - \frac{N_{\text{ДИС}}}{N_{\text{ВХ}}} = \frac{N_{\text{ВЫХ}}}{N_{\text{ВХ}}} - \sum \chi_{ij} \quad (2).$$

Здесь  $N_{\text{ВЫХ}}$  – потребляемая механическая мощность на выходе, т.е. на участке действия технологической нагрузки;  $N_{\text{ВХ}}$  – механическая мощность, развиваемая приводом или же, действующая на начальном звене механизма;

$N_{\text{дис}}$  - суммарная мощность, теряемая в механизме на диссипативных сопротивлениях. Кроме диссипативных потерь трения  $\chi_{ij}$  сюда входят потери энергии привода, расходуемые на формирование текущего упругого состояния звеньев и их контактных поверхностей, нагруженных движущей силой в кинематической цепи механизма. Такие потери невозможно предотвратить, и они будут тем больше, чем больше упругая податливость звеньев механизма. Определение диссипативных потерь мощности от наличия упругости звеньев – задача, требующая использования специальных компьютерных программ, и в данной работе она не рассматривается. Не рассматриваются также потери при рассеянии энергии в процессе упругих колебаний звеньев, поэтому в выражении (2) оставляем только фрикционные потери.

Мощность  $N_{\text{вх}}$  можно представить как скалярное произведение:  $F_{\text{вх}} * V_{\text{вх}}$ , где  $V_{\text{вх}}$  – модуль скорости точки приложения входной движущей силы  $F_{\text{вх}}$ , которая также взята по модулю. Обе эти величины совпадают по направлению, приложены в кинематической паре, соединяющей начальное звено с последующей структурой, и перпендикулярны вращающемуся начальному звену или совпадают с направлением движения поступательного начального звена. Аналогично,  $N_{\text{вых}} = F_{\text{вых}} * V_{\text{вых}}$ , где  $F_{\text{вых}}$  – движущая сила, численно равная технологической (полезной) нагрузке или при отсутствии такой нагрузки, соответственно, диссипативной нагрузке, действующей на рабочее звено. С учётом представленных новых параметров выражение (2) запишем:

$$\eta = \frac{F_{\text{вых}} * V_{\text{вых}}}{F_{\text{вх}} * V_{\text{вх}}} - \sum \chi_{ij} = P * p - \sum \chi_{ij} \quad (3).$$

Здесь  $P = F_{\text{вых}}/F_{\text{вх}}$  – передаточная функция движущей силы в механизме от входа к выходу,  $p = V_{\text{вых}}/V_{\text{вх}}$  – соответственно, передаточная функция скорости. В движущемся механизме передаточная функция  $P$  существует всегда, вне зависимости от наличия или отсутствия полезной технологической нагрузки. Следовательно, КПД можем определять при любом движении начального звена (установившемся или неустановившемся). Таким образом, в отличие от формулы (1), вместо единицы имеем произведение  $P * p$ , которое в большинстве случаев не равно единице. Это должно означать, что кроме диссипативных потерь от трения и указанных нами потерь на упругую диссипацию, возникают так называемые структурные потери, связанные с передачей механической энергии от входа к выходу и преобразованием мощности этой энергии в процессе такого распространения. Учитывая структурные потери мощности, выражение (3) приведём к окончательному виду:

$$\eta = K_p - |1 - (P * p)^N| - \sum \chi_{ij} \quad (4).$$

Здесь модуль  $|1 - (P * p)^N|$  представляет собой параметр структурных потерь в механизмах, который учитывает потери от преобразования механической энергии. Для базового начального звена показатель степени  $N = 1$ . Если начальное звено является дифференциальным и величина  $P * p > 1$ , то  $N = -1$ . Коэффициент передаточной функции силы -  $K_P$  равен единице, если  $P \geq 1$  (такие механизмы будем считать сильными);  $K_P = P$ , если  $P < 1$  (такие механизмы считаем слабыми). В некоторых рычажных механизмах за один кинематический цикл величина  $P$  может принимать свое значение в обеих указанных областях.

Таким образом, в описанной методике остается аналитически задать представленные передаточные функции и коэффициенты потерь на трение. Это возможно сделать для каждого отдельного первичного механизма (механизма, включающего в себя начальное звено и одну базовую структуру, состоящую в подавляющем большинстве из одного либо двух ведомых звеньев). При этом любой более сложный механизм можно представить, как последовательность таких первичных структур и определить механический КПД для каждой из них, а итоговый результат получить произведением составляющих величин КПД. В качестве примера рассмотрим вначале кривошипно-ползунный механизм.

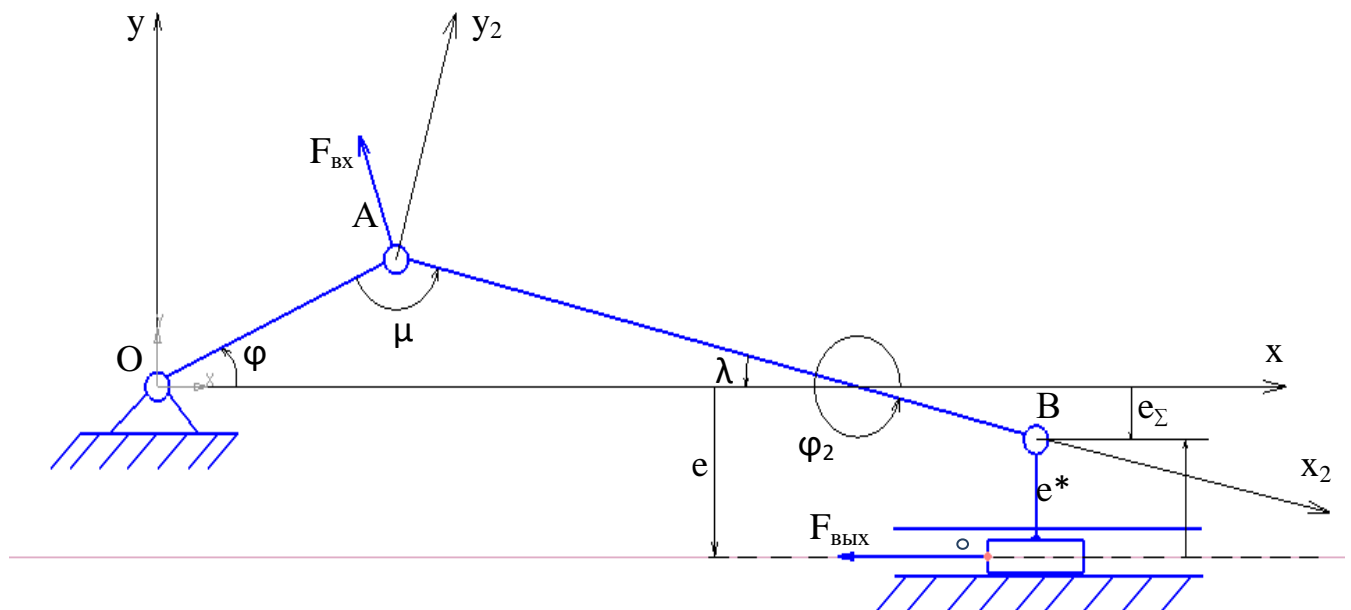


Рис. 1.

На рис. 1 изображен такой механизм. Здесь  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  координатные углы, соответственно, кривошипа и шатуна в абсолютной системе координат  $xOy$ .  $x_2, O_2, y_2$ , – локальная система координат для шатуна 2.  $\mu$  – угол передачи между кривошипом и шатуном;  $\lambda$  – угол давления между шатуном и ползуном 3.  $e_\Sigma$  – суммарный эксцентриситет в механизме (расстояние от

шарнира В до направляющей ползуна, проходящей через центр тяжести её поперечного сечения). Ведущей координатой, которая будет у нас аргументом во всех выражениях, является угол  $\varphi_1$ .

Представим выражения передаточных функций скорости и силы:

$$p = |\cos \varphi_1 * \operatorname{tg} \varphi_2 - \sin \varphi_1| \quad (5),$$

$$P = \frac{1}{\sin(\mu \pm \rho_A)} * \frac{1}{1 + \operatorname{tg}(\lambda + \rho_B)} \quad (6).$$

Здесь  $\mu$  и  $\varphi_2$  соответственно, выражается:

$$\mu = 90^\circ * (1 - M) + M * |180 - \varphi_1| - \lambda \quad (7),$$

$$\varphi_2 = M * \arcsin \left[ -\left( \frac{l_1}{l_2} * \sin \varphi_1 + \frac{e \Sigma}{l_2} \right) \right] + \left[ 2 - \frac{1}{2} * (1 - M) \right] * \pi \quad (8),$$

где,  $l_1$  и  $l_2$ , соответственно, длины кривошипа и шатуна;  $M$  – вариант сборки механизма. В нашем случае  $M=1$ .

Коэффициенты потерь в каждой кинематической паре выразим в безразмерном виде на основании зависимостей из [2, с.342]:

$$\chi_{01} = \frac{f_{01}}{\sin(\mu \pm \arctg f_{12})} * p * \frac{r_{01}}{l_1} \quad (9),$$

$$\chi_{03} = \frac{|\sin(\lambda - \arctg f_{23})|}{\sin(\mu \pm \arctg f_{12})} * p * f_{01} \quad (10),$$

$$\chi_{23} = \frac{\sqrt{1 + p^2 - 2p \cos \alpha}}{\sin(\mu \pm \arctg f_{12})} * f_{23} * \frac{r_{23}}{l_2} \quad (11),$$

$$\chi_{12} = \frac{f_{12}}{\sin(\mu \pm \arctg f_{12})} * \left( \frac{r_{12}}{l_2} * \sqrt{1 + p^2 - 2p \cos \alpha} + \frac{r_{12}}{l_2} * p \right) \quad (12).$$

Расчёты по выражениям (5) ÷ (12) вставим в исходную формулу (4), и произведём вычислительную процедуру в Mathcad. На рис. 2, рис. 3 представлены результаты расчёта.

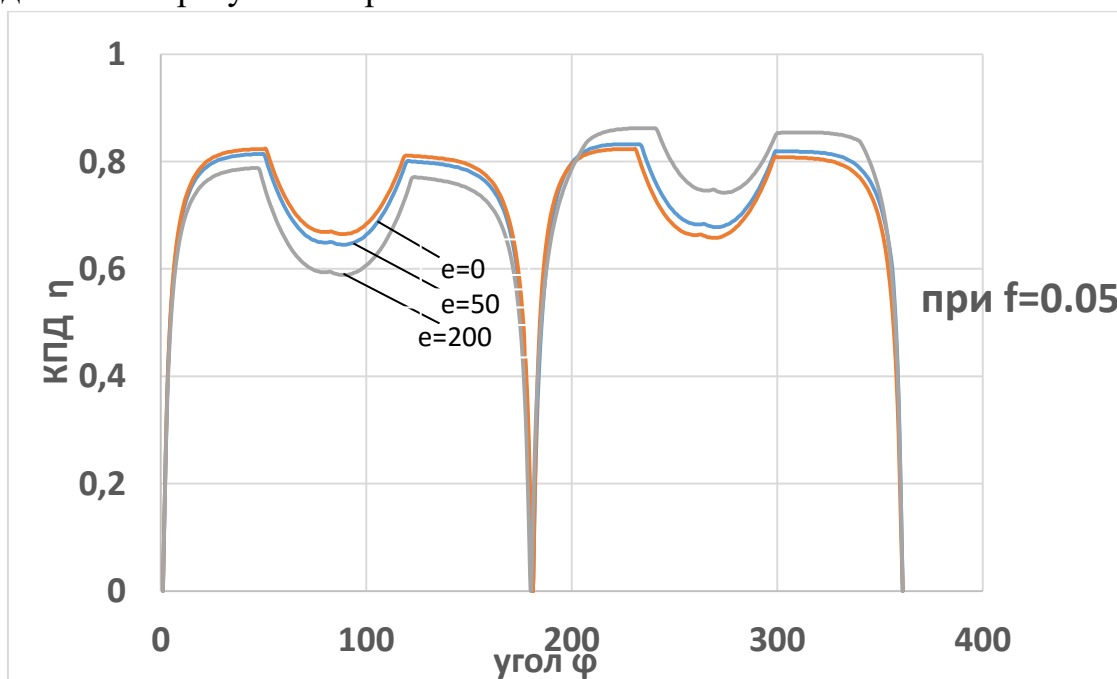


Рис. 2.

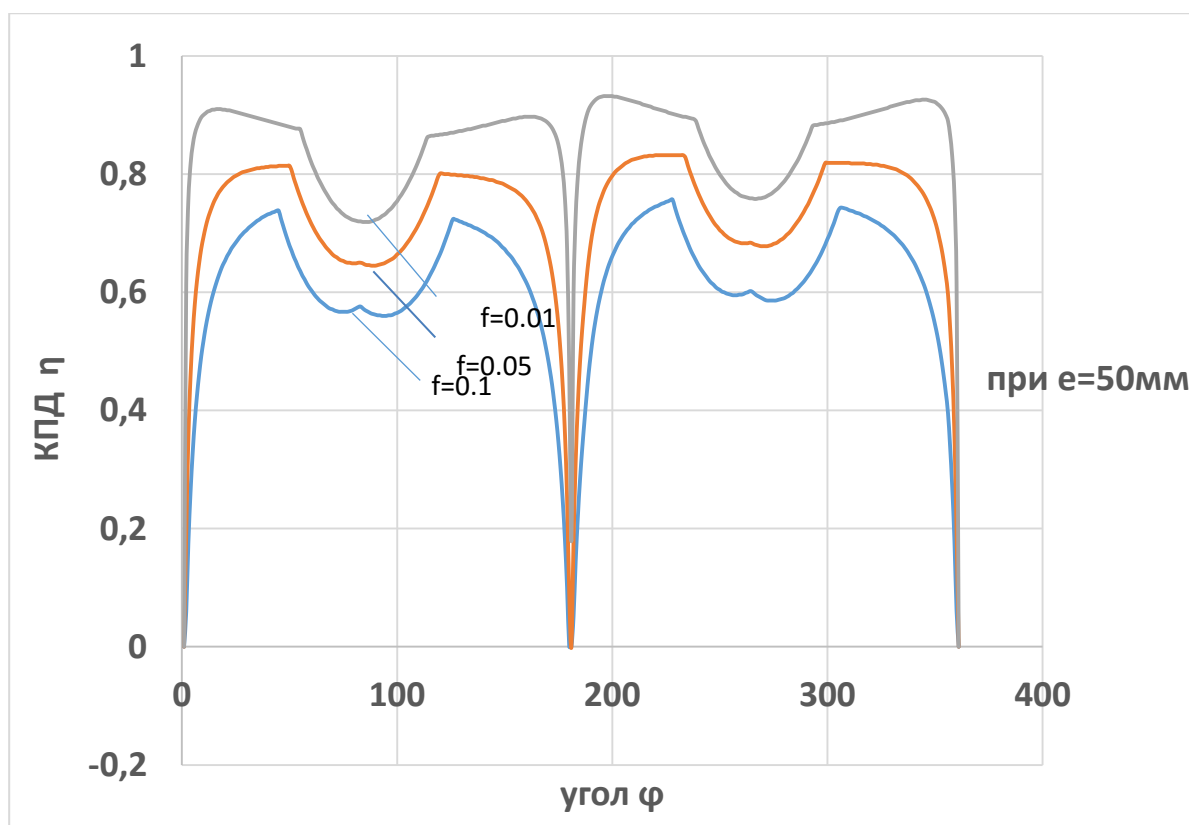


Рис. 3.

Здесь угол  $\varphi = \varphi_1 - \varphi_{1_0}$ , где  $\varphi_{1_0}$  - угол кривошипа в первом крайнем положении.

Обратим внимание, что форма графиков КПД имеет «седловидную» форму с минимумом примерно по середине цикла. Эта часть кинематического цикла наименее работоспособная, поскольку передаточная функция силы  $P$  имеет здесь наименьшее значение (в данном случае  $P < 1$ ) и угол давления  $\lambda$  имеет максимальную величину. Обращает также на себя внимание значительные изменения  $\eta$  от коэффициента трения  $f$ . Здесь нужно иметь в виду, что коэффициент трения не только определяет потери  $\chi_{ij}$ , но также входит в выражение функции  $P$ . Иначе говоря, сила трения является как диссипативным сопротивлением, так и структурным, что ведет к уменьшению движущей силы  $F_{\text{вых}}$ . В итоге, механический КПД за счёт структурных потерь значительно уменьшает свою величину, и это уменьшение более существенно, чем чисто диссипативные потери  $\sum \chi_{ij}$ .

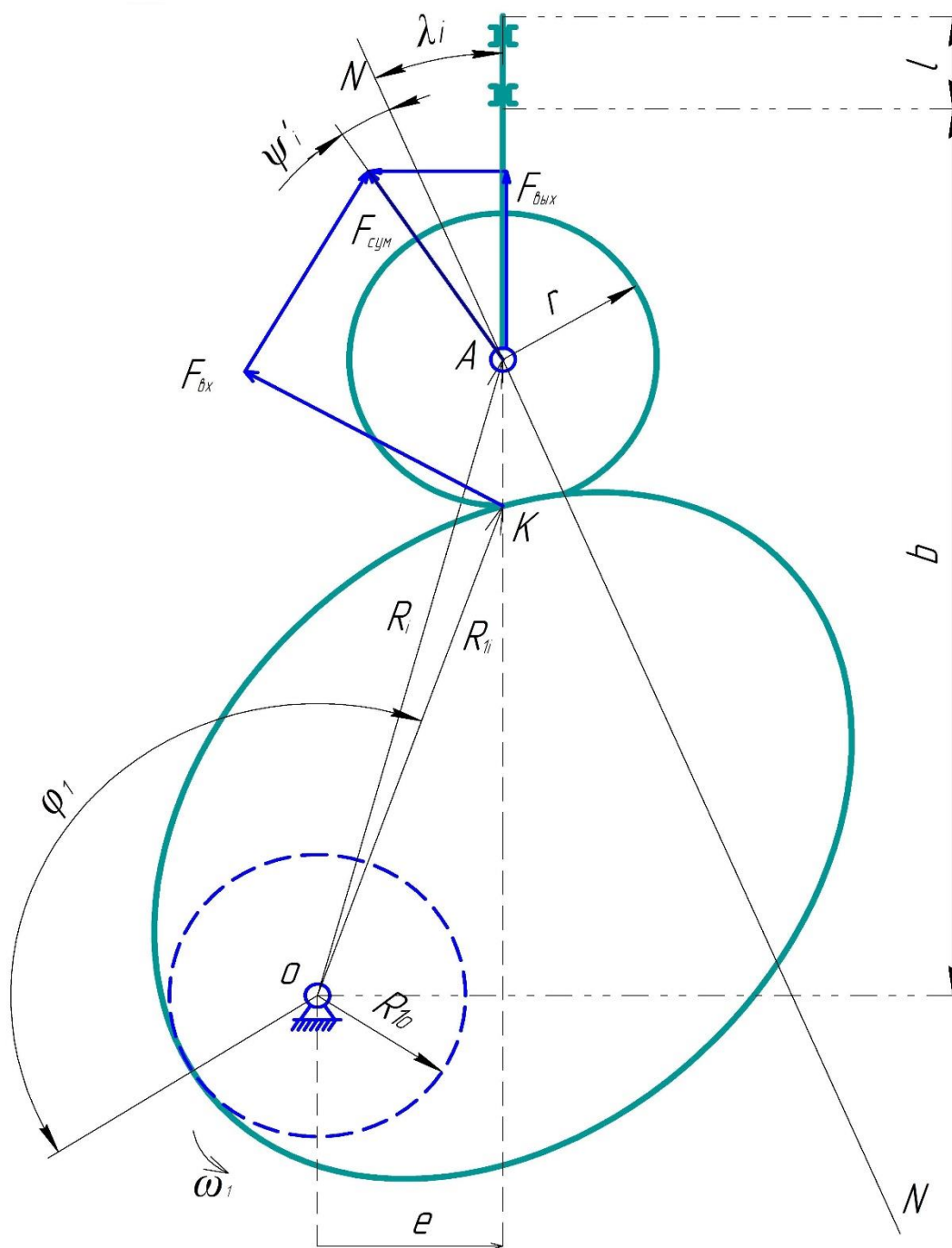


Рис. 4.

На рис. 4 представлен кулачковый механизм с поступательным толкателем.

Здесь,  $R_i, R_{1i}$  – радиусы-векторы, соответственно, центрального (теоретического) и действительного профилей;  $e$  – эксцентриситет кулачкового механизма;  $\lambda_i$  – угол давления передачи;  $\psi_i$  – параметрический угол (угол между радиус-вектором  $R_{1i}$  и нормалью  $N - N$  в точке контакта);  $\rho_K, \rho_A$  – углы трения в кинематических парах, соответственно, К и А.

Представим выражения передаточных функций скорости и силы:

$$p_i = \frac{S_i'}{R_{1i}} \quad (13),$$

$$P_i = \frac{1}{\sin(\gamma_i + \rho_K)} * \frac{1}{1 + \operatorname{tg}(\lambda_i + \rho_A)} \quad (14).$$

Здесь,  $S_i'$  - аналог скорости движения толкателя. Коэффициенты потерь в кинематических парах запишем в соответствии с [2, с.346]

$$\chi_{01} = \frac{1}{\sin(\gamma_i + \rho_0)} * f_{01} * \frac{d_{01}}{2R_{1i}} \quad (15),$$

$$\chi_{12} = \frac{1}{\sin(\gamma_i + \rho_K)} * f_{12} \quad (16),$$

$$\chi_{23} = \frac{1}{\sin(\gamma_i + \rho_A)} * f_{23} * \frac{d_A}{2r} \quad (17),$$

$$\chi_{03} = f_{03} \left[ 1 + 2 * \frac{b - (R_{1i} + r + S_i)}{l} * \operatorname{tg}(\lambda_i + \rho_0) \right] \quad (18).$$

Здесь,  $d_{01} = 60$  (мм),  $d_A = 20$  (мм), диаметры валов в кинематических парах, соответственно, О и А. Расчет коэффициента полезного действия выполнен для параболического закона движения толкателя со структурным параметром  $\varphi_1$ , соответствующим: 0,25 ; 0,5 ; 0,75.

Результаты расчетов по исходной зависимости (4) и выражениям (13) ÷ (18) получены в Mathcad и представлены на рис.5 и рис.6.

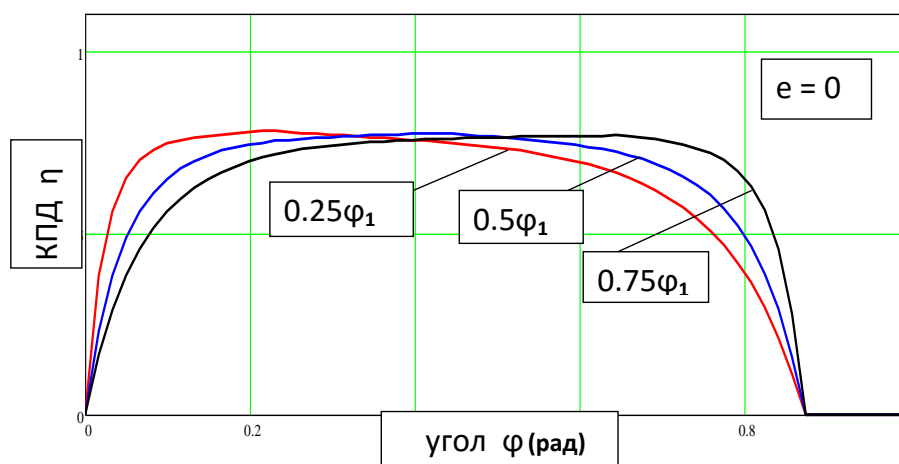


Рис.5.

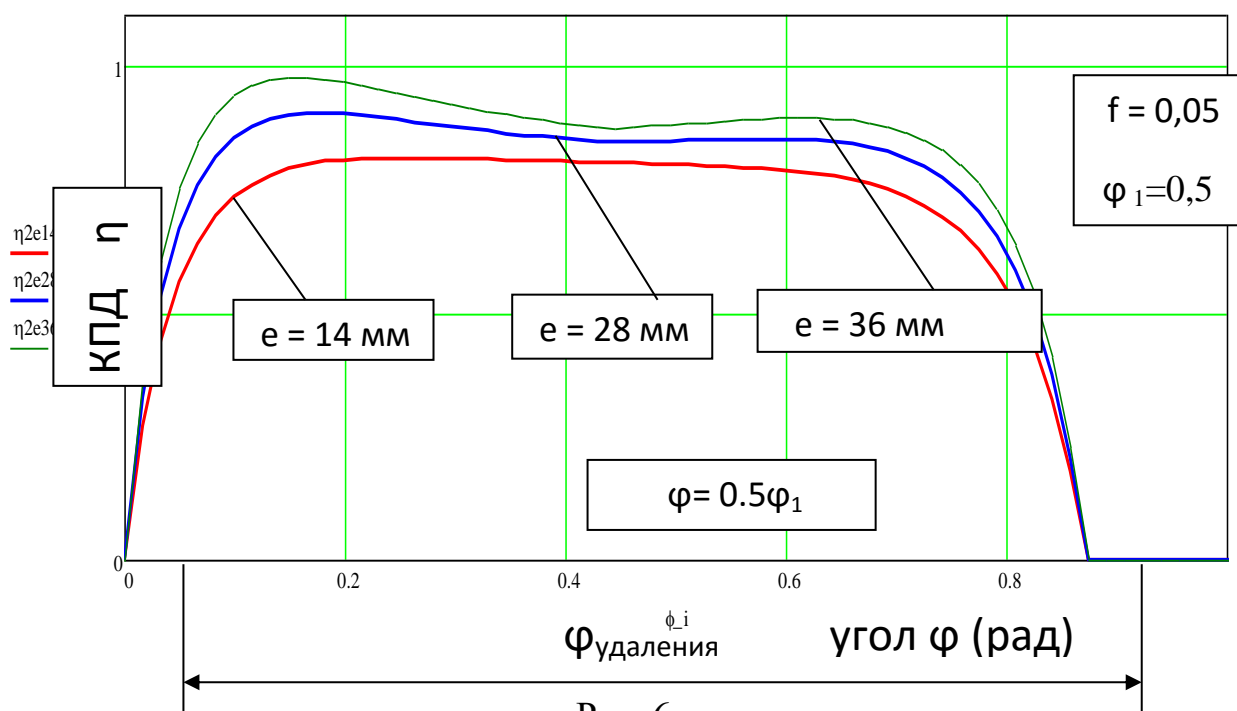


Рис. 6.

На рис.5 видим, что параметр  $\varphi_1$  оказывает влияние на положение максимальной величины КПД в рассматриваемом цикле, фактически не изменяя диапазон значений КПД. На рис.6 обратим внимание, что эксцентриситет кулачкового механизма существенно влияет на величину механического коэффициента полезного действия. При изменении  $e$  (эксцентриситет) от 14 до 36 мм, КПД увеличивается почти на 30%. Такое влияние необходимо учитывать при проектировании кулачковых механизмов. В завершении отметим, что и в кулачковом механизме структурные потери, связанные со строением механизма и соотношением его размеров, также являются преобладающими по сравнению с диссипативными потерями на трение.

### Библиографический список

1. Артоболовский И. И. Теория механизмов и машин [Текст] / И. И. Артоболовский. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Наука, 1975. – 640 с.
2. Юдин В. А. Теория механизмов и машин [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. А. Юдин, Л. В. Петрокас. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Высшая школа, 1977. – 527 с.



## ИССЛЕДОВАНИЯ БАЛЛИСТИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАТУРНОЙ МОДЕЛИ КАТАПУЛЬТЫ

*Герасимов А. М., МБОУ СОШ № 64, ученик 9А класса,  
Ходенёва Е. Г., МБОУ СОШ № 64,  
учитель физики высшей квалификационной категории,  
Жердев А. В. МБОУ СОШ № 64, учитель технологии первой  
квалификационной категории.*

На протяжении всей истории человечества в многочисленных войнах враждующие стороны, доказывая свое превосходство, использовали сначала камни, копья и стрелы а затем метательные машины.

Успех сражения во многом определялся точностью попадания в цель, дальностью полета снаряда.

Первые метательные машины представляли собой крупногабаритные станковые вариации разных видов ручного метательного оружия: луков, пращей, позже — арбалетов. Обычно метательные машины использовались в качестве стационарных осадных, крепостных или корабельных орудий. Перенацеливание и изменение крутизны траектории полёта снарядов обеспечивалось путём поворота всего орудия с помощью рычагов, подбивания клиньев, использования поворотных механизмов. Некоторые виды метательных машин исполнялись также в облегчённых мобильных модификациях, снабжавшихся полозьями или колёсным шасси. Такие орудия служили для поддержки пехоты на полях сражений. Метательные машины могли также использоваться для вспомогательных целей: военно-инженерных (ликвидации водных и лесных преград), сигнальных или абордажных.

В настоящее время изучением движения снарядов, запущенных метательной машиной занимается раздел физики – баллистика.

Сейчас метательные машины применяются в основном в мирных целях, например, для тренировки спортсменов в теннисе и в стендовой стрельбе.

Метательные машины (допороховая артиллерия) — вид военной техники, применявшийся в Древности и Средние века, в общем случае представлявший собой механизмы, преобразовывавшие мышечные усилия человека в энергию полёта снаряда.

В обиходе метательные машины зачастую именуются катапультами.

Метательные машины классифицируются:

1. По принципу действия
  - a. Тенсионные
  - b. Торсионные
  - c. Гравитационные
2. По виду используемых снарядов
  - a. Камнемёты
  - b. Стреломёты
3. По траектории полёта снаряда

- a. Настильной стрельбы
  - b. Навесной стрельбы
4. По назначению
- a. Полевые
  - b. Осадные
  - c. Противоосадные.[1; 2;3]

Для исследования баллистического движения тела была создана модель катапульти в масштабе 1:5 от среднестатистического размера машин подобного типа. (Рис. 1)



Рис.12. Действующий макет катапульти

Катапульта — греческий термин, которым обозначается любая метательная машина. Катапультой называют оружие, способное пробивать защиту воина на расстоянии.

Изобретение катапульти приписывается сиракузскому тирану Дионисию I в 399 до н. э., который собрал ремесленников в Сиракузах на Сицилии, чтобы те изготовили ему передовое оружие. Дионисий положил ремесленникам высокое жалованье, щедро одарял и приглашал к столу, а те в ответ создали катапульти разных видов, изготовили комплекты доспехов, построили новые мощные типы весельных судов. Уже в 397 до н. э. Дионисий применил стреломёты с берега против кораблей Карфагена. Новое оружие нанесло немалые потери и оказало большой психологический эффект на карфагенян.

Также Александр Македонский в походах широко использовал дальнобойные катапульти.

### Принцип действия катапульты

В первых катапультах и других метательных машинах энергия запасалась в скрученных жгутах малоэластичных волокон. Рычаг, вставленный одним концом в закрученный жгут, стремился раскрутиться, разгоняя другой конец рычага до большой скорости. Таким образом, каждое плечо катапульты состояло из горизонтального рычага, вставленного в закрученный с определённым усилием жгут, а также основания или рамы, куда вертикально крепился жгут. Оба плеча катапульты соединялись тетивой, оттянуть которую возможно было только с помощью лебедки. Между рычагами была установлена направляющая балка для направленного полета метательного снаряда: камня в баллисте и стрелы в катапulte.

В настоящее время катапульты применяются для запуска снарядов и самолётов с авианосцев. Ведутся разработки по созданию катапульт для

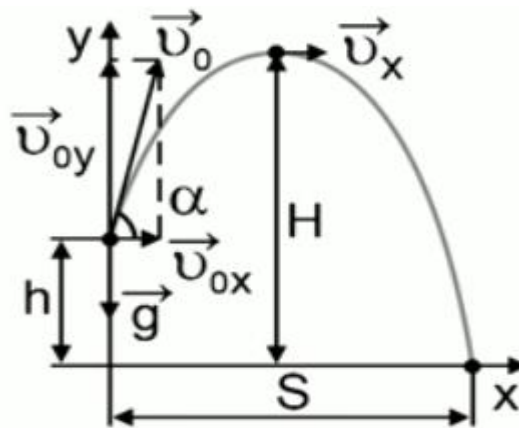


Рис.2. Начальные условия задачи

запуска грузовых космических кораблей с поверхности планет.

Различают следующие виды современных катапульт:

- Гидравлическая катапульта
- Паровая катапульта.
- Электромагнитная катапульта

В технической части описан технологический процесс создания модели катапульты, а также необходимые инструменты и оборудование, материалы, рассчитана стоимостная оценка используемых материалов.

Экспериментальную часть работы по изучению баллистического движения с помощью катапульты было решено начать с теоретических расчетов начальной скорости шара, времени полета, максимальной высоты подъема над уровнем земли. Для решения данной задачи использовались условия приведённые на рисунке 2 [6].

Шар, запущенный катапультой с высоты  $h$  под углом к горизонту, падает на землю на расстоянии  $s$  по горизонтали от места бросания. Необходимо определить начальную скорость шара, время полета, максимальную высоту подъема над уровнем земли.

Таким образом, в результате решения задачи были получены формулы, по которым можно найти начальную скорость шара, время полета, максимальную высоту подъема над уровнем земли:

$$r = \sqrt{\frac{2(h + s \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{g}};$$

$$v_0 = \frac{s\sqrt{g}}{\cos \alpha \cdot \sqrt{2(h + s \cdot \operatorname{tg} \alpha)}};$$

$$H = y_{\max} = h + \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g} = h + \frac{s^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha}{4(h + s \cdot \operatorname{tg} \alpha)}.$$

#### *Ход проведения экспериментов*

До начала основного эксперимента по изучению баллистического движения с помощью катапульты необходимо было измерить начальную скорость теннисного мяча. Для этого на доске была начерчена сетка с размером клеток 25x25 см. Перед доской была установлена катапульта. Начальная скорость полета мяча была рассчитана с помощью видеокамеры с частотой 30 кадров в секунду. Снятое видео было разложено по кадрам, длительность каждого кадра составляла 1/30 секунды. За это время мяч совершал движение. Пройденный путь вычислялся по теореме Пифагора. По пройденному пути и по длительности кадра вычислялась начальная скорость движения мяча.

Основные эксперименты по изучению баллистического движения с помощью катапульты проводились во дворе МБОУ СОШ № 64. Для того, чтобы увеличить устойчивость и уменьшить колебания во время выстрелов, катапульта жестко крепилась на столярном верстаке. В качестве снарядов для катапульты использовались один теннисный, один маленький деревянный шар близкие по размеру и один деревянный шар большего размера. Каждый снаряд был запущен катапультий не менее 10 раз под углом к горизонту. После каждого выстрела с помощью рулетки измерялось расстояние от катапульты до места падения снаряда. После измерения расстояния результаты записывались в таблицы. По приведенным выше формулам вычислялись начальная скорость, время полета и максимальный подъём мячей во время полётов. Результаты вычислений также заносились в таблицы.

В результате экспериментов по изучению баллистического движения с помощью катапульты были построены точки на оси координат для определения зависимости дальности полета снаряда от его начальной скорости и вида снаряда. На рисунках 3, 4 и 5 приведены полученные результаты.

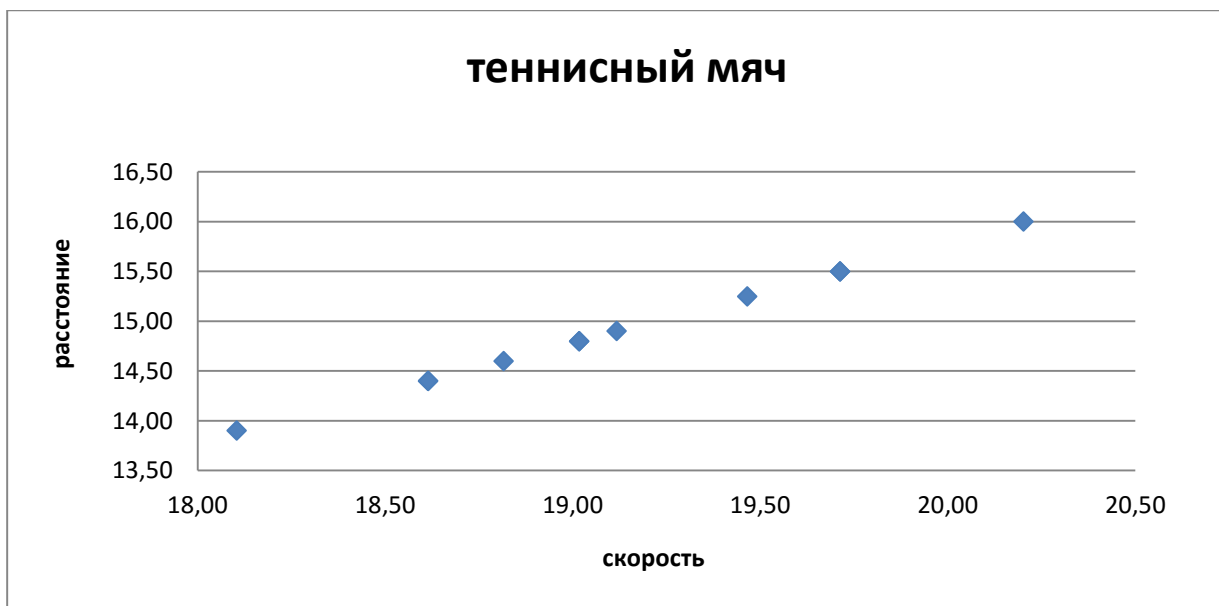


Рис.3. Зависимость дальности полета теннисного мяча от его начальной скорости

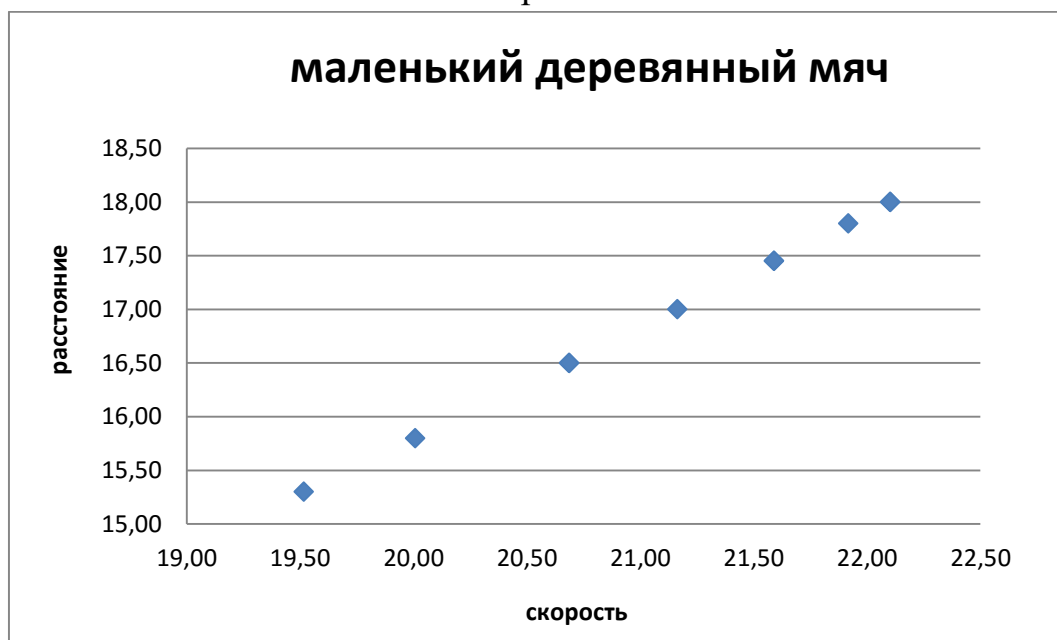


Рис.4. Зависимость дальности полета маленького деревянного шара от его начальной скорости

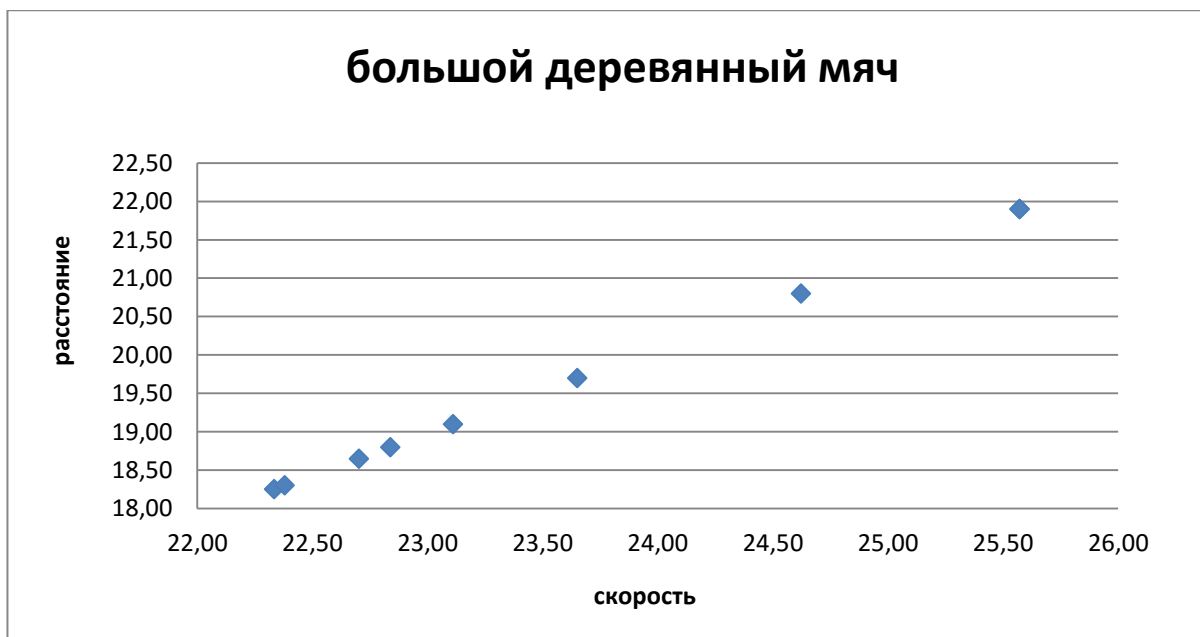


Рис.5. Зависимость дальности полета большого деревянного шара от его начальной скорости

#### *Результаты экспериментов*

В ходе проведения экспериментов по изучению баллистического движения с помощью катапульты были получены следующие результаты.

При проведении покадрового расчета с помощью видеокамеры была установлена начальная скорость снаряда, в качестве которого использовался теннисный мяч. Эти показатели нужны для последующего сравнения с результатами, полученными в ходе вычислений по выведенной формуле движения по баллистической траектории.

В результате основных экспериментов по изучению баллистического движения с помощью катапульты, где в качестве снарядов использовались теннисный мяч, а также большой и маленький деревянные шары, графически была установлена близкая к прямолинейной зависимость расстояния от скорости: чем больше и тяжелее снаряд, тем больше преодолеваемое им расстояние, время полета и максимальная высота подъёма. Иными словами, чем больше масса запускаемого снаряда, тем больше механической энергии он может запасти для того, чтобы подняться на большую высоту и развить большую скорость.

Таким образом, результаты теоретических вычислений начальной скорости снаряда и результаты практических вычислений, проведенных с помощью видеокамеры, практически совпадают с результатами экспериментов, проведенных по изучению баллистического движения с помощью катапульты.

Следовательно, цель исследовательской работы — изучение характера баллистического движения на примере модели катапульты — была достигнута.

Также в процессе работы были решены следующие задачи:

1. Изготовлена натурная модель катапульты в масштабе 1:5.

2. Экспериментально доказано, что законы механики адекватно описывают движение тела, запущенного с помощью катапульты без учета сопротивления воздуха.

В ходе работы выяснилась необходимость продолжения исследования баллистического движения, с учетом сопротивления воздуха и размеров плеча катапульты.

### Библиографический список

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Катапульта>
2. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Метательные\\_машины](https://ru.wikipedia.org/wiki/Метательные_машины)
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Баллистика>
4. <http://xlegio.ru/throwing-machines/antiquity/de-balistica//they-are-not-terrify-by-look-alone.html>
5. <http://xlegio.ru/throwing-machines/antiquity/engines-design-and-classification/>
6. Физика. 10-11 классы. Задачник-репетитор. В 3 частях. Часть 1 Э. Л. Резницкий

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПЕРАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ К РАСЧЕТУ ДЕМПФИРОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ

*Долгополов Илья Тамазиевич студент*

*Демин Сергей Евгеньевич научный руководитель, доцент*

*Нижнетагильский технологический институт (филиал) УрФУ,*

*г. Нижний Тагил*

Операционное исчисление в курсе математики для бакалавров, как правило, применяется к решению задач чисто математических задач. Целью данной работы является применение методов операционного исчисления к расчету демпфирования пружинного маятника.

Задача. Пружинный маятник с массой  $m$  и жесткостью  $k$  выведен в начальный момент времени из положения статического равновесия  $x_0$  с начальной скоростью  $V_0$  вдоль направления колебаний. Как демпфировать в момент времени  $t = \tau$  установившиеся свободные колебания груза с помощью кратковременных прямоугольных импульсов.

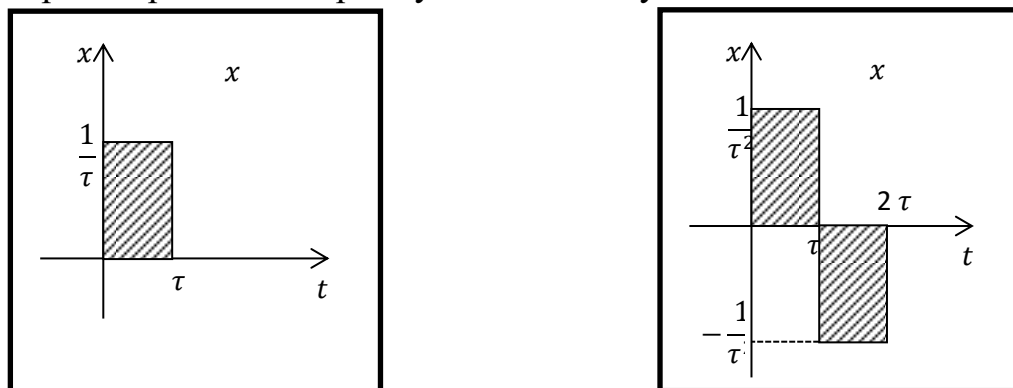


Рис. 1.

Решение.

Проведем расчет для двух видов прямоугольных импульсов.

Импульс (а) первого вида представляет собой силу постоянной величины и направления, действующую в течение малого промежутка времени  $\tau$ .

Импульс (b) второго вида представляет собой силу постоянной величины, действующую в течение промежутка времени  $\tau$  в одном, а в следующем промежутке той же длительности – в противоположном направлении.

Используем для решения системы операционный метод [1-3].

Очевидно, что

$$\delta_1(t) = \frac{\eta(t) - \eta(t - \tau)}{\tau}, \quad \delta_2(t) = \frac{\eta(t) - 2\eta(t - \tau) + \eta(t - 2\tau)}{\tau^2},$$

где  $\eta$  – единичная функция Хевисайда.

По теореме запаздывания их изображения

$$\delta_1(t) \leftarrow \frac{1 - e^{-p\tau}}{p\tau}, \quad \delta_2(t) \leftarrow \frac{1 - 2e^{-p\tau} + 2e^{-2p\tau}}{p\tau^2} = \frac{(1 - e^{-p\tau})^2}{p\tau^2}.$$

Следуя [2] и используя механический смысл импульсных функций, перейдем в этих операционных соотношениях к пределу при  $\tau \rightarrow 0$ .

Имеем:

$$\delta_1(t) \leftarrow \lim_{\tau \rightarrow 0} \frac{1 - e^{-p\tau}}{p\tau} = 1, \quad \delta_2(t) \leftarrow \lim_{\tau \rightarrow 0} \frac{(1 - e^{-p\tau})^2}{p\tau^2} = pe^{-p\tau}.$$

Уравнение колебаний пружинного маятника в условии задачи имеет вид

$$m\ddot{x} + kx = A\delta_1(t - \tau) + B\delta_2(t - \tau),$$

приведем его к виду

$$\ddot{x} + x = V_0\delta_1(t - \tau) + h_0\delta_2(t - \tau) \text{ при } x(0) = x_0, \quad \dot{x}(0) = \dot{x}_0,$$

где  $\frac{k}{m} = \omega_0^2$ ;  $\frac{A}{m} = V_0$ ,  $\frac{B}{m} = h_0$ .

Перейдем к изображениям:

$$x(t) \leftarrow X(p), \quad \dot{x}(t) \leftarrow pX(p) - x_0, \quad \ddot{x}(t) \leftarrow p^2X(p) - p(x) - \dot{x}_0.$$

Тогда изображающее уравнение имеет вид

$$(p^2 + \omega_0^2)X(p) = x_0p + \dot{x}_0 + V_0e^{-p\tau} + h_0pe^{-p\tau}.$$

Изображение решения имеет вид

$$X(p) = x_0 \frac{p}{p^2 + \omega_0^2} + \frac{\dot{x}_0}{\omega_0} \frac{\omega_0}{p^2 + \omega_0^2} + \frac{V_0}{\omega_0} \frac{\omega_0}{p^2 + \omega_0^2} e^{-p\tau} + h_0 \frac{p}{p^2 + \omega_0^2} e^{-p\tau}.$$

По полученному изображению находим само решение  $x(t)$ :

$$x(t) = x_0 \cos \omega_0 t + \frac{\dot{x}_0}{\omega_0} \sin \omega_0 t + \eta(t - \tau) \left( h_0 \cos(t - \tau) + \frac{V_0}{\omega_0} \sin(t - \tau) \right).$$

При  $t > \tau$  имеем ( $\eta(t - \tau) = 1$ ):



$$x(t) = \left( x_0 + h_0 \cos \omega_0 \tau - \frac{V_0}{\omega_0} \sin \omega_0 \tau \right) \cos \omega_0 t + \\ + \left( \frac{\dot{x}_0}{\omega_0} + h_0 \sin \omega_0 \tau + \frac{V_0}{\omega_0} \cos \omega_0 \tau \right) \sin \omega_0 t.$$

Так как в момент времени  $t = \tau$  установившиеся свободные колебания должны быть прекращены, то

$$x_0 + h_0 \cos \omega_0 \tau - \frac{V_0}{\omega_0} \sin \omega_0 \tau = 0$$

$$\frac{\dot{x}_0}{\omega_0} + h_0 \sin \omega_0 \tau + \frac{V_0}{\omega_0} \cos \omega_0 \tau = 0$$

Решая систему, имеем:

$$h_0 = -x_0 \cos \omega_0 \tau + \frac{\dot{x}_0}{\omega_0} \sin \omega_0 \tau,$$

$$V_0 = \dot{x}_0 \sin \omega_0 \tau - \dot{x}_0 \cos \omega_0 \tau.$$

С другой стороны,

$$\lim_{x \rightarrow \tau-0} x(t) = x(\tau - 0) = -x_0 \cos \omega_0 \tau + \frac{\dot{x}_0}{\omega_0} \sin \omega_0 \tau,$$

$$\lim_{x \rightarrow \tau-0} \dot{x}(t) = \dot{x}(\tau - 0) = \dot{x}_0 \sin \omega_0 \tau - \dot{x}_0 \cos \omega_0 \tau.$$

Сравнение приводит к следующему результату:

$$x(\tau - 0) = h_0,$$

$$\dot{x}(\tau - 0) = V_0.$$

Таким образом, для остановки колебаний пружинного маятника в момент времени  $t = \tau$ , надо сообщить грузу такой импульс первого вида, который бы погасил его скорость, которую он имеет в момент времени  $t = \tau$ , и такой импульс второго вида, который бы возвратил груз в состояние статического равновесия, т.е. погасил бы его смещение.

### Библиографический список

1. Пантелеев, А. В. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах : учеб. пособие / А. В. Пантелеев, А. С. Якимова. – М. : Высш. шк., 2001.
2. Волков, И. К. Интегральные преобразования и операционное исчисление : учеб. для вузов / И. К. Волков, А. Н. Канатников. – 2-е изд. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – (Сер. Математика и техническом университете; Вып. XI).
3. Демин, С. Е. Операционное исчисление: учеб. пособие / С. Е. Демин, Е. Л. Демина. – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2012.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ТЕХНОЛОГИИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

1. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВАЛКОВОГО БРИКЕТИРОВАНИЯ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАСТОПАРАФИНОВ  
Первухина Д.Н., Логинов Ю.Н., Бабайлов Н.А., 4
2. ВНЕДРЕНИЕ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА  
ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ  
ДАВЛЕНИЕМ  
Шишин Н.Н., Первухин А.Е., Бабайлов Н.А. 8
3. ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СВОБОДНОЙ  
КОВКИ ЗАГОТОВОК  
Шубина А.Н., Бабайлов Н.А. 12
4. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ  
ОКРАСКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
Баданова А.К., Чернявская Н.П., Баданов К.И. 17
5. ЭКОЛОГИЯ И ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ  
КРАСИЛЬНО-ОТДЕЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА  
ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
Баданова А.К., Чернявская Н.П., Баданов К.И. 20
6. О ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ СТЕКЛОБОЯ  
Барнаханова К.Т., Усупов М.М. 23
7. ПОЛУЧЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ФОСФАТНЫХ  
СОЕДИНЕНИЙ  
Мурзабаева К.С., Сейткасымова С.А., Еспанов С.И. 27
8. К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ  
РЕСУРСОВ И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА  
Барнаханова К.Т., Усупов М.М. 30
9. О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПИГМЕНТОВ И  
ПОКРЫТИЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ  
КЕРАМИКИ  
Мурзабаева К.С., Сейткасымова С.А., Еспанов С.И. 33
10. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТЕКЛОБОЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ  
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ 426

Барнаханова К.Т., Усупов М.М.	35
11.ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДЛАГАЕМОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ Барнаханова К.Т., Усупов М.М.	39
12.РАСЧЕТ ИНТЕГРАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ БЕЗОТХОДНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА Барнаханова К.Т., Усупов М.М.	44
13.ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ЗАТРАТЫ РЕСУРСОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДСП Барнаханова К.Т., Усупов М.М.	46
14.К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗВРЕДНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ДУБИТЕЛЕЙ Барнаханова К.Т., Усупов М.М.	49
15.ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДИК ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ Баус М. С.	52
16.ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ ШЕРСТИ Бахан Н., Маралбай М., Кауымбаев Р.Т.	56
17.КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ И ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ Дуйсеналы А., Демеуова Г.Б.	60
18.СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА САХАРНОГО СИРОПА ИЗ САХАРОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ Дүйсенбекова А. Демеуова Г.Б.	64
19.АЭРОГЕЛЬ Кравченко Л.М., Кравченко Н.С.	69
20.О ПРИЧИНАХ ВЫХОДА ИЗ СТРОЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ ПЛАСТИН ПРИ ЭЖЕКТОРНОМ СВЕРЛЕНИИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ Медисон В.В.	72
21.РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВИРОВАНИЯ КОЗЛИНЫ Жолдас А., Жаныбек Н. ,Ораз Г.Т.	

22.СОЗДАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ КОЖИ И МЕХА Жаныбек Н., Маралбай М., Ораз Г.Т.	77
23.ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТЕОУСЛОВИЙ В КАРТИННЫХ ГАЛЕРЕЯХ И МУЗЕЯХ ПРИ ХРАНЕНИИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОЖИ И ДЕРЕВА Жаныбек Н., Маралбай М. ,Ораз Г.Т.	81
24.ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕДИ В ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЕ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ Болотова И.Е., Раскатова Е.А.	83
25.СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫЙ ЦЕХ РАДИАЛЬНОГО ТИПА Власов М.А.	86
26.СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЖАРОПРОЧНОЙ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КИСЛОРОДНОЙ ПРОДУВКИ ЧУГУНА Власов М. А., Тлеугабулов Б. С.	89
27.РЫНОК УСЛУГ ПЛАЗМЕННОЙ ЗАКАЛКИ Коптелова А.С.	91
28.ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО КОНЦЕНТРАТА В ПОТОКЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ГАЗА Лоптев А.В., Гофман П.Е.	96
29.ПЕРЕРАБОТКА ПЫЛЕВИДНЫХ ОТХОДОВ ДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА Лоптев А.В., Губкин О.И.	101
30.РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ «ГОРЯЧИХ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ГАЗОВ» ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ДОМЕННОГО ПЕРЕДЕЛА Манзор Д. Э., Тлеугабулов Б. С.	105
31.АВТОМАТ ЗАРЯЖАНИЯ ТАНКОВОЙ ПУШКИ Никитин М.А., Третников А.А., Парамыгин И.Р.	108

32.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ ЗАКАЛКИ	
Парамыгин И.Р., Пыстогов А.А.	116
33.ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА <i>MTLR</i> «АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ МЕТАЛЛООБРАБОТКА»	6
Сеидова Г.И., Худяков К.А., Боршова Л.В.	118
34.ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ДЛЯ СТАНКОВ МАЛОЙ МОЩНОСТИ	
Сеидова Г.И., Худяков К.А., Боршова Л.В.	120
35.СТРУКТУРА КОМПЛЕКТА ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ В УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОМ КОМПЛЕКСЕ <i>MTLR</i> «АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ МЕТАЛЛООБРАБОТКА»	6
Сеидова Г.И., Худяков К.А., Боршова Л.В.	122
36.МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ КРАНОВЫХ КОЛЕС	
Семухина А. А, Сохарева Е. П., Пыстогов А.А.	126
37.ИНОКУЛИРОВАНИЕ СТАЛИ 20ГЛ ДЛЯ ОТЛИВОК ДЕТАЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА	
Чащина О.А., Чащин А.А., Шевченко О.И., Трекин Г.Е.	135
38.МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРЕНИЯ КОКСОВОГО ГАЗА В ВЕРТИКАЛЕ КОКСОВОЙ ПЕЧИ	
Сидоров О.Ю., Аристова Н.А., Лушников В.С.	140
39.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ ЗАКАЛКИ ДЛИННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ	
Казунин Р.В., Волков И.Д., Пыстогов А.А.	144
40.МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА	
Маняков Р. Р., Пыстогов А. А.	152
41.ОХЛАЖДЕНИЕ ШТАМПОВ КАК СПОСОБ ИХ ЗАЩИТЫ	
Насыртинов Р.Д.	160
42.ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПАСА ПРОЧНОСТИ ТОРСИОННЫХ ВАЛОВ ПРИ УДАРНОЙ НАГРУЗКИ	
Казунин Р.В., Коркин Р.В., Осипенкова Г.А.	163
	429

43.РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМОЙ СИСТЕМЫ РАБОТАЮЩЕЙ ПРИ СЛОЖНОМ НАГРУЖЕНИИ (ИЗГИБ С КРУЧЕНИЕМ) Тихонов П., Осипенкова Г.А.	169
44.ПОЛУЧЕНИЯ СУЛЬФИДА И ПОЛИСУЛЬФИДА АММОНИЯ ИЗ НЕФТЯННОЙ СЕРЫ ТЕНГИЗСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ Садиева Х.Р., Умбетова Ш.М., Боженко Д.А., Сейсебаев А.М.,	177
45.ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУЛЬФИД-ПОЛИСУЛЬФИДНЫХ РАСТВОРОВ АММОНИЯ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ УПОРНЫХ СУЛЬФИДНЫХ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД Садиева Х.Р., Умбетова Ш.М., Боженко Д.А., Сейсебаев А.М., Балтабай Д.Г.	183
46.МЕТОДЫ МАГНИТНОЙ АКТИВАЦИИ ВОДНЫХ СРЕД ДЛЯ ПРОМЫВКИ ШЕРСТИ Боркулакова Ж.К., Саржанова Д.Т., Сарыбаева Э.Е., Касымова Г.А.	187
47.РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ В ТРИКОТАЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ Сарыбаева К.Е., Сарыбаева Э.Е., Шардарбек М.Ш.	191
48.РАЗРАБОТКА КОМПОЗИТНОЙ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ ДЛЯ НАЦИОНАЛЬНОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПИТКА Сауир Б.А., Кадирбай А. К., Дуйсебай Н. Б. Спандияров Е.	195
49.ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В КРАШЕНИИ ШЕРСТИ Тишков А.В., Баданова Р.Р., Баданов К.И.	198
50.ТЕХНИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА Билтенова А., Жаныбек Н., Туралина М.Т.	202
51.ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРИРОДНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ Кемелбек Т., Туралина М.Т.	205
52.ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ Кемелбек Т., Туралина М.Т.	209
	430

53. ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ РАСХОДА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ НА ПРОЦЕСС ВОССТАНОВЛЕНИЯ ХРОМА (VI) НЕПОСРЕДСТВЕННО НА ВОЛОКНЕ. Халметова Ш.Т.	213
54. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПЕРЕГРУЗКИ КОЖСЫРЬЯ Шардарбеков А.М., Шардарбек М.Ш., Сарыбаева Э.Е., Саржанова Д.Т.	216
55. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В ПРОЦЕССАХ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КРАСИЛЬНО-ОТДЕЛОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ Шестель А.В., Шибeka Л.А.	219
56. ПЕРЕРАБОТКА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ШЛАКА ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕМ Шолак А., Мусрепбекова Ш.	223
57. РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕРЧАТОЧНО-ГАЛАНТЕРЕЙНОЙ КОЖИ ИЗ ШКУРОК МЕЛКОГО РОГАТОГО СКОТА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ДУБИТЕЛЕЙ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ДЕРМЫ Шонгараева А.Б., Евтюшкина М.И.	227
58. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛА НАКЛОНА БАРАБАНА И СКОРОСТИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ НА КОЭФФИЦИЕНТ ЗАПОЛНЕНИЯ БАРАБАНА Мусабеков Ч.Х., Байтуреев А.М., Ертаева Ж.А.	232
59. РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ БАРАБАННОГО СУШИЛЬНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ СУШКИ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ Мусабеков Ч.Х., Байтуреев А.М., Ертаева Ж.А.	236
60. ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАОЛИНОВОГО СЫРЬЯ Мурзабаева К.С., Ногайбекова М.Т., Сейткасымова С.А.	239
61. СПЕЦОДЕЖДА В АВТОСЕРВИСЕ Мусилимова А.Б., Пернебаева Р.А.	241

## МОДЕЛИРОВАНИЕ, ИНФОРМАТИКА И МЕХАТРОНИКА

- 62.К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ  
ПОЛИМЕРНО-КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА  
РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СЕРИИ ДБМ  
Поздеев С. А., Федорев С. А. 246
- 63.РАСЧЕТ ДВИЖЕНИЯ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ МЕТОДАМИ  
ОПЕРАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ  
Долгополов И. Т., Демина Е. Л. 249
- 64.МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ШЕЛУШЕНИЯ  
ЗЕРНА РИСА.  
Танатарова С. , Усенова А., Жапсарбеков Г. П. 252
- 65.НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ЛЕСНЫМИ ПОЖАРИЩАМИ ПО  
КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ  
Ганжа В.В., Мырина М.А. ,Зраенко С.М. 255
- 66.ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА ПРИ  
МОДЕЛИРОВАНИИ ОПАСНЫХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ НА  
ПРОИЗВОДСТВЕ  
Калязин М.К. 258
- 67.ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
СТУДЕНТАМИ ТВОРЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ  
Кудабаева А.К., Абдуллаева И.М. 263
- 68.ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ  
Кудабаева А.К., Абдуллаева И.М. 266
- 69.ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ  
ПРИМЕНИМОСТИ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С ШУМАМИ В  
АЛГОРИТМАХ ДИСКРЕТНЫХ ПИД РЕГУЛЯТОРОВ И ПУТИ  
ИХ ОПТИМИЗАЦИИ  
Торопов А. А., Поздеев С. А. 266



	268
70.ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПОРТА ВВОДА – ВЫВОДА В ОБЩЕПРОМЫШЛЕННЫХ ПИД РЕГУЛЯТОРАХ Титов Д. В., Шайдунов А. А., Поздеев С. А.	271
71.ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ЧЕЛОВЕКО- МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА Белоусов А. А., Докшина С. М., Поздеев С. А.	275
72.К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ЗАЩИТЫ ПРОГРАММ, РЕАЛИЗУЮЩИХ ОБУЧАЮЩЕЕ ТЕСТИРОВАНИЕ Московой А. С., Поздеев С. А.	278
73.К ВОПРОСУ О ПАРАМЕТРИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ В ПАКЕТЕ ANSYS Волкоморов М. Ю., Поздеев С. А.	281
74.БЕСПРОВОДНЫЕ СЕНСОРНЫЕ СЕТИ Акулова А. В., Мухутдинов Р.М., Федореев С. А., Греггер С.Э.	283
75.ИГРА «ТАМАГОЧИ» НА UNITY Апаницин Д.А., Козлова К.С., Федореев С.А., Мухутдинов Р.М.	287
76.АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ МИКРОКЛИМАТА В СЕРВЕРНОМ ПОМЕЩЕНИИ Федореев А.С., Мухутдинов Р.М., Бабушкина К.И.	290
77.ПРИВЕДЕНИЕ ФОРМЫ ОБЪЕКТА НЕРЕГУЛЯРНОЙ ФОРМЫ НА ОСНОВЕ ПРИЗНАКА КОМПАКТНОСТИ Бочкарев С.О. ,Кравченко Н.С.	294
78. 3D-СКАНЕРЫ Брагина Д. В.	297
79.НЕЛИНЕЙНАЯ ЗАДАЧА «ПРОХОЖДЕНИЯ» ТЕЛОМ ЗАДАННОГО УГЛОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ Вохмянина А.В., Воротников В.И.	309
80.ИНТЕГРАЦИЯ НОВОСТНЫХ ЛЕНТ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ «ВКОНТАКТЕ» И «FACEBOOK» В ВЕБ-САЙТ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ CMS «DRUPAL» Голдобаев С.А., Манакова И.П.	312

81.ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ПОДГОТОВКИ К ПРИГОТОВЛЕНИЮ БЛЮДА Мухутдинов Р. М., Федореев С. А., Драницин С. Г.	К	317
82.ГОЛОГРАФИЯ Овечкина Е. В., Козицын В. А.		321
83.РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ «ИГРА СУДОКУ» Мухутдинов Р. М., Федореев С.А., Козицын В. А.		323
84.СОЗДАНИЕ АРХИВАТОРА Коковин Е.А., Федореев С.А., Мухутдинов Р.М.		327
85.РАЗРАБОТКА АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ЖИВОТНЫХ Кузнецова А. С., Панова А. П., Мухутдинов Р. М., Федореев С. А.		331
86.АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ ГЕНЕРАТОР СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА «ЧЕЛОВЕЧЕСКАЯ ЭНТРОПИЯ» Лыскова А. В., Мухутдинов Р. М., Федореев С. А.		334
87.СОЗДАНИЕ ИГРЫ “КОСМИЧЕСКИЕ ВОЙНЫ” НА ИГРОВОМ ДВИЖКЕ UNITY 3D Михайлов П.И., Федореев С.А., Мухутдинов Р.М.		338
88.ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЙ С ТЕХНОЛОГИЕЙ GPS ПРИ ЗАНЯТИЯХ СПОРТОМ Светличный А.С., Несмелова Ю.В., Федореев С.А., Мухутдинов Р.М		340
89.ИНТЕГРАЦИЯ КОНТЕНТА ИЗ МЕДИА-ХРАНИЛИЩА «GOOGLEPICASA» В ВЕБ-САЙТ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ CMS «DRUPAL» Тельманов И.С., Манакова И.П.		342
90.ГРАФОВЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ Халдина Т.В., Федореев С.А., Мухутдинов Р.М.		347
91.ЗАЩИТА ДАННЫХ Цветкова С.А., Мухутдинов Р.М., Федореев С.А.		351
92.ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО ПОРТФОЛИО Манакова И.П., Шепелева А.А.		355
		434

93. О ВОЗМОЖНОСТИ ДЕМПФИРОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ  
Ширяева В.Ю., Демин С.Е. 358
94. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ТЕЛА НА ЧАСТОТУ ЕГО КОЛЕБАНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ЖИДКОСТИ  
Ширяева В.Ю., Демин С.Е. 360
95. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ТИПА RSS READER НА C#  
Мухутдинов Р. М., Федореев С.А., Ахатов М.Д. 362
96. РАЗРАБОТКА ИГРЫ “МОРСКОЙ БОЙ”  
Федореев С. А., Мухутдинов Р. М., Полькин И. Ю., Чистова В. П. 364
97. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ «MUSIC TIME PLAYER»  
Мухутдинов Р.М., Федореев С.А., Самсонов Г.Ю. 368
98. СОЗДАНИЕ МЕТОДИКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИНЖЕНЕРНОГО БОЕПРИПАСА НА ПОЛНОРАЗМЕРНЫЙ МАКЕТ БТВТ  
Черемных А.Ю., Хмельников Е.А., Литус И.Б, Федоров Д.С., Вендер И.И. 371
99. ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ КОРПУСА СНАРЯДА ПРИ ВЫСТРЕЛЕ  
Еловигов В. С., Хмельников Е.А., Дубинина С.Ф., Смагин К.В., Вендер И.И. 380
100. РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ УДАРОПРОЧНОЙ РАДИОТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ ПРИМЕНЯЕМОЙ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БОЕПРИПАСОВ  
Романенко К.А. , Хмельников Е.А., Смагин К.В., Стыров А.В., Окулов А.А., Вендер И.И. 389
101. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОТЕКАЮЩИХ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ФТОРОПЛАСТ СОДЕРЖАЩИХ УДАРНИКОВ С АЛЮМИНИЕВЫМИ ПРЕГРАДАМИ  
Заводова Т.Е., Хмельников Е.А, Стыров А.В., Смагин К.В., Бочкарев С.О. 394

102.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧИСЛОВЫХ РЯДОВ ДЛЯ ПРИБЛИЖЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ Кротов Г., Бочкарев С.О.	404
103.	ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ МЕТОДОМ И.Е.ФИЛИМОНОВА Филимонов И.Е., Аниськин А.Ю., Ощепков А.В.	409
104.	ИССЛЕДОВАНИЯ БАЛЛИСТИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАТУРНОЙ МОДЕЛИ КАТАПУЛЬТЫ Герасимов А. М., Ходенёва Е. Г., Жердев А. В.	417
105.	ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПЕРАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ К РАСЧЕТУ ДЕМПФИРОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ Долгополов И. Т., Демин С. Е.	424
	СОДЕРЖАНИЕ	426