

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ  
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ

---

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. А.Н. КОСЫГИНА  
(ТЕХНОЛОГИИ. ДИЗАЙН. ИСКУССТВО)

РОССИЙСКАЯ  
ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ

---

**III МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОСЫГИНСКИЙ ФОРУМ  
«СОВРЕМЕННЫЕ ЗАДАЧИ ИНЖЕНЕРНЫХ НАУК»**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СИМПОЗИУМ  
«СОВРЕМЕННЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
КЛЮЧЕВЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

ТОМ 3

МОСКВА  
2021

УДК 67, 33  
С23

Сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума «Современные инженерные проблемы ключевых отраслей промышленности» III Международного Косыгинского Форума «Современные задачи инженерных наук». (20-21 октября 2021 г.). Том 3. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2021. – 193 с.

В сборник включены научные статьи российских и зарубежных ученых, представленные на Международном научно-техническом симпозиуме «Современные инженерные проблемы ключевых отраслей промышленности» 20-21 октября 2021 г., в которых рассматриваются вопросы современных инженерных проблем в ключевых отраслях промышленности, а также в смежных секторах экономики.

Материалы сборника предназначены для преподавателей вузов, аспирантов, научно-технических и инженерно-технических работников различных отраслей промышленности и агропромышленного комплекса.

#### **Редакционная коллегия**

Разумеев К.Э. - Вице-президент РИА и МИА, советник при ректорате РГУ им. А.Н. Косыгина, профессор, д.т.н., Гусев Б.В. - Президент Международной и Российской инженерных академий, профессор, д.т.н., Иванов Л.А. — Главный учёный секретарь и вице-президент Международной и Российской инженерных академий, к.т.н., Федорова Н.Е. – доцент кафедры текстильных технологий, к.т.н.

**ISBN 978-5-00181-163-3**

© ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», 2021

© Авторы статей, 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

Гарифуллина Г.А., Розенблюм А.О. Способы трансформации творческого источника в дизайн-проектировании одежды.....	6
Асланова М.В., Третьякова А.Е., Сафонов В.В. История развития печатных технологий по тканям: от набойки до цифры.....	9
Нутфуллаева Л.Н., Нутфуллаева Ш.Н., Шойиева М.М., Райимова Н.Б. Покрытия рабочих органов оборудования для влажно-тепловой обработки швейных изделий.....	12
Гусева М.А., Андреева Е.Г., Курманжан Али К., Балакирев Н.А. Проектирование двусторонних изделий из длинноволосой пушнины .....	16
Федосов С.В., Маличенко В.Г., Торопова М.В., Лазарев А.А. Программа по определению пределов огнестойкости строительных конструкций, предела распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов ...	20
Бутко Т.В., Рудинская А.О. Анализ современных тенденций и технологий отделки одежды из стеганых полотен ..	25
Зиятдинова Д.Р., Абуталипова Л.Н., Бабажанов А.Х. Исследование стойкости к истиранию фильтрующих материалов для защитной одежды при воздействии стирок .....	29
Федорова Н.Е. История и Научные работы учебно-исследовательского комплекса «Фрикционные процессы в прядении».....	31
Нутфуллаева Л.Н., Шаропова Л.Р., Эргашева Г.Б., Фазылова С.О. Этапы совершенствования технологических процессов влажно - тепловой обработки одежды .....	34
Степнов Н.В., Кузякова С.В. Определение основных размеров кулачкового механизма привода батана методом оптимизации .....	38
Рыклин Д.Б., Демидова М.А., Ясинская Н.Н., Азарченко В.М., Разумеев К.Э. Влияние параметров процесса электроформования на диаметр неоднородных нановолокон.....	42
Аниськова В.А. Разработка технологии нетканых материалов со специальными свойствами.....	47
Марутян А.С. Стальные н-образные гнutoзамкнутые профили (гзп).....	51
Чурсин В.И., Новиков И.Е. Влияние маскирования на свойства композиционного дубителя .....	56
Арсеньева Е.П., Гусева М.А., Андреева Е.Г., Загурская Ю.А. 3D проектирование ортопедического женского белья.....	61
Монахов В.И., Стрельников Б.А., Федина Л.А. Алгоритм установки динамического решета для криптографических приложений.....	65
Нутфуллаева Л.Н., Нутфуллаева Ш.Н., Худаярова Ф.О., Нунова О.Б. Показатели качества готовой одежды и факторы, влияющие на них .....	70
Минаева Н.В., Беспалов М.Е. Средства автоматизированного проектирования информационных систем .....	75
Бесшапошникова В.И., Климова Н.А., Логинова Е.А. Исследование свойств гидрофобизированных текстильных материалов.....	77
Евтеева Н.Г., Дормидонтова О.В., Чурсин В.И. Исследование релаксационных свойств голья при золении с использованием католита .....	82

Пыркова М.В., Панкратова Е.В. Получение белого узора на шерстяной окрашенной ткани вытравным способом.....	86
Гарифуллина Г.А., Шагабутдинова Л.Ф. Дизайн-проектирование коллекции прет-а-порте в славянском стиле с использованием элементов, выполненных в технике браного ткачества.....	91
Будыка А.К., Екидин А.А., Васянович М.Е., Бокова Е.С., Капустин И.А., Иванов Л.А., Филатов И.Ю., Мартынюк Ю.Н., Астахов В.С., Катухин Л.Ф. Разработка и внедрение инновационного комплекса текстильных технологий производства нановолокнистых нетканых материалов .....	95
Шигабутдинова Л.Ф. Символы и образы мезенской росписи.....	102
Безруких П.П. Возобновляемая энергетика мира и России: достижения, проблемы, перспективы развития .....	105
Скуланова Н.С., Полякова Т.И., Голайдо С.А., Сучков В.Г., Короткова А.И. Особенности расчета жестких упругих нитей применительно к льняной пряже.....	111
Королев Е.В., Иноземцев А.С., Гришина А.Н. Проблемы и ограничения диспергирования наноразмерных углеродных модификаторов (ЧАСТЬ 1).....	116
Королев Е.В., Иноземцев А.С. Проблемы и ограничения диспергирования наноразмерных углеродных модификаторов (ЧАСТЬ 2).....	119
Молоканов А.А., Плишкин Н.А., Казаков А.И., Варламова Н.И., Яновский Л.С., Данилина А.Ю., Тарасов Г.А., Ларикова Т.С. Исследование процессов термического разложения синтетических углеводов ....	124
Семенов А.Г. Разработка и применение ресурсосберегающих технологий в санитарно-технических приборах нового поколения.....	129
Худорожков С.И., Прокушева Д.А. Моделирование работы системы адаптивного круиз-контроля автомобиля в среде Matlab-Simulink.....	135
Ле Х.Т., Королев Е.В., Гришина А.Н., Гладких В.А. Оценка эффективности нейтрализаторов эмиссии токсичных газов SO <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> S в сероасфальтобетоне.....	138
Добрецова С.Б., Добрецов Р.Ю. Элементы математического обеспечения проектирования гиперболического механизма поворота гусеничной машины .....	141
Мацулевич С.В., Коган А.Г., Буткевич В.Г. Поиск оптимальных параметров ультразвукового излучения для интенсификации технологического процесса заключительной отделки двухполотных жаккардовых ковровых покрытий.....	147
Семенов А.Г. Корректировка концепции управления освещением крупных населенных пунктов ....	151
Коган А.Г., Ясинская Н.Н., Скобова Н.В., Разумеев К.Э. Интенсификация пропитки нетканых материалов при формировании композитов строительного назначения .....	157
Дудко С.Л., Козлов А.С., Макарова Н.А. Анализ процесса натяжения игольной нитки в челночной швейной машине.....	161
Кулиева Д.Р., Саидова А.С., Шаприпова Ш.Н., Сулаймонова С.С. Методика формирования конструктивных умений у будущих учителей.....	165

Переборова Н.В., Макарова А.А., Климова Н.С. Ползучесть полипропиленовых и поливинилиденфторидных нитей медицинского применения .....	171
Разумеев К.Э. Комплексные научно-технические разработки университета, академии в XXI веке и их стабильно высокая правительственная оценка .....	177

## **СПОСОБЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ТВОРЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА В ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИИ ОДЕЖДЫ WAYS TO TRANSFORM A CREATIVE SOURCE IN CLOTHING DESIGN**

**Гарифуллина Гульнара Адгамовна, Розенблюм Анастасия Олеговна  
Adamovna Gulnara Garifullina, Rosenblum Anastasia Olegovna**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Россия, Казань*

*Kazan national research technological University, Kazan, Russia  
(email: gulnarakdrv03@mail.ru; nastyaroz@mail.ru)*

*Аннотация:* В статье рассмотрен дизайн-метод творческой трансформации цветочного мотива при поиске конструктивно пластического решения костюма.

*Abstract:* the article considers the design method of creative transformation of a floral motif when searching for a constructively plastic solution to a costume.

*Ключевые слова:* творческий источник, дизайн-метод, стилизация, цветочный мотив, коллекция авторская.

*Keywords:* creative source, design method, stylization, floral motif, author's collection.

Создавая новое произведение, художник всегда вдохновляется определенными образами. Это могут быть когда-либо увиденные ранее объекты, либо конкретные образы, являющиеся натурным творческим материалом.

Творческий источник - это эмоциональная подпитка для художника, это неисчерпаемый запас замыслов и идей. Материалом для художника может послужить все что угодно: мотивы растительного и животного мира, объекты бытового и промышленного дизайна, архитектура, скульптура, живопись и многое другое.

В отобранном для работы источнике вдохновения заключена основная идея будущего произведения.

Работа с творческим источником - это сложный, но очень интересный творческий процесс. Существует множество способов работы с источником. Эта работа заключается в его поэтапной трансформации в новое произведение. Способы трансформации творческого источника в костюм называют дизайн-методами.

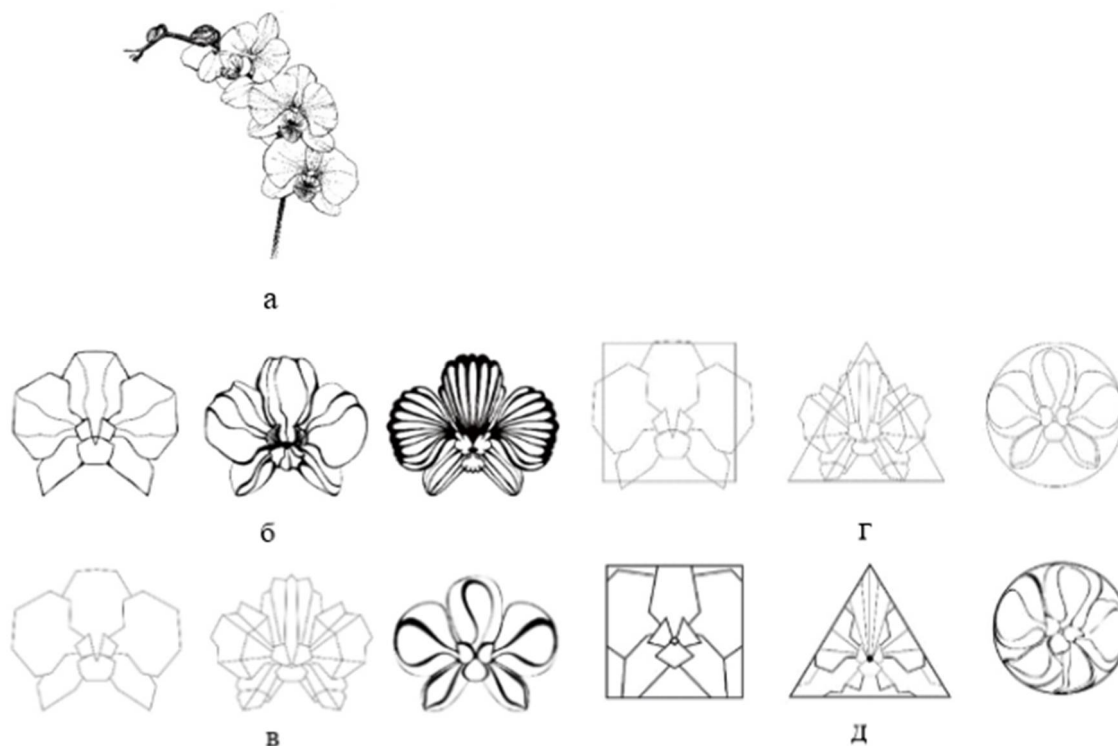
Дизайн-метод выбирается художником в зависимости от того, какой результат он хочет получить или исходя из собственных предпочтений. Художник может пользоваться как одним, так и целым рядом творческих источников, выбирая из каждого наиболее выразительные моменты.

В статье представлен результат работы по использованию цветочных мотивов в поиске конструктивно пластического решения костюма.

Для создания выразительной композиции требуется провести глубокий анализ взятого за основу материала.

После того, как художник определяется с источником вдохновения, выполняются зарисовки данного объекта любыми материалами в черно-белой или цветной графике.

Источником вдохновения для дизайна коллекции моделей одежды выбирается цветок - орхидея и выполняется зарисовка гелевой ручкой или линнером в черно-белой графике (рис.1, а-д).



**Рис.1. Основные этапы творческой трансформации рисунка от зарисовки до окончательной стилизации: а) зарисовка орхидеи (авторский эскиз) б) первый этап стилизации (авторский эскиз) в) создание линейного контура (авторский эскиз) г) трансформация рисунка для размещения в трех геометрических формах (авторский эскиз)**

После того как натуральный материал собран, начинается его творческая переработка, то есть переход от реального изображения к стилизованному. Стилизация выполнена в несколько этапов. Первый этап заключался в переработке натуралистической зарисовки и уход от реалистичного изображения объекта. Создано несколько вариантов стилизации (Рис.1, б).

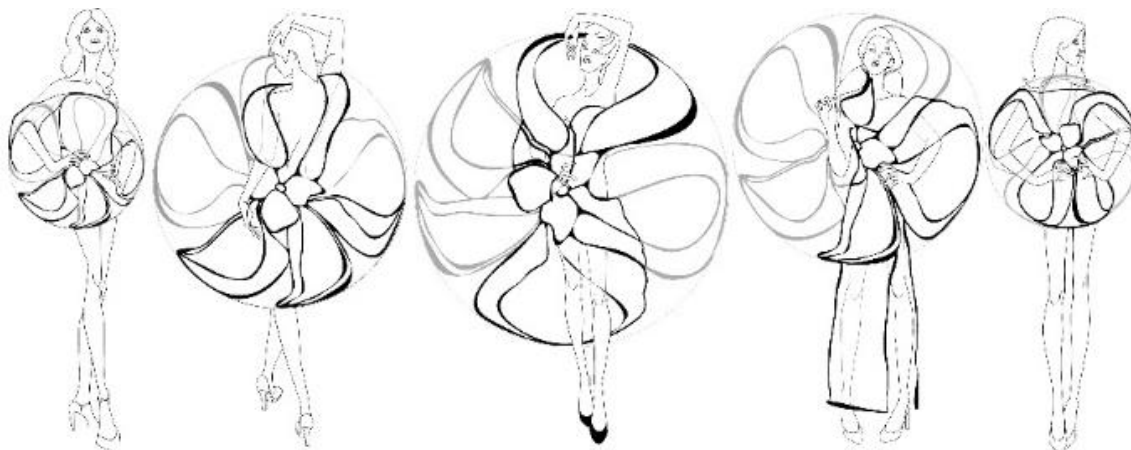
Второй этап заключался в упрощении и уменьшении количества линий, создание линейного контура (Рис.1, в).

Для того, чтобы ограничить поиски новых графических форм требовалось вписать полученный линейные рисунки в три основных геометрических фигуры: круг, квадрат, треугольник. (Рис.1, г). Это являлось завершающим этапом работы над рисунком.

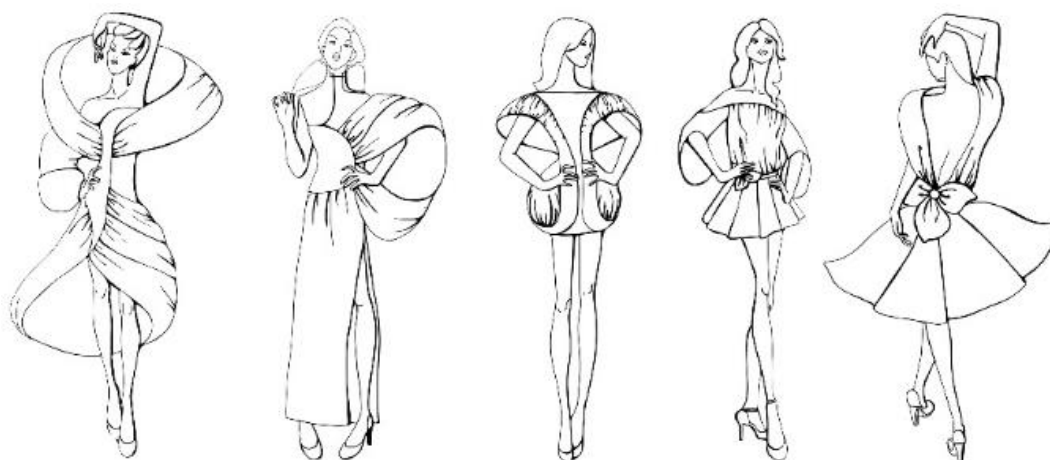
Следующим этапом в разработке костюма является наложение полученных стилизованных рисунков на шаблоны фигуры. Для создания разных вариантов костюма изображение можно вращать, изменять масштаб и двигать относительно фигуры. Отбираются пять наиболее удачных вариантов.

Рассмотрим создания ряда моделей на основе рисунка, вписанного в круг (Рис.2).

После того, как выбраны самые удачные варианты было выполнено еще одно упрощения рисунка. Лишние, не участвующие в формировании конструктивно пластических форм линии убираются. На основе оставшихся линий создается модель одежды, линии рисунка переходят в рельефы, декоративные линии и др. конструктивные и декоративные элементы (Рис.3).



**Рис.2. Наложения изображения в круге на фигуру (авторский эскиз)**



**Рис.3. Формирование готовых моделей одежды (авторский эскиз)**

Рассмотренный дизайн-метод является одним из многих способов работы с творческим источником. Он хорошо подходит для развития творческого воображения у начинающих художников, а также является прекрасным способом создать что-то кардинально другое, отличающиеся от уже выработанного стиля у профессиональных художников. Итогом данной работы является оригинальная, целостная коллекция моделей женской одежды.

#### **Список литературы**

1. Этапы изучения творческого источника //2019. <http://xn--ilabbnckbmcl9fb.xn--p1ai/B8/594624/html>.
2. Источники творческого воображения дизайнера //2013. [http://life-prog.ru/1\\_2222\\_vopros--istochniki-tvorcheskogo-voobrazheniya-dizaynera/html](http://life-prog.ru/1_2222_vopros--istochniki-tvorcheskogo-voobrazheniya-dizaynera/html).
3. Полищук О.В. Стилизация растительных форм // 2015. <https://infourok.ru/stilizaciya-rastitelnih-form-v-ornamente-913176/html>.
4. *Каракова Т.В.* Принципы структурного формообразования в дизайне костюма. Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2009. – 276 с.



**ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПЕЧАТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО ТКАНЯМ:  
ОТ НАБОЙКИ ДО ЦИФРЫ  
HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF PRINTING TECHNOLOGIES  
FOR FABRICS: FROM PADDED PRINTING TO NUMBERS**

**Асланова Мария Валерьевна, Третьякова Анна Евгеньевна,  
Сафонов Валентин Владимирович  
Aslanova Maria Valerievna, Tretyakova Anna Evgenievna,  
Safonov Valentin Vladimirovich**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Москва  
The Kosygin State University of Russia, Moscow  
(e-mail: maria\_aslanova@bk.ru; bullhund@rambler.ru; safonov-vv@arguk.ru)*

*Аннотация:* Упоминания об узорах на ткани находят с древних времен, люди пытались сделать одежду нарядной и привлекательной. В истории четко прослеживается связь между техническим прогрессом и образом жизни различных социальных групп. В статье рассматривается история развития печатных технологий.

*Abstract:* Historical proofs of existing ornaments on fabric are found since ancient times, people tried to make clothes elegant and attractive. History clearly shows the link between technological progress and the way of life of various social groups. The article examines the history of the development of printing technologies.

*Ключевые слова:* печать, ткань, узор.  
*Keywords:* print, fabric, pattern.

История узоров на ткани по некоторым источникам начинается раньше, чем выполнение узоров на бумаге. Вероятнее всего, первые рисунки появились на шелковых тканях в Китае. Для того чтобы окрасить материал, вырезали бумажный трафарет и с его помощью наносили необходимый рисунок. Самые ранние найденные примеры относятся к 220-му году до нашей эры [1]. Стоит отметить, что в Поднебесной пытались заниматься и шелкографией – разновидностью трафарета в виде сетчатого шаблона из шелковых нитей. Пробные опыты по вытравливанию нитей химическими реагентами датируются 960-м годом нашей эры.

В Индонезии ткани раскрашивали художественными кистями, а для более тонких узоров применяли особый инструмент – кантинг. Он представлял собой небольшой контейнер с носиком и бамбуковой ручкой. Внутри заливали горячий воск, который потом тонкой струйкой распределяли по материи. В дальнейшем саму ткань помещали в краситель, а после кипятили в чистой воде. Воск отставал, и взору открывался красивый витиеватый рисунок.

В настоящее время этой методикой пользуются в различных странах и ее официально признали одним из видов батика, так называемого горячего.

Еще один старинный способ получения узоров на ткани или пряже состоит в том, что перед крашением туго перевязывают лентой или шнуром определенные места ткани или просто завязывают узлом. Перевязанные места не прокрашиваются, и получается своеобразный узор.

Дальнейшее развитие техники узорчатого расцветивания тканей шло по линии применения различных трафаретов, клише из картона, цинка или дерева. С этого момента уже можно говорить о появлении техники печатания [2].

Родившаяся в Индии идея переноса рисунка на ткань стала популярна во всем мире. В континентальную Европу технология попала по торговым путям в XII веке и получила широкое распространение. Сущность метода заключалась в следующем. На цельном куске древесины вырезался будущий сюжет, обычно рисунок отображали зеркально. На полученную выгравированную модель наносили слой краски и плотно прижимали шаблон к поверхности материала и ударяли сверху мотком. Затем его отпускали, снова намазывали деревянную болванку красителем и прикладывали уже в другом месте ткани. Процесс продолжался до достижения необходимого результата. Метод получил название «набивной рисунок» (рис. 1).



**Рис. 1. Пример печатной формы для набивной печати**

Способ получения рисунка при помощи трафарета появился в Китае и также мигрировал в Европу. Вместо вырезанных узоров на деревянном бруске китайские мастера делали трафареты. Прикладывая трафарет на поверхность ткани, мастер постукивал по высеченным местам мешочком с красителем. Краска при ударе пробивалась сквозь мешочек, тем самым, окрашивая поверхность ткани.

К середине XVIII века ручной процесс нанесения рисунка на ткань стали механизировать. И к концу столетия создали первую печатную машину. Сначала с деревянными, а потом и с металлическими гравировальными валами.

Сведения о набойке на Руси встречаются в источниках, относящихся к X веку. Она появилась, благодаря купцам, торговавшим с восточными странами. Сначала набивным делом на Руси занимались иконописцы-травщики, затем его освоили ремесленники, и оно распространилось в крестьянской среде. А в начале XIX века появились и первые печатные машины в ведущем, на тот момент, текстильном центре России – Иваново-Вознесенское. Всего через пару десятков лет в Москве и Петербурге появились предприятия с печатными машинами.

В настоящее время методы печати очень разнообразны и ориентированы, прежде всего, на нужды потребителя. Различают трафаретный или плоскочечатный и ротационный шаблонный, термотрансферный и цифровой способы печати [3].

Для трафаретной печати по тканям необходим трафаретный печатный станок. Он представляет собой стол с натянутой на раму сеткой. Станок, предназначенный для трафаретной шаблонной печати, должен последовательно выполнять четыре действия: взятие подложки, приводка, печать и снятие подложки. Технология заключается в проникновении печатной краски на запечатываемую ткань в местах, соответствующих узору на сетчатом шаблоне. Позже такой вид печати трансформировался в плоскочечатную машину с сетчатыми шаблонами, современное оборудование насчитывает до 24 и даже до 36 шаблонов (карусельная машина), позволяющее получать штучные изделия с уникальными рисунками (от павлово-посадских платков до футболок/толстовок).

Большое развитие получил метод ротационной шаблонной печати сетчатыми шаблонами. Он произошел от фотофильмпечати (шелкотрафарета) плоскими сетчатыми шаблонами. Фотофильмпечать была перенесена в Европу из Японии в 1926 году. В России ее стали применять в 1936 году для оформления шелковых тканей. В наши дни встречается только на крупных предприятиях текстильной промышленности. Способ ротационной печати основан на применении перфорированного цилиндра, выполняющего функции печатного вала. Ракельный механизм изготовлен из стальных или резиновых лезвий, расположенных внутри шаблона под определенным углом. Краситель под давлением подается насосом внутрь шаблона. Давление подачи краски можно регулировать.

Термотрансфер (от др.-греч. Θερμός – горячий и англ. transfer – перенос, перемещение, перевод) – один из способов нанесения изображений на поверхности, выдерживающие кратковременное (от 5 до 30 с) воздействие температуры от 120 до 190°C. Эта технология нанесения изображения с использованием промежуточного носителя при помощи нагрева контактирующих между собой промежуточного носителя и поверхности изделия. Термотрансфер имеет ряд преимуществ:

- возможность практически моментального переноса цветного изображения при сохранении полной палитры цветов;
- возможность печатать единичные экземпляры и не заказывать тираж;
- полученное изображение устойчиво к стирке и мытью.

В последнее время термотрансферная, а также и сублимационная печати стали производиться с помощью цифровых печатных технологий. Пигменты и дисперсные красители соответственно наносятся на промежуточный носитель (полиэфирную пленку или термобумагу соответственно). Перенос рисунка на ткань с промежуточного носителя осуществляется с помощью термопресса или каландра. Преимущество такой технологии заключается в отсутствии финишной промывки, требующей расхода воды и очистки сточных вод от вымываемых реагентов [4-5].

Цифровая прямая печать производится на цифровых струйных принтерах/плоттерах различного формата и возможно получение готовой продукция от единичного экземпляра до длиннотиражного выпуска на тканях их различных волокон – натуральных и химических основное преимущество цифровых технологий – это гибкость производственных решений, отсутствие процесса изготовления печатных форм и, следовательно, нет необходимости хранения шаблонов.

Однако, несмотря на преимущества и бурный рост цифровых технологий, виды ручной печати сохраняются и в настоящий момент, и это относится к получению изделий штучного ассортимента стиля винтаж, бохо и других современных модных экости-лей.

#### **Список литературы**

1. Возникновение печати на ткани // 2019. <https://textile-space.ru/> 05.2019
2. Исторический обзор развития способов печатания тканей // 2020. <http://www.otkani.ru> 03.2020
3. Основные виды и способы печати по ткани // 2016. <https://compuart.ru/> 04.2016
4. Третьякова А.Е., Сафонов В.В. Цифровые технологии в печати текстильных материалов. Часть 1. Печатные чернила. М.: РИО ГОУ ВПО «МГТУ им. А.Н. Косыгина», 2010
5. Третьякова А.Е., Сафонов В.В. Цифровые технологии в печати текстильных материалов. Часть 3. Оборудование для цифровых технологий в отделке текстильных материалов. М.: РИО ГОУ ВПО «МГУДТ», 2013

**ПОКРЫТИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ  
ВЛАЖНО-ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ  
COATINGS FOR WORKING BODIES OF EQUIPMENT FOR WET-  
HEAT TREATMENT OF SEWING PRODUCTS**

**Нутфуллаева Лобар Нуруллаевна, Нутфуллаева Шахло Нуруллаевна,  
Шойиева Максуда Махмуд кизи, Райимова Нигина Бобоназаровна  
Nutfullaeva Lobar Nurullaevna, Nutfullaeva Shahlo Nurullaevna,  
Shoiyeva Maksuda Makhmud kizi, Rayimova Nigina Bobonazarovna**

*Бухарский инженерно-технологический институт  
Bukhara Engineering Technological Institute  
(e-mail: lobarnur@mail.ru)*

*Аннотация:* Рассмотрен метод повышения качества влажно-тепловой обработки швейных изделий, основанный на выборе соответствующего набора конструкций гладильных подушек в зависимости от свойств амортизирующего слоя - предложен системный подход к разработке покрытия гладильных подушек прессов влажно-тепловой обработки с учетом параметров амортизирующего слоя, а также технологических и эксплуатационных характеристик материалов обрабатываемых швейных изделий.

*Abstract:* The method of improving the quality of wet-heat treatment of garments based on the selection of the appropriate set of ironing pillow structures depending on the properties of the damping layer is proposed. A systemic approach is proposed for the development of a coating for ironing pads of wet-heat treatment presses, taking into account the damping layer parameters, as well as technological and operational characteristics of materials processed garments.

*Ключевые слова:* гладильные подушки, покрытия подушек прессы, амортизирующий слой, парораспределительная покрытия, теплоизоляционная покрытия, амортизирующая покрытия, выравнивающая покрытия, обтягивающая покрытия, качество ВТО, концентрация давления, обрабатываемый узел.

*Key words:* ironing cushions, press cushion covers, cushioning layer, steam distribution coatings, heat-insulating coatings, cushioning coatings, leveling coatings, covering coatings, quality of WHT, pressure concentration, machined unit.

Качество влажно-тепловой обработки (ВТО) швейных изделий, наряду с другими важными факторами, также зависит и от материалов, которыми обтянуты рабочие поверхности прессового оборудования. Обтяжки подушек гладильного оборудования в процессе работы находятся под постоянным воздействием пара, влаги, высокой температуры и давления. В связи с этим физико-механические показатели обтяжек подушек должны выдерживать заданные режимы ВТО и обеспечивать высокое качество обработки швейных изделий. Характеристика упругих свойств таких обтяжек разная. Наряду с жесткими подушками без прокладок применяют подушки, покрытые войлоком или несколькими слоями шинельного сукна; подушки, покрытые пружинными или резиновыми матами; подушки с гидравлическими или пневматическими камерами.

С целью выявления технологических функций покрытий и обоснования разработки их конструкций для той или иной операции ВТО на предприятиях бытового обслуживания применим системный подход, в соответствии с которым вначале

проводится качественный анализ покрытия как функциональной системы. Основной задачей такого анализа является выявление подсистем и их элементов, а также установление целевых функций, т. е. определение структуры покрытия [1].

В результате анализа системы: «гладильные подушки – обрабатываемый полуфабрикат» выявлены пять характерных элементов покрытия: парораспределительный, теплоизоляционный, амортизирующий, выравнивающий и обтягивающий. Основным слоем покрытий является амортизирующий, который выравнивает давление по поверхности обрабатываемого изделия, обеспечивает подачу пара через нижнюю подушку в зону обработки для перевода волокон ткани в высокоэластическое состояние и просос воздуха через нее в процессе сушки и стабилизации вакуумным отсосом [3].

1) парораспределительная — рассеивать равномерным облаком струи пара, проходящие сквозь покрытие, по формуемой поверхности полуфабриката;

2) теплоизоляционная — защищать элементы покрытия от воздействия высоких температур со стороны рабочей поверхности гладильной подушки;

3) амортизирующая — обеспечивать заданные равномерность и распределение давления прессования по формуемой поверхности полуфабриката;

4) выравнивающая — окончательно формировать сплошное облако пара у поверхности полуфабриката и защищать полуфабрикат от пропечатывания фактуры элементов покрытия на его поверхности;

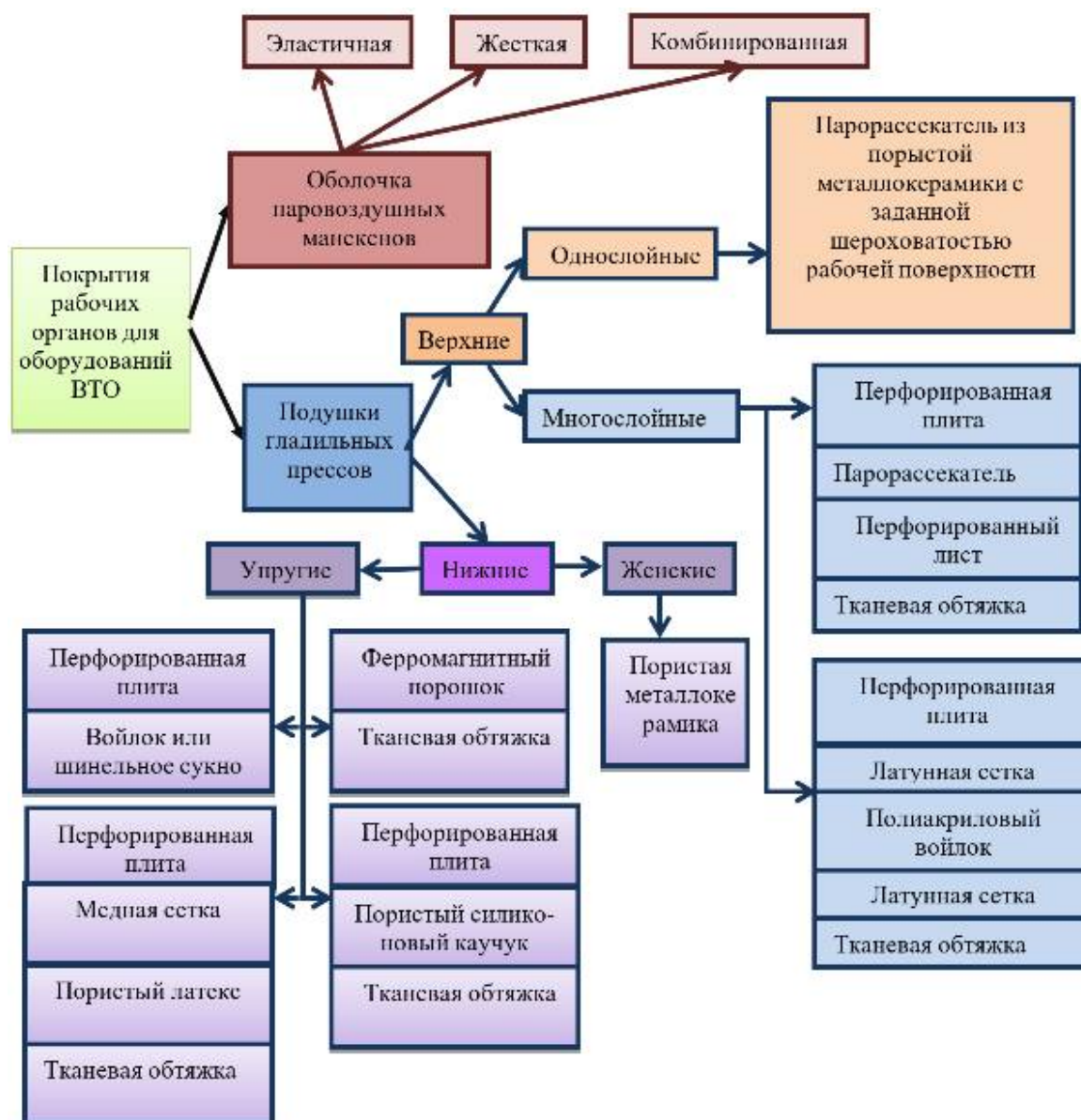
5) обтягивающая — крепить элементы покрытия к подушке и защищать их от загрязнения текстильной пылью, сохраняя при этом аэродинамические характеристики покрытия в целом [2, 4].

Аналитический обзор существующих конструкций показывает, что могут быть такие покрытия, в которых каждой вышеперечисленной системе соответствует отдельный элемент или в одном элементе могут быть выделены несколько подсистем. К такому элементу можно отнести амортизирующий слой, который может выполнять целевые функции парораспределительной и амортизирующей подсистем и нести основную функциональную нагрузку покрытия. Использование теплостойкого материала для такого элемента позволит исключить из состава покрытия теплоизоляционный элемент. Таким образом, структура системы может быть существенно упрощена и формально включать в себя три элемента: амортизирующий, выравнивающий и обтяжку [5, 6].

При выборе материалов для амортизационных покрытий особое внимание необходимо обратить на равномерность распределения рабочих сред по поверхности покрытия, показатели паро- и воздухопроницаемости, эксплуатационной надежности и также возможность применения при ВТО коопозитных материалов и др. [7, 8]. Классификация конструкций амортизационных покрытий рабочих органов оборудования ВТО показана на рисунке.

Охарактеризуем функциональное назначение слоев пакета покрытия.

Парораспределительный слой обеспечивает распределение пара при увлажнении полуфабриката, а также предохраняет пропарочные отверстия от засорения. Теплоизоляционный слой уменьшает температуру нагрева самого пакета обтяжки и благодаря этому увеличивает срок его службы. Упругий слой распределяет усилие прессования по площади полуфабриката. Различное число полотен упругого слоя в пакете покрытия обеспечивает концентрацию давления на обрабатываемый узел (что часто бывает необходимым при внутривидеальной ВТО) и его равномерное распределение по всей обрабатываемой поверхности изделия, обеспечивающее высокое качество окончательной ВТО. Долговечность сохранения упругих свойств материалов этого слоя часто определяет срок службы всего пакета обтяжки [9-11].



**Рисунок. Классификация конструкций амортизационных покрытий рабочих органов оборудования для ВТО**

Выравнивающий слой обеспечивает равномерность обтяжки по всей рабочей поверхности.

Наружный слой пакета обтяжки не должен образовывать ласы и давать отпечатки переплетения нитей на обрабатываемом участке изделия. С помощью наружного слоя пакет обтяжки крепится на гладильной поверхности подушки прессы, стола для утюжки и колодки.

Таким образом, проведенный анализ и исследование целевых функций применяемых покрытий гладильных подушек прессового оборудования для ВТО показал некоторое несоответствие параметров предъявляемых требований. Дальнейшие исследования будут направлены для решения этих задач для повышения качества и формоустойчивости швейных изделий на операциях влажно-тепловой обработки.

### Список литературы

1. Лукина Л.А. Особенности оборудования влажно-тепловой обработки трикотажных изделий. Журнал. Электротехнические и информационные комплексы и системы. №3. Т.6. 2010г. С. 53-57.
2. Лукина Л.А. Совершенствование оборудования для влажно-тепловой обработки спортивной одежды из высокоэластичных материалов на предприятиях бытового обслуживания. Автореф. дис. ... канд.тех.наук. М.: 2010. 18 с.
3. Нутфуллаева Л.Н., Черунова И.В., Ташпулатов С.Ш. Применение композиционных материалов для изготовления рабочих органов прессового оборудования для влажно-тепловой обработки швейных изделий // Журнал. Проблемы текстиля. 2018. №1. С 71-75.
4. Шагунов Д.В. Совершенствование амортизирующих покрытий гладильного оборудования предприятий бытового обслуживания. Авт.дис. ... канд.техн.наук. Москва. МГУДТ., 2009. 31 с.
5. Нутфуллаева Л.Н., Казакова М.А., Алимов С.Р. Основные требования к оборудованию влажно-тепловой обработки на швейных предприятиях. Молодой ученый ежемесячный научный журнал. ISSN 2072-0297. Россия г.Казань. №12. Часть III. 2016. с. 341-344.
6. Ташпулатов С.Ш. Разработка высокоэффективной ресурсосберегающей технологии изготовления швейных изделий. Автореф. дисс. ... докт.техн.наук. -Т, ТИТЛП, 2008.,42 с.
7. Меликов Е.Х. Разработка и исследование методов формования деталей одежды. Автореф. дисс. ... докт.техн.наук., М.,МТИЛП,1986, 42с.
8. Черепенько А.А. Теоретические основы комплексной технологии окончательной влажно-тепловой обработки верхней мужской одежды. Автореф. дисс. ... докт.техн.наук., Шахты, ЮРГУЭС, 2011.39 с.
9. Нутфуллаева Л.Н., Ташпулатов С.Ш., Черунова И.В., Рихсиева Б.А., Ковалева А.А., Лесникова Т.Ю. Исследование влияние механизмов формирования пакетов на их физико-механические свойства. Научно-технические технологии на службе экологии человека. Монография. ISBN978-5-906758-99-6 Россия. Г. Шахты-Новочеркасск. Лик.2015.144 с.
10. A.Garatelli, A.Meda, Z.Rinaldi, S.Spagnuolo, G.Maddaluno. optimization of GFRP reinforcement in precast segments for metro tunnel lining Compos Struct, 181 (2017), pp.336-346
11. E.McIntyre, A.Bilotta, L.Bisby, E.Nugro. Mechanical Properties of Fibre Reinforced Polymer Reinforcement for Concrete at High Temperature. Presented at th 8th international conference on structures in Fire, Shanghai, China, 11-13 June (2014)

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДВУСТОРОННИХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ  
ДЛИННОВОЛОСОЙ ПУШНИНЫ  
DESIGNING TWO-SIDED PRODUCTS FROM LONG-HAIRED FURS**

**Гусева Марина Анатольевна\*, Андреева Елена Георгиевна\*, Курманжан Али К.\*,  
Балакирев Николай Александрович\*\*  
Guseva Marina A.\*, Andreeva Elena G.\*, Kurmanzhan Ali K.\*, Balakirev Nikolai A.\*\***

*\*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство), Россия, Москва*

*\*The Kosygin State University of Russia, Russia, Moscow  
(e-mail: guseva\_marina67@mail.ru)*

*\*\*Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии  
им. К.И. Скрябина, Москва, Россия*

*\*\*Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology  
named after K. I. Scriabin, Russia, Moscow*

*Аннотация.* Рассмотрены основные особенности процесса изготовления облегченных двусторонних изделий из пушнины. Даны рекомендации по оптимизации процесса проектирования одежды на примере плетения по сетке-основе меховой нитью из шкуркового полуфабриката рыси.

*Abstract:* The main features of the process of making lightweight double-sided fur products are considered. Recommendations are given for optimizing the process of designing clothes on the example of weaving on a mesh-base with fur thread from a lynx semi-finished product.

*Ключевые слова:* плетеная одежда, меховые изделия.

*Keywords:* wicker clothing, fur products.

Натуральный мех отличается относительно высокой стоимостью по сравнению с другими материалами для одежды [1], что обуславливает значимость улучшения экономических показателей качества меховых изделий и разработки способов повышения эффективности их изготовления. Благодаря уникальной природной эстетичности волосяного покрова меха современными дизайнерами успешно применяются инновационные технологии изменения меховой фактуры [2], новые способы раскроя пушно-мехового полуфабриката и изготовления готовых изделий [3], среди которых можно выделить облегченные изделия из пушнины. Для изготовления двухсторонних меховых изделий, отличающихся сложной фактурной поверхностью (рис.1) формируют последовательное переплетение меховых нитей или закрепляют полосы из пушнины на сетчатом материале [4-6].

Двустороннюю меховую одежду изготавливают без деталей из подкладочных и прокладочных материалов, что снижает массу изделия и повышает удобство его носки. К недостаткам плетеных меховых изделий можно отнести снижение ветростойкости, износостойкости и ремонтпригодности.

Поверхность двусторонних меховых изделий получают тремя основными способами: 1) вязанием спицами или крючком из меховых нитей; 2) закреплением меховых полосок на текстиле; 3) оплеткой нитями сетчатой основы предварительно раскроенных деталей. Для получения меховых нитей шкуру разрезают на узкие полосы, кото-



рые скрепляют между собой, сохраняя направление роста волос, и при необходимости скручивают.



**Рисунок 1 – Модели двусторонних меховых изделий дизайнерских коллекций: а - Ralph Lauren; б – Sportmax; в – Fendi; г - Michael Kors; д – Fendi [7]**

В качестве исследуемой технологии выбран процесс изготовления двустороннего мехового изделия способом оплетки. Для эксперимента взяты филейная сетка (производство Италия), сплетенная мультиаксиальным плетением трех нитей [8] из полиамидных и полиэфирных волокон и выделанные шкурки рыси [9].

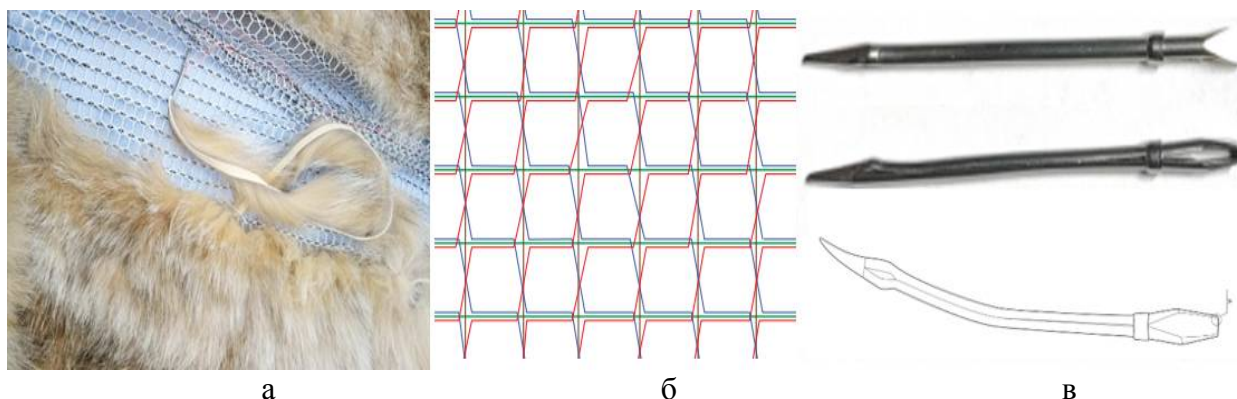
Волосной покров рыси имеет сложную структуру, по хребту, бокам и череву отличается по густоте и мягкости, окрас неоднороден из-за резких переходов от светлых участков к темным. В зависимости от породы череву шкурки может быть белым или иметь рисунок из темных пятен. Высота волосного покрова различна по топографическим участкам. Длина направляющих волос хребтовой части составляет  $35\div 51$  мм, на череве –  $50\div 70$  мм [10]. Пуховые волосы извитые и тонкие.

Для минимизации проявления в изделии присущих волосному покрову рыси природных различий по высоте и окрасу, а также для усиления визуальных эффектов композиции модели выполнен расчет параметров меховых полосок. Поскольку для эксперимента выбрана сетка с размерами ячеек 0,5 см, то ширина меховой полоски не должна превышать 1 см, составляющего 1,84% от ширины пушно-мехового полуфабриката. Для оплетки ячеек сетки при длине фрагмента детали изделия в 70 см, длина меховой полоски составит  $(0,5/1,84\%) 2*70 = 128,8$  см. Таким образом, расчетное количество шкурок рыси для изготовления проектируемого изделия составит три штуки.

Процесс оплетки сетки меховой нитью достаточно трудоемок (рис. 2а) и требует от скорняка особого мастерства, так как важно отслеживать гармоничное расположение волосной части меховой нити строго по лицевой стороне. При обвязывании ячеек сетки-основы (рис. 2б) возможно повреждение волосного покрова. Эксперимент по оптимизации трудоемкости процесса оплетки сетки меховыми нитями показал, что использование игл со скругленным концом и отшлифованным наконечником (рис. 2в) позволяет удерживать волосную часть меховой нити в заданном положении, что сокращает время обвязывания в среднем на 20%, достигая 40 минут на 1 м сетки. Последовательность этапов процесса проектирования плетеных двусторонних изделий из пушнины представлена в таблице 1.

Конструктивно-технологической особенностью процесса проектирования плетеных меховых изделий является преобразование их модельной конструкции путем размоделирования выточек на выпуклости лопаток и груди и введения небольшой технологической деформации (посадки) по боковым и плечевым швам (рис. 3). Композиционно-конструктивный анализ моделей-аналогов из дизайнерских и промышленных коллекций показал, что конструктивные параметры по основным горизонтальных

уровням деталей плетеной одежды отличаются от соответствующих параметров в меховых изделиях, проектируемых из целых шкурок. Благодаря разреженной структуре плетеные изделия получаются не только облегченными, но и имеют оригинальную внешнюю форму, не характерную для более формоустойчивых цельномеховых изделий. В плетеных изделиях рекомендуется проектировать одношовные втачные рукава и цельнокроеный подборт.

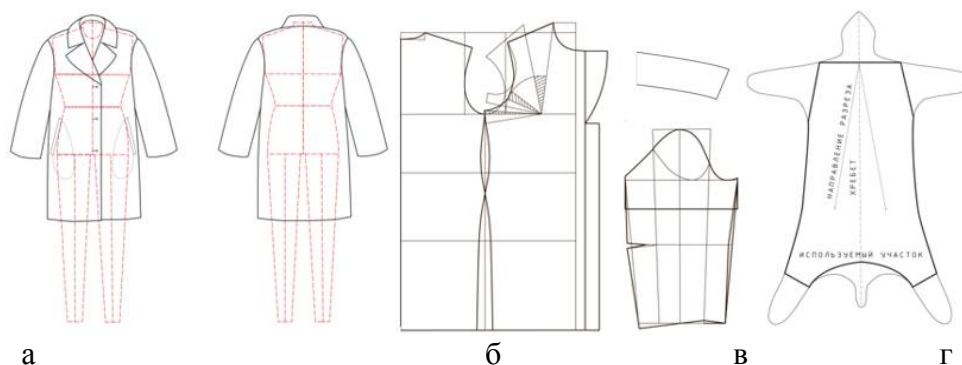


**Рисунок 2 – Формирование мехового полотна: а – процесс оплетки ячеек сетки меховой нитью, б – схема оплетки; в - инструменты**

Таблица 1 – Содержание основных этапов проектирования двусторонней меховой одежды

Этап	Содержание этапа
Дизайнерский	Разработка художественного и технического эскизов
	Конфекционирование: подбор пушно-мехового полуфабриката с заданными свойствами, сетки-основы, скрепляющих материалов, фурнитуры
Конструкторский	Разработка модельной конструкции и лекал проектируемой модели
	Раскрой сетки-основы, проверка деталей на сопряженность
	Расчет материалоемкости изделия в соответствии с габаритами модели и параметрами сетки-основы
Технологический	Подготовка пушно-мехового полуфабриката: удаление пороков, потяжка шкурки, разметка полосок, раскрой, соединение полосок в меховую нить
Изготовление изделия	Обвязка (оплетка) деталей из сетки-основы
	Соединение деталей скроя
	Прикрепление фурнитуры
	Окончательная обработка бортов изделия
	Окончательная чистка (барабанная)
	Окончательное ВТО и сушка на манекене

В зависимости от дизайна модели оплетка ячеек сетки-основы меховыми нитями выполняется снизу-вверх в вертикальном или наклонном направлениях. Процесс изготовления двусторонних изделий предусматривает только ручное соединение полуфабрикатов по контурам деталей, при этом все швы (боковые, плечевые, пройма, горловины) маскируются оплеткой соответствующих участков дополнительными меховыми полосками.



**Рисунок 3 – Модельная конструкция двустороннего пальто, плетенного из меховых нитей: а – технический эскиз; б – стан изделия, в – рукав и воротник; в – раскрой шкурки рыси**

Продукция меховой отрасли востребована отечественными потребителями, это связано с суровыми климатическими условиями на большой территории страны и развитию сырьевой базы, что привело к появлению на национальном рынке большого количества импортеров, создающих высокую конкуренцию производителям меховых товаров и поддерживающих стабильно высокие цены при невысоком качестве продукции. Внедрение на отечественных предприятиях инновационных технологий производства изделий из меха, в том числе облегченных двухсторонних изделий, способствует насыщению рынка модными товарами с уникальными эстетическими и функциональными свойствами.

#### Список литературы

1. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Белгородский В.С., Новиков М.В., Балакирев Н.А. Шкалы социальной значимости меха на национальном и глобальном рынках// В сб. науч. трудов Междунар. науч.-техн. симпоз. «Современные инженерные проблемы в производстве товаров народного потребления». – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2019, Ч.1. – С.56-62.
2. Бутко Т. В., Гусева М. А., Андреева Е.Г. Изучение способов фактурной отделки меховых изделий. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018. – 119 с.
3. Койтова Ж.Ю. Свойства натурального меха, методы оценки и новые способы раскроя пушно-меховых полуфабрикатов. - Кострома: КГТУ, 2004. - 128 с.
4. Токторбаева Э.И., Меликов Е.Х., Лопасова Л.В., Лакомова Е.В. Способ изготовления двустороннего мехового полотна из каракуля/ Патент №2184784 RU, опубл. 10.07.2002.
5. Свириденко О.В., Андросова Г.М. Способ изготовления двустороннего объемного полотна изделия из кожи и (или) меха/ Патент №2229255 RU, опубл. 27.05.2001.
6. Минина Л.А. Способ изготовления двусторонних изделий из меха/ Патент № 2109063 RU, опубл. 20.04.1998.
7. Gallery. URL:<http://www.mifur.com>
8. Лунина Е.В. Теория и методы проектирования объемных малошовных оболочек с триаксиальной и мультиаксиальной структурой: дис. ... д-а техн. наук: 05.19.04/ МГУДТ, М., 2011. – 303 с.
9. ГОСТ 12056-66 Шкуры рыси и диких кошек выделанные. Технические условия. - М.: Изд-во стандартов, 1989. – 13 с.
10. Гусева М.А., Новиков М.В., Андреева Е.Г., Белгородский В.С., Петросова И.А., Балакирев Н.А. Базовые цифровые шкалы эстетических и геометрических свойств меха/ Св-во о регистрации базы данных №2019620409 RUS, опубл. 15.03.2019.

**ПРОГРАММА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРЕДЕЛОВ  
ОГНЕСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ПРЕДЕЛА  
РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОГНЯ ПО КОНСТРУКЦИЯМ И ГРУПП  
ВОЗГОРАЕМОСТИ МАТЕРИАЛОВ  
PROGRAM FOR DETERMINING THE LIMITS OF FIRE  
RESISTANCE OF BUILDING STRUCTURES, THE LIMIT OF FIRE  
PROPAGATION THROUGH STRUCTURES AND GROUPS OF  
MATERIALS ' FLAMMABILITY**

**Федосов Сергей Викторович \*, Маличенко Вячеслав Геннадиевич \*\*,  
Торопова Мария Владиевна \*\*, Лазарев Александр Александрович\*\*\*  
Fedosov Sergey Viktorovich \*, Malichenko Vyacheslav Gennadievich \*,  
Toropova Maria Vladevna \*\*, Lazarev Alexander Alexandrovich\*\*\***

*\*ФГБОУ ВО Национальный исследовательский Московский государственный  
строительный университет, Россия, Москва*

*\*National research Moscow state University of civil engineering, Moscow, Russia*

*\*ФГБОУ ВО Поволжский государственный технологический университет,  
Россия, Йошкар-Ола*

*\*Volga state technological University, Yoshkar-Ola, Russia  
(e-mail: FedosovSV@mgsu.ru)*

*\*\*ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет, Россия,  
Иваново*

*\*\*Ivanovo state Polytechnic University, Ivanovo, Russia  
(e-mail: mators@mail.ru) (e-mail: myg84@bk.ru)*

*\*\*\*ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, Иваново*

*\*\*\*Ivanovo fire and rescue Academy of the Ministry of emergency situations of Russia,  
Ivanovo, Russia  
(e-mail: kgn@edufire37.ru)*

*Аннотация:* В современных условиях существует необходимость проектировщикам быстро определять предел огнестойкости строительных конструкций и предела распространения огня по конструкциям и группы возгораемости современных строительных материалов.

*Abstract:* in modern conditions, there is a need for designers to quickly determine the limit of fire resistance of building structures and the limit of fire propagation through structures and the group of Flammability of modern building materials.

*Ключевые слова:* пожарная безопасность, строительные материалы и изделия, программная модель, предел огнестойкости.

*Keywords:* fire safety, building materials and products, software model, fire resistance limit.

Современная наука постоянно открывает новые результаты, существенно влияющие на физику процессов и это необходимо учитывать при современном строительстве. Ранее разработанное пособие по определению пределов огнестойкости конструкций, пределов распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материала-

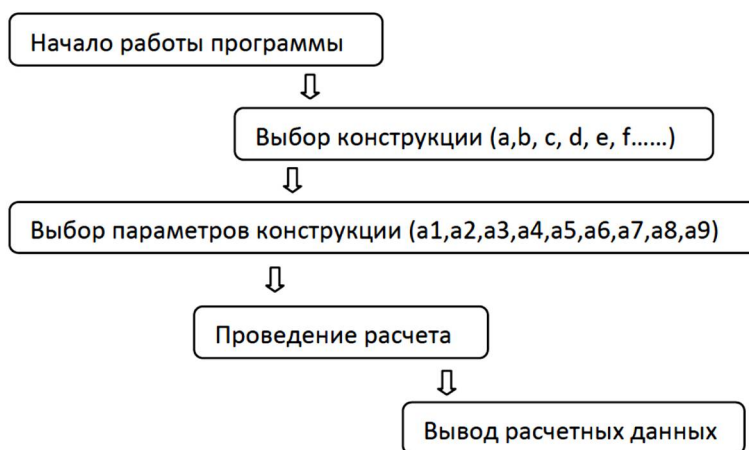
лов (к СНиП II-2-80)[8], не содержит данных о нормируемых показателях огнестойкости и пожарной опасности строительных конструкций и материалов, используемых в современном строительстве, таких как покрытия на основе панелей TRIMOTERM SNV, перегородок из гипсокартонных листов с минераловатным утеплителем ТИГИ-KNAUF, наружных стеновых ограждений из полистеролбетона и многих других материалов и строительных конструкций, используемых сегодня в строительстве. В нем приведены справочные данные о пределах огнестойкости и распространения огня по строительным конструкциям из железобетона, металла, древесины, асбестоцемента, пластмасс и других строительных материалов, а также данные о группах возгораемости строительных материалов, на 1980 год. За 40 лет ограждающие конструкции значительно изменились, поэтому появилась острая необходимость в получении проектировщиками оперативной информации о пределах огнестойкости строительных конструкций, пределах распространения огня по конструкциям и группы возгораемости материалов в современных условиях.

Актуальность разработки программы по определению пределов огнестойкости строительных конструкций, предела распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов обусловлена недостатком программного обеспечения данной специфики, результаты выводимые, данной программой обеспечивают, гарантированный предел огнестойкости и предел распространения огня конкретной конструкции, при минимальном количестве временных затрат.

Научная новизна данной программы заключается в разработке алгоритма вывода информации по пределу огнестойкости и пределу распространения огня, современных строительных конструкций, что упрощает проектировщикам поиск подходящих строительных конструкций с нормируемым пределом огнестойкости.

Предметом исследования обуславливаются: сложность в поиске достоверных данных характеризующих строительные конструкции в области пожарной безопасности.

Целью разработки программы является автоматизация процесса подбора строительных конструкций с нормируемыми пределами при проектировании объектов.



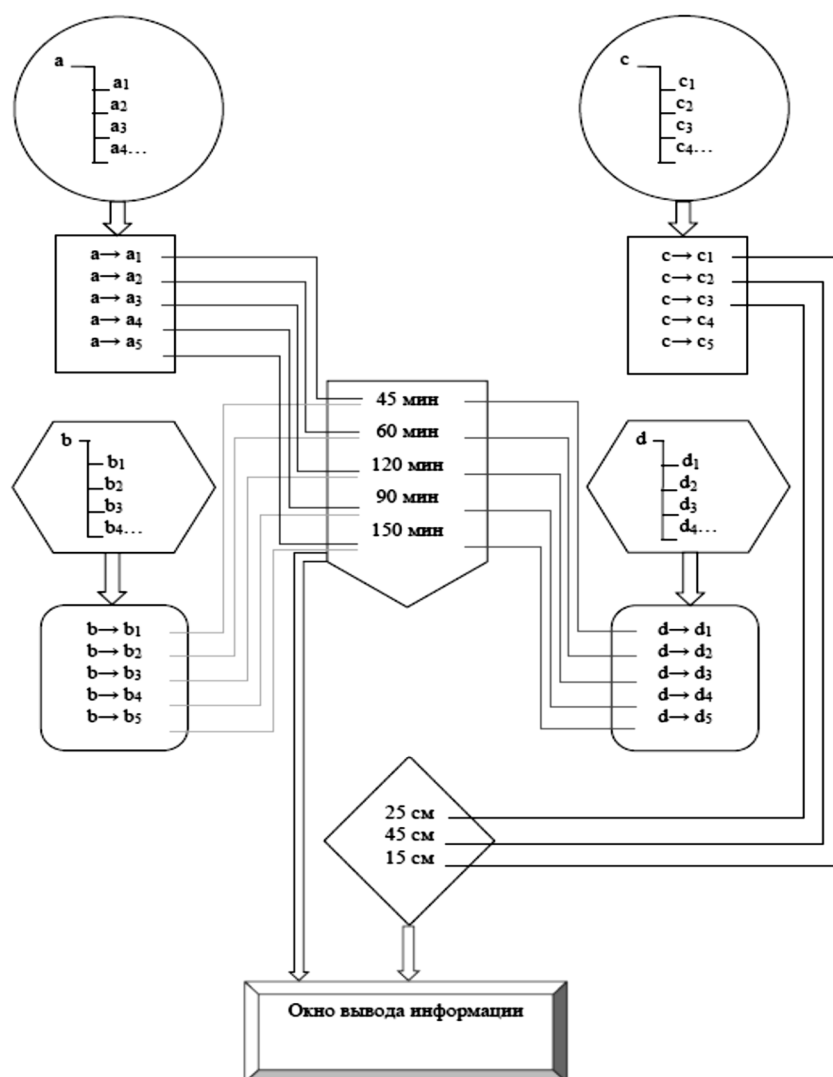
**Рис. 1. Ввод данных и получение расчетных сведений**

Структура алгоритма работы программы по определению пределов огнестойкости строительных конструкций, предела распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов построена в двух разделах.

Первый раздел включает в себя обложку программы со сведениями о начале работы программы. Второй раздел включает в себя выбор данных строительной конструкции, визуализацию параметров конструкции ее характеристик и окно вывода расчетных сведений. Здесь происходит выбор группы параметров, требуемых для проведения расчета предела огнестойкости и (или) предела распространения огня по конструкции.

В предлагаемой схеме этап ввода данных, показанный в виде блок-схемы алгоритма.

На следующем этапе происходит обработка и вывод данных, определяемый соответствием выбранных параметров данных по фактическому пределу огнестойкости и (или) пределу распространения огня по конструкции. По итогам сравнения выводится требуемый параметр (рисунок 2).



**Рис. 2. Блоки алгоритма определения предела огнестойкости и предела распространения огня**

Для создания приведенного алгоритма было применено совмещение показателей самих конструкций с показателями реальных огневых испытаний.

Программная модель состоит из шести основных частей, которые и составляют ее структуру, а именно:

1. Ввод данных;
2. Выбор конструкции;
3. Выбор параметров конструкции;
4. Произведение их сопоставления;
5. Проведение расчета;
6. Вывод расчетных данных.

После завершения ввода данных и выбора нужных критериев производится расчет. (Рис. 3).

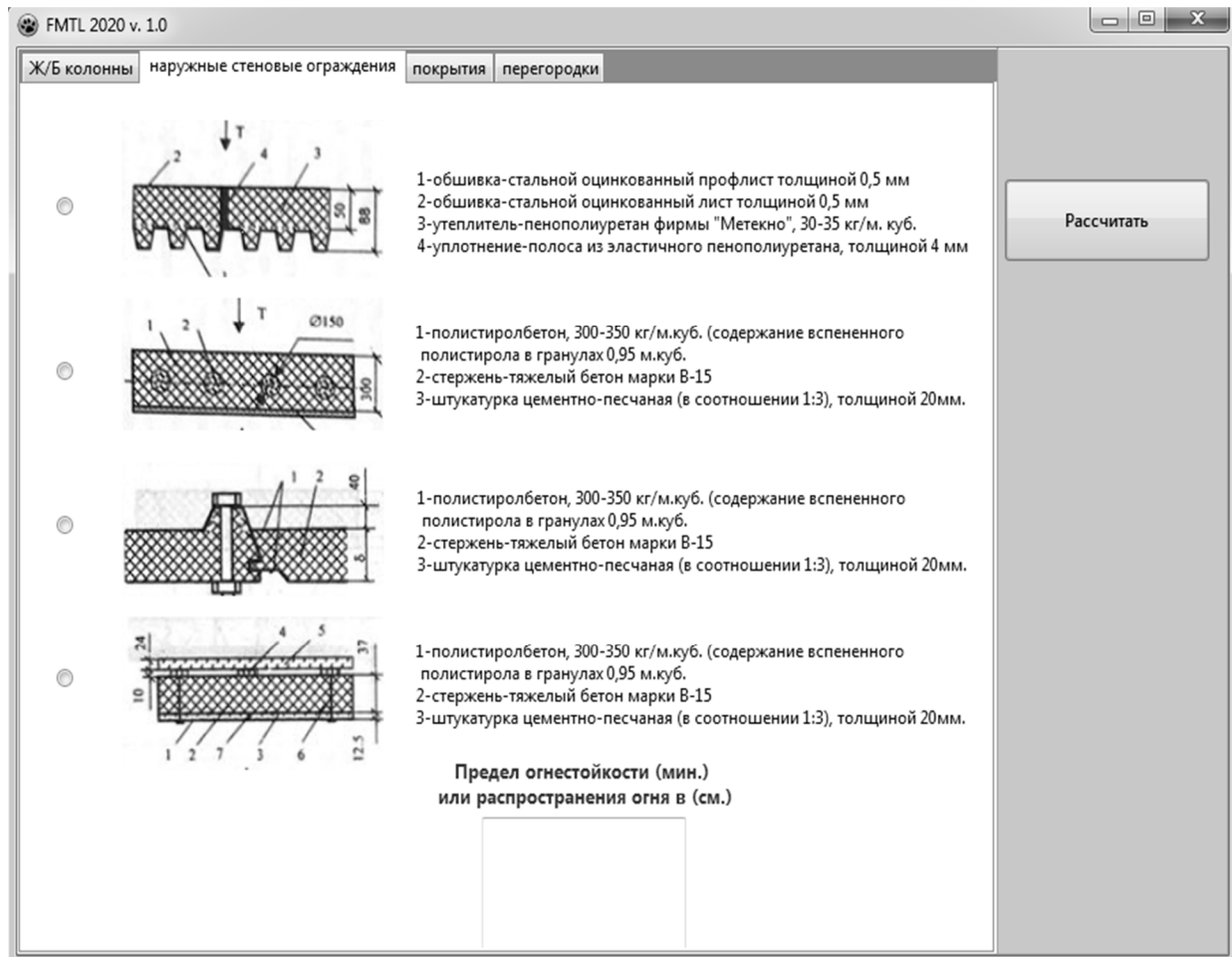


Рис. 3. Выбор конструкций

Этапом совершенствования и доработки программы служит интегрирование в ней уравнения, которое даёт возможность расчётов полей температур при условии заданности тепловых потоков на границах рассматриваемой области, по формуле (1).

$$T(\bar{x}, Fo) = \frac{t(x, \tau) - t_0^*}{t_0^*} = \int_0^1 T_0(\xi) d\xi - (Ki_1 - Ki_2)Fo + \frac{1}{2} \left\{ Ki_1 \left[ (1 - \bar{x})^2 - \frac{1}{3} \right] - Ki_2 \left[ (\bar{x})^2 - \frac{1}{3} \right] \right\} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \cos(\pi n \bar{x}) \int_0^1 T_0(\xi) * \cos(\pi n \xi) * d\xi * \exp(-\pi^2 n^2 Fo) - \frac{2}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} [Ki_1 - (-1)^n Ki_2] * \cos(\pi n \bar{x}) * \exp(-\pi^2 n^2 Fo) \quad (1)$$

где, критерии Кирпичёва  $Ki_1$ ,  $Ki_2$ , рассчитываются по формулам (2,3):



$$Ki_1 = \frac{q_1 \delta_{ст}}{t_0^* \lambda}; Ki_2 = \frac{q_2 \delta_{ст}}{t_0^* \lambda}; (2,3)$$

Это позволит максимально точно определить термостойкие свойства материалов ограждающих конструкций в условиях пожара и пожаротушения [1-7]. Данное уравнение дает возможность определить время достижения критических температур при возникновении пожара, спрогнозировать изменение эксплуатационных характеристик строительных материалов, оптимизировать действия пожарных расчетов при ликвидации очага возгорания.

В заключение статьи следует отметить основные положительные аспекты применения данной программы:

Во-первых, быстрый алгоритм определения критических температур в условиях пожара.

Во-вторых, упрощение действий по определению пределов огнестойкости строительных конструкций, предела распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов.

В-третьих, исключение ошибок человека при выполнении операции по сравнению показателей (усталости, рассеянности, попустительского отношения и т.д.).

#### Список литературы

1. Sergey Fedosov, Nikolai Vatin, Aleksandr Lazarev, Vyacheslav Malichenko, Mariya Toropova. The fire resistant construction for building safety // Lecture Notes in Civil Engineering / The materials of the ECE-2019. Vol.70. Springer, Cham. Pp. 319-327.

2. Федосов С. В., Анисимова Н. К. Тепломассообмен: Учеб. пособие / Ивановская гос. архит. - строит. акад. Иваново, 2004. 104 с.

3. СНиП II-3-79 (1998). Строительная теплотехника. М.: Госстрой России, 1998.

4. Федосов С. В., Кисельников В. Н., Шертаев Т. У. Применение методов теории теплопроводности для моделирования процессов конвективной сушки. Алма-Ата: Гылым (Наука), 1992. 168 с.

5. Федосов С. В., Румянцева В. Е., Касьяненко Н. С. Математическое моделирование массопереноса в процессах коррозии бетона второго вида // Строительные материалы. 2008. №7. С. 35–39.

6. С. 2020663950 от 05.11.2020 Российская Федерация. Программа по определению пределов огнестойкости строительных конструкций, предела распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов / Федосов С.В., Маличенко В.Г., Торопова М.В., Лазарев А.А.; Правообладатели: Федосов С.В., Маличенко В.Г., Торопова М.В., Лазарев А.А. (RU). - №2020663225; заявл. 27.10.20.

7. Хитров В. Г. Технология железобетонных изделий: Учеб. для техникумов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1978. 364 с.

8. Пособие к СНиП II-2-80(1998). Строиздат. М., 1985. 59 с.



**АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ  
ОТДЕЛКИ ОДЕЖДЫ ИЗ СТЕГАННЫХ ПОЛОТЕН  
ANALYSIS OF CURRENT TRENDS AND TECHNOLOGIES FOR  
FINISHING QUILTED CLOTHING**

**Бутко Т.В.<sup>1</sup>, Рудинская А.О.<sup>2</sup>  
Butko T.V.<sup>1</sup>, Rudinskaya A.O.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Москва*

<sup>1</sup> *Kosygin Russian state University (Technologies. Design. Art), Moscow*

*(e-mail: butko-tv@rguk.ru)*

<sup>2</sup> *ООО «Новая эра – 1», Москва*

<sup>2</sup> *ООО «New era - 1», Moscow*

*(e-mail: rudinskaya.nastia@yandex.ru)*

*Аннотация:* в статье приведены результаты анализа последних тенденций в развитии ассортимента изделий из стеганных полотен. Рассмотрены особенности нового подхода к художественно – композиционному решению рисунка и расположения стежки, приведена характеристика инновационных технологий и оборудования для выполнения стежки. Проведенные исследования положены в основу конструкторско-технологической подготовки к внедрению нового ассортимента.

*Abstract:* the article presents the results of the analysis of the latest trends in the development of the range of products made of quilted fabrics. The features of a new approach to the artistic and compositional solution of the drawing and stitch arrangement are considered, and the characteristics of innovative technologies and equipment for performing stitches are given. The conducted research is the basis for design and technological preparation for the introduction of a new range.

*Ключевые слова:* стеганные полотна, термоклеевая стежка, ультразвуковая стежка, рисунок стежки, зональная стежка, стегальное оборудование.

*Keywords:* quilted fabrics, hot-glue stitch, ultrasonic stitch, pattern stitch, zonal stitch, quilting equipment.

В современный женский и мужской гардероб прочно вошли изделия межсезонного осенне-зимнего использования. Особенно сложно представить эти изделия без стежки. Стежка стала не только частью технологического процесса производства верхней одежды, позволяющего соединить слои материалов с такими ценными, с позиций использования этих изделий, свойствами как влаго-, ветро- и теплозащита. В то же время она является еще и эффективным способом отделки.

Изначально являясь изделиями ассортимента спортивной одежды, которая создавалась для спортивных и специализированных видов деятельности человека, стеганные куртки, жилеты, пальто и полупальто в настоящее время прочно внедрились в ассортимент повседневной верхней одежды. Проведенные маркетинговые исследования показали, что на сегодняшний момент куртки пользуются высоким спросом в качестве предмета одежды для повседневной носки (81,7%).

Их популярность не осталась незамеченной. В последнее время эти изделия неизменно присутствуют в перспективных коллекциях ведущих брендов. Индустрия моды предлагает широкий модельно-конструктивный ряд; новые материалы, использу-

емые для образования пакета; инновационные технологии стежки; новые подходы к использованию рисунка стежки как средства художественного оформления изделий.

В результате анализа последних коллекций всемирно-известных марок выявлено, что наряду с привычными моделями, в которых стежка выполнена с использованием простого регулярного геометрического рисунка малого и среднего размера полос, клетки, диагоналей, зигзагов, появляются модели со сложным художественно - композиционным решением рисунка и расположения стежки. Наблюдается тенденция на использование нетиповых рисунков стежки с уникальными формами, динамикой, ритмом и высокотехнологичным исполнением (рисунок 1) [1]. Геометрические фигуры разбросаны в хаотичном порядке, не повторяются между собой, внутри изделия создают необычную подвижность (рисунок 1а). Рисунки имеют растительную стилизацию (рисунок 1б) или фантазийные линии (рисунок 1в). На смену регулярным рисункам приходит зонирование стежки в разных композиционных вариантах (рисунок 1г). Стежка позволяет создать разные сюжеты, акцентировать внимание на отдельных деталях костюма, работать как орнаментальная полоса. Эти свойства стежки могут быть использованы как инструмент кастомизации, позволяющий индивидуализировать типовое конструктивно-технологическое решение одежды оригинальной уникальной композицией и рисунком стежки.

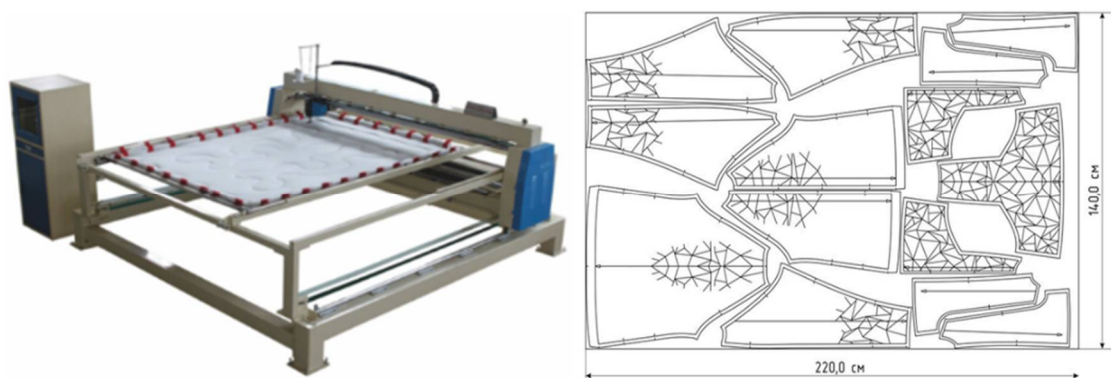
Последние коллекции демонстрируют инновации и в технологии производства стеганных полотен. Производители все больше осваивают методы безниточного соединения материалов и деталей одежды. Они являются достаточно простыми для изучения и легко вписываются в современный процесс производства одежды. На данный момент разработана инновационная технология стежки с применением термоклеевой сварки – бондинга (от англ. bonding – воссоединение, связь). Ее суть заключается в склеивании материалов между собой при помощи термоклеевых пленок. Чаще всего данный метод используют при проектировании специализированной и спортивной одежды, в связи с тем, что сварные швы обладают высокой герметичностью и прочностью [2-3]. Дизайнеры коллекций прет-а-порте представляют модели курток со стежкой, выполненной на термопрессах. Так, в последней коллекции Louis Vuitton присутствуют модели курток, где стежка выполнена термическим методом в виде брендовых монограмм фирмы (рисунок 1, д).



**Рисунок 1 – Тенденции в рисунках и технологии стежки**

В зависимости от класса изделия стежка может быть выполнена ручным, механическим или автоматизированным методом. В условиях массового производства чаще всего используют стегальные системы со встроенным программным обеспечением. Рисунок стежки может выполняться на основе заготовленных шаблонов из оргстекла по запрограммированному контуру. Как правило, процесс стежки деталей данным способом происходит поэлементно, что может способствовать снижению производительно-

сти. Более прогрессивным оборудованием являются стегальные машины двух видов: для обработки изделий в раме и стежки рулонных материалов. На рисунке 2 представлена машина VELLES VFJ2628A прерывистого цикла работы, особенность конструкции которой, заключается в неподвижной раме с зажимами для полотен материала. Размер рамы не ограничен. Высокая пробивная способность обусловлена модифицированными головками, что позволяет работать с тяжелыми и сверхтяжелыми материалами [4]. Машина обрабатывает как целые полотна, так и отдельные детали, поэтому рисунок стежки может быть спроектирован в соответствии со схемой раскладки деталей кроя изделия, как показано на рисунке 2 справа. Использование данного оборудования на производстве существенно облегчает процесс раскроя деталей, позволяет избежать смещения слоев полотен, минимизировать процент усадки при стежке и подготовить детали к непосредственной сборке.



**Рисунок 2 – Промышленная стегальная машина и раскладка деталей для программирования рисунка стежки**

Работа стегальных машин для обработки рулонных материалов ограничена шириной рулона от 1626 мм до 3251 мм. Скорость, относительно предыдущего варианта, в четыре раза ниже. Машину применяют для прокладывания строчки на более тонких полотнах с относительной плотностью пакета до  $400 \text{ г/м}^2$ , к примеру, стежки подкладочного материала для верхней одежды на осеннее-зимний сезон [4].

Термоклеевая стежка может производиться с помощью ультразвука, за счет чего полотна спаиваются между собой сильным, но кратковременным нагревом. В перемоточные натяжные валы машины протягивают многослойный мат через рабочую зону обработки, где ультразвуковые головки и ответные фигурные валы надежно скрепляют слои материала между собой с заданными швом и рисунком [5].

Разнообразие вариантов и исследование передовых методов стежки поспособствовали разработке творческого проекта, объектом которого является женская трансформируемая куртка в комплекте с жилетом и съемным капюшоном.

Художественным источником для графической разработки эскиза стежки является фотография с изображением фактуры поверхности почвы, напоминающая трещины лакокрасочного слоя - кракелюр (от фр.- craquelure). Разработка схемы стежки начиналась с проектирования орнаментальной композиции. Растровое изображение на первом этапе подвергалось трассировке, а затем были обобщены и выявлены условные декоративные качества, что усилило эмоциональное воздействие рисунка [6]. Затем, из полученного абриса, выбраны фрагменты и оформлены в виде декоративного элемента, оригинальное решение которого достигнуто на основе вертикальной симметрии фрагментов орнамента.

Разработанные композиции размещены по центру деталей спинки и переда куртки, в нижней части рукавов, орнамент вписан в контуры центральных деталей пе-

реда и спинки жилета с отражением по средней линии. Расположение фрагментов стежки на куртке и жилете гармонизировано формой треугольника, что делает композицию изделия устойчивой и завершенной (рисунок 3).



**Рисунок 3 – Образец женской куртки с декоративной стежкой деталей**

Анализ современных подходов к художественному оформлению изделий и технологий стежки, актуальных решений моделей, позволили определить новые возможности в процессах моделирования и технологии изготовления изделий из стеганных полотен, способствовал разработке изделий нового ассортимента межсезонной женской одежды.

#### **Список литературы**

1. Новые коллекции мировых брендов осень-зима 2020-2021|VOGUE [Электронный ресурс], - [https://www.vogue.ru/collection/autumn\\_winter2020/](https://www.vogue.ru/collection/autumn_winter2020/) (дата обращения 02.05.2020)
2. Безниточные технологии в производстве одежды [Электронный ресурс], - <https://kimstyle.ru/a185578-beznitochnye-tehnologii-proizvodstve/> (дата обращения 05.05.2020)
3. Безниточные технологии в швейном производстве [Электронный ресурс], - <http://textilexpo.ru/novosti/63-beznitochnye-tehnologii-v-shvejnom-proizvodstve-ili-nemnogo-o-termokleevoj-svarke> (дата обращения 05.05.2020)
4. Стегальные машины Velles от производителя [Электронный ресурс], - <https://www.stegalnye-velles.ru/> (дата обращения 05.05.2020)
5. Ультразвуковая стегальная машина MS-2400 [Электронный ресурс], - <https://www.transmetall.ru/catalog/product/ultrazvukovaya-stegalnaya-mashina-ms-2400/> (дата обращения 05.05.2020)
6. Стилизация в искусстве. Принципы стилизации. Графическая стилизация [Электронный ресурс], - <http://www.baget1.ru/applied-arts/stylization-applied-arts/> (дата обращения 10.05.2020)

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЙКОСТИ К ИСТИРАНИЮ  
ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ  
ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СТИРОК  
STUDY OF THE RESISTANCE TO ABRASION OF FILTERING  
TEXTILES FOR PROTECTIVE CLOTHING EXPOSED TO WASHING**

**Зиятдинова Дамира Ринатовна, Абуталипова Людмила Николаевна,  
Бабажанов Амир Хайдарович  
Ziyatdinova Damira Rinatovna, Abutalipova Ludmila Nikolaevna,  
Babajanov Amir Khaydarovich**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань  
Kazan National Research Technological University, Kazan  
(E-mail: damira10ziyat@mail.ru)*

*Аннотация:* Стойкость к истиранию является значимой характеристикой материалов для защитной одежды, определяющей качество и надежность изделий. В данной работе выполнено исследование стойкости к истиранию материалов со специальным покрытием, применяемых в качестве фильтрующего слоя в защитной одежде. Выявлено уменьшение показателя стойкости к истиранию при воздействии стирок. При этом показатель стойкости к истиранию после нормированного количества стирок для образцов материала с покрытием превышает данный показатель для исходных образцов.

*Abstract:* The resistance to abrasion is a significant characteristic of materials for protective clothing, which determines the quality and durability of products. The article analyzes the abrasion resistance of materials with a special coating used as a filter layer in protective clothing. A decrease in the abrasion resistance index under the influence of washing was revealed. Simultaneously, the indicator of resistance to abrasion after the ration number of washes for samples of coated material exceeds that for the original samples.

*Ключевые слова:* защитная одежда, текстильные материалы, покрытие, стирка, масса, стойкость к истиранию.

*Keywords:* individual protection equipment, textiles, impregnation, washing, weight, abrasion resistance.

Истирание материалов в одежде может происходить в процессе ее эксплуатации, стирки, чистки. В результате истирания повреждаются волокна, нити, происходит деформация и деформация материалов, что влечет за собой потерю прочности, и, как следствие, ухудшение защитных свойств одежды. На износостойкость текстильных материалов влияют следующие факторы: вид волокон, нитей, параметры строения, геометрические характеристики текстильного материала и вид заключительной отделки [1]. Данные параметры могут влиять на характеристики износа поверхности и внутренней структуры текстильных материалов. Волокнистый состав и толщина материалов играют роль в истирании поверхности, а линейная плотность волокон и вид переплетения связаны с истиранием структурных элементов [2].

Износ материалов возникает в большинстве случаев как следствие трения поверхностей друг об друга. Особенно часто в специальной и защитной одежде подвергаются трению об внешние поверхности детали, выступающие на поверхности: воротник, манжеты, накладные карманы [3]. Также, истирание волокон может происходить при трении текстильных материалов в изделии между слоями, или с материалами дру-

того изделия (например, по низу рукавов, куртки, брюк), что необходимо учитывать при подборе пакета материалов и методов технологической обработки.

На истираемость текстильных материалов могут влиять вид окончательной отделки, вид и концентрация применяемых веществ. Процессы стирки и химчистки также, оказывают влияние на стойкость материалов к истиранию [4].

Одной из главных причин износа является истирание вследствие трения материала о другие поверхности, которое сопровождается уменьшением массы. Истирание поверхностного слоя взаимодействующих материалов при трении обычно возникает как результат усталостного или абразивного изнашивания [1]. Стойкость к истиранию характеризуется числом циклов вращения головки прибора, выдерживаемых тканью до ее разрушения.

Материалы, применяемые для изготовления специальной и защитной одежды, должны соответствовать нормативным требованиям и условиям эксплуатации. Механические свойства материалов обеспечивают прочность, надежность и достаточный уровень защитных свойств изделий. В данной работе определяли стойкость к истиранию по плоскости образцов хлопчатобумажной ткани с поверхностной плотностью 140 г/м<sup>2</sup>, без покрытия и с нанесенным покрытием [5], без стирки и после гигиенических стирок. Было выполнено от одной до шести стирок. Испытания проводили в соответствии с ГОСТ Р 51552-99 [6] до разрушения структуры ткани. В качестве абразива использовали серошинельное сукно арт. 6405. Форму и размеры элементарных проб определяли в соответствии с инструкцией по эксплуатации оборудования. Элементарные пробы и абразив выдерживали в нормальных климатических условиях, определенных в ИСО 2231. Испытания проводили при нормальных условиях. Для определения стойкости к истиранию использовали прибор UGT-7012S лаборатории «Материалы и технологии легкой промышленности» ФГБОУ ВО «КНИТУ».

Стирку образцов ткани с покрытием выполняли в соответствии с ГОСТ ISO 6330 [7] при температуре воды 50°C, далее выполняли три полоскания и сушку при комнатной температуре. Значение показателя стойкости к истиранию определяли по среднему арифметическому значению пяти испытаний образцов. На рисунке 1 представлены средние арифметические значения показателей стойкости к истиранию образцов материалов без покрытия (к. обр.), с покрытием без стирки, после стирок.



**Рис. 1. Стойкость к истиранию, циклов: К. обр. - образец без покрытия; 0 – образец с покрытием без стирки; 1-6 образцы после стирок**

Результаты экспериментальных исследований показали, что после нанесения покрытия на ткань стойкость к истиранию образцов значительно увеличилась и составила 5250 циклов. После выполнения каждой стирки образцов, данный показатель уменьшился. Тем не менее, после шести гигиенических стирок показатель стойкости к



истиранию составил 1146 циклов. Данное значение в два раза больше значения исследуемого показателя для контрольного образца.

#### **Список литературы**

1. Кирсанова, Е. А. Материаловедение (дизайн костюма) / Е. А. Кирсанова, Ю. С. Шустов, А. В. Куличенко. - Москва: НИЦ ИНФРА-М. - 2013. - 395 с.
2. Бузов Б.А., Румянцева Г.П. Материалы для одежды. Ткани. М.: ИНФРА-М. - 2012. – 224 с.
3. Исследование топографии мест загрязнений и воздействия вредных факторов на материалы специальной одежды работников химических предприятий / Д.Р. Зиятдинова, Л.Н. Абуталипова, А.Г. Мухаметзянова [и др.] // Фундаментальные и прикладные проблемы создания материалов и аспекты технологий текстильной и легкой промышленности: сборник статей Всероссийской НТК. Казань: Изд-во КНИТУ. - 2019. – С. 308-311.
4. Mao Ningtao. High Performance Textiles For Protective Clothing. // High Performance Textiles and their Applications. – 2014. - pp.91-143. - doi 10.1533/9780857099075.91.
5. Зиятдинова Д.Р. Исследование влияния полимерного покрытия на механические свойства материалов для защитной одежды / Д.Р. Зиятдинова, Л.Н. Абуталипова, А.Ю. Васильева // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы: сб. материалов XXII Междунар. науч.-практ. форума «SMARTEX-2019», 25–27 сентября 2019 года. – Иваново: ИВГПУ, 2019.– 254 с. Часть 2. С. 207-211.
6. ГОСТ Р 51552-99 Материалы текстильные. Методы определения стойкости к истиранию текстильных материалов для защитной одежды.
7. ГОСТ ISO 6330-2011 Материалы текстильные. Методы домашней стирки и сушки для испытаний.

УДК 677.022.2

## **ИСТОРИЯ И НАУЧНЫЕ РАБОТЫ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО КОМПЛЕКСА «ФРИКЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПРЯДЕНИИ» HISTORY AND SCIENTIFIC WORKS OF THE EDUCATIONAL AND RESEARCH COMPLEX «FRICTION PROCESSES IN SPINNING»**

**Федорова Наталья Евгеньевна  
Fedorova Natalia Evgenievna**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство), Россия, Москва  
The Kosygin State University of Russia, Moscow  
(e-mail: fedorova-ne@rguk.ru)*

*Аннотация:* в статье приведены научные результаты, которые были получены в учебно-исследовательском комплексе «Фрикционные процессы в прядении» на кафедре технологии шерсти под руководством профессора Капитанова А.Ф. за годы его работы. Разработанная научная база позволяет и в настоящее время, спустя десятилетие, выявлять перспективные области в этих исследованиях.

*Abstract:* the article presents the scientific results that were obtained in the educational and research complex "Friction processes in spinning" at the department of wool technology under the guidance of professor Kapitanov A. F. over the years of his work. The developed scientific base allows us to identify promising areas in these studies even now, a decade later.

*Ключевые слова:* прядение, экспериментальные установки, адгезия, электрофлокирование, моделирование свойств.

*Keywords:* spinning, experimental setup, adhesion, electroprocedure, modeling properties.

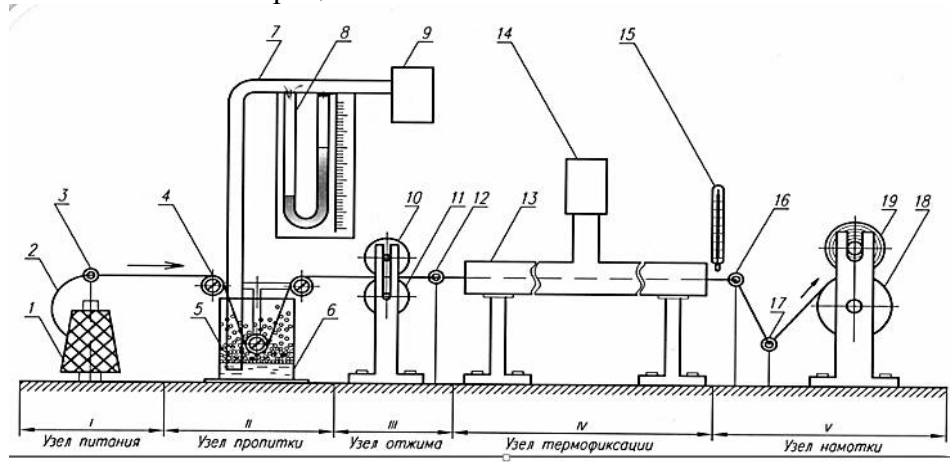
Этой статье я хочу выразить дань памяти и уважения профессору кафедры текстильных технологий в связи с его юбилеем - профессору Анатолию Федоровичу Капитанову. Десять лет его уже нет с нами, но жива его научная школа, в которой многие поставленные им вопросы до сих пор ждут решений. Научно-исследовательские работы этого ученого, его научная база используется также и в качестве учебного материала для студентов нашего направления подготовки [1]. Капитанов А.Ф. стал создателем и являлся научным руководителем учебно-исследовательского комплекса «Фрикционные процессы в прядении» на кафедре технологии шерсти.

Созданная им лаборатория дала возможность для исследований и экспериментов студентам, которые совершали первые шаги в научной деятельности и благодаря этому получали мотивацию для дальнейшего обучения, и аспирантам, и докторантам кафедры. В ее стенах всегда обсуждались новые идеи и пути их реализации, результатами этой плодотворной работы за короткий период стали защиты двух докторских и семи кандидатских диссертаций под его руководством.

За разработку научных основ и промышленное внедрение комплекса ресурсосберегающих технологий по производству конкурентноспособных текстильных изделий в рыночных условиях в 2008 году его научные разработки отмечены Премией правительства РФ в области науки и техники.

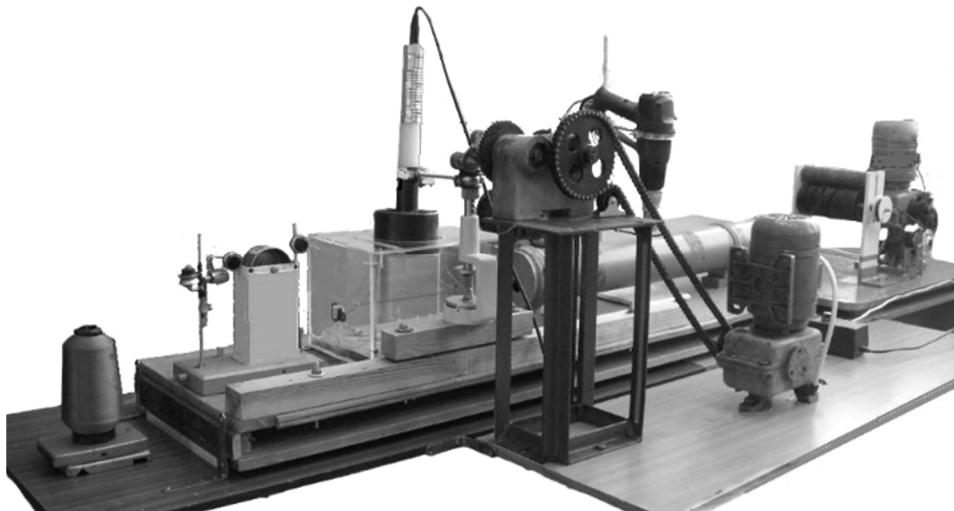
Большой вклад на научную базу теории прядения внесли его исследования в области фрикционных процессов прядения [2], научная новизна которых состоит в создании теоретических предпосылок для управления процессами чесания, вытягивания, гребнечесания и эмульсирования на основе анализа сил трения, действующих на волокна в активных рабочих зонах машин прядильного производства.

В учебно-исследовательском комплексе разработаны, смонтированы и испытаны экспериментальные установки для изготовления пряжи с адгезионным скреплением волокон (рис.1), для электрофлокирования нитеподобного материала рис.2 [3, 4, 5], которые позволили регулировать свойства волокон и полей сил трения в соответствии с задачами технологических процессов.



**Рис.1 Экспериментальная установка. Термофиксация пряжи**





**Рис.2. Общий вид установки для получения флокированной нити**

Разработаны технологические режимы для выработки пряжи для картриджей фильтров, пряжи новых структур для одежды со структурно - колористическими эффектами, пряжи технического назначения с адгезионным скреплением волокон.

Следующим шагом стала разработка лабораторной установки получения нитей из аморфных дискретных волокон оксида алюминия. На разработанной установке гидродинамическим способом прядения была выработана пряжа линейной плотностью 300 текс для наполнителя высокотемпературных шнуров [6, 7].

Разработан принцип структуры нити для экранирования [8], это стало началом поискового исследования технологии производства новых видов модифицированных текстильных материалов. Разработанный принцип позволил начать работу по исследованию структуры нити при электромагнитном излучении с различным числом диапазонов длин волн в пределах каждого структурного элемента, исследовать различный компонентный состав нитей, моделировать свойства нити. На сегодняшний день исследования в этой области продолжают, их цель - повышение эффективности экранирующих свойств нити.

Созданная научная база в учебно-исследовательском комплексе «Фрикционные процессы в прядении» на кафедре технологии шерсти под руководством профессора Капитанова А.Ф. за годы его работы позволяет в настоящее время, спустя десятилетие, выявлять перспективные области в его исследованиях.

#### **Список литературы**

1. Федорова Н.Е., Голайдо С.А. Аналитическое проектирование технологических процессов. Учебное пособие – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018.
2. Капитанов А.Ф. Фрикционные процессы в прядении. Ч1, Ч.2, – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006.
3. Капитанов А.Ф, Сцепуржинская З.Р., Федорова Н.Е., Костенко А.Ю. Мацепуро Д.В. Устройство для электрофлокирования нитеподобного материала. Патент на изобретение №93808, зарегистрирован 10.05.2010.
4. Сцепуржинская З.Р. Разработка и исследование технологии флокированной нити. – Дисс... на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. А.Н. Косыгина» – 2011. – 232 с.
5. Федорова Н.Е., Разумеев К.Э. Поисковые исследования по проектированию нити специальной структуры. ЭНИ «Технологии XXI века в пищевой,

перерабатывающей и легкой промышленности» №7, 2013, ISSN 2219-6005. Сетевой адрес: www.mgutm.ru

6. Капитанов А.Ф., Волков В.А., Жариков, Е.И., Папилин Н.М., Щетанов, Б.В., Ивахненко Ю.А., Варрик Н.М. Патент RU 2419692. Способ получения комбинированной нити на основе коротких волокон и устройство для его осуществления. ВИАМ. Заявл. 29.04.2010; Опубл. 27.05.2011.

7. Медведев А.В., Разумеев К.Э. Крученые нити из оксида алюминия для изделий технического назначения// Швейная промышленность. 2014, №2. С. 18-20.

8. Капитанов А.Ф., Федорова Н.Е., Папилин Н.М. Нить для покрытий, экранирующих электромагнитное излучение. Патент на изобретение №2331938, зарегистрирован 20.08.2008.

УДК 687.05

## ЭТАПЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВЛАЖНО - ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ОДЕЖДЫ STAGES OF IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF WET - HEAT TREATMENT OF CLOTHES

Нутфуллаева Лобар Нуруллаевна\*, Шаропова Лола Рuzимуродовна\*,  
Эргашева Гулсанам Бахтиёровна\*, Фазылова Сарвиноз Олимовна\*\*  
Nutfullaeva Lobar Nurullaevna\*, Sharopova Lola Ruzimurodovna\*,  
Ergasheva Gulsanam Bakhtiyorovna\*, Fazilova Sarvinoz Olimovna\*\*

\*Бухарский инженерно-технологический институт,  
\*Bukhara Engineering Technological Institute  
(e-mail: lobarnur@mail.ru)  
\*\*ООО «OFS»

*Аннотация:* В статье изложен технологический процесс влажно-тепловой обработки (ВТО) изготовления швейных изделий, так как основная задача влажно-тепловой обработки это — придание готовым изделиям товарного вида, формы, обеспечивающей хорошую посадку изделий на фигурах потребителей в соответствии с образцами моделей. Приведены основные направления совершенствований процесса ВТО.

*Abstract:* The article describes the technological process of wet-heat treatment (WHT) for the manufacture of garments, since the main task of wet-heat treatment is to give ready-made products a presentation, a form that ensures a good fit of consumers in accordance with model samples. The main directions of improvement of the WHT process are given.

*Ключевые слова:* влажно-тепловой обработки (ВТО), глажение, прессование, автоматизированное, формообразование.

*Keywords:* wet-heat treatment, ironing, pressing, automating, shaping.

Среди отраслей изготавливающих товары для населения, ведущее место занимает швейная промышленность, которая производит различную одежду на предприятиях, включенных в состав новых организационных структур: концернов, ассоциаций, акционерных обществ и т. д. Изготовление одежды для населения — сложный процесс. Качество изделий зависит от квалификации специалистов и рабочих в предприятии.

Предприятия, выпускающие одежду массового производства, характеризуются высоким уровнем техники, технологии и организации производства, что предъявляет особые требования к работающим на этих производственных предприятиях. Повышение эффективности производства и улучшение качества швейных изделий является одной из основных задач развития швейного производства на современном этапе. При этом влажно-тепловая обработка существенно влияет на производительность, товарный вид и износостойчивость швейных изделий при эксплуатации.

Влажно-тепловая обработка, занимающая более 25-30% трудоемкости изготовления одежды, включает механическое воздействие на текстильный материал (ткань), направленное на изменение ее геометрических размеров.

Повышение эффективности производства швейных изделий в значительной степени зависит от влажно - тепловой обработки (ВТО), существенно влияющей на производительность, товарный вид и износостойчивость одежды в процессе ее эксплуатации

ВТО включает кратковременное воздействие на обрабатываемый полуфабрикат тепла, механического давления и воздуха из окружающей среды посредством рабочих поверхностей гладильных подушек, между которыми он расположен [1].

Процесс ВТО (влажно-тепловая обработка) подразделяют на три стадии: подготовка материала к формообразованию, формование материала и фиксация полученной формы. В процессе влажно-тепловой обработки ткань подвергается деформации, что вызывает распрямление, изгибание, растяжение и сжатие волокон. На первой стадии процесса влажно-тепловой обработки воздействие тепла и влаги на ткань ослабляет действие межмолекулярных сил в волокнах. Благодаря этому на второй стадии процесса изменяется конфигурация цепей волокон. Удаление влаги из ткани и охлаждение ее способствуют восстановлению связей между молекулами при новой конфигурации их цепей. За счет этого на третьей стадии процесса фиксируется форма, приданная материалу на второй стадии [2].

Влажно-тепловую обработку тканей в швейном производстве применяют для придания формы деталям одежды и окончательной отделки изделий. Влажно - тепловая обработка имеет важное значение для выпуска изделий высокого качества и хорошего товарного вида. При влажно-тепловой обработке на ткань воздействуют влагой с помощью опрыскивателей, теплом и давлением с помощью утюгов, прессов. В результате воздействия влагой и теплом ткань легче поддается различным деформациям. Подвергая ткань в таком состоянии давлению, деталям изделия придают пространственную форму, производят утонение и перегибание их краев, образуют складки, устраняют неровности и замины на поверхности ткани. При влажно-тепловой обработке изделий из различных тканей применяют определенные режимы, установленные на основе специальных исследований [3].

Влажно-тепловая обработка выполняется двумя основными способами: глажением и прессованием. **Глажение** — производится с помощью утюгов, при котором гладильная поверхность перемещается по ткани при одновременном давлении на нее. **Прессование** — производится прессование с помощью прессов, при котором ткань сжимается между двумя греющими поверхностями без перемещения по ней. Экспериментально установлено, что с повышением давления на ткань до  $1,5 \text{ кг/см}^2$  время обработки сокращается.

В конце процесса влажно-тепловой обработки закрепляется форма деталей, полученная за счет высокоэластических деформаций волокон ткани. Затруднения возникают с приданием и закреплением формы деталей из тканей с содержанием синтетических волокон. Форма деталей после влажно-тепловой обработки может быть неустой-

чивой при любых волокнах, если ткань в конце процесса не высушивается до ее равновесного состояния в нормальных условиях и не охлаждается [4].

В зависимости от тенденций развития технологии швейных изделий способы обработки периодически совершенствуются.

Существующие технологии, выполняемые в несколько приемов с переукладкой или перенавешиванием, не в полной мере обеспечивают заданные требования к качеству и производительности окончательной ВТО. При этом в ряде случаев вводятся дополнительные операции по утюжке и снятию лас [5].

Таким образом можно выделить следующие направления совершенствования процесса влажно-тепловой обработки:

- чтобы обеспечить высокое качество влажно-тепловой обработки деталей одежды при минимально возможном времени прессования, необходимо строго соблюдать установленные оптимальные технологические режимы, что осуществимо при автоматическом контроле температуры нагрева верхних и нижних слоев ткани, то есть оснащение прессов регуляторами-оптимизаторами;
- необходимо проводить дальнейшие исследования по разработке технологических режимов для различных тканей и организовать на производстве систематический контроль температуры, увлажнения ткани, давления и температуры подушек прессов;
- для строгого соблюдения технологических режимов на прессах с электрическим нагревом подушек следует механизировать увлажнение проутюжильника, так как применяемые ручные опрыскиватели не обеспечивают равномерного увлажнения с необходимым количеством влаги и требуют излишней затраты времени;
- при усовершенствовании конструкции деталей верхней одежды представляется возможность совместить влажно-тепловую обработку с соединением и обработкой деталей клеевыми методами и благодаря этому получить значительно больший экономический эффект, применение метода клеевого соединения позволяет создать пресс-полуавтомат для формования цельнокроеных рукавов и обработки их низа;
- вместо применяемых в настоящее время трудоемких методов обработки воротника верхней одежды, новой швейной машины-полуавтомата для соединения верхнего воротника с нижним и пресса для заутюживания обтачанного края воротника при клеевом методе соединения может быть создан один пресс полуавтомат для обработки цельнокроеного воротника (без отрезного нижнего воротника), на этом прессе полуавтомате будут выполняться все операции обработки воротника: присоединение прокладки с клеевым порошком, загибка шаблонами, заутюживание прессованием краев и оттягивание стойки;
- направлением совершенствования окончательной влажно-тепловой обработки изделий является использование прессов, оснащенных полными комплектами подушек для отглаживания и формования всех частей изделий, при этом необходимо использовать пресса с паровым или комбинированным нагревом подушек и с отсосом пара, которые дают высокое качество влажно-тепловой обработки и не требуют применения операции отпаривания;
- одним из перспективных направлений улучшения качества швейных изделий — термофиксация их после окончательной влажно-тепловой обработки, которая выполняется в специальных термокамерах;
- совершенствования процессы влажно-тепловой обработки деталей одежды использованием новых композитных материалов для изготовления подушек прессового оборудования [6].

В настоящее время технология швейного производства становится механизированной или автоматизированной, ее эффективность обуславливается применением спе-

циальных автоматизированных или роботизированных машин и оборудования. Изменяются организационные формы производства, повышается уровень автоматизации предприятий. Наряду с существованием специальных швейных машин, швейных полуавтоматов, швейных установок и комплексных рабочих мест появляются так называемые технологические модули, управляемые компьютерами. Принцип действия технологических модулей заключается в том, что рабочие операции выполняются на нескольких швейных установках в едином технологическом цикле с однократной фиксацией заготовки прижимными шаблонами в начале процесса обработки [7, 8].

В отделах влажно-тепловой обработки готовой продукции существуют автоматизированные линии. Транспортные системы и программирующие цифровые компьютеры объединяют в единый комплекс цепочку оборудования для влажно-тепловых работ. Современному производству необходимы специалисты, владеющие компьютерной техникой, так как многие этапы производства в значительной степени ею оснащаются. Перспективы работы предприятия на современном этапе будут тесно связаны с Интернетом. Специалист современного предприятия по производству швейных изделий должен: иметь представление о современном состоянии и перспективах развития швейного производства; знать технологические процессы всех этапов швейного производства [9].

На ряду с этим досконально изучать процессы влажно-тепловой обработки, знать принципы работы современных оборудованиях и приспособлениях для внутри-процессной и окончательной влажно-тепловой обработки, так как качество и внешний вид готового изделия во многом зависит от них.

#### Список литературы

1. Черепенько А. П. Высокоэффективный процесс изготовления рабочих поверхностей гладильных подушек оборудования для влажно-тепловой обработки. Автореф. дис. ... кандидата техн. наук. М.: ВНИИЛТекмаш, 1978. - 27 с.
2. Л.Н.Нутфуллаева, Ш.Н.Нутфуллаева, У.С.Сайитова, О.Ходжаева. Изучение процесса влажно-тепловой обработки тканей. Молодой учёный. №5.2016г. стр-60
3. Савостицкий А.В., Меликов Е.Х., Куликова И.А. Технология швейных изделий. Москва, «Легкая индустрия» 1980г.
4. Э. К. Амирова, А. Т. Труханова, О. В. Сакулина, Б. С. Сакулин Технология швейных изделий. Москва, Издательский центр «Академия», 2012г.
5. Данилова, Е.Г. Черепенько А.А., Черепенько А.П. Экспериментальные исследования процесса прессования при окончательной влажно-тепловой обработке основных участков мужского пиджака // Швейная промышленность. – М., 2010. – №6. – С. 41 – 43.
6. Нутфуллаева Л. Н. Разработка технологии повышения формоустойчивости швейных изделий в процессе влажно-тепловой обработки. Автореф. дис. ... PhD (по техническим наукам). Т: ТИТЛП, 2019. - 48 с.
7. Нутфуллаева Л.Н., Ташпулатов С.Ш., Черунова И.В. Использование полимерных композиций для повышения формоустойчивости деталей одежды// «Современные наукоемкие технологии» ежемесячный научный журнал. SSN 1812–7320 Россия. г.Пенза. №5 Часть 2, 2014.-С.24-26.
8. Nutfullaeva L.N., Artikbaeva N.M., Bakhritdinova D.A., Shin I.G., Tashpulatov S.Sh., Murodov T.B. Investigation of formation conditions package and ensuring pillarity of pillows from composite materials//Scientific journal. European science review. №7–8. Vienna. Austria. 2018. pp. 252-254 (05.00.00; №3)
9. Artikbaeva N.M., Nutfullaeva L.N., Bakhritdinova D.A., ShinI.G., Tashpulatov S.Sh., Murodov T.B. Deformability of the package of multilayer composite material of the working press organ for wet-heat treatment of sewing products//Scientific journal. European science review. №7–8. Vienna. Austria. 2018. pp. 207-211. (05.00.00; №3)

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ КУЛАЧКОВОГО МЕХАНИЗМА ПРИВОДА БАТАНА МЕТОДОМ ОПТИМИЗАЦИИ DETERMINATION OF THE MAIN DIMENSIONS OF THE CAM MECHANISM BATANE DRIVE BY THE OPTIMIZATION METHOD

Степнов Николай Владимирович, Кузякова Светлана Васильевна  
Stepnov Nikolay Vladimirovich, Kuzyakova Svetlana Vasilyevna

Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.  
Искусство), Россия, Москва  
The Kosygin State University of Russia, Moscow  
(e-mail: pr-mechanica@mail.ru)

*Аннотация:* Разработана методика определения основных размеров кулачкового механизма привода батана ткацких станков СТБ с использованием метода оптимизации. В качестве целевой функции использовалась минимальная величина максимальных контактных напряжений.

*Abstract:* A method for determining the main dimensions of the cam drive mechanism of a baton of weaving looms STB has been developed using the optimization method. The minimum value of the maximum contact stresses was used as an objective function.

*Ключевые слова:* батанный механизм, кулачковый механизм, контактные напряжения, методы оптимизации.

*Keywords:* batan mechanism, cam mechanism, contact stress, optimization methods.

В приводе батана ткацких станков СТБ применяются двухдисковые кулачковые механизмы, сообщающие качательное движение батану по закону модифицированной трапеции. При этом профили кулачка и контркулачка работают поочередно в зависимости от направления сил инерции батана. Рабочие участки кулачка и контркулачка прилегают к окружности радиуса  $r_0$  начальной шайбы (рис.1 а, б). Рабочие участки профиля кулачков показаны основной линией, нерабочие изображены пунктирной. Расчёты показывают, что контактные напряжения между кулачком и роликом на фазе прямого и обратного хода отличаются незначительно. Во всех точках профиля радиусы кривизны положительны, углы давления не превышают 30 град. Профиль кулачка и контркулачка на всех участках является выпуклым.

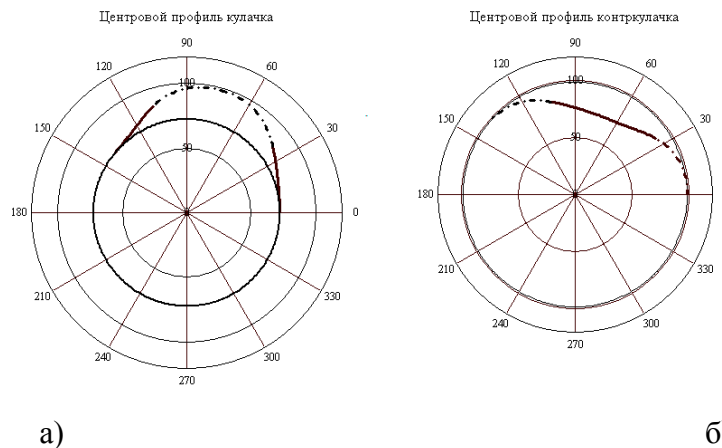
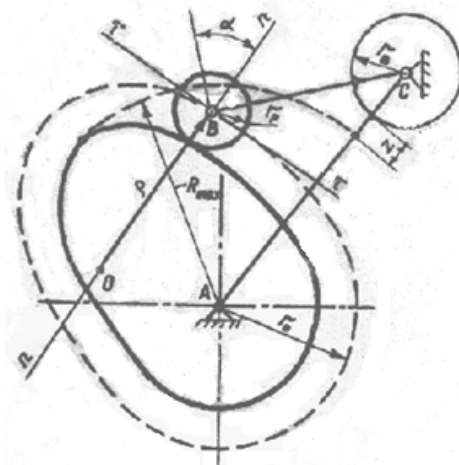


Рис.1. Рабочие участки кулачка и контркулачка

Цель исследования заключается в том, чтобы выяснить являются ли размеры существующего кулачкового механизма оптимальными, которые обеспечивают минимальную величину контактных напряжений на рабочих участках профиля при минимальных основных размерах кулачкового механизма. Основными размерами являются (рис.2); минимальный радиус-вектор профиля кулачка  $r_0$ , расстояние между центрами вращения кулачка и коромысла  $l_{AC}$ , длина коромысла  $l_{BC}$ , радиус ролика  $r_p$ .



**Рис. 2. Основные размеры кулачкового механизма**

При выполнении расчётов длина коромысла  $l_{BC}$  задаётся исходя из конструктивных соображений. Предварительные размеры минимального радиус-вектора  $r_0$  и межцентрового расстояния  $l_{AC}$  определялись с помощью известного графического построения [1], изображённого на рис.3, которое позволяет получить формулы для определения этих параметров.

$$\begin{aligned} k_1 x - y &= k_1 x_D - y_D, \\ k_2 x - y &= k_2 x_E - y_E, \end{aligned} \quad (1)$$

$$k_1 = \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} + \psi + \vartheta_d\right), \quad (2)$$

$$k_2 = \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} + \psi - \vartheta_d\right),$$

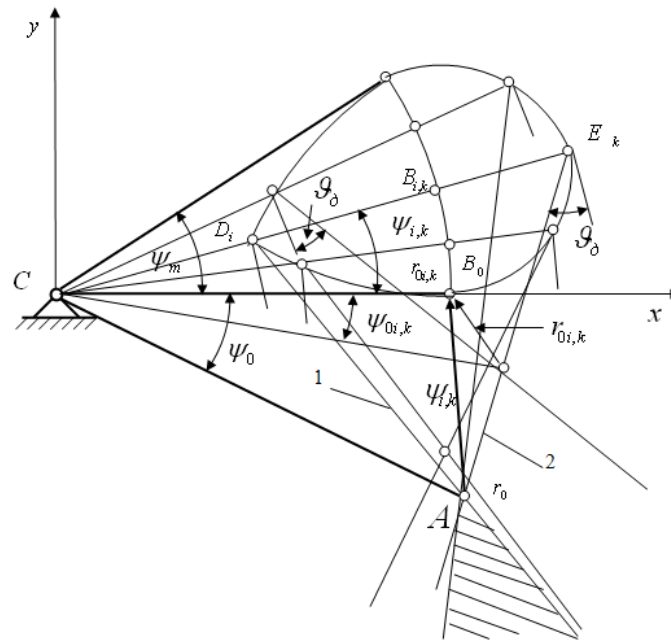
$$x_D = l_{BC}(1 + \psi') \cos(\psi), \quad y_D = l_{BC}(1 + \psi') \sin(\psi), \quad (3)$$

$$x_E = l_{BC}(1 - \psi') \cos(\psi), \quad y_E = l_{BC}(1 - \psi') \sin(\psi),$$

$$r_0 = \sqrt{(x_A^2 - x_{B0}^2) + y_A^2}, \quad l_{AC} = \sqrt{x_A^2 + y_A^2}, \quad (4)$$

где  $k_1$  и  $k_2$  - угловые коэффициенты прямых 1,2,  $x_D$  и  $y_D$ ,  $x_E$  и  $y_E$  - координаты точек D и E на фазе прямого и обратного хода,  $\vartheta_d$  - допускаемый угол давления,  $\psi$  - функция перемещения батана,  $\psi'$  - функция аналога угловой скорости.

С помощью системы линейных уравнений (1) и формул (2), (3), (4) определяются координаты  $X_A, Y_A$  пересечения линий 1 и 2 (рис. 3) при различных положениях механизма и расстояние от точки пересечения  $A_{i,k}$  до точки  $B_0$ . В качестве центра вращения А кулачка принимается точка, для которой радиус  $r_0$  имеет максимальное значение. Это значение радиус-вектора  $r_0$  и расстояния между центрами вращения кулачка и коромысла  $l_{AC}$  являются предварительными размерами. Далее используя предварительные размеры, решалась оптимизационная задача по определению основных размеров кулачкового механизма  $r_0, l_{AC}, l_{BC}$ , используя в качестве критерия оптимизации максимальную величину контактных напряжений.



**Рис. 3. Расчетная схема кулачкового механизма**

Целевая функция  $\sigma_{\max}(r_0, l_{BC}, l_{AC}, r_p)$ , включающая четыре варьируемых параметра, использует следующие формулы для расчёта:

1. углов давления

$$\vartheta = \arctg \left[ \frac{(\psi' + 1)l_{BC} - l_{AC} \cos(\psi_0 + \psi)}{l_{AC} \sin(\psi_0 + \psi)} \right], \quad (5)$$

2. радиусов кривизны центрального профиля

$$\rho = \frac{l_{AC}^2 \sin(\psi_0 + \psi)^2}{\cos^2(\vartheta) \left[ l_{AC} \sin(\psi_0 + \psi) + \psi' l_{BC} \sin(\vartheta)(1 - \psi') - \psi'' \right] l_{BC} \cos(\vartheta)}, \quad (6)$$

3. приведённого радиуса кривизны

$$\rho_{\text{пр}} = \frac{\rho r_p}{\rho + r_p}, \quad (7)$$

4. контактной силы от сил инерции батана



$$Q = \frac{J_B \varepsilon_2}{\ell_{BC} \cos(\vartheta)}, \quad (8)$$

5. контактных напряжений

$$\sigma = \sqrt{\frac{QE}{\rho_{np} b}}, \quad (9)$$

где  $E$  - приведённый модуль упругости материалов кулачка и ролика,  $b$  - ширина площадки контакта кулачка и ролика,  $J_B$  - момент инерции батана,  $\varepsilon_2$  - угловое ускорение батана.

Определялось такое сочетание основных размеров механизма, при которых максимальная величина контактных напряжений  $\sigma_{\max}(\tau_0, \ell_{BC}, \ell_{AC}, \tau_p)$  имеет минимальное значение. При этом на параметры механизма накладывались ограничения конструктивного характера:

1. на основные размеры звеньев кулачкового механизма  $\tau_0, \ell_{AC}, \ell_{BC}$ ;
2. на максимальную величину углов давления  $\vartheta$ ;
3. на отношение радиуса ролика к минимальному радиус-вектору профиля кулачка  $\tau_p / \tau_0 < 0,45$ ;
4. на соотношение радиуса ролика и радиуса цапфы  $\tau_p > 1,6\tau_c$ ;
5. на минимальную величину радиуса кривизны на выпуклых участках центрального профиля кулачка  $\rho_{\min} > 1,3\tau_p$ ;
6. на максимальную величину максимального радиус-вектора центрального профиля кулачка  $\ell_{AC} - (R_{\max} - \tau_p) - \tau_B > 0$ .

Расчёты выполнялись в математической системе Mathcad [2], где для решения оптимизационных задач используется функция Minimize(). Представляет практический интерес исследование варианта, при котором величина межосевого расстояния равна реальному размеру расстояния между центрами вращения кулачка и коромысла  $\ell_{AC} = 112$  мм принятому в ткацких станках СТБ. Это условие создаёт возможность для замены существующего кулачкового механизма на механизм, полученный по результатам расчёта. Расчёты показали, что минимальная величина радиуса вектора кулачка с  $\tau_0 = 90$  мм может быть уменьшена до величины  $\tau_0 = 72$  мм. При этом длина коромысла увеличивается с  $\ell_{BC} = 60$  мм до  $\ell_{BC} = 63$  мм, радиус ролика увеличивается  $\tau_p = 30$  мм до  $\tau_p = 32$  мм.

Уменьшение величины минимального радиуса-вектора кулачков позволяет экономить до 4-х кг стали используемого при их изготовлении. Дальнейшее уменьшение размера  $\tau_0$  сдерживает условие 5). Величина максимального контактного напряжения у существующего механизма и определённого методом оптимизации имеют практически одинаковое значение.

При свободном определении основных размеров кулачкового механизма несвязанным условием  $\ell_{AC} = 112$  мм расчёты показали, что оптимальные размеры основных параметров, находятся на верхней границе заданных конструктивных ограничений.

Снижение контактных напряжений возможно при увеличении основных размеров кулачкового механизма. Так для того, чтобы уменьшить максимальную величину контактных напряжений, например в 1.5 раза необходимо увеличить основные размеры кулачкового механизма до следующих значений  $r_0 = 100 \text{ мм}$ ,  $l_{AC} = 185 \text{ мм}$ ,  $l_{BC} = 90 \text{ мм}$ . Как показали расчёты существующие размеры кулачкового механизма привода батана не являются оптимальными. Размеры кулачка могут быть уменьшены без снижения долговечности его работы. При этом возможна значительная экономия материала кулачка.

### ВЫВОДЫ

1. Разработана методика проектирования кулачкового механизма привода батана с использованием метода оптимизации. Критерием оптимизации является минимальная величина максимальных контактных напряжений на рабочих поверхностях профиля кулачка.

2. Определены размеры кулачкового механизма, которые позволяют значительно уменьшить количество материала необходимого для изготовления кулачков без снижения долговечности профиля кулачка.

### Список литературы

1. Фролов К. В. Теория механизмов и механика машин [Текст]: учебник. – М.: «Высшая школа», 2005. – 493 с.
2. Дьяконов В. П. МATHCAD в математике [Текст]: справочник. – М.: Горячая линия -Телеком, 2007. – 958 с.

УДК 677.494

## ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ НА ДИАМЕТР НЕОДНОРОДНЫХ НАНОВОЛОКОН INFLUENCE OF ELECTROSPINNING MODE ON HETEROGENEOUS NANOFIBERS DIAMETER

Рыклин Дмитрий Борисович<sup>\*</sup>, Демидова Мария Александровна<sup>\*</sup>,  
Ясинская Наталья Николаевна<sup>\*</sup>, Азарченко Владислав Михайлович<sup>\*</sup>,  
Разумеев Константин Эдуардович<sup>\*\*</sup>  
Ryklin Dzmityry Borisovich<sup>\*</sup>, Demidova Maria Alexandrovna<sup>\*</sup>,  
Yasinskaya Natallia Nikolaevna<sup>\*</sup>, Azarchenko Vladislav Mikhailovich<sup>\*</sup>,  
Razumeev Konstantin Eduardovich<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup> *Витебский государственный технологический университет», Беларусь, Витебск  
Vitebsk State technological University, Belarus, Vitebsk  
(e-mail: ryklin-db@mail.ru, yasinskayann@rambler.ru,  
demidova.mariya00@gmail.com, azarchenko22@mail.ru)*

<sup>\*\*</sup> *Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии.  
Дизайн. Искусство), Россия, Москва  
The Kosygin State University of Russia, Moscow*

*Аннотация:* В статье представлены результаты экспериментальных исследований процесса электроформования нановолокнистых материалов и покрытий из растворов поливинилового спирта с функциональной добавкой глицерина. Определено влия-

ние параметров процесса электроформования на диаметр неоднородных нановолокон с учетом количественного состава раствора.

*Abstract:* The paper presents the results of experimental research of the electrospinning process of nanofibrous webs of polyvinyl alcohol solutions with functional addition of glycerin. Influence of electrospinning mode on heterogeneous nanofibers diameter is determined taking into account the solution composition.

*Ключевые слова:* электроформование, диаметр нановолокна, поливиниловый спирт, глицерин.

*Keywords:* electrospinning, nanofiber diameter, polyvinyl alcohol, glycerin.

Известно, что электроформование является одним из наиболее перспективных способов получения инновационных материалов для медицины и косметологии. Анализ литературных источников показал, что в качестве волокнообразующего полимера при производстве изделий указанного назначения используются различные полимеры, например, хитозан, полилактид, поливиниловый спирт и т.д.

Широкое применение поливинилового спирта (ПВС) для получения материалов медицинского назначения методом электроформования обусловлено его относительно низкой стоимостью и уникальными свойствами. Создание концентрированных растворов полимеров с лекарственными веществами различной природы приводит к получению эффективных лечебных средств для внутреннего и наружного применения. При этом в ряде случаев физиологическая активность полимеров проявляется в активизации процессов всасывания и проникновения лекарственных средств через слизистые оболочки, кожу и др. [1]. Благодаря нетоксичности поливиниловый спирт может применяться в медицине в качестве клеев, пластырей, стерильных салфеток, хирургических нитей, фармацевтических препаратов, для изготовления плазмозаменяющих растворов [2]. Поэтому в данной работе в качестве волокнообразующего полимера при проведении исследований было принято решение использовать именно растворы поливинилового спирта.

Одним из веществ, которые могут быть добавлены в формовочный раствор для получения материалов медицинского или косметологического применения, является глицерин. Глицерин является увлажняющим средством, который входит в состав многих кремов, мазей, мыла и т.д. Он также выполняет защитную функцию кожи, так как сохраняет влагу в клетках кожи. В медицине его используют в качестве антисептика при комплексном лечении многих заболеваний, особенно кожных (способствует заживлению ран, препятствует заражению и гноению) [3]. Водопоглощающий эффект провоцирует дегидратацию и гибель болезнетворных бактерий. Глицерин в медицине является эффективным растворителем таких химических веществ, как йод, фенол, тимол, бром, танин [4].

Целью данной работы являлось определение влияния параметров процесса электроформования на диаметр волокон нановолокнистого материала, сформированного из поливинилового спирта и глицерина при различном процентном содержании последнего в формовочном растворе.

При проведении исследований использовался ПВС марки Arkofil PPL gr компании Archroma (Швейцария). Исследования осуществлялись в лаборатории кафедры «Технология текстильных материалов» на установке Fluidnatek LE-50, электроформование на которой происходит с использованием капилляров, электрическое напряжение прикладывается к раствору полимера, который при помощи дозатора подается на прядильную головку. Основными технологическими параметрами процесса электроформования являются расход формовочного раствора и напряжение, подаваемое на эмиттер и коллектор. Также на установке регулируется частота вращения барабана (коллек-

тора) и скорость возвратно-поступательного движения прядильной головки. Однако скоростные режимы оказывают влияние не на геометрические характеристики волокон, а на их ориентацию и ширину электроформованного материала. В связи с этим в данной работе влияние скоростных режимов не рассматривалось.

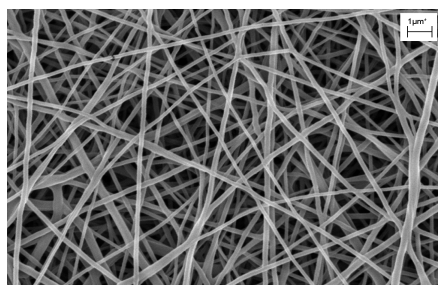
Ранее в процессе экспериментальных исследований было установлено, что для минимизации количества дефектов электроформование из растворов поливинилового спирта с добавлением глицерина целесообразно осуществлять с использованием стандартной прядильной головки, а содержание глицерина не должно превышать 8% [5]. Кроме того, выявлено, что наиболее стабильный процесс электроформования с получением равномерного бездефектного нановолокнистого материала достигается при содержании в растворе 14% поливинилового спирта указанной марки. На основании полученных ранее результатов было принято решение о проведении сравнительных исследований процесса электроформования с использованием трех растворов, свойства которых приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Свойства исследуемых прядильных растворов**

Состав прядильного раствора	Динамическая вязкость, Па·с	Поверхностное натяжение, Н/м	Удельная объемная электропроводность, мСм/м
14% раствор ПВС	2,603	0,0626	0,497
96 мас.ч. 14% раствора ПВС+4 мас.ч. 85% раствора глицерина	2,639	0,0618	0,483
93 мас.ч 14% раствора ПВС + 7 мас.ч. 85% раствора глицерина	3,002	0,0621	0,475

Из полученных растворов осуществлена наработка девяти вариантов образцов покрытий при различных режимах работы установке Fluidnatek LE-50 (таблица 2). Предварительные исследования показали, что расход раствора, напряжения, подаваемые на эмиттер и коллектор, не являются взаимосвязанными факторами, то есть не могут варьироваться независимо друг от друга. Так, увеличение расхода раствора определенное значение напряжения, подаваемого на оба электрода установки.

Для изучения структуры полученных материалов и влияния на неё состава и расхода формовочного раствора были получены их изображения при различном увеличении с использованием электронного сканирующего микроскопа LEO 1420 (CarlZeiss, Германия). Пример изображения структуры нановолокнистого покрытия, полученного для опыта 8 при увеличении в 15000 раз, представлен на рисунке 1.



**Рис. 1. Изображения нановолокнистого покрытия**

В таблице 2 представлены средние значения диаметров нановолокон и соответствующие им коэффициенты вариации, полученные по результатам 100 измерений для всех опытов.

**Таблица 2. Параметры проведения эксперимента и его результаты**

№	Содержание раствора глицерина, %	Расход формовочного раствора, мл/ч	Напряжение на эмиттере, кВ	Напряжение на коллекторе, кВ	Среднее значение диаметра волокна, нм	Коэффициент вариации по диаметру волокна, %
1	0	1	25	-7	157,45	29,92
2	0	1,3	27	-8	171,77	21,65
3	0	1,6	29	-9	175,60	23,54
4	4	1	25	-7	212,44	16,10
5	4	1,3	27	-8	185,73	24,21
6	4	1,6	29	-9	186,39	28,29
7	7	1	25	-7	198,36	24,46
8	7	1,3	27	-8	197,76	21,61
9	7	1,6	29	-9	182,19	24,28

По данным, представленным в таблице 2, видно, что влияние режимов электроформования на диаметр нановолокон различно в зависимости от наличия или отсутствия в растворах глицерина. Сложность анализа данного процесса связана с одновременным изменением основных режимов электроформования в проведенных опытах, то есть с невозможностью выявления отдельного влияния расхода раствора и напряжений, подаваемых на электроды.

Влияние подаваемого напряжения на протекание процесса электроформования широко изучено, в том числе имеются исследования его влияния на процесс электроформования волокон из поливинилового спирта. Одно из самых значимых исследований было проведено группой китайских ученых Чжаном, Яном и Ву и посвящалось оценке влияния напряжения на морфологию и распределение диаметра волокон, получаемых из водного раствора поливинилового спирта путем электроформования. Было установлено, что при более высоких значениях напряжения увеличивается объемный расход полимера, что способствует образованию большего диаметра волокна [6]. Такая же закономерность выявлена и в ходе проведения исследований, изложенных в данной статье.

Однако добавка глицерина приводит к тому, что с увеличением расхода раствора толщина волокон снижается. Этот факт может быть объяснен следующей гипотезой. Так как увеличение расхода сопровождается повышением напряжения, подаваемого на коллектор и эмиттер, одновременно повышаются электростатические силы, воздействующие на формируемую струю. В результате этого составляющая струи, состоящая из глицерина, в пространстве между электродами утоняется в большей степени, чем при минимальном расходе раствора.

Предыдущие исследования показали, что при исследуемых концентрациях ПВС и глицерина в формовочном растворе получаемый материал состоит в значительной степени из волокон со структурой «ядро-оболочка». Таким образом, справедливо выражение для расчета диаметра нановолокна  $d_B$ :

$$d_B = d_{ПВС} + \Delta d_G, \quad (2)$$

где  $d_{ПВС}$  – диаметра стержневой части нановолокна, состоящей из ПВС, нм;  $\Delta d_G$  – изменение диаметра нановолокна, обусловленное влиянием глицерина, нм.

На основании статистической обработки экспериментальных данных получена следующая модель, описывающая изменение диаметра стержневой части нановолокна в зависимости от расхода раствора  $Q$ , мл/ч:

$$d_{ПВС} = 181,4 - \frac{24,5}{Q^3}. \quad (3)$$

Обработка результатов 4 – 9 опытов позволила получить зависимость величины  $\Delta d_{Г}$  от расхода формовочного раствора:

$$\Delta d_{Г} = 110,6 - 65,4 \cdot Q. \quad (4)$$

Коэффициент детерминации модели составил  $R = 0,935$ , при этом все ее коэффициенты являются статистически значимыми. Установлено, что изменение процентного содержания глицерина в растворе в исследованном диапазоне не оказывает существенного влияния на диаметр формируемых волокон.

С учетом зависимостей (3) и (4) формула (2) приобретает следующий вид:

$$d_{В} = 292 - 65,4 \cdot Q - \frac{24,5}{Q^3}. \quad (5)$$

Таким образом, для прогнозирования диаметра волокна в материале, получаемом из раствора поливинилового спирта, может использоваться формула (3), а в случае введения в состав раствора глицерина с концентрацией, не превышающей 8% – формула (5).

На рисунке 2 видно, что для большинства проведенных опытов расчетные и измеренные значения диаметра практически совпадают. Отклонение расчетных данных от результатов измерений не превышает 6%, а в восьми опытах из девяти – составляет менее 3%, что является приемлемым.

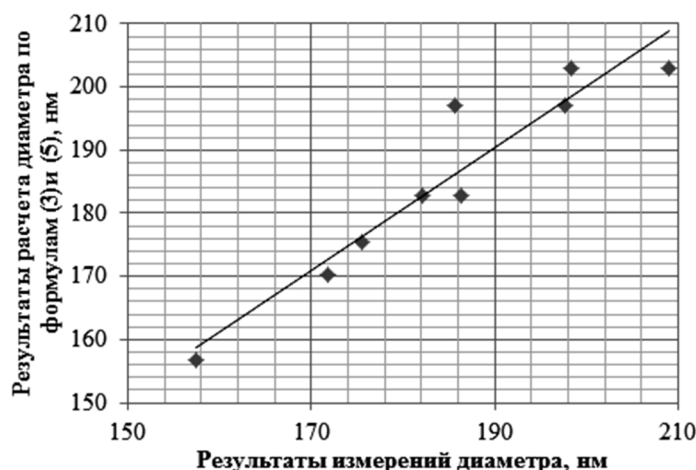


Рисунок 2 – Сопоставление результатов измерений и расчетов

#### Список литературы

1. Физиологически активные полимеры // <https://mplast.by/encyklopedia/fiziologicheski-aktivnyie-polimeryi>.
2. Попова И. Н., Файнберг И. Н., Лившиц Ю. Т. Экономика производства и применения полимеризационных пластмасс. Л. : Химия, 1977, 200 с.
3. Химия. Глицерин // <https://himya.ru/glicerin.html>.
4. Глицерин в медицине // <https://mplast.by/encyklopedia/fiziologicheski-aktivnyie-polimeryi>.

5. Рыклин Д.Б., Ясинская Н.Н., Демидова М.А., Азарченко В.М. Оценка влияния добавки глицерина в прядильный раствор на структуру электроформованных // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы: сб. материалов XXIII Междунар. науч.-практ. форума «SMARTEX-2020». Иваново: ИВГПУ, 2020, С. 88–93.

6. Zhang C., Yuan X., Wu L., Han Y., Sheng J. Study on morphology of electrospunpoly (vinyl alcohol) mats // European Polymer Journal. 2005. 41 (3). Pp. 423–432.

УДК 677.026

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ СО СПЕЦИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ THE DEVELOPMENT OF NON-WOVEN MATERIALS WITH SPECIAL PROPERTIES TECHNOLOGY**

**Аниськова Виктория Александровна  
Aniskova Victoriya Alexandrovna**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва  
The Kosygin Russian State University, Moscow  
(aniskova-va@rguk.ru)*

*Аннотация:* Разработана технология нетканых материалов из модифицированных синтетических волокон. Установлено, что разработанные нетканые материалы имеют высокие деформационно-прочностные, бактерицидные, ароматные, репеллентные и другие свойства, которые сохраняются в материале после мокрых обработок, стирок, а также после замораживания и оттаивания.

*Abstract:* The modified synthetic fibers nonwovens technology has been developed. It is established that the developed non-woven materials have high deformation-strength, bactericidal, aromatic, repellent and other properties that are preserved in the material after wet treatments, washing, as well as after freezing and thawing.

*Ключевые слова:* нетканые полотна, модификация, оптимизация, технологические параметры.

*Keywords:* non-woven fabrics, modifying, optimization, technological parameters.

Из литературы известны различные способы подготовки субстратов к взаимодействию с адгезивами [1]. Особо можно выделить способ модификации поверхности химических волокон кремнийорганическими препаратами с прививкой на поверхность полимера волокон активных функциональных групп. При этом сохраняется масса волокна и структура его поверхностного слоя, появляется возможность регулировать химическую природу и степень заряженности поверхностного слоя полимера волокон [1].

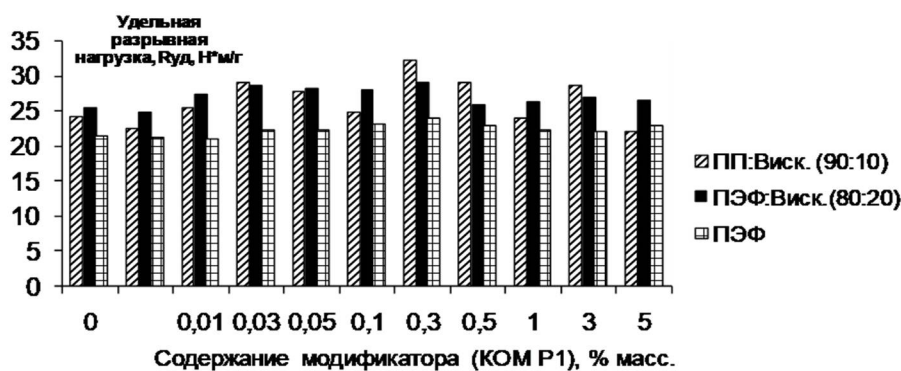
В данной работе в качестве кремнийорганических модификаторов использовали олигоэтоксисилоксановые производные изобутилового спирта, феноксиэтанола, сложных эфиров *n*-оксibenзойной кислоты,  $\beta$ -фенилэтилового спирта, эвгенола и др.

Для придания волокнам, полотнам и изделиям специальных свойств их пропитывают раствором или эмульсией модификатора заданного состава и строения с последующим высушиванием, термообработкой в сушильном шкафу при 140°C в течение 10 мин. Нетканые материалы получают термоскреплением волокнистых холстов.

При обработке химических волокон кремнийорганическими соединениями возрастает подвижность макромолекул поверхностного слоя полимера волокна, увеличивается аутогезионная способность волокон, и снижаются температуры переходов полимера волокна за счет пластифицирующего действия препаратов и введения функциональных групп.

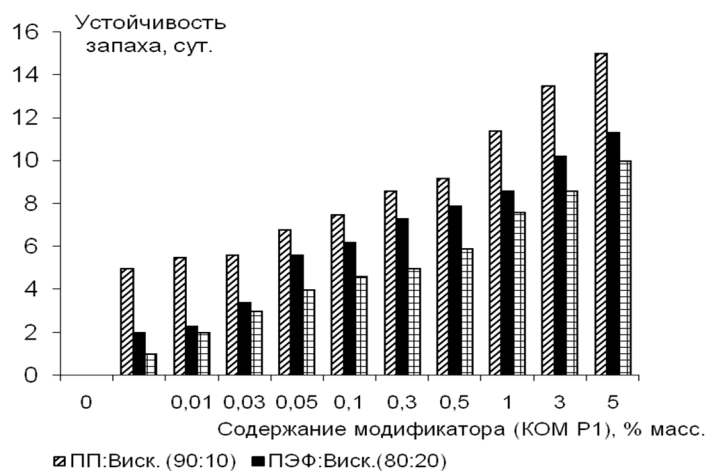
При введении кремнийорганического препарата в количестве выше оптимального наблюдается эффект "перемасливания", происходит ослабление межмолекулярных связей и, как следствие, снижение прочности.

Установлено, что нанесение синтезированных нами препаратов кремнийорганической природы в количестве 0,3-1% масс. приводит к увеличению прочности нетканого материала в 4-9 раз, снижению жесткости, сохранению хорошей воздухопроницаемости и повышению несминаемости готового нетканого материала из химических волокон. При изучении ароматных свойств нетканого материала применяли кремнийорганический препарат, содержащий  $\beta$ -фенилэтиловый спирт (КОМ Р1). Физико-механические свойства материала определяли по стандартным методикам (Рис.1).



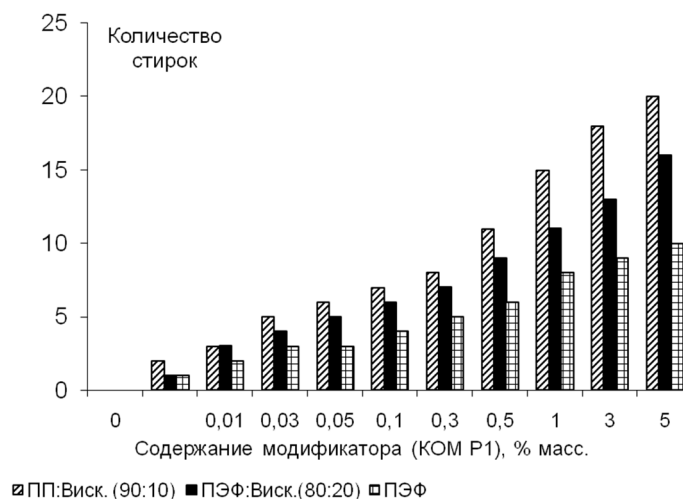
**Рис.1. Удельная разрывная нагрузка нетканых материалов с ароматными свойствами из модифицированных волокон**

Органолептически измеряли пахучесть материала (стойкость запаха, в сутках). По мере ослабления запаха нетканый материал подвергали стирке в моющем растворе, в результате которой ароматные свойства усиливались. Материал высушивали в кондиционных условиях и определяли, на протяжении какого количества стирок нетканый материал сохраняет ароматные свойства (Рис.2, 3).



**Рис.2. Устойчивость запаха нетканых материалов с ароматными свойствами из модифицированных волокон**





**Рис.3. Количество стирок, на протяжении которых сохраняются ароматные свойства нетканых материалов из модифицированных волокон**

Установлено, что на степени стойкости запаха нетканых материалов и его удержании существенным образом сказывается природа волокон, из которых они изготовлены. Следует отметить, что на степень стойкости запаха материалов оказывают также существенное влияние температура, влажность окружающего воздуха, атмосферное давление и другие факторы.

Улучшение свойств материала объясняется образованием силоксановых связей между соседними волокнами. Образующиеся на поверхности волокон силикатные слои обладают высокой эластичностью, паро- и газопроницаемостью.

Если макромолекулы полимера волокна, полотна, материала содержат функциональные группы (С-ОН, СООН, СО-НН, СО-НН<sub>2</sub> и др.), то кремнийорганический модификатор закрепляется на поверхности волокна, полотна, материала как химическими связями, которые образуются за счет взаимодействия этих групп с активными этокси-силильными группами олигомера, так и за счет физических связей (дисперсионных, ориентационных, индукционных, водородных). Если макромолекулы полимера волокна, полотна, материала не содержат реакционно-способных функциональных групп, то модификатор закрепляется на их поверхности за счет физических связей.

Одним из способов получения антимикробных волокон является взаимодействие бактерицидного или фунгицидного препарата с макромолекулами волокнообразующего полимера. Для этого волокна предварительно модифицируют с целью введения в макромолекулы активных функциональных групп, способных взаимодействовать с бактерицидными или фунгицидными препаратами, или же применяют препараты, содержащие активные группы, способные реагировать с функциональными группами макромолекулы. Биологическая активность полученных этим способом антимикробных волокон обусловлена постепенным отщеплением небольшого количества бактерицидного или фунгицидного препарата вследствие гидролиза или диссоциации связи между препаратом и волокнообразующим полимером. Такие антимикробные волокна сохраняют биологическую активность при многократных мокрых обработках и стирках.

Известно, что сложные эфиры п-оксибензойной кислоты являются эффективными бактерицидными препаратами и находят широкое применение в фармацевтической и косметической промышленности [2].

Поэтому нами разработан способ получения антимикробных волокон, текстильных полотен и изделий легированием их поверхности биологически активными крем-

нийорганическими модификаторами – олигоэтоксисилоксановыми производными сложных эфиров п-оксибензойной кислоты.

Биологическая активность полученных антимикробных волокон, полотен, изделий обусловлена постепенным отщеплением заданного количества бактерицидного препарата – соответствующего сложного эфира п-оксибензойной кислоты (КОМ О1). Результаты экспериментов представлены в табл.1.

**Таблица 1. Концентрация антимикробного модификатора, % масс., вызывающая угнетение бактериальной и грибковой флоры**

Микроорганизмы	Концентрация модификатора (КОМ О1), % масс.
<i>S. typhi</i>	0,48
<i>E. coli</i>	1,93
<i>p. aureus</i>	0,06
<i>Pr. vulgaris</i>	0,24
<i>Ps. aeruginosa</i>	3,8
<i>Asp. niger</i>	0,09
<i>Ph. nigricans</i>	0,03
<i>Ch. globosum</i>	0,015
<i>Tr. interdigitale</i>	0,09
<i>C. albicans</i>	0,06
<i>Sacc. cerevisal</i>	0,03

Следует отметить, что разработанные антимикробные модификаторы не растворяются в воде, однако они нелетучи и устойчивы к действию света и нагреванию, смешиваются с медикаментозными средствами и обнаруживают широкий спектр антибактериального и противогрибкового действия.

Установлено, что при содержании на поверхности волокон, текстильных полотен и изделий 0,4 – 0,7% масс. модификатора текстильные изделия сохраняют антимикробную активность после многократных мокрых обработок и 15-20 стирок.

#### **Выводы**

Синтезированы новые кремнийорганические модификаторы волокон и полотен заданного состава и строения, способные придавать материалам антимикробные свойства, повышенные прочностные свойства, устойчивый аромат, усиливающийся после стирки.

Разработан способ получения волокон и нетканых полотен, обладающих специальными свойствами, а также эффективный способ термического скрепления модифицированных волокон.

#### **Список литературы**

1. Вакула В.Л., Притыкин Л.М. Физическая химия адгезии полимеров. М.: Химия, 1984. 224 с.
2. Neidig, C.P. and Burrell, H. The esters of para-hydroxybenzoic acid as preservatives // Drug and Cosmetic Industry, 1944. P.54.
3. Вольф Л.А., Меос А.И. Волокна специального назначения. М., 1971. 223с.
4. Воронков М.Г., Макарская В.М. Аппретирование текстильных материалов кремнийорганическими мономерами и олигомерами. – Новосибирск: «Наука», Сиб. Отд., 1978, 77 с.
5. Горчакова В.М., Измайлов Б.А., Корягин В.И., Козлятникова Е.М., Аниськова В.А., Курочкина Т.А., Носкова С.Л. Олигоэтоксисилоксановые производные

феноксизтанола для модификации волокнистых материалов и способ их получения. Патент на изобретение RU 2456309 C1, 20.07.2012.

6. Горчакова В.М., Измайлов Б.А., Курочкина Т.А., Баталенкова В.А., Савинкин А.В. Способ получения нетканых текстильных материалов, обладающих повышенной прочностью, устойчивым ароматным запахом и антимикробными свойствами, с помощью полиэтоксисилоксанов, содержащих фармакофорные органооксисилильные лиганды. Патент на изобретение RU 2270892 C2, 27.02.2006.

УДК 624.072.2.014

## **СТАЛЬНЫЕ Н-ОБРАЗНЫЕ ГНУТОЗАМКНУТЫЕ ПРОФИЛИ (ГЗП) STEEL CURVED CLOSED PROFILES (CCP)**

**Марутян Александр Суренович  
Marutyán Alexander Surenovich**

*Филиал Северо-Кавказского федерального университета в г. Пятигорске, Россия  
Branch of North-Caucasian Federal University in Pyatigorsk, Russia  
(E-mail: al\_marut@mail.ru)*

*Аннотация:* Представлено новое техническое решение Н-образных гнutoзамкнутых профилей, относящихся к легким стальным тонкостенным конструкциям (ЛСТК), которые отличаются высокими технико-экономическими показателями и массово используются в промышленно-гражданском строительстве.

*Abstract:* A new technical solution of H-shaped curved closed profiles relating to light steel thin-walled structures (LSTS), which have high technical and economic indicators and are widely used in industrial and civil construction, is presented.

*Ключевые слова:* стержневые системы, тонкостенные конструкции, гнutoзамкнутые профили.

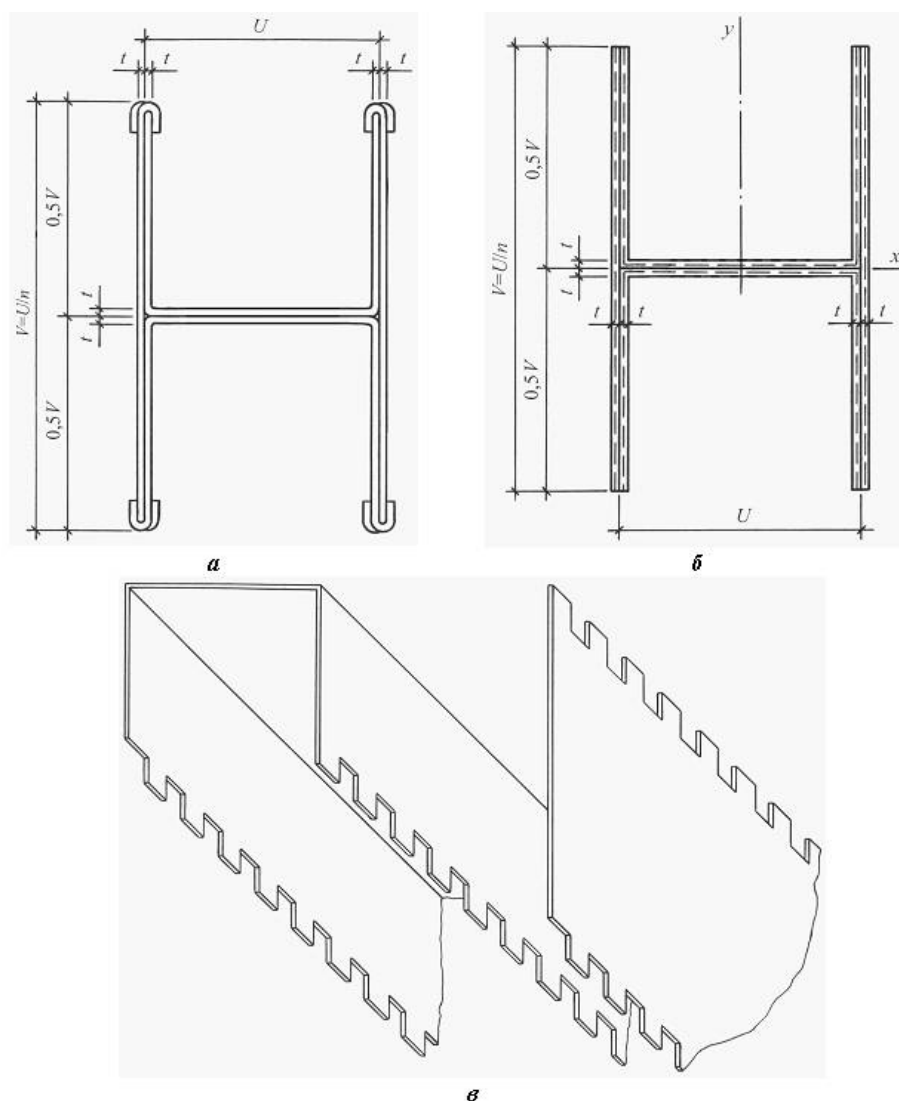
*Keywords:* core systems, thin-walled constructions, curved closed profiles.

Двутавр является одним из профилей, наиболее востребованных в практике строительства и проектирования для металлических, железобетонных, сталежелезобетонных, деревянных и других несущих конструкций. Из теории сортамента и оптимального проектирования известно до десятка критериев эффективности двутавровых профилей, работающих на изгиб, поэтому в стальном строительстве его принято считать конструктивной формой номер один и непрерывно совершенствовать в режиме реального времени [1-3].

Двутавровый профиль, имея компактную форму поперечного сечения, достаточно эффективно сопротивляется продольным нагрузкам, приложенным центрально или с эксцентриситетами, что характерно для таких стержневых элементов, как стойки и колонны. Однако для последних в конструктивно-компоновочном оформлении предпочтительнее такие очертания поперечных сечений, которые обеспечивают им равную устойчивость из плоскости и в плоскости несущей конструкции. В подобных случаях балочные модификации двутавров заменяют широкополочными, а широкополочные, в свою очередь, заменяют колонными. Но и в колонных двутаврах моменты инерции их расчетных сечений относительно главных центральных осей разнятся между собой в два-три раза. Поэтому практический интерес вызывает уменьшение отмеченной разницы до нуля, когда двутавровые очертания профилей трансформируются в Н-образные.

Их эффективность можно заметно повысить за счет использования в качестве основного конструкционного материала оцинкованной тонколистовой стали и компоновки в виде гнutoзамкнутых профилей (ГЗП) [4].

Предлагаемый Н-образный ГЗП (рис.1, а) [5] обладает достаточно универсальным техническим решением, с реализацией которого для его изготовления можно использовать листовые заготовки одинаковых и разных толщин, одинаковых и разных прочностных характеристик (бистальные модификации), как с зубчатыми замыканиями, так и со сварными, болтовыми или заклепочными соединениями. При этом дополнительное повышение технико-экономических характеристик вполне достижимо при решении оптимизационной задачи, где в качестве критерия эффективности профиля принята одинаковая устойчивость (равнoустойчивость) из плоскости и в плоскости конструкции.



**Рис. 1. Поперечное сечение Н-образного гнutoзамкнутого профиля (а) и его расчетная схема со средней линией, обозначенной пунктиром (б), а также аксонометрия листовых заготовок до замыкания зубчатых креплений (в)**

Для решения оптимизационной задачи, а также количественной оценки несущей способности оптимизируемого профиля необходимо рассчитать моменты инерции сечения относительно главных центральных осей и приравнять их друг к другу. Расчет-

ные выкладки при этом допустимо выполнять по средней линии тонкостенного сечения без учета угловых закруглений профиля (рис. 1, б), а также без учета численных величин, содержащих значения толщины, возведенной во вторую и третью степень.

Рассматриваемое сечение Н-образного ГЗП можно представить составным из четырех прямоугольных элементов стенок (вертикальных граней) и двух таких же элементов полки (горизонтальной грани):

$$A = tU(4/n + 2) \quad (1)$$

$$I_x = \frac{tU^3}{3n^3}; \quad (2)$$

$$I_y = tU^3(1/n + 1/6), \quad (3)$$

где  $A$  – расчетная площадь сечения нетто профиля (без учета зубчатых креплений), равная суммарной площади листовых заготовок,  $A = const$ ;  $t$  – толщина листовых заготовок,  $t = const$ ;  $I_x$  – момент инерции сечения относительно оси  $x-x$ ;  $I_y$  – момент инерции сечения относительно оси  $y-y$ ;  $t$  – толщина;  $n$  – отношение меньшего габарита (ширины)  $U$  по средней линии расчетного сечения к большему габариту (высоте)  $V$  также по средней линии,

$$n = U/V; \quad (4)$$

$$U = \frac{A/t}{4/n + 2}; \quad (5)$$

$$V = \frac{A/t}{2n + 4}. \quad (6)$$

Для контрольной проверки расчетные формулы протестированы на базе стандартных прокатных профилей НР (широкополочных несущих свай), у которых стенки и полки имеют одинаковые толщины [6]. Основные результаты тестирования подтвердили корректность приближенной методики расчета тонкостенных сечений по их средним линиям применительно к решению оптимизационных задач и вариантному проектированию.

В оптимальном сечении разница между осевыми моментами инерции имеет нулевую величину. Поэтому, если подставить значения моментов инерции, то для отношения ширины полки к высоте стенок (4) можно получить кубическое уравнение

$$n^3 + 6n^2 - 2 = 0 \quad (7)$$

с корнями

$$n_1 = -5,9433809; n_2 = -0,6090937; n_3 = 0,5524746. \quad (8)$$

Из этих корней практический интерес представляет последний, значение которого вполне допустимо округлить до

$$n = 0,5524746 = 1/1,8100379 \approx 1/1,81. \quad (9)$$

Тогда для Н-образного ГЗП при отношении габаритов по средней линии его сечения  $1/1,81$  можно записать:

$$A = 9,2401518tU; U = 0,1082233A/t; V = 0,1958882A/t;$$

$$I_x = 1,9767049tU^3 = 0,0025055A^3/t^2; I_y = 1,9767063tU^3 = 0,0025055A^3/t^2;$$

$$I_x/I_y = 1,9767049/1,9767063 = 0,9999992 \approx 1,0.$$

Прикладное значение имеет дальнейшее уточнение расчетных параметров оптимизированного профиля с добавлением зубчатых креплений взамен сварных, болтовых или заклепочных соединений. Для этого необходимо подобрать размеры элементов зубчатого крепления (зубцов), которые должны быть не меньше  $1/10$  габарита сечения [7], то есть  $0,1U$  ( $U$  – ширина полки по средней линии). Отмеченный параметр отра-

зится на расчетных выкладках 8-кратным образом, так как Н-образный ГЗП имеет составное сечение из 4 листовых заготовок с продольными кромками зубчатой формы, что позволяет одним зигзагообразным резом формировать сразу две заготовки.

В общем случае расчетная площадь сечения brutto

$$A_{gp} = tU(4/n + 2,8). \quad (10)$$

В случае оптимизированного профиля

$$A = 9,2401518tU; A_{gr} = 10,040151tU; A/A_{gr} = 0,920320.$$

Найденное значение  $A/A_{gr}$  не превышает пределов редуцированного коэффициента  $\rho$  стержневых элементов ЛСТК. Так, применительно к гнутым профилям С-образной и швеллерной формы поперечных сечений  $\rho = 0,694...0,950$  [8].

Реализацию Н-образного ГЗП можно показать на примере с базовым объектом в виде составного двутавра из двух гнутых сигма-профилей ( $\Sigma$ -образных) размерами поперечного сечения  $300 \times 80 \times 20,5 \times 2$  мм ( $n = U/V = 2 \times 80/300 = 0,5333333 = 1/1,875$ ), геометрические характеристики которого составляют:

для полного сечения (рис. 2, а)

$$\dot{A} = 20,03 \text{ см}^2; I_x = 2510,05 \text{ см}^4; I_o = 266,88 \text{ см}^4;$$

для эффективного сечения (редуцированного сечения)

$$\dot{A} = 11,63 \text{ см}^2; I_x = 753,25 \text{ см}^4; I_o = 143,42 \text{ см}^4,$$

где расчетные параметры эффективного сечения определены при сжатии с изгибом без учета начальных геометрических несовершенств [9].

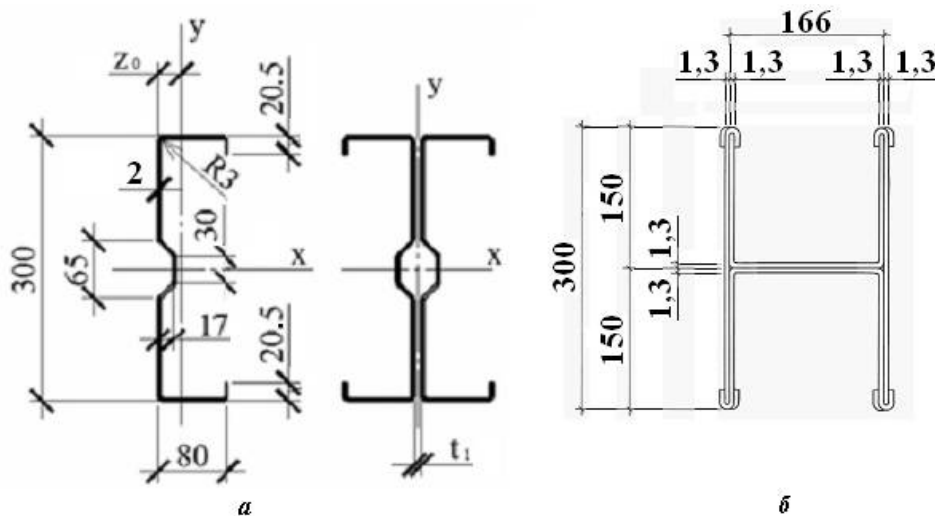


Рис. 2. Схемы двутаврового (а) и Н-образного (б) профилей

Новое техническое решение представлено оптимизированным Н-образным ГЗП, геометрические характеристики которого при  $V = 300$  мм составляют:

для полного сечения (рис. 2, б)

$$U = Vn = 300 \times 0,5524746 = 165,74238 \approx 166 \text{ мм};$$

$$t = A/(9,2401518U) = 20,03/(9,2401518 \times 16,6) = 0,1305851 \approx 0,13 \text{ см};$$

$$A = 9,2401518 \times 0,13 \times 16,6 = 19,94 \text{ см}^2 \text{ (99,6\%);}$$

$$I_x = I_y = 0,0025055A^3/t^2 = 0,0025055 \times 19,94^3/0,13^2 = 1175,39 \text{ см}^4 \text{ (46,8\% и 440\%);}$$

для эффективного сечения (сечения нетто)

$$t = A_{gr} / (10,040151U) = 20,03 / (10,040151 \times 16,6) = 0,1201801 \approx 0,12 \text{ см};$$

$$A = 9,2401518 \times 0,12 \times 16,6 = 18,406 \text{ см}^2 (158,3\%);$$

$$I_x = I_y = 0,0025055 \times 18,406^3 / 0,12^2 = 1084,95 \text{ см}^4 (144,0\% \text{ и } 756\%),$$

где за эталонные (100-процентные) показатели приняты соответствующие параметры базового объекта.

Полученные результаты подтверждают достаточную эффективность Н-образного ГЗП, особенно при сравнении его расчетного сечения нетто с редуцированным сечением базового объекта.

Расчетные параметры Н-образного ГЗП по новому техническому решению более наглядны при сравнении в табличной форме с соответствующими параметрами прямоугольных, пятиугольных, треугольных и трапециевидных ГЗП, также оптимизированных по критерию устойчивости (табл. 1).

**Таблица 1. Расчетные параметры сечений гнутозамкнутых профилей (ГЗП)**

Гнутозамкнутые профили (ГЗП)	Н-образные	Прямоугольные	Пятиугольные, 45°	Пятиугольные, 60°	Треугольные, 45°	Треугольные, 60°	Трапециевидные, 45°	Трапециевидные, 60°	
Характеристики	$U,$ $A/t$	0,10822 100%	0,250002 31,0%	0,3160429 2,0%	0,28957 267,6%	0,324583 16,6%	0,31534 291,4%	0,308422 85,0%	0,31405290, 2%
	$V,$ $A/t$	0,19589 100%	0,250001 27,6%	0,27653 141,2%	0,27162 138,7%	0,27049 138,1%	0,25130 128,3%	0,25180 128,5%	0,23745 121,2%
	$I_x = I_y,$ $A^3/t^2$	0,00251 100%	0,005212 07,6%	0,0076730 5,6%	0,00694 276,5%	0,006882 74,1%	0,00563 224,3%	0,005842 32,7%	0,00532212, 0%

*Примечание:*  $A$  и  $t$  – соответственно площадь поперечного сечения и толщина исходной листовой заготовки,  $A = const$  и  $t = const$ .

Как видно, Н-образный профиль по жесткости в 2,1...3,1 раза уступает ГЗП с трубчатыми контурами, зато по ширине в 2,3...3,2 раза компактнее, а его строительная высота в 1,2...1,4 раза меньше. Такой итог можно считать достаточным обоснованием для перспективности использования Н-образных ГЗП в практике строительства и проектирования.

#### Список литература

1. *Перельмутер А.В.* Конструктивная форма номер один // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2012. № 1. С. 27–39.
2. *Ведяков И.И., Конин Д.В., Еремеев П.Г.* Разработка нового сортамента (ГОСТ Р) для выпуска двутавров с широкими полками // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 2017, №3-4. С. 40–43.
3. *Yao Sun, Ou Zhao.* Material response and local stability of high-chromium stainless steel welded I-sections // Engineering Structures, 2019. No 178. Pp. 212–226.
4. *Марутян А.С.* Стальные гнутозамкнутые профили (ГЗП) // Современные инженерные проблемы ключевых отраслей промышленности. Сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума и Международного Косыгинского Форума. 2019. С. 93–97.
5. *Марутян А.С.* Н-образный гнутозамкнутый профиль с перфорированной полкой. Патент на изобретение № 2714033 РФ. Кл. МПК E04C3/32.11.02.2020.

6. Фасонный прокат и коммерческие профили. Каталог продукции. – ArcelorMittal. 2014-1. С. 94–95.

7. СП 260.1325800.2016. Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутого оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования. М. 2016. С. 16.

8. Рекомендации по проектированию, изготовлению и монтажу ограждающих и несущих конструкций из стальных гнутых профилей повышенной жесткости / М. ЦНИИПСК им. Н.П. Мельникова. 1999. С. 10–11.

9. Корсун Н.Д., Простакишина Д.А. Анализ НДС составного сечения из тонкостенных профилей с учетом начальных несовершенств // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2018. № 4. С. 83–88.

10. Марутян А.С. Гнутозамкнутые профили и расчет их оптимальных параметров // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2019. Т. 15. № 1. С. 33–43.

УДК 675.024.4:541.49:541.64

## **ВЛИЯНИЕ МАСКИРОВАНИЯ НА СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННОГО ДУБИТЕЛЯ EFFECT OF MASKING ON THE PROPERTIES OF COMPOSITE TANNING AGENTS**

**Чурсин Вячеслав Иванович, Новиков Илья Евгеньевич  
Chursin Vyacheslav I., Novikov Ilya E.**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Россия, Москва  
The Kosygin State University of Russia, Russia, Moscow  
(e-mail: mars8848@rambler.ru)*

*Аннотация:* Экологические проблемы кожевенного производства стимулируют исследования, направленные на сокращение использования дубящих соединений хрома. В статье представлены результаты работы по получению комбинированного дубителя на основе соединений хрома и цинка и повышению его устойчивости к действию щелочных реагентов путем маскирования.

*Abstract:* The environmental problems of tanning are driving research to reduce the use of chrome tanning compounds. The article presents the results of work on obtaining a combined tanning agent based on chromium and zinc compounds and increasing its resistance to the action of alkaline reagents by masking.

*Ключевые слова:* экология, хромовый дубитель, соли цинка, маскирование.

*Keywords:* ecology, chrome tanning agent, zinc salts, masking.

Хромовое дубление в настоящее время является наиболее распространенным в производстве кож различного назначения, поскольку обеспечивает требуемую гидротермическую устойчивость, высокие прочностные и упруго-пластические свойства. Более 85% мирового производства кож составляют кожи, выработанные с использованием дубящих соединений хрома [1-3].



В то же время существуют строгие ограничения по содержанию соединений хрома в сточных водах и в готовой продукции. Содержание соединений хрома в отработанных растворах после процесса дубления составляет от 3 до 5 г/л, считая на оксид хрома [4, 5], а предельно допустимая концентрация (ПДК<sub>рх</sub>) для хрома (3<sup>+</sup>) перед сбросом в природные водоемы составляет 0,07 мг/л.

В этой связи большое внимание уделяется альтернативным методам дубления, основанным на использовании реакционноспособных органических дубителей, растительных экстрактов, минеральных дубителей. Однако каждому из этих направлений присущи определенные недостатки, в основном касающиеся качества готовой продукции (меньшая наполненность и эластичность, жесткость, низкая способность к окрашиванию кислотными красителями, недостаточно высокая температура сваривания).

Оптимальным вариантом, позволяющим получить кожи по качеству не уступающим кожам хромового дубления следует признать технологию использования комбинированного дубления, при котором часть дубящих соединений хрома заменяется на другие дубители [6].

В последние годы в работах [7] показана возможность и выявлены положительные свойства применения в процессе дубления соединений цинка. Цинк относится к нетоксичным соединениям - допустимое содержание цинка в сточных водах в 2 раза выше, чем Cr<sup>3+</sup>, и в 20 раз выше, чем Cr<sup>6+</sup> [7]. Как самостоятельный дубитель цинк практически не применяется, однако в зарубежных источниках приводятся сведения о его применении в комбинации с солями алюминия, хрома, растительными экстрактами. [7, 8]. При выборе солей цинка принимали во внимание их способность образовывать хелатные комплексные соединения с кислородсодержащими соединениями, аминокислотами и полипептидами [9].

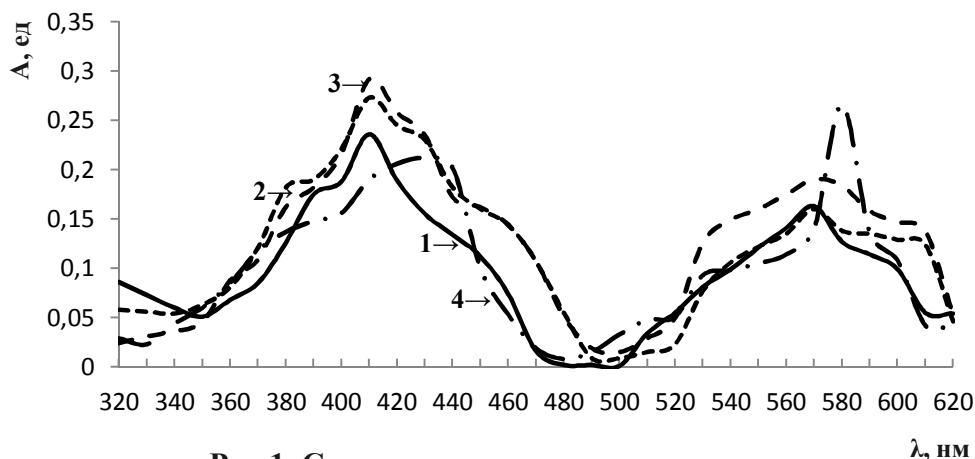
В работе [10] исследовано влияние соотношения соединений хрома и солей цинка на процесс комплексообразования и установлено оптимальное соотношение реагентов, при котором наблюдается максимальный выход гетероядерного комплекса. Известно, что в процессе хромового дубления на его заключительной стадии вводят щелочные реагенты для повышения основности дубителя, что обеспечивает связывание его с функциональными группами белка. Значение pH раствора при этом не должно превышать 4,2 единиц, чтобы предотвратить образование осадка гидроксида хрома. Одним из методов повышения устойчивости хромового дубителя к подщелачиванию является введение маскирующих реагентов.

Целью данной работы являлось исследование влияния маскирования гетероядерных комплексов на основе соединений хрома и цинка на их устойчивость к действию щелочных реагентов.

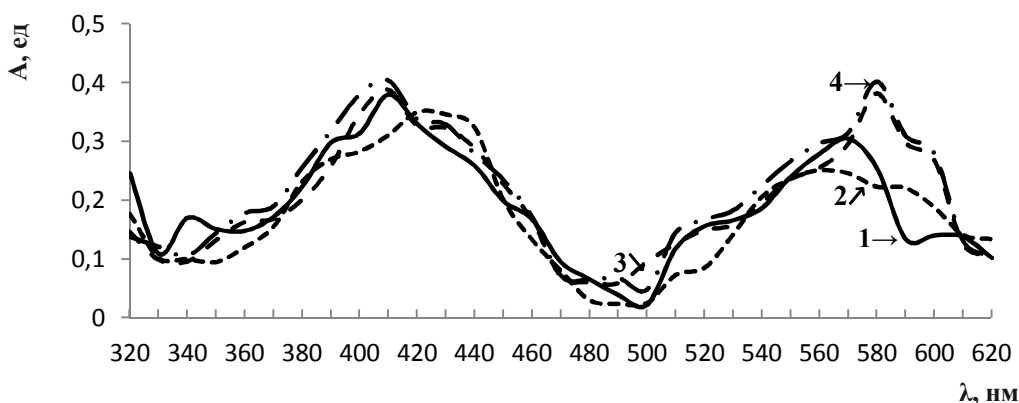
В качестве маскирующего лиганда использовали цитрат калия. В ходе эксперимента в растворы приготовленных и выдержанных в течение 24 часов хром-цинковых комплексов вводили соответственно 0,5; 1,0 и 1,5 моль цитрата калия.

Исследования проводили методом спектрофотометрии на приборе ПромЭкоЛаб ПЭ-5400В с кюветами длиной 10 мм. Значение pH исследуемых растворов измеряли на иономере 150МИ с комбинированным электродом ЭСК-10603/7. Титрование растворов с добавками маскирующего реагента осуществляли 0,1 Н раствором гидроксида натрия.

Предварительные исследования показали, что гетероядерные комплексы при смешении растворов хромового дубителя и солей цинка образуются при соотношении Cr:Zn (1:1) для сульфата цинка и при соотношении Cr:Zn (1:4) для ацетата цинка. На рис. 1 представлены спектры поглощения растворов комплексного дубителя в присутствии различного количества маскирующего реагента.



**Рис.1. Спектр поглощения комплексного хромцинкавого дубителя на основе сульфата цинка(1), маскированного 0,5 Моля (2), 1,0 Моля (3) и 1,5 (4) Моля цитрата натрия**



**Рис.2. Спектр поглощения комплексного хромцинкавого дубителя на основе ацетата цинка (1), маскированного 0,5 Моля (2), 1,0 Моля (3) и 1,5 (4) Моля цитрата натрия**

Из рисунка видно, что введение цитрата натрия в раствор дубителя приводит к изменению спектральных характеристик, что можно объяснить участием его в процессе комплексообразования. В работе [9] приводятся данные, свидетельствующие о том, что в присутствии цитрат-иона может происходить образование анионного комплекса состава  $[\text{Cr}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2]^{3-}$ . Лимонная и другие алифатические кислоты способны к образованию малоустойчивых комплексов и с ионами  $\text{Zn}^{+2}$  в соотношении 1:1.

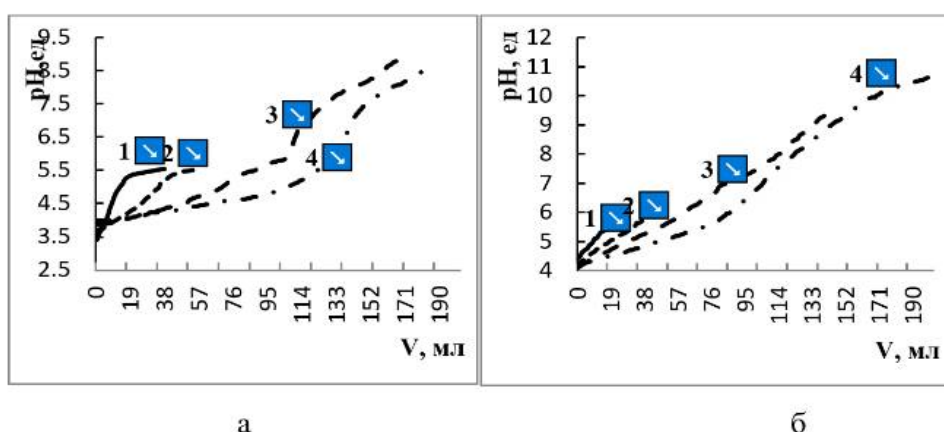
Как известно, образование гетероядерных комплексов само по себе приводит к повышению их стабильности по сравнению с гомоядерными комплексами, сдвигая значение рН начала осаждения гидроксидов металлов [11].

Следует отметить, что кроме типичных для комплексов хром-сульфат цинка полос поглощения при 420 и 580 нм, в полученных спектрах появляются дополнительные максимумы при 400 нм независимо от массовой доли цитрата калия. Такой гипсохромный сдвиг на 20 нм, сопровождаемый гиперхромным эффектом по мере увеличения доли цитрата калия в растворе, свидетельствует об образовании разнолигандных комплексов, в которых в качестве дополнительного к сульфогруппе во внутреннюю сферу смешанного комплекса внедряется цитратная группа.

Полоса с максимумом 580 нм на спектре смешанного раствора с массовой долей цитрата калия 1.5 Моля претерпевает батохромный сдвиг, что также может свидетель-

ствовать о вхождении цитратных групп во внутреннюю сферу хромцинкавого комплекса.

Из рис.2 следует, что введение лиганда лимонной кислоты в раствор смешанного хромцинкавого дубителя на основе ацетата цинка в меньшей степени отражается на характере спектра поглощения. Установлено, что максимум при 420 нм в присутствии лимонной кислоты испытывает батохромный сдвиг и наблюдается при 430 нм, а максимум при 580 нм испытывает батохромный сдвиг и наблюдается при 590 нм. Это также может говорить в пользу образования разнолигандных, но более устойчивых комплексов, поскольку ацетатные лиганды обладают большим сродством к центральным атомам в смешанных комплексах, чем сульфогруппы. Максимальное значение поглощения при 590 нм зафиксировано при массовой доле цитрата калия в растворе равной 1.0 Моль.



**Рис. 3 Влияние подщелачивания на pH растворов гетероядерных комплексов на основе сульфата цинка (а) и ацетата цинка (б) при маскировании цитратом натрия в количестве (Моль): исходный (1); 0,5 (2); 1,0 (3); 1,5 (4)**

Анализ зависимостей значений pH исследуемых растворов от количества добавленного щелочного реагента рис. 3 (а, б), позволяет утверждать, что введение маскирующей добавки приводит к повышению устойчивости гетероядерных комплексов к подщелачиванию, выражающееся в более высоких значениях pH, при которых фиксируется начало помутнения исследуемых растворов. Из приведенных зависимостей следует, что наиболее высокой устойчивостью к подщелачиванию обладают растворы, маскирование которых осуществлялось добавлением 1.0 Моль цитрата натрия. Точные значения pH точки помутнения приведены в таблице.

**Таблица.**

Соотношение компонентов	Количество цитрата натрия (Моль)	Количество 0,1 Н гидроксида натрия	Значение pH точки помутнения, ед
Хромовый дубитель/ сульфат цинка 1:1	-	18	5,31
	0,5	45	5,43
	1,0	105	5,86
	1,5	122	5,48
Хромовый дубитель/ ацетат цинка 4:1	-	22	5,73
	0,5	40	5,88
	1,0	81	6,90
	1,5	81	5,97

Различия в структуре и соответственно в устойчивости хромцинкавых комплексов, образованных с использованием сульфата и ацетата цинка, можно объяснить след-

ствием конкуренции присутствующих в растворе анионов за атомы комплексообразователей, в первую очередь за атомы хрома, обладающего более высокими комплексообразующими свойствами.

### **Выводы**

Результаты проведенного исследования позволили установить образование гетерополиядерных комплексов при смешении растворов хромового дубителя и солей цинка. В зависимости от соли цинка образуются как гомо- так и гетеролигандные комплексы. Образование гетероядерных разнолигандных комплексов в исследованных растворах в присутствии маскирующей добавки приводит к повышению устойчивости полученных дубителей к подщелачиванию. При введении в раствор дубителей цитрата натрия в количестве 1,0 Моль достигается наиболее высокая устойчивость дубителя к гидролизу и осаждению.

### **Список литературы**

1. Josep M. Morera, Esther Bartolí, Roberto Chico, Cristian Solé, Luisa F. Cabeza. Minimization of the environmental impact of chrome tanning: a new process reusing the tanning floats // *Journal of Cleaner Production*. 2011. V. 19. N. 17–18. P. 2128-2132.
2. M.A. El-Khateeba, El-Shahat H.A. Nashyb, N.A. Abdel Ghanyc, Ahmed M. Awad. Environmental impact elimination of chrome tanning effluent using electrocoagulation process assisted by chemical oxidation.// *Desalination and water treatment*. 2017. V. 65. N.3. P. 147-156.
3. Badar M., Saeed M., Batool F. Treatment Plant for Chromium Recovery From Tannery Waste Water. // *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB)*. 2016. V.1. N.3. P.559-561
4. Kamruzzaman Khan, Istiaq Habib Khan, Iftakharul Islam Khan, Abdullah Al Mahmud, Dalour Hossain. Recovery And Reuse Of Chromium From Spent Chrome Tanning Liquor By Precipitation Process.// *American Journal of Engineering Research (AJER)*. 2018 V. 7. N.1. P. 346-352.
5. Чурсин В.И., Фрундина Е.А. Технология переработки кожевенного сырья и определение маркерных веществ в производстве кожи. // *Наилучшие доступные технологии. Определение маркерных веществ в различных отраслях промышленности. Сборник статей 8. М. Из-во "Перо". 2017. С 161-181.*
6. Чурсин В.И. Оболенская К.В. Использование глиоксаля при получении композиционного хромового дубителя // *Журнал прикладной химии*. 2011. Т.84. Вып.12. С.1999-2003
7. Shan Cao, Baozhen Cheng, Qiaoe Wang, Bing Liu. Characterization and mechanism of zinc salts as tanning agents.// *Journal American Leather Chemists Association*. 2013. V.108. N.11. P. 428-433.
8. Madhan B, Nishad FathimaN, Raghava Rao J., Balachandran Unni Nair A new chromium-zinc tanning agent: a viable Option for less chrome technology// *Journal American Leather Chemists Association*. 2002. V. 97 P.189-196.
9. Sreeram, K. J., Kanthimathi, M., Rao, J. R. Development of an Organo-Zirconium complex – Organozir as possible alternative to chromium// *Journal American Leather Chemists Association*. 2000. V. 95. P. 324-329.
10. Чурсин В.И., Еремина Е.А. Комплексообразование в растворах солей цинка и хрома// *Инновационное развитие техники и технологий в промышленности: сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием, посвященной Юбилейному году в ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н.Косыгина» Часть 1. М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина». 2020. С.189-192.*
11. Корнев В.И., Микрюкова Г.А. Гомо- и гетерополимерные комплексы хрома с комплексонами ряда карбоксиметиленаминов и гидроксикарбоновыми кислотами в водных растворах. // *Вестник Удмуртского университета Химия*. 2006. №8. с. 163-180.

## **3D ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОРТОПЕДИЧЕСКОГО ЖЕНСКОГО БЕЛЬЯ 3D DESIGN OF ORTHOPEDIC WOMEN'S UNDERWEAR**

**Арсеньева Елена Петровна<sup>1</sup>, Гусева Марина Анатольевна<sup>1</sup>,  
Андреева Елена Георгиевна<sup>1</sup>, Загурская Юлия Анатольевна<sup>2</sup>  
Arsenieva Elena P., Guseva Marina A., Andreeva Elena G., Zagurskaya Iulia A.**

<sup>1</sup> *Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Россия, Москва*

*The Kosygin State University of Russia, Russia, Moscow*

<sup>2</sup> *ИП Загурская Юлия Анатольевна  
(e-mail: guseva\_marina67@mail.ru)*

*Аннотация.* Рассмотрено 3D проектирование ортопедического женского белья. Анализ изделий исследуемого ассортимента показал необходимость персонификации конструктивно-технологических решений ортопедических бюстгалтеров, предназначенных для женщин после мастэктомии.

*Abstract:* 3D design of orthopedic women's underwear is considered. The analysis of the products of the range under study showed the need to personalize the design and technological solutions of orthopedic bras intended for women after mastectomy

*Ключевые слова:* 3D проектирование, виртуальная примерка, антропометрические характеристики.

*Keywords:* 3D design, virtual fitting, anthropometric characteristics.

Для лечения онкологических заболеваний грудных желез применяют операции мастоэктомии, направленные на полное или частичное удаление груди у женщин, и метод квадрантоэктомии, приводящий к явно выраженной деформации формы груди после лучевой терапии [1]. Реабилитация послеоперационных пациентов должна быть направлена не только на улучшение физического состояния и профилактику различных осложнений, но и на улучшение психологического самочувствия и комфортное состояние женщин [2]. Для успешной реабилитации женщин в послеоперационный период медицинскими программами рекомендованы разнообразные изделия: экзо-протезы молочной железы, специальные бюстгалтеры, специализированные купальники, компрессионные рукава, перчатки для профилактики лимфатических отеков. Различные по форме экзо-протезы молочной железы рекомендуют женщинам как в послеоперационный период, так и для постоянного ношения, чтобы формируя естественный внешний облик соответствующего участка тела, обеспечивать потребителю коррекцию осанки, изменяющейся из-за формирующегося после мастоэктомии дисбаланса веса, приводящего к атрофии мышц и нарушению двигательных функций. Кроме того, врачи рекомендуют использовать специальные ортопедические бюстгалтеры, представляющие собой изделия нетипового кроя, конструктивно-технологические особенности которых позволяют надежно фиксировать экзо-протезы, что не только визуально корректирует форму грудных желез, обеспечивая симметричность фигуры, но и способствует нормализации кровотока и лимфотока в теле женщины [3, 4].

Проведенный анализ российского рынка специального ортопедического женского белья отечественного и импортного производства показал значительный диапазон розничных цен на эти изделия от 800 руб. до 6500 руб. (таблица 1).

Таблица 1 - Популярные бренды специального белья для женщин после мастэктомии (фрагмент базы данных)

№ п/п	Название бренда, сайт	Изображение изделия	Характеристика выпускаемой продукции	Средняя стоимость, руб.
1	Valeria (РФ-производитель, г. Коломна) <a href="http://www.bravovaleria.ru">http://www.bravovaleria.ru</a>		Постоперационное белье с карманами для фиксации экзопротезов	1200 - 1300
2	Valea (продавец ведущих мировых брендов) <a href="https://valea.ru">https://valea.ru</a>		Специальное белье для женщин, перенесших операцию на груди, протезы грудных желез	2 500- 6 500
3	Camellia (РФ-производитель) <a href="https://camelia-orto.ru/about/o-kompanii/">https://camelia-orto.ru/about/o-kompanii/</a>		Ортопедические бюстгалтеры и купальники бандажи	1 200 – 1 500
4	Silima (Германия) <a href="http://www.silima.su/main.php">http://www.silima.su/main.php</a>		Экзопротезы молочной железы, специальное ортопедическое белье	От 4 500
5	Амоена (Германия) <a href="https://amoenarus.ru">https://amoenarus.ru</a>		Ортопедическое белье и купальники сшитыми и формованными чашками	2 900 – 6 500

Анализ конструктивно-технологических решений изделий исследуемого ассортимента показал, что конструкции ортопедических бюстгалтеров, как правило, унифицированы и не учитывают многообразие индивидуальных особенностей в конфигурации тела женщины в послеоперационный период. Выявленное многообразие физиологических особенностей пациенток, перенесших мастэктомию, свидетельствует о целесообразности проектирования персонифицированных ортопедических изделий, основанного на кастомизированном подходе к организации конструкторских и технологических этапов производства, позволяющем адаптировать типовые конструктивно-технологические решения модельных конструкций ортопедического женского белья с учетом антропометрических особенностей фигур потребителей и психофизического состояния.

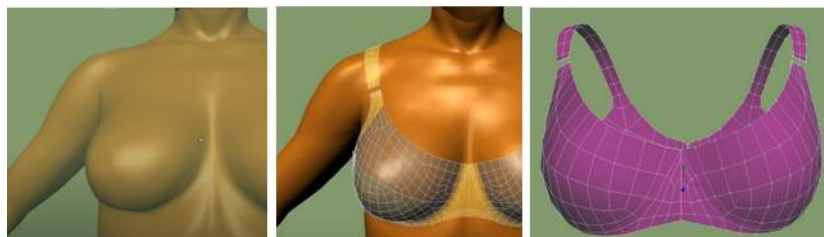
На современном этапе развития цифровизации в швейной индустрии сложились благоприятные условия для внедрения автоматизированной технологии персонифицированного проектирования швейных изделий бельевой группы. Особенностью проектирования бюстгалтеров является прямая зависимость пространственной конфигурации модели от качества 3D антропометрии человека, тело которого становится опорной

поверхностью для бельевого изделия [5]. Корсетные изделия позволяют существенно корректировать форму грудных желез, приближаясь к эстетически гармоничной внешней форме. Пространственная конфигурация женского тела после мастоэктомии значительно отличается от состояния до операции, причем не только на участке грудных желез. В послеоперационный период меняется симметрия фигуры, осанка, рельефность мышечной массы и подкожной жировой клетчатки. Для решения этой проблемы разработано информационное обеспечение процесса проектирования ортопедического женского белья в трехмерных САПР, путем усовершенствования известной антропометрической информации о поверхности женских фигур [6, 7]. Накопление исходной информации возможно в виде баз данных цифровых типовых и персонифицированных манекенов [8].

Изучение САПР, подходящих для разработки ортопедического женского белья, позволило выявить следующие программные продукты:

- графические редакторы Corel DRAW, Adobe Illustrator и Photoshop для осуществления дизайнерских работ по созданию цифровых эскизов коллекций, позволяющие визуализировать конструктивные и декоративные детали, фактуру материала, отделку, фурнитуру и др.;
- универсальные и специализированные САПР, включающие конструкторский модуль проектирования базовых и модельных решений;
- специализированные САПР, включающие технологический модуль для оптимизации процессов раскроя и изготовления изделий.

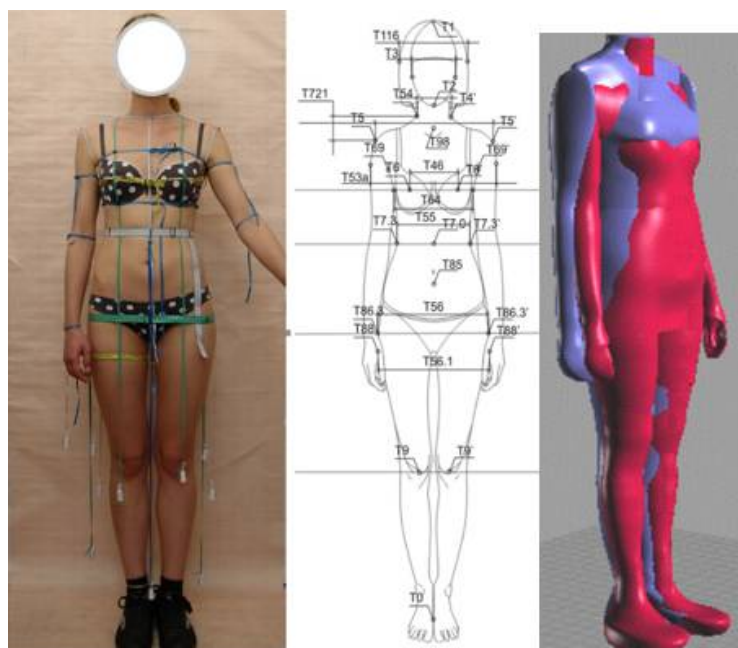
Поиск оптимального режима проектирования моделей ортопедического женского белья в САПР показал перспективность совершенствования как типовых конструктивных решений, так и разработки персонифицированных модельных конструкций на основе исходной антропометрической информации, полученной 3D сканированием фигур потребителей [9]. Использование в процессе проектирования информации о особенностях пространственной конфигурации грудных желез и прилегающих участков тела позволит получить высоко эргономичные конструкции ортопедического женского белья для целевой группы потребителей. 3D конструктивное моделирование ортопедического женского белья имеет ряд преимуществ, включая возможность виртуальной визуализации проектируемой модели, позволяющей не только оценивать дизайн и качество посадки (рис. 1), но и получить плоскостную развертку конструкции деталей проектируемого изделия.



**Рисунок 1 – Этапы проектирования внешней формы бюстгалтера в 3D САПР**

Проектирование конструкции ортопедического бюстгалтера проводили в графическом редакторе САПР CLO3D, первоначально выбирая из базы данных типовой аватар с параметрами, максимально соответствующими антропоморфной характеристике потребителя [10]. Для персонификации типового аватара использованы проекционные характеристики [11], полученные по фотоизображению индивидуальной фигуры (рис. 2).





**Рисунок 2 – Персонализация типового виртуального манекена**

Анализ конфигурации поверхности модифицированного виртуального манекена позволяет получить информацию о 3D конфигурации грудных желез и прилегающих участков тела женщины, достаточную для проектирования высоко эргономичного ортопедического женского белья.

При обсуждении с клиентами модельных особенностей ортопедических бюстгалтеров целесообразно визуализировать проектируемые изделия в графической среде САПР, позволяющей провести виртуальную примерку изделия. Поиск конфигурации трехмерной поверхности ортопедического женского белья с учетом индивидуальных пожеланий клиента позволяет оптимизировать конструктивные параметры проектируемой модели и в большей степени удовлетворить ожидания потребителей.

3D конструирование женского ортопедического белья позволяет задавать внешнюю форму проектируемого изделия на этапе эскизирования и модифицировать конструктивные параметры изделия на основе оценки его виртуальной визуализации. Трехмерное проектирование ортопедического женского белья направлено на достижение высокой степени соответствия изделия антропометрическим характеристикам индивидуальной фигуры, обеспечивающее желаемую визуальную коррекцию внешней формы тела женщины в реабилитационный период. Использование информации о 3D конфигурации грудных желез и прилегающих участков тела у целевой группы потребителей позволяет проектировать высоко эргономичные конструкции ортопедического женского белья.

### **Список литературы**

1. *Невожай В.И., Апанасевич В.И.* Хирургическое лечение рака молочной железы: история и современные тренды // Тихоокеанский медицинский журнал. - 2016, №4. - С.11-13.
2. *Бикбулатова А.А.* Общие подходы к проектированию бытовой одежды с функцией лечебно-профилактических изделий // Швейная промышленность. - 2012, №3. - С.38-39.
3. *Баландина Г.В., Корнилова Н.Л.* Исследование воздействия корсетного изделия на торс женской фигуры // Швейная промышленность. - 2007, №4. - С.52-53.



4. Шпачкова А.В., Андреева Е.Г., Чиждова Н.В. Воздействие корсетных изделий на изменение размерных признаков фигур женщин // Швейная промышленность. – 2012, №1. - С. 39-40/80.

5. Корнилова Н.Л., Баландина Г.В., Горелова А.Е. Автоматизированное проектирование корсетных изделий в трехмерной среде // Известия вузов. Технология легкой промышленности. - 2008, Т.1, №1. - С.40-44.

6. Шпачкова А.В., Чиждова Н.В., Андреева Е.Г. Исследование классификации грудных желез // Швейная промышленность. - 2013, №2. - С. 45-46.

7. Surikova O.V., Kuzmichev V.E., Surikova G.I. Improvement of clothes fit for different female bodies// Autex Research Journal. - 2017, Т.17, №2. - С.111-119.

8. Раздомахин Н.Н., Сурженко Е.Я. Технологические особенности антропометрического обеспечения в системе трехмерного проектирования одежды // Известия вузов. Технология легкой промышленности. - 2009, Т.3, №1. - С.22-26.

9. Петросова И.А., Андреева Е.Г., Шпачкова А.В. Объективные способы оценки внешней формы и качества посадки корсетно-бельевых изделий с помощью трехмерного сканирования// Швейная промышленность. – 2013, №6. - С.30-36.

10. Гусева М.А., Гетманцева В.В., Андреева Е.Г., Петросова И.А. Параметризация цифровой антропометрической информации для 3D проектирования швейных изделий// Территория новых возможностей. Вестник ВГУЭС. – 2019, Т.11, №2-11. - С.130-138.

11. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Петросова И.А., Белгородский В.С. Способ проектирования конструкций одежды на основе совмещения виртуальных образов типовой и индивидуальной фигур/ Патент на изобретение №2669688 RU от 05.04.2017.

УДК 004.056.53

## **АЛГОРИТМ УСТАНОВКИ ДИНАМИЧЕСКОГО РЕШЕТА ДЛЯ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ ALGORITHM FOR ESTABLISHING A DYNAMIC SIEVE FOR CRYPTOGRAPHIC APPLICATIONS**

**Монахов Владимир Иванович, Стрельников Борис Алексеевич,  
Федина Любовь Александровна  
Monakhov Vladimir Ivanovich, Strelnikov Boris Alekseevich,  
Fedina Lyubov Alexandrovna**

*Российский государственный университет им. А.Н.Косыгина, Москва  
The Kosygin State University of Russia, Russia, Moscow  
(e-mail: monakhov-vi@rguk.ru, strelnikov-ba@rguk.ru, fedina-la@rguk.ru)*

*Аннотация:* Рассмотрен алгоритм и параметры установки динамического решета для отбора простых чисел, которые используются в криптографических алгоритмах защиты информации. Алгоритм программно реализован на языке Perl.

*Abstract:* An algorithm for installing a dynamic sieve for selecting primes, which are used in cryptographic information protection algorithms, is considered. The algorithm is software implemented in the Perl programming language.

*Ключевые слова:* большие простые числа, динамическое решето, параметры установки, скаляр, массив.

*Keywords:* large primes, dynamic sieve, setup parameters, scalar, array.

Приложения доставки секретных ключей для защищенных каналов обмена данными узлов сети и электронной цифровой подписи файлов для граждан используют объекты больших простых чисел ВЮ (Big Integer Object). В приложениях используются простые ВЮ-значения, не имеющие делителей, кроме самого значения (результатом деления будет 1) и 1 (результатом деления будет само простое ВЮ-значение). Выявление простого ВЮ-значения производится от случайной нечетной ВЮ-границы шагами заданной длины (+2) с помощью динамического решета. Решето подразумевает фильтрацию всех чисел, в результате которой нужные числа (простые) остаются, а ненужные исключаются.

Рассмотрим исходные параметры установки динамического решета.

Случайная ВЮ-граница `$rb` заданной длины `$L` генерируется в виде цифровой строки `$r0`, в которой левая цифра - случайная из множества 9 элементов (цифр из диапазона 1-9), последняя цифра - случайная из множества 5 элементов (из нечетных цифр: 1, 3, 5, 7, 9). Остальные `$L-2` цифры выбираются случайным образом из 10 цифр (из диапазона 0-9). Полученная случайная цифровая строка `$r0` преобразуется в численное значение ВЮ `$rb` функцией-конструктором большого числа Perl:

```
$rb = Math::BigInt->new($r0)
```

Параметром конструктора может быть любое выражение, которое будет рассчитано, и результат автоматически преобразован в цифровую десятичную строку. Если это будет невозможно, например, значение не содержит ни одной цифры, тогда результатом будет 0 (ВЮ со значением 0). От числа с плавающей точкой будет взята только целая часть и превращена в цифровую строку, а затем в число ВЮ с этим количественным значением. Скаляру `$rb` в любом случае будет присвоена ссылка на ВЮ.

Значения `$L` и `$r0` - это первые два параметра установки динамического решета. В языке Perl переменные не различаются по типу хранимых значений и любому скаляру можно присвоить и число, и строку, и ссылку на любой объект. Если в какой-то операции при вычислении выражения использован несуществующий скаляр, он автоматически создается со значением неопределенного значения `undef`. Если эта операция арифметическая (например, вычитание), `undef` автоматически преобразуется в 0, а если строковая (например, сцепление строк), то в строку нулевой длины. Предупреждений и сообщений об ошибках не будет. Специальные опции компилятора позволяют включить строгий контроль и необходимость объявления всех переменных вместо автоматических преобразований, но этим пользуются редко.

Однако, в языке Perl переменные типизируются по своей природе. Переменная, сохраняющая единственное значение, называется скаляром и именуется идентификатором с обязательным префиксом (начальным символом) `$`. Другой вид переменных в алгоритме динамического решета - массив именуется идентификатором с обязательным префиксом `@` и сохраняет упорядоченное множество (список) безымянных скаляров. Доступ к этим безымянным скалярам возможен с помощью целочисленных `zerobased` индексов (начальный элемент списка имеет индекс 0). Идентификатором называется слово из алфавита латинских букв и цифр, начинающийся с буквы. Служебные или специальные скаляры и массивы обязательно имеют видовой префикс, но далее не обязательно идентификатор, а могут сразу же следовать и цифры, и другие изображаемые ASCII-символы.

Такая разметка переменных очень удобна программисту, освобождая его от необходимости знать полный набор ключевых слов, которые он не может свободно использовать в качестве имен своих подпрограмм и своих переменных. Это позволяет

различать в описании динамического решета имена переменных (с префиксами) и обозначения значений переменных, утилит и функций (без префиксов) и быстро понять алгоритм динамического решета. Поэтому префиксы оставлены у переменных и в этой статье.

Классический алгоритм решета Эратосфена описан в [1] и множестве других источников. Решето Эратосфена выявляет множество простых чисел в заданном диапазоне числовой оси, начиная с 2. Такое множество, но только начинающееся с 3, является одним из исходных данных в динамическом решете, оно называется пулом мишеней. Реализовывать на языке Perl алгоритм вычисления пула мишеней не нужно, так как в FreeBSD имеется стандартная утилита `primes Inf Sup`, вычисляющая все простые числа в диапазоне:

$$(Inf, Sup-1), \text{ где } Sup < 2^{*}32, Inf \leq Sup.$$

Утилита создана на языке C в 70-х годах, когда тщательно добивались оптимального использования каждого байта памяти и каждой микросекунды времени, так что ни одна современная реализация не будет быстрее и экономичнее.

Утилита `primes` работает в области только аппаратных чисел, на 64-битовом процессоре. Максимальное простое число, которое она может вычислить - это 4294967291. Всего в диапазоне от 2 до этого простого существует 203280221 простых чисел. Эксперимент хронометрии из 40 опытов вычисления этого полного пула  $2 \cdot 10^8$  малых простых при многократных прогонах давал результаты от 57 до 61 сек. Таким образом, было установлено время вычисления одного простого - не более 0.3 мсек. Хронометрия поддиапазонов по 10000 в начале, середине и конце доступного для `primes` диапазона подтвердило эту оценку, и существенной зависимости времени вычислений от длины малых чисел не было обнаружено.

Язык Perl можно использовать не только как компилятор языка программирования, но и как универсальную интегрирующую систему всего программного обеспечения на компьютере, где он установлен. При этом не требуется поиск и загрузка каких-то конкретных версий и обновленных пакетов, компиляция проводится именно с теми, которые установлены в данный момент в данной системе. Внешняя утилита `primes` вызывается из Perl-программы динамического решета, а вычисляемое ею множество простых поступает по ходу вычислений непосредственно в Perl-массив `@pool`.

Время установки динамического решета прямо пропорционально объему пула. Массив пула `@pool` и его длина `$lp` однозначно определены значением `$sup` - верхней границей начального отрезка числовой оси, из которого выбираются все простые числа и из них составляется `@pool`. Нижней границей всегда является первое нечетное простое число 3. Например, для значений `$sup`: 7700, 10000, 50000, 900000, 70000000 будут следующие значения объема пула `$lp`: и по 4 первых и последних простых элементов пула `@pool` - кандидатов на выбор в мишени решета (рис. 1):

7700	976:	3 5 7 11 ...	7681	7687	7691	7699
10000	1228:	3 5 7 11 ...	9941	9949	9967	9973
40000	4202:	3 5 7 11 ...	39971	39979	39983	39989
900000	71273:	3 5 7 11 ...	899917	899939	899971	899981
70000000	4118063:	3 5 7 11 ...	69999947	69999961	69999973	69999989

**Рис. 1. Пулы малых простых для динамического решета**

Третьим исходным параметром динамического решета является граница `$sup` однозначно задающая состав и объем пула простых и получаемого путем интегрирования утилиты `primes` в Perl-программу динамического решета.

Последний четвертый исходный параметр решета - диапазон  $\$d$ . Это максимальное число шагов, которое разрешено для поиска простого ВЮ от случайной ВЮ границы установки. Итого все параметры решета:  $\$L$ ,  $\$r0$ ,  $\$sup$ ,  $\$d$ .

Само установленное решето представляет собой два массива. Первый массив мишеней  $@sup$  - в него войдут подряд все простые из пула  $@pool$ , меньшие значения параметра  $\$d$ . Кроме того алгоритм установки выборочно включит некоторое число простых чисел из  $@pool$ , больших диапазона  $\$d$ , но которые гарантированно сработают в этом диапазоне поиска  $\$d$ . Самые малые мишени (3, 5, 7, ...) сработают многократно, а те у которых мишени больше  $\$d$  - только однократно и могут после срабатывания быть удалены из решета. Сколько будет таких значений (больших  $\$d$ ) зависит, кроме самого значения  $\$d$ , от пула  $@pool$  (параметр  $\$sup$ ) и от случайной границы установки решета (параметры  $\$L$ ,  $\$r0$ ). В оптимальных конфигурациях однократных элементов должно быть больше, т.е.  $\$lp$  достаточно большим.

Второй массив целей  $@csi$  синхронно с  $@sup$  (на тех же индексах) содержит текущие прицелы. Прицелом каждого элемента является число шагов поиска, остающихся до того шага, на котором данный элемент решета должен отбросить текущее значение, как непростое, не выполняя теста на его простоту.

Рассмотрим процесс установки решета на примере. Пусть длина искомого случайного простого  $\$L=155$  десятичных цифр. Это перекрывает частично битовую длину 513 бит, полностью 514 и 515 бит и начало 516 бит. Датчик ВЮ выдал границу установки решета  $\$r0$  (рис.2):

```
5629366659170603464690893401894233560311765690617701205546523604319353
4801664378940310372091982932783087887791474507586782584726185943468298
468578299236523
```

**Рис. 2. Случайная граница установки**

Значение ВЮ  $\$r0$  представлено в 3 строках отображения (70+70+15=155 цифр). Битовая длина этого числа 515 бит. Целью динамического решета является нахождение одного первого простого числа от этой случайной ВЮ-границы.

Зададим  $\$sup=7700$ , Perl-программа породит дочерний процесс primes 3  $\$sup$  и получит в массив  $@pool$  976 простых чисел, представленный в 1 строке рис.1. Установка решета производится циклом обработки этого массива за 976 повторений. При каждом повторении граница установки ВЮ  $\$r0$  берется по модулю очередного простого числа из пула  $@pool$  (рис.3).

```
foreach (@pool) {
    $kr = $r0 % $_ ; $kr = "$kr + 0" ;
    $w = ($kr%2) ? ($kr+$_)/2 : $kr/2 ; $kst = $_ - $w ;
    if ($kst <= $d) { push @sip, $_ ; push @csi, $kst }
}
```

**Рис. 3. Алгоритм установки динамического решета**

Доступ к каждому элементу массива  $@pool$  осуществляется в цикле `foreach`. Для этого используется служебный скаляр  $\$_$ , не имеющий собственной памяти и поочередно накладываемый на память элементов списка  $@pool$ . Область видимости  $\$_$  - только тело своего циклического блока, Для вложенного `foreach` его  $\$_$  переопределяет и временно перекрывает  $\$_$  внешнего `foreach`. Программный код на рис.2 является описанием алгоритма и одновременно компилируемым и выполняемым исходным текстом на языке Perl.

Символом % в Perl обозначается операция взятия по модулю. ВЮ установки \$r0 берется по модулю очередного простого числа из @pool. Результат \$kr будет маленьким числом \$kr < \$\_. Но на самом деле значением скаляра \$kr будет ссылка на ВЮ поскольку \$r0 - это ВЮ, то быстрая аппаратная операция взятия по модулю подвергнется перегрузке и это будет значительно более длительное выполнение метода addition класса ВЮ. И все последующие операции с этим скаляром будут тоже методами addition и очень длительными. Поэтому незамедлительно необходимо поменять значение ссылки в скаляре \$kr на число.

Двойные кавычки превратят ВЮ в цифровую строку, а арифметическое сложение цифровой строки с числом 0 автоматически преобразует ее в целое число такой же величины, как было маленькое ВЮ. В цикле установки решета - на каждый элемент массива @pool будет только одна операция в ВЮ, итого полное число длительных операций равно длине массива @pool. При использовании установленного решета для поиска простого ВЮ не должно быть ни одной длительной операции, установленное решето не должно выходить из диапазона аппаратных операций. Решето при поиске оперирует исключительно малым смещением от ВЮ-границы установки и отсеивает те смещения, которые приведут к непростым ВЮ, ни в коем случае не воплощая эти смещения в реальные.

Далее вычисляется рабочее значение \$w на основе анализа четности полученного остатка \$kr. Тернарный оператор языка Perl "? : " имеет 3 операнда:

ExpB ? ExpT : ExpF.

Выражение ExpB вычисляется в булевом контексте. Если его значение True (\$kr%2==1 - нечетное), то вычисляется и возвращается результат выражения ExpT (полусумма остатка и очередного простого из пула). Если False (\$kr%2==0 - четное) - то вычисляется и возвращается результат выражения ExpF (в нашем случае полостатка \$kr). В любом случае рабочее значение \$w для любого простого из @pool будет положительным целым числом, не превышающим простого из @pool. Вычтя его из \$\_ получаем прицел \$kst - сколько шагов осталось до положения перемещаемой границы, на котором простое \$\_ будет ее делителем и нужно передвигать границу дальше, без вызова теста Ферма на простоту.

Производится проверка, не превышает ли значение \$kst значение параметра диапазон \$d, и если \$kst <= \$d, то создается элемент решета. Это заключается в том, что значение простого числа из @pool добавляется в конец массива мишеней @sup, а значение прицела \$kst - в конец массива целей @csi. Если же \$kst >= \$d, то элемент с этой простой мишенью не попадет в решето. Зададим этот параметр \$d = 200 шагов. Значение выбрано, чтобы демонстрационный пример алгоритма был компактным, то же будет и ниже со значением объема пула \$lp = 7700, для реального использования оптимальные значения больше.

Все простые числа пула @pool, которые не превышают \$d, обязательно образуют элементы решета. В диапазоне 3 .. 200 имеется 45 простых, они образуют 45 элементов решета, поскольку их прицелы будут заведомо меньше 200. Из следующих 976-45=931 простых в @pool с увеличением числа будет уменьшаться вероятность попадания прицела в диапазон 0 .. 200. В нашем примере:

3.. 200	45 простых - все элементы прошли	= 45	элемента решета
200.. 400	32 простых - 10 прицелов велики	= 22	элемента решета
400..1000	90 простых - 61 прицел велик	= 29	элемента решета
1000..7700	809 простых - 767 прицелов велики	= 42	элемента решета

Итого получилось 138 элементов динамического решета из 976 простых чисел пула. Главной задачей решета является перенос вычислений из области ВЮ в диапазон аппаратных чисел. Процесс установки потребовал 976 операций взятия по модулю ВЮ границы установки  $\$ r0$  и его продолжительность составила 0.31 сек.

Непростая формула расчета прицела связана с тем, что поиск простого ВЮ производится на множестве нечетных чисел, а четные как бы исчезли, работы по поиску простого ВЮ будет вдвое меньше. Однако операция взятия по модулю работает на всем множестве чисел и остатки могут быть четными. Алгоритм вычисления прицела решает эту проблему. Здесь приведен только сам алгоритм, его обоснование и эмпирический пример приведены в работе [2].

#### Список литературы

1. Решето Эратосфена // 2020. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Решето\\_Эратосфена](https://ru.wikipedia.org/wiki/Решето_Эратосфена)
2. Кузьмич И.В., Монахов В.И., Стрельников Б.А. Степанова О.П. Протоколы и алгоритмы работы и защиты компьютерной сети предприятия. Часть 1: Представления и преобразования информации: Учебное пособие. [Электронное издание] – М.: РГУ им. А.Н.Косыгина, 2018. 158 с.

УДК 687.02

## ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ГОТОВОЙ ОДЕЖДЫ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА НИХ QUALITY INDICATORS OF FINISHED CLOTHING AND FACTORS INFLUENCING THEM

Нутфуллаева Лобар Нуруллаевна, Нутфуллаева Шахло Нуруллаевна,  
Худаярова Фотимапошшо Олимжоновна, Нурова Окила Баходир кизи  
Nutfullaeva Lobar Nurullaevna, Nutfullaeva Shahlo Nurullaevna ,  
Khudayarova Fotimaposhsho Olimzhonovna, Nurova Okila Bahodir kizi

*Бухарский инженерно-технологический институт  
Bukhara Engineering Technological Institute  
(e-mail: lobarnur@mail.ru)*

*Аннотация:* В статье изучены методы повышения качества готовой одежды, влияющие факторы при технологическом процессе изготовления швейных изделий. Рассмотрены виды соединения деталей одежды, обеспечивающие прочности, надежности, долговечности швов и красивый внешний вид изделия; рассмотрены качество клеевых соединений а также основные задачи влажно-тепловой обработки — придание готовым изделиям товарного вида, формы, обеспечивающей хорошую посадку изделий на фигурах потребителей в соответствии с образцами моделей.

*Abstract:* The article examined methods of improving the quality of finished clothing, influencing factors in the technological process of garment manufacture. There are considered types of clothing parts connection ensuring strength, reliability, durability of joints and beautiful appearance of the product; the quality of adhesive joints as well as the main tasks of wet-heat treatment are looked at - giving the finished products a commercial form, a shape that ensures good fit of products on consumer figures in accordance with model samples.

*Ключевые слова:* качества готовой одежды, технологический процесс, соединения деталей одежды, прочность, надежность, долговечность, внешний вид изделия, ка-

чество клеевых соединений, качество влажно-тепловой обработки, товарный вид, посадка изделия на фигуры, потребитель.

*Key words:* quality of finished clothing, technological process, connection of clothing parts, strength, reliability, durability, appearance of the product, quality of adhesive joints, quality of wet-heat treatment, commercial appearance, fit of the product on figures, consumer.

Одежда является предметом первой необходимости для человека, выполняющим утилитарную и эстетическую функции. Она покрывает тело человека и защищает его от неблагоприятных воздействий внешней среды. Благодаря одежде человек способен сравнительно легко переносить различные климатические условия, физико-механические, химические воздействия и др. Требования к ней разнообразны и многочисленны.

Основу технологии изготовления швейных изделий составляют различные способы соединения деталей одежды – ниточный, клеевой, сварной, а также влажно-тепловая обработка. На качество соединений влияет ряд факторов: свойства материалов, режимы обработки, технологические характеристики применяемого оборудования и др [1].

В последнее время все больше уделяется внимания совершенствованию способов соединения деталей одежды, их влажно-тепловой обработке в связи с появлением широкого ассортимента новых материалов с различным волокнистым составом и свойствами. Произошла корректировка режимов машинной и влажно-тепловой обработки материалов. Появилось новое швейное оборудование с автоматизацией вспомогательных приемов, машины-полуавтоматы. Широкое распространение получило оборудование для выполнения операций внутрипроцессной и окончательной влажно-тепловой обработки с микропроцессорным управлением режимами обработки, обеспечивающее улучшение условий труда и культуру производства. Расширился ассортимент клеевых прокладочных материалов, соединение которых с основными деталями осуществляется на оборудовании проходного типа. Широко стала применяться сварка для обработки различных видов одежды. В настоящее время значительно возрос уровень развития технологии изготовления одежды, основанный на накопленном предприятиями практическом опыте работы с иноматериалами и внедренных научных разработках [2].

Качество готовой одежды связано с качеством выполнения соединений. В процессе эксплуатации одежда подвергается различного рода механическим воздействиям: сжатию, растяжению, кручению, изгибу и т. д. Поэтому уже в процессе проектирования модели необходимо выбрать такой вид соединения деталей одежды, который обеспечивал бы прочность, надежность, долговечность швов и красивый внешний вид изделия.

Качество ниточных соединений нельзя оценивать однозначно, оно определяется целым комплексом показателей, которые можно разделить на пять групп: 1 – эстетические; 2 – деформационные; 3 – механические; 4 – эксплуатационные; 5 – экономические [3].

При выполнении машинных работ в процессе изготовления одежды необходимо соблюдать общие технические условия к выполнению машинных работ.

Издавна символом швейного дела служит нитка, вдетая в иголку. Появление швейных ниток было вызвано жизненной потребностью человека в одежде и датируется V веком до н. э. По мере развития технологии производства одежды совершенствовались и средства для ее изготовления. Однако прошли целые исторические эпохи, прежде чем люди решили применить при изготовлении одежды вместо ниток или наряду с ними клеи. Технология склеивания насчитывает (согласно различным источникам) около 6 тыс. лет [4].

С развитием познаний человека об окружающем его мире используются натуральные клейкие вещества, например, яичный белок, пчелиный воск, смола, каучук, сера, деготь, мука, крахмал, казеин.

Между продолжительностью нагревания склеиваемых материалов и температурой существует обратная зависимость. Чем выше температура рабочих прессующих органов, тем меньше продолжительность перевода клея в вязкотекучее состояние.

Таким образом, основными параметрами, влияющими на свойства клеевых соединений, являются температура, давление, продолжительность сжатия и нагревания, влажность текстильного материала. Они зависят от: вида клея; вида материала; оборудования для дублирования [5].

Влияние температуры обусловлено реологическим характером растекания клея по поверхностям текстильных материалов. Рост температуры приводит к снижению вязкости клея, разрушению возникающих в его растворах и расплавах надмолекулярных образований и ускорению перехода в вязкотекучее состояние.

Выбранная температура должна обеспечивать сохранение свойств соединяемых материалов, цвета красителя, исключать разрушение отделочных препаратов. Если температура ниже требуемой, то увеличение продолжительности и давления прессования не приведет к размягчению клея. Превышение температуры сопровождается проникновением клея на лицевую сторону основного материала и термоклеевого прокладочного материала.

Развитие производства одежды, улучшение ее ассортимента и увеличение объемов выпуска тесно связано с увеличением доли синтетических волокон в сырьевом балансе. Химические волокна в общем балансе мирового производства волокон всех видов составляют 48,2%, из них 37,3% – синтетические волокна, главным образом полиэфирные, полиамидные и полиакрилонитрильные. Синтетические волокна в текстильных материалах позволяют улучшить их потребительские свойства, т. к. для синтетических материалов характерны легкость, красивый внешний вид, водостойкость, несминаемость, легкость ухода, невысокая цена.

Одной из особенностей синтетических волокон, и полимеров вообще, является их термопластичность. На использовании этого свойства основан способ безниточного соединения деталей одежды – сварка. Сварка представляет собой технологический процесс образования неразъемного соединения путем доведения соединяемых поверхностей в зоне контакта тканей до вязкотекучего состояния с последующей фиксацией.

Использование ниточных соединений для таких материалов нерационально, т. к. процесс шитья затруднен, изделия с ниточными швами не обладают достаточной прочностью и водостойкостью. Клеевые соединения здесь тоже непригодны, т. к. материал сам термопластичен, а поэтому горячее прессование невозможно. При изготовлении изделий из термопластичных пленочных материалов (пластифицированного поливинилхлорида, полиэтилена, полиамида) используются сварные соединения.

Сварка – процесс самослипания термопластичных материалов под действием тепла и давления.

Комбинированное соединение представляет собой сочетание каких-либо двух методов соединения, например, ниточного и сварного, клеевого и ниточного и применяется в основном при изготовлении защитной и специальной одежды. Комбинированные способы используют для герметизации швов соединения деталей одежды. Герметизация швов достигается промазыванием их жидким клеем, проклеиванием специальными пленками, лентами или сваркой срезов шва. Проклеивание швов с целью их герметизации осуществляют на материалах с резиновым покрытием, а сварка – на материалах с термопластичным полимерным покрытием. Способ герметизации швов жидким клеем состоит в следующем: сначала шов протирают бензином, затем покрывают не-



сколько раз клеим и высушивают. Все это выполняется вручную, поэтому способ не имеет широкого распространения в промышленности. Наиболее распространенным способом герметизации швов является проклеивание их специальной пленкой или лентой. Клеевую ленту прокладывают по ниточному шву, а затем проклеенный шов выдерживают для полной вулканизации клея в течение 24–48 часов. Герметизация шва может быть также произведена сваркой срезов шва термоконтakтным, высокочастотным или ультразвуковым способами.

Комбинированный способ ввиду своей сложности и трудоемкости находит весьма ограниченное применение и применяется там, где другие способы соединения не могут обеспечить надлежащей защиты (например, при изготовлении защитной и специальной одежды) [6].

Увеличение объема производства новых синтетических полимеров вызывает необходимость в разработке и совершенствовании способов переработки полимерных материалов в готовые изделия, а также способов соединения деталей швейных изделий из этих материалов.

Одним из перспективных направлений переработки полимеров является технология формования деталей и узлов одежды и обуви способом литья под давлением. Одним из частных случаев этой технологии является способ формования пластмассовых деталей непосредственно на одежде и других изделиях легкой промышленности.

Влажно-тепловая обработка (ВТО) наряду с ниточной и клеевой технологиями является важнейшим технологическим процессом при изготовлении одежды. Она позволяет получать такие эффекты, которые недостижимы другими известными способами, и является логическим завершением конструкторских и технологических решений получения изделия высокого качества. Назначение влажно-тепловой обработки – придание швейным изделиям требуемой пространственной формы и хорошего товарного вида, который достигается путем устранения заминов, помятостей, лас (местного блеска), утонения краев деталей, разутюживания и заутюживания швов и т.д. [7].

Сущность ВТО заключается в изменении конфигурации цепей молекул волокон увлажненной и прогретой ткани под воздействием давления подошвы утюга или подушки прессы и последующем закреплении этой новой конфигурации посредством удаления влаги и охлаждения ткани [8].

Окончательная отделка верхней одежды включает: намелку места расположения петель и пуговиц; обметывание петель; удаление ниток и чистку изделия; влажно-тепловую обработку; пришивание пуговиц.

Петли обметывают на полуавтомате с приспособлением для разметки. Если использовать данное приспособление нельзя, то петли предварительно размечают по лекалу. Если закрепку в конце петли ставят на специальной закрепочной машине, концы ниток после обметывания петель продевают внутрь бортов с помощью приспособлений (специальной иглы) и обрезают.

В женских пальто и других изделиях из легкоосыпающихся тканей допускается двойное обметывание петель на бортах: на полуавтомате для изготовления прямых петель (без разрезания ткани между строчками) и последующее обметывание на полуавтомате для изготовления фигурных петель.

Наметочные нитки и талоны удаляют, концы ниток обрезают. Оставшиеся следы мела и производственную пыль очищают обыкновенной или механической щеткой.

Окончательную влажно-тепловую обработку изделий костюмно-пальтовой группы осуществляют на специальных утюжильных линиях, оснащенных специальными прессами, электропаровыми утюгами в комплекте с утюжильными столами, отпаривателями и паровоздушными манекенами. В задачи окончательной влажно-тепловой

обработки изделий входит: уточнение формы краев деталей, утонение краев, удаление заминов и лас [8].

Процесс окончательной влажно-тепловой обработки изделий костюмно-пальтовой группы состоит из ряда операций, выполняемых в следующей последовательности: приутюживание частей переда, спинки и боковых швов; приутюживание окатов рукавов, пройм и верхней части рукавов; приутюживание воротника и верхнего плечевого пояса; заутюживание стойки воротника и перегиба лацканов; приутюживание бортов и лацканов; приутюживание низа рукавов и отдельных участков изделия; приутюживание подкладки изделия; снятие лас.

Таким образом, основное влияние на изменение свойств материала в процессе ВТО и его деформационную способность оказывают такие факторы, как температура гладильной поверхности, давление на полуфабрикат, количество внесенной в него влаги и время обработки. Числовые значения этих факторов называют параметрами. Они определяют режимы ВТО и зависят от волокнистого состава ткани, вида выполняемых операций и применяемого оборудования [9].

Процесс изготовления швейных изделий занимает значительный удельный вес в общем цикле технологического процесса их производства (включая подготовку ткани к раскрою и ее раскрой). Это связано: с многообразием деталей или узлов, обрабатываемых в одном процессе; с частой сменой конструкции деталей, связанной с изменением моды или сезона; с преобладанием ниточных соединений.

Технологические процессы изготовления швейных изделий являются основой швейного производства и включают в себя всю совокупность операций по обработке и соединению деталей и узлов в определенной технологической последовательности.

Технологический процесс изготовления швейного изделия – это система взаимодействия средств труда и предметов труда, приводящая к получению готового изделия. Процесс получения готового изделия представляет собой некоторые преобразования предметов труда (деталей кроя), в результате которого получается готовое изделие. Элементарной частью каждого преобразования является технологическая операция, выполняемая исполнителем с помощью соответствующих средств труда – швейных машин, утюгов и т. д. В результате выполнения технологической операции изменяется конструктивное состояние предмета труда. Например, результатом выполнения операции «стачать средние срезы спинки» является готовый узел спинки, операции «застрочить нижний срез юбки» – обработанные срезы изделия.

Технологическую операцию необходимо отличать от приема. После выполнения приема деталь возвращается в исходное состояние, т. к. она не зафиксирована (отогнуть край детали).

#### Список литературы

1. Бодяло Н. Н. и др. Технология швейных изделий: учебник – Витебск: УО «ВГТУ», 2012. – 307 с.
2. Амирова Э. К., Труханова А. Т., Сакулина О. В., Сакулин Б. С. Технология швейных изделий. Москва, Издательский центр «Академия», 2012 г
3. Nutfullaeva L.N., Artikbaeva N.M., Bakhritdinova D.A., Shin I.G., Tashpulatov S.Sh., Murodov T.B. Investigation of formation conditions package and ensuring pillarity of pillows from composite materials//Scientific journal. European science review. № 7–8. Vienna. Austria. 2018. pp. 252-254(05.00.00; №3)
4. Нутфуллаева Л.Н., Ташпулатов С.Ш., Черунова И.В. Использование полимерных композиций для повышения формоустойчивости деталей одежды // «Современные наукоемкие технологии» ежемесячный научный журнал. SSN 1812–7320 Россия.г. Пенза. №5 Часть 2, 2014. -С.24-26.

5. Ташпулатов С.Ш., Бабаева Г., Нутфуллаева Л.Н., Черунова И.В., Стефанова Е.Б. Обоснование размеров армирования поверхности текстильного материала коллагенсодержащей полимерной композицией // Международный журнал экспериментального образования. -2015. -№11.-Часть 3. -Москва. -С.451-452.

6. С.Ш.Ташпулатов, Ш.Х.Бехбутов, Л.Н.Нутфуллаева, С.Р.Юлдошева. Изучение влияния автоматизации на качество выполнения технологических операций. Журнал Молодой ученый. № 5. 2016 г.

7. Коблякова Е.Б. Основы проектирования рациональных размеров и формы одежды. Москва.1984. стр 23.

8. Нутфуллаева Л.Н., Ташпулатов С.Ш., Бабаева Г., Черунова И.В., Стенькина М.П. Гигиеническая оценка условий армирования текстильного материала коллагенсодержащей композиции// Международный журнал экспериментального образования. научный журнал ISSN 1996-3947 Россия г.Москва. №11. Часть 3. 2015г. с.415.

9. Нутфуллаева Л.Н., Казакова М.А., Алимов С.Р. Основные требования к оборудованию влажно-тепловой обработки на швейных изделиях. Молодой ученый ежемесячный научный журнал. ISSN 2072-0297. Россия г. Казань. №12. Часть III. 2016. с. 341-344.

УДК 004.415.2

## **СРЕДСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ TOOLS OF INFORMATION SYSTEMS AUTOMATED DESIGN**

**Минаева Наталья Викторовна, Беспалов Михаил Евгеньевич  
Minaeva Natalia Viktorovna, Bepalov Mikhail Evgenievich**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва  
The Kosygin State University of Russia, Moscow  
(e-mail: minaeva-nv@rguk.ru; bespalov-me@rguk.ru)*

*Аннотация:* Рассмотрены методы и средства автоматизации проектирования информационных систем. Приведены этапы управления проектом и описаны возможности специализированного программного обеспечения по визуализации структурных и функциональных моделей проектируемых информационных систем.

*Abstract:* Methods and tools for automation of information systems design are considered.

The stages of information systems project management are given and the capabilities of specialized software for visualization of structural and functional models of projected information systems are described.

*Ключевые слова:* проектирование автоматизированных систем, управление проектами, информационная система, жизненный цикл.

*Keywords:* computer-aided systems engineering, project management, information system, life cycle.

Внедрение информационных систем (ИС) является одним из способов повышения эффективности управления современного предприятия, улучшения условий труда, ускорения информационных потоков, сокращения влияния человеческого фактора на

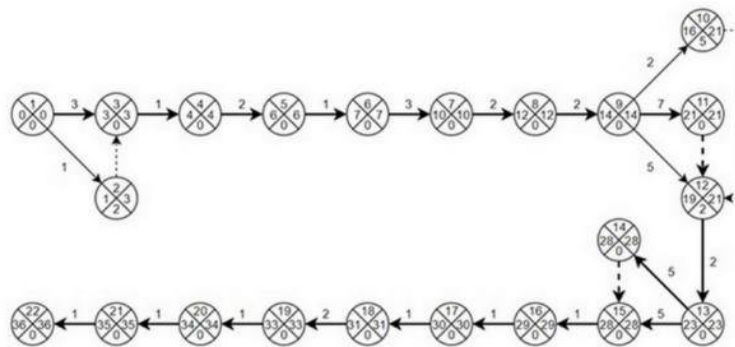
производство, сокращения затрат. Проектирование информационной системы начинается с анализа структуры управления организацией. Объектом автоматизации может быть как отдельный процесс, отдел, так и все предприятие. Чтобы увидеть полную картину бизнес-процессов компании, определить методы моделирования и модель разработки ИС, необходимо провести обследование деятельности каждого автоматизируемого подразделения.

Создание ИС подчиняется регламентированной стандартами технологии, охватывающей все этапы жизненного цикла. Международный стандарт ISO/IEC 12207 является основным нормативным документом, отражающим жизненный цикл программного обеспечения, где каждый этап характеризуется составом и последовательностью выполняемых работ, методами и средствами, исполнителями, ожидаемыми результатами.

Управление проектом ИС начинается с этапа планирования и заканчивается этапом определения направлений совершенствования проекта [2], включая следующие фазы:

1. планирования и распределения работ между исполнителями;
2. управления сроками проекта;
3. управления стоимостью проекта;
4. управления качеством проекта;
5. управления коммуникациями;
6. управления закупками;
7. управления рисками.

Динамическая модель выполнения комплекса работ изображается в виде сетевого графика (рис.1), где каждая работа характеризуется длительностью, трудовыми и материальными ресурсами. Метод критического пути позволяет оценить длительность проекта, а также рассчитать временные характеристики работ, на основе которых будет проводиться оптимизация по «числу исполнителей» и по критерию «время-затраты».



**Рис. 1. График проекта**

Управление проектами удобно осуществлять средствами программного обеспечения Microsoft Project Libre или Microsoft Office Project, где основным представлением проекта является диаграмма Ганта, а сущностями выступают работы, ресурсы и календарь. Гибкая структура представлений дает возможность рассматривать комплекс задач в виде диаграммы Ганта, структуры декомпозиции работ в проекте (WBS), детализации задач, сетевого графика.

Методология MS Project существенно облегчает и совершенствует процесс составления календарного плана работ по проектированию ИС, задачу распределения ресурсов, учет индивидуальных возможностей исполнителей, оперативный контроль выполнения работ проекта.

ARIS (Architecture of Integrated Information Systems - проектирование интегрированных информационных систем) - это одновременно и методология, и программный продукт, предназначенный для моделирования бизнес-процессов организации [1]. Платформа ARIS предоставляет мощный визуальный инструментарий по разработке организационной, функциональной и событийной моделей объекта автоматизации ИС.

Современные инструменты автоматизации проектирования информационных систем позволяют визуализировать все этапы жизненного цикла информационной системы, автоматизировать процесс проектирования ИС, сокращать сроки и затраты проекта.

#### **Список литературы**

1. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. М.: РИА "Стандарты и качество", 2006. 408 с.
2. Робсон М., Уллах Ф. Реинжиниринг бизнес-процессов. М.: ЮНИТИ, 2003. 222с.

УДК 677.074

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГИДРОФОБИЗИРОВАННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ THE RESEARCH OF THE PROPERTIES OF WATERPROOF TEXTILE MATERIALS**

**Бесшапошникова Валентина Иосифовна, Климова Наталия Александровна,  
Логинова Елена Анатольевна  
Besshaposhnikova Valentina Iosifovna, Klimova Natalia Aleksandrovna,  
Loginova Elena Anatolyevna**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.  
Искусство), Россия, Москва  
Russian State University named A.N. Kosygin, Russia, Moscow  
(e-mail: vibesvi@yandex.ru)*

*Аннотация:* Обобщены теоретические данные непроницаемости и упорности текстильных материалов и способы их достижения. Представлена функциональная зависимость водоупорности ткани с мембранным покрытием от ее основных параметров. Определены показатели качества водоотталкивающих тканей.

*Abstract:* The theoretical data on the impermeability and tenacity of textile materials and the ways to achieve them are generalized. The functional dependence of the water resistance of a membrane-coated fabric on its main parameters is presented. The indicators of the quality of water-repellent fabrics have been determined.

*Ключевые слова:* водонепроницаемость, текстильные материалы, показатели свойств.

*Keywords:* water resistance, textile materials, property indicators.

Придание водоотталкивающих свойств текстильным материалам и изделиям является актуальной проблемой, о чем свидетельствуют развитие теоретических представлений о гидрофильно-гидрофобных системах, и создание новых технологий гидрофобизации, а также повышение требований к уровню гидрофобности материалов.

Гидрофобность материалов оценивается краевым углом смачивания  $\theta$ , который образуется между поверхностью материала и касательной к поверхности границы жидкость-воздух. Тупой краевой угол ( $>90^\circ$ ) свидетельствует о плохом, а острый ( $<90^\circ$ ) - о хорошем смачивании. Для гидрофобных поверхностей, в которых шероховатость на микроуровне и на наноуровне совмещаются, проявляется ультрагидрофобность ( $\theta >120^\circ$ ) и супергидрофобность ( $\theta >150\div 180^\circ$ ) текстильного материала [1].

Для придания текстильным материалам антиадгезионных свойств масло-, водо-, грязеотталкивающих используются разнообразные низко- и высокомолекулярные соединения, которые можно объединить в три группы соединений.

К первой относят углеводороды с длинным алкильным радикалом. К ним относятся: парафины, воски в сочетании с солями и другими добавками, высшие органические кислоты, их соли, ангидриды, хлорангидриды, полимеры производных акриловой и метакриловой кислот, алкоксиметильные производные амидов высших кислот, мочевины, меламин и других производных триазина, содержащих алкильные группы (критическое поверхностное натяжение,  $\sigma_{кр} = 31\text{--}61$  мН/м).

Ко второй группе относят кремнийорганические соединения. В эту группу входят: силиконы, силаны, полиалкилгидросилоксаны, аминоалкоксисилоксаны и другие ( $\sigma_{кр} = 14\text{--}21$  мН/м).

К третьей группе относят фторированные углеводороды ( $\sigma_{кр} = 6\text{--}18$  мН/м).

На протяжении продолжительного времени основу модифицирующих препаратов для придания водоотталкивающих свойств текстильным материалам составляли углеводороды с длинным алкильным радикалом и кремнийорганические соединения, обладающие достаточно высокой эффективностью и сравнительно невысокой ценой на промышленном рынке [2].

К концу XX века лидирующие позиции в текстильной промышленности заняли кремнийорганические соединения, именно этот тип модификаторов нашел широкое применение в области получения материалов с гидрофобными свойствами. Среди них наиболее доступными и эффективными являются алкилсиликонаты и полимерные соединения, особенно полиалкилгидроксилоксаны, способные помимо водоотталкивающих свойств придавать волокнистым материалам ряд других ценных физических качеств: несминаемость, устойчивость к истиранию, а также уменьшение усадки ткани.

По эффективности различных препаратов, их можно расположить в ряд по мере увеличения их гидрофобизирующей активности: парафины, силаны и силоксаны, фторсодержащие углеводороды [3].

Отечественной промышленностью для указанных целей выпускается латекс поли-1,1-дигидроперфторгептилакрилата – ЛФМ-3. По уровню антиадгезионных свойств, сообщаемых текстильному материалу, он не уступает зарубежным аналогам, однако является дорогостоящим и имеет ограниченную сырьевую базу [4, 5].

В последнее время внимание исследователей сосредоточено на разработке и получении гидрофобизаторов нового поколения, позволяющих создавать самоочищающиеся покрытия, функциональные свойства которых основаны на эффекте супергидрофобности. Отличительной характеристикой последнего являются большая величина краевого угла смачивания водой (более  $140^\circ$ ) и небольшой угол скатывания капли или ее скольжение по поверхности. Одно из направлений решения этой проблемы – использование фторуглеводородных заместителей в составе силоксановых олигомеров и нанесение наночастиц, например диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ ) или диоксида титана ( $\text{TiO}_2$ ) [6-8].

В данной работе исследовали показатели качества текстильных плащевых и курточных тканей, реализуемых в торговой сети, с целью рекомендации их применения в производстве одежды. Результаты исследования показали (таблица 1), что по показателям прочностных и эксплуатационных свойств все исследуемые плащевые ткани отве-

чают нормативным требованиям ГОСТ Р 57514-2017 ИСО 8096:2005 и ГОСТ 28486-90. Разрывная нагрузка всех образцов отличается не существенно. Однако мембранные ткани более эластичные, с разрывным удлинением на 10-15% выше, чем тканей только с водозащитной отделкой.

**Таблица 1. Прочностные и эксплуатационные свойства плащевых тканей**

Наименование показателей	Исследуемые образцы			
	Ткань плащевая арт. 52409	Ткань курточная арт. 62345	Ткань мембранная арт. 81408	Ткань мембранная арт. U073
Волокнистый состав, %, линейная плотность, текс	НПЭ текст. 11x2 / НПЭ текст. 16,6	ПЭ67, ВВ 33, 18,5x2 / ПЭ текстур. 18,8	67ПЭ/33ХЛ	100 ПЭ
Вид отделки	ВО, и отделкой «лаке»	ВО	ПУ мембрана, ВО	ПУ мембрана, ВО
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	134	120	135	128
Разрывная нагрузка, кгс, основа/уток	62,7/54,3	58,9/52,1	66,5/68,8	59,9/46,5
Разрывное удлинение, %	28,6/37,25	33,6/32	51/41,5	44,3/36,7
Раздирающая нагрузка, кгс, основа/уток	14,9/14,5	12,7/12,4	12,0/11,4	11,9/10,5
Раздвигаемость нитей в ткани, кгс, основа/уток	7,1/6,9	7,7/7,1	6,3/5,9	6,5/5,9
Жесткость при изгибе, мкН·см <sup>2</sup>	5387/3548	4137/2784	4025/3120	3025/2220
Истирание по плоскости, циклы	39800	37540	47825	45320
Несминаемость, %	98,1	97,9	92,3	89,9

Ткани арт. 52409 и арт. 62345 с водоотталкивающей отделкой, характеризуются большей, на 8-20%, устойчивостью к раздирающим нагрузкам и раздвигаемости нитей в ткани. Жесткость при изгибе этих тканей на 10-40% выше, по сравнению с мембранными тканями арт. 81408 и арт. U073.

Более высокая жесткость приводит к снижению устойчивости к истиранию по плоскости тканей арт. 52409 и арт. 62345, по сравнению с мембранными тканями арт. 81408 и арт. U073. При этом ткани характеризуются высокой несминаемостью.

На поверхности всех тканей вода не задерживается, скатывается в виде капель, краевой угол смачивания  $\theta = 128 \div 141^\circ$ . Степень водоотталкивания испываемых образцов оценивается как 100 у.е. (таблица 2).

Все ткани характеризуются высокой водоупорностью. За 24 часа испытания методом кошеля на обратной стороне мембранных тканей капель, влажных пятен и других изменений поверхности тканей не наблюдалось. На изнаночной стороне тканей с водоотталкивающей пропиткой арт. 52409 и арт. 62345 капли воды появились через

22 и 19,5 часов, соответственно, что характеризует их как ткани с высокой водоупорностью.

**Таблица 2. Показатели физических свойства плащевых тканей**

Наименование показателей	Исследуемые образцы			
	Плащевая арт. 52409	Ткань курточная арт. 62345	Ткань мембранная арт. 81408	Ткань мембранная арт. U073
Краевой угол смачивания, градус				
Водоотталкивание, усл. ед	100	100	100	100
Водоупорность, час (до 24 час)	22,0	19,5	0	0
Водонепроницаемость, мм.вод. ст.	140	120	>1000	>1000
Коэффициент паропроницаемости, мг/см <sup>2</sup> ·ч	3,81	2,86	0	0
Влагопоглощение, %	1,46	3,18	1,94	1,91
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·с	18,5	19,5	5	4,5
Усадка после стирки. %, Основа/уток	0	0	0	0

Воздухопроницаемость всех тканей низкая, что обеспечит высокую защиту от ветра. Однако паропроницаемость тканей также низкая, что ухудшает комфорт подождежного пространства. Испытание водонепроницаемости на приборе кошельпенитрометр в течение 5 часов, также оценивает ткани как выдонепрницаемые. Мембранные ткани арт. 81408 и арт. U073 при давлении 1000 мм.вод.ст. - на поверхности тканей никаких изменений и капель воды не наблюдали (таблица 2). На поверхности тканей арт. 52409 и арт. 62345 капли воды появились при давлении 140 и 120 мм.вод.ст., соответственно, что характеризует их как ткани с хорошими водозащитными свойствами.

Таким образом, все ткани могут быть рекомендованы для специальной и повседневной бытовой одежды, предназначенной для защиты от воды и осадков.

Используя теорию подобия и анализа размерностей [9, 10] получена функциональная зависимость водоупорности ткани с мембранным покрытием от основных параметров структуры и свойств:

$$V_y = \frac{Pp^3 \cdot V_h \cdot \rho \cdot V_n}{V_n^6 \cdot d^6}$$

где  $V_y$  – водоупорность, Па;  $V_h$  – паропроницаемость, г/(м<sup>2</sup>·сек);  $\rho$  – плотность ткани, кг/м<sup>3</sup>;  $d$  – толщина мембраны, мм;  $Pp$  – разрывная нагрузка ткани, кгс;  $V_n$  – воздухопроницаемость ткани, дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·сек);  $V_n$  – намокаемость ткани, г/м<sup>2</sup>.

Полученная зависимость позволяет прогнозировать изменение водоупорности мембранных тканей в процессе эксплуатации изделий.

Таким образом, в результате проведенного анализа и исследования свойств водозащитных текстильных полотен:

- обобщены теоретические данные непроницаемости и упорности текстильных материалов и способы их достижения;



- проведен анализ ассортимента водозащитных текстильных материалов и последние достижения в области гидрофобизации и грязеотталкивания текстильных материалов;

- получена функциональная зависимость водоупорности тканей с мембранным покрытием от основных параметров структуры и свойств, которая позволяет прогнозировать изменение водоупорности мембранных тканей в процессе эксплуатации изделий;

- установлено, что все ткани отвечают нормативным требованиям стандартов, и характеризуются высокой прочностью и водонепроницаемостью, что позволяет рекомендовать их для изготовления ассортимента плащевых, курточных и других подобных изделий.

### Список литературы

1. Fukazawa T. Water Vapor Transport Through Textiles and Condensation in Clothes at High Altitudes-Combined Influence of Temperature and Pressure Simulating Altitude / T. Fukazawa [etc.]. // Textile Research Journal. - 2003. - №8. -Vol.73.-P. 657.

2. Агеев, А.А. Поверхностные явления и дисперсные системы в производстве текстильных материалов и химических волокон.1 часть / А.А. Агеев, В.А. Волков.- М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004.- 464 с.

3. Бойнович, Л.Б. Гидрофобные материалы и покрытия: принципы создания, свойства и применение / Л.Б. Бойнович, А.М. Емельяненко // Усп. хим.- 2008.- №77.- С. 468.

4. Буркитбай А. Придание водоотталкивающих свойств хлопчатобумажным текстильным материалам // 2007. [http://www.rusnauka.com/22\\_NIOBG\\_2007/Chimia/24575.doc.htm](http://www.rusnauka.com/22_NIOBG_2007/Chimia/24575.doc.htm)

5. Рыскулова, Б.Р. Анализ современных высокотехнологичных материалов, используемых для изготовления влагозащитной спецодежды / Б. Р. Рыскулова, Ж. Б. Байжанова, М.Р. Мухамедиева. // 2013. URL: <https://moluch.ru/conf/tech/archive/74/3628>

6. Денисов А. Водостойкость и водонепроницаемость // 2018. <https://militurist.ru/stati/article.post/vtoraya>

7. Quere, D. Wetting and roughness / D. Quere // Annu. Rev. Mater. Res.- 2008.- № 38.- P. 71.

8. Создание покрытий для придания супергидрофобных свойств поверхности силиконовых резин / А.С. Мышковский, А.С. Пашинин, А.Ю. Цивадзе, Д.И. Ярова // Российские нанотехнологии. - 2008.- т. 3.- № 9-10. - С. 100.

9. Бешапошникова В.И. Научные основы проектирования и прогнозирования свойств изделий текстильной и легкой промышленности. Практикум. : Учебное пособие – М. : РГУ им. А.Н. Косыгина, 2020. – 152 с.

10. Шустов Ю.С. Основы научных исследований свойств текстильных материалов. – М. : монография. – ФГБОУ ВПО «МГТУ им А.Н. Косыгина», 2012. – 120с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛАКСАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГОЛЯ ПРИ  
ЗОЛЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАТОЛИТА  
RESEARCH OF THE RELAXATION PROPERTIES OF GOLE IN  
ASHING WITH THE USE OF CATOLITE**

**Евтеева Наталья Геннадьевна, Дормидонтова Ольга Васильевна,  
Чурсин Вячеслав Иванович  
Evtееva Natalya Gennadievna , Dormidontova Olga Vasilievna,  
Chursin Vyacheslav Ivanovich**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.  
Искусство), Россия, Москва  
Russian State University named A.N. Kosygin, Russia, Moscow  
(e-mail: natali-96.09@yandex.ru, ovd2273@mail.ru mars8848@rambler.ru)*

*Аннотация:* рассмотрены некоторые особенности влияния католита на упруго-пластические свойства голя в процессе золени, приведены результаты экспериментального исследования релаксационных свойств голя.

*Abstract:* some features of the effect of catholyte on the elastic-plastic properties of the nest in the process of ashing are considered; the results of an experimental study of the relaxation properties of the nal are presented.

*Ключевые слова:* электрохимически активированная вода, католит, золение, упруго-пластические свойства

*Keywords:* electrochemically activated water, catholyte, liming, elastic-plastic properties

Золение является весьма важным процессом в производстве кожи, целью которого является не только ослабить связь волоса и эпидермиса с дермой, но и разделить структуру дермы для диффузии химических реагентов в последующих процессах для придания полуфабрикату и готовой коже нужных свойств.

В процессе золения происходит разделение и разрыхление структурных единиц дермы, удаляются глобулярные белки и жировые включения, формируется открытая пористая структура дермы, доступная для последующих физико-химических обработок, что в свою очередь сказывается на упруго-пластических свойствах голя.

Волокнисто-пористая структура кожевенного сырья имеет многоуровневый характер и может рассматриваться как сложная система, состоящая из нескольких подсистем, образуемых отдельными кинетическими элементами (молекулами белка, фибриллами, волокнами и пучками волокон). При механических воздействиях на дерму происходит её деформация, в результате которой волокнистая многоступенчатая структура переходит в напряженное состояние. После снятия нагрузки все элементы системы возвращаются в термодинамически устойчивое состояние. Этот процесс называется релаксацией. В работе [1] показано наличие в дерме двух основных максимумов релаксации, относящихся к различным по размерам элементам структуры. Спектр релаксации объективно отражает структурные особенности дермы и может быть использован для анализа изменений, происходящих при обработке кожевенного сырья [2]. Особую актуальность приобретает задача оценки деформационных свойств дермы при разработке новых технологий, существенно отличающихся от традиционных.

Из анализа литературы последних лет следует, что общая тенденция развития состоит не в применении новых химических материалов, а в разработке принципиально новых, в том числе электрохимических методов обработки различных видов сырья.

Данное направление исследований отвечает мировым тенденциям в области принципиально новых экологически безопасных технологий кожевенного производства. Актуальность исследования влияния электроактивированных водных растворов на структуру дермы и кинетику подготовительных процессов обработки кожевенного сырья обусловлена отсутствием таких сведений в отечественных и зарубежных источниках литературы. Проведенные нами предварительные эксперименты показали принципиальную возможность использования электроактивированных растворов для безрегентной обработки кожевенного сырья [3].

Технология электрохимической активации (ЭХА) водных растворов, позволяет направленно получать растворы с требуемыми окислительно-восстановительными и кислотно-основными свойствами. Эти растворы можно использовать для обеззараживания воды, обезжиривания биологических объектов, обработки сырья и полуфабрикатов.

Электрохимически активированные растворы являются экологически чистыми, так как имеют способность быстро релаксировать в обычную воду, не причиняя вреда окружающей среде.

Цель работы являлось исследование влияния электроактивированного раствора католита на процесс зольения, которое оценивали по изменению упруго-пластических характеристик голя. Эксперименты проводили на сырье крупного рогатого скота породы Абердин Ангус мокросоленого метода консервирования. Обработку образцов сырья проводили в растворе католита, полученного электролизом в лаборатории института электрохимических систем и технологий Витольда Бахира на установке Аквахлор-1000.

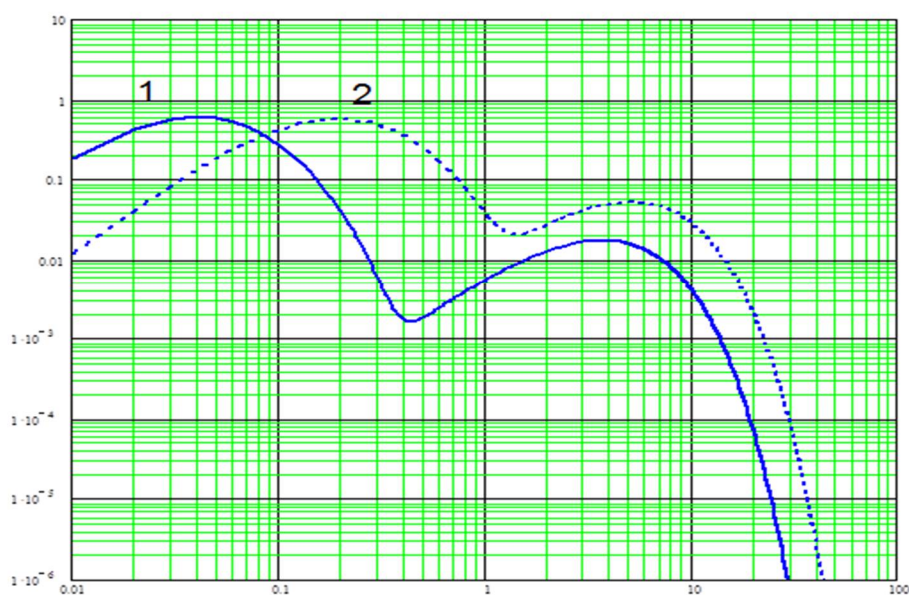
Обработка кожевенного сырья проводилась при ж.к. 1,5 и температуре 20-22°C по двум вариантам: 1 вариант – зольение с использованием католита; 2 вариант (контрольный) – обработка по технологии "Кобра" [4], рекомендованной в качестве наилучшей доступной технологии подготовительных процессов, обеспечивающей экологические требования к кожевенному производству [5]. Оценка упруго-пластических свойств голя проводилась с использованием компьютерной установки «Relax» [2] и консистометра Гепплера [6].

После технологического процесса зольения в пяти различных точках определяли упруго-пластические свойства голя на компьютерной установке «Relax». Наглядное представление об изменении подвижности структурных элементов дермы можно получить на основе анализа спектров времен релаксации исследованных образцов, представленных на рис. 1.

Сравнивая спектры релаксации образцов, обработанных по различным технологиям, можно увидеть, что в том и другом варианте, за счет перехода в раствор межфибриллярных белков, достигается разделение структуры дермы, которое характеризуется двумя основными максимумами релаксации.

Первый максимум определяет стадию упругого восстановления деформации и является откликом на механические возбуждения микроструктуры коллагена в пределах действия межмолекулярных сил. Второй максимум характеризует стадию восстановления деформации, являющейся результатом наложения нескольких релаксационных процессов, происходящих на уровне фибрилл, волокон и пучков волокон [2].

В логарифмических координатах :



**Рис.1. Спектры времен релаксации образцов голяя: 1 – зольение с использованием католита; 2 – обработка по методике «Кобра»**

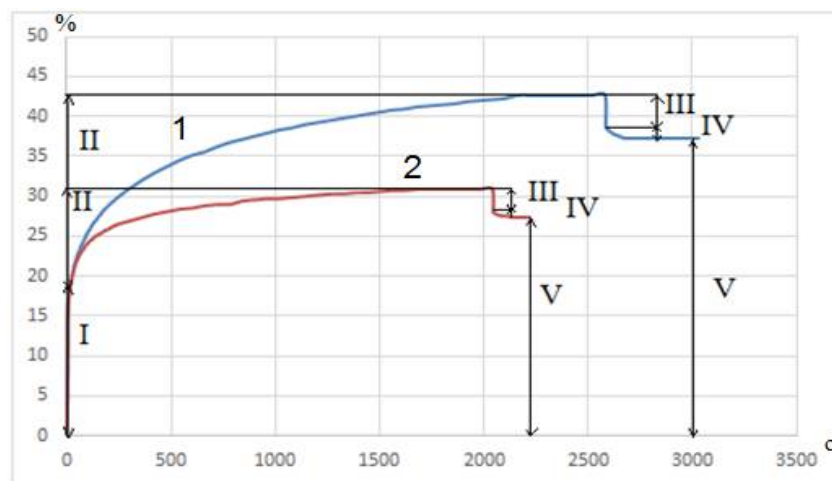
Из представленных данных следует, что обработка в растворе католита обеспечивает более высокую степень разволокнения структуры дермы, как на макро-, так и на микроуровне. Такие изменения можно объяснить высоким уровнем щелочности раствора католита, характеризующегося значением pH 12,5, что способствует интенсивному разрыхлению структуры дермы и полному извлечению глобулярных белков и мукополисахаридов.

Органолептическая оценка голяя показала, что опытные образцы, полученные при обработке в растворе католита, были упругими, с чистой лицевой поверхностью, поперечный срез голяя полупрозрачный, однородный. Бахтармьяная поверхность образцов в большей степени очищена от фрагментов подкожной жировой клетчатки.

Температура сваривания образцов голяя после зольения и промывки составляла 46°C для опытного варианта, и 60°C для контрольного варианта. Низкое значение температуры сваривания в опытном варианте быть обусловлено деструкцией части коллагеновых волокон в результате интенсивного щелочного воздействия и разрыва пептидных связей в молекуле коллагена. Это предположение подтверждается результатами определения голяевого вещества, в соответствии с которыми, содержание его в образцах после зольения составляет для опытного варианта 13,95%, а для контрольного 16,72%.

Экспериментальные данные по упруго-пластическим свойствам, полученные на установке "Релакс" и на консисометре Гепплера, сравнивали между собой. Изменения относительной деформации образца во времени под постоянной нагрузкой и после снятия ее представлены на графике (рис.2).

Для более корректной интерпретации полученных зависимостей произведен расчет численных величин показателей упруго-пластических свойств опытных и контрольных образцов голяя, результаты которого приведены в таблице 1. Известно, что соотношение между различными видами деформации позволяет определять изменения, происходящие в материалах под влиянием различных физико-химических и механических воздействий.



**Рис. 2. Изменения относительной деформации образцов голья после золения во времени под постоянной нагрузкой и после снятия ее: I – мгновенная упругая деформация; II – высокоэластическая деформация; III – обратимая упругая деформация; IV – упругое последствие; V – остаточная деформация, где 1 – золение с использованием католита; 2 – золение по методике «Кобра»**

**Таблица 1 – Упруго-пластические характеристики голья**

Показатели, %	Обработка в католите	Обработка по технологии «Кобра»
Мгновенная упругая деформация	20	27,5
Высокоэластическая деформация	30	22,5
Обратимая упругая деформация	4,6	5
Упругое последствие	1,7	0,7
Остаточная деформация	43,7	44,3

Из данных таблицы следует, что большие значения высокоэластической составляющей деформации образцов, обработанных в растворе католита, связаны с высокой степенью набухания, обусловленной электростатическим отталкиванием отрицательно заряженных функциональных групп в полипептидных цепях коллагена под действием гидроксид-ионов, образующихся при электролизе воды. Учитывая снижение доли мгновенной упругой деформации опытных образцов по сравнению с контрольными, можно предположить, что это связано с деструктивными процессами, происходящими на уровне макромолекул коллагена, что проявляется в снижении температуры сваривания образцов, обработанных в растворе католита, и уменьшением показателя гольевого вещества.

Сравнение результатов, полученных двумя различными методами, показало, что при обработке сырья в растворе католита происходят более значительные изменения в структуре дермы, связанные с высокой щелочностью этого раствора. При этом следует принимать во внимание, что интенсивное разрыхление структуры дермы может привести к усилению связывания реагентов, используемых в последующих процессах кожевенного производства, например, дубящих соединений хрома. Как известно, повышенное содержание хромового дубителя в лицевом слое кожи приводит к садке и образованию дубной стяжки. Эти факты необходимо учитывать при отработке технологического регламента производства кож с использованием электроактивированных растворов.

В заключение статьи следует сделать вывод о перспективности использования католита в подготовительных процессах кожевенного производства. Так как при ис-

пользовании электроактивированных растворов возможна полная замена таких крупнотоннажных химических материалов, как сульфид натрия и гидроксид кальция, сокращение времени обработки, что позволит улучшить экологическую обстановку и экономическую эффективность производства.

#### Список литературы

1. Чурсин В.И., Дормидонтова О.В. Влияние сырья, топографии и технологии на упруго-пластические свойства дермы // Кожевенно-обувная промышленность. – 2004. – №1. с. 37-38.
2. Чурсин В.И. Применение релаксационной спектроскопии при оценке технологических процессов и качества продукции в производстве кожи и меха. М.: МГУДТ. – 2016. – 161 с.
3. Евтеева Н.Г., Дормидонтова О.В., Чурсин В.И. Исследование возможности использования анолита в процессе отмоки кожевенного сырья/ Новые технологии и материалы легкой промышленности ХУ Международная научно-практическая конференция с элементами научной школы для студентов и молодых ученых. Сборник статей - Казань: Казанский национально исследовательский технологический университет, – 2019. – Т.1. – с. 95-99.
4. Информационно-технологический справочник 40-2017. Дубление, крашение, выделка шкур и кожи. – М: Бюро НДТ, 2017. – 110 с.
5. ГОСТ Р 56828.36-2018. Наилучшие доступные технологии. Кожевенная промышленность. Наилучшие доступные технологии использования энергоресурсов. – М.: Стандартиформ, 2018. – 24 с.
6. Головтеева А.А., Куциди Д.А., Санкин Л.В. Лабораторный практикум по химии и технологии кожи и меха. – М: «Легпромиздат, 1987. – 312 с.

УДК 677.31.027

## ПОЛУЧЕНИЕ БЕЛОГО УЗОРА НА ШЕРСТЯНОЙ ОКРАШЕННОЙ ТКАНИ ВЫТРАВНЫМ СПОСОБОМ GETTING A WHITE PATTERN ON A WOOL COLORED FABRIC BY ETCHING

Пыrkova M.B., Панкратова Е.В.  
Pyrkova M.V., Pankratova E. V.

*Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина, Москва,  
Russian state University named after A. N. Kosygina, Moscow  
(e-mail: pyrkova-mv@rguk.ru, pankratova-ev@rguk.ru)*

*Аннотация:* Разработана технологическая схема печатания шерстяной ткани, окрашенной кислотными красителями с получением белых узоров. Показан механизм разрушения кислотных красителей под действием восстановителя. Оценены физико-механические показатели шерстяного напечатанного материала.

*Abstract:* A technological scheme for printing woolen fabric dyed with acid dyes to produce white patterns has been developed. The mechanism of destruction of acid dyes under the action of a reducing agent is shown. Physical and mechanical properties of wool printed material are evaluated.

*Ключевые слова:* шерстяная ткань, кислотный краситель, вытравная печать, восстановитель, белизна.

*Keywords:* woolen fabric, acid dye, etching print, reducing agent, whiteness.

Вытравная печать по химическому действию бывает окислительной и восстановительной. Окислительная печать практически не используется ввиду возможной окислительной деструкции волокна, а также недостаточной белизны рисунка. Поэтому целесообразно использовать восстановительную печать.

Для осуществления вытравной печати первоначально необходимо провести крашение ткани. Были выбраны, следующие красители: кислотный ярко-красный 4Ж, кислотный голубой О, кислотный ярко-синий антрахиноновый, кислотный алый, кислотный оранжевый светопрочный, кислотный черный, различающиеся строением хромофорной системы. Качество крашения оценивали визуально и спектрофотометрически по цветовым характеристикам. Полученные результаты показали, что красители кислотный алый, кислотный голубой О, кислотный черный, кислотный ярко-красный 4Ж являются хорошо ровняющими, а красители кислотный оранжевый светопрочный, кислотный ярко-синий антрахиноновый – среднеровняющими, что согласуется с атласом оптических и колористических характеристик красителей для шерсти. Крашение осуществляли по выбранным технологическим схемам для каждого красителя и по окрашенным тканям проводили процесс печатания [1].

Основным компонентом вытравного состава является восстановитель. Были выбраны пять восстановителей, а именно: натрий сернокислый, тиосульфат натрия кристаллический, гидросульфит натрия, дитионит натрия, ронгалит. В отличие от остальных реагентов, восстановительные свойства ронгалита начинают проявляться только при повышении температуры, что в свою очередь делает эксперимент более предсказуемым.

Для получения белого вытравного рисунка по окрашенной кислотными красителями шерстяной ткани используют восстановительную печатную краску, содержащую г/кг:

ронгалит (1:1 с загусткой)	200
мочевина	50
загустка	до 1000

После печатания образцы сушат, запаривают в течение 15 минут в среде влажного насыщенного пара, тщательно промывают.

При печатании важное значение имеет загуститель, который определяет ровноту контура, непрерывность и ровноту отпечатка. В работе использовали природный загуститель манутекс RS (на основе альгината натрия).

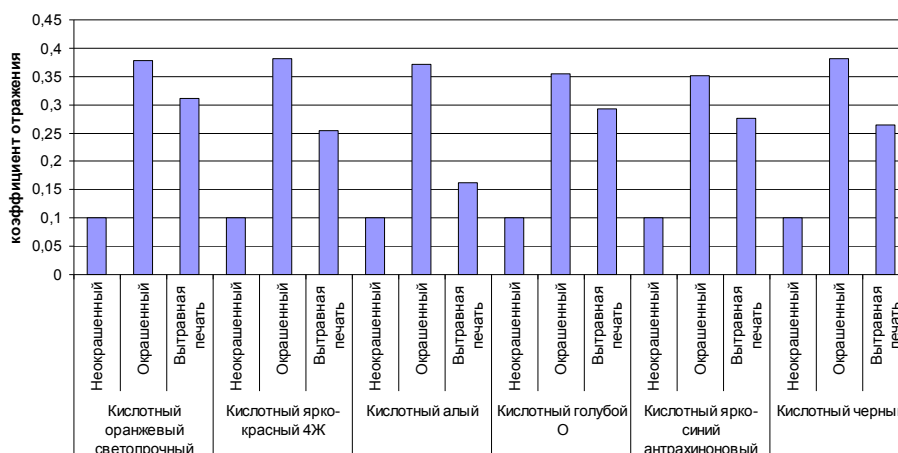
Количество наносимой печатной краски на выбранный стандартный шаблон, составляло 200%. Стандартным шаблоном является сетчатый шаблон с рисунком прямоугольник, размером 10×8 см. Выбор шаблона объяснялся необходимостью измерения белизны отпечатка на достаточной поверхности и визуальной оценке ровноты печати на этой поверхности.

Результаты представлены на рисунке 1 при проведении процесса печати по традиционной технологии с ронгалитом,  $C=100$  г/кг, при длине волны  $\lambda=450$  нм.

На основании полученных экспериментальных данных видим, что лучше всего вытравляется краситель кислотный алый. Разрушение красителя происходит по азогруппе с образованием бесцветных аминов.

Отпечаток, полученный на материале, окрашенным кислотным алым практически соответствует по белизне неокрашенному образцу. Остальные красители не обла-

дают указанными свойствами, однако кислотный голубой О под действием ронгалита изменяет свой цвет и становится светло-зеленым.



**Рис. 1. Характеристика способности кислотных красителей разрушаться под действием восстановителей**

По визуальной оценке такие красители как, кислотный оранжевый светопрочный, кислотный алый, кислотный ярко-красный 4Ж, кислотный черный, не изменяют цвет окраски, а только происходит снижение интенсивности. Полученные вытравные отпечатки мягкие по грифу, по внешнему виду остаются на уровне прежних показателей.

Краситель кислотный голубой О изменяет свой цвет и получается новый колористический эффект – светло-зеленая окраска:

Образование новой окраски объясняется тем, что при восстановлении красителя образуется лейкосоединение, что приводит к изменению характера связи в ароматических остатках. Меняется, как правило, и цвет. Лейкосоединения бесцветны или слабоокрашены.

Краситель кислотный ярко-синий антрахиноновый также частично разрушается под действием ронгалита, однако полученный отпечаток становится темно-зеленым. Причина образования новой окраски также связана с восстановлением красителя и образованием лейкосоединения.

Данное свойство красителя может быть применено для получения новых колористических эффектов. Образцы также мягкие и приятные на ощупь.

Таким образом, для всех выбранных красителей можно использовать процесс вытравной печати с использованием ронгалита.

Качество отпечатка зависит от многих факторов, во-первых, от выбранного состава, во-вторых, от условий нанесения печатной краски на окрашенный материал, в-третьих, от условий разрушения красителя и промывки продуктов разрушения из исследуемого образца.

Первоначально было исследовано влияние различных факторов на степень вытравной печати, такие как, природа восстановителя, концентрация восстановителя (от 10 до 150 г/кг), введение промежуточной сушки, использование катализаторов восстановления и применение оптически отбеливающих веществ на качество получаемого вытравного отпечатка.

На основании полученных экспериментальных данных установили, что лучшим вытравным агентом является ронгалит. По восстановительной способности к нему приближается гидросульфит натрия.



Так как в процессе восстановления могут образовываться летучие соединения, то целесообразным является введение в процесс запаривания дополнительной операции – промежуточной сушки, с целью ускорения разрушения красителя. Процесс деструкции красителя интенсифицируется при повышении температуры, и запаривание является обязательным условием в процессе восстановительной печати. Введение одной и двух промежуточных сушек в свою очередь усложняет технологический процесс, однако может привести к более быстрому высвобождению поверхности шерстяной ткани от летучих продуктов процесса восстановления, что в свою очередь приведет к получению лучших отпечатков. Были выбраны следующие режимы тепловой обработки (запаривание + промежуточная сушка): 15:5:15 и 15:5:15:5:15.

Полученные результаты показали целесообразность введения промежуточной сушки, что благоприятно сказывается на вытравной способности красителя. А введение 2-х промежуточных сушек снижает содержание красителя на волокне в 4 раза в случае использования гидросульфита натрия. В 3 раза снизилась концентрация красителя в волокне при введении одной промежуточной сушки и использовании ронгалита. Вторая промежуточная сушка не повлияла на снижение концентрации красителя. Это в свою очередь позволяет получить белый узор при меньших концентрациях восстановителя. Также это позволяет снизить энергозатраты на предприятии и использовать меньшие концентрации реагентов в восстановительном процессе.

Ускорить процесс восстановления красителя, согласно литературным данным [2, 3] можно введением катализатора восстановления. Поэтому считала целесообразным исследовать данное явление. Суть процесса заключается в том, что активация водорода и восстановителя происходит путем их включения в координационную сферу каталитического комплекса. При этом идет диссоциация водорода, что и создает условия для вытравной печати. В связи с данной особенностью был выбран катализатор ДИМО. Это комплексное соединение кобальта с диметилглиоксимом. Экспериментально определяли зависимость концентрации используемого катализатора восстановления на снижение коэффициента отражения. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что наше предположение не подтвердилось. Полученные вытравные отпечатки имели желтоватый оттенок. На некоторых отпечатках произошло углубление цвета по сравнению с исходным цветом окрашенной шерстяной ткани. Это объясняется, тем, что в состав используемого катализатора входит кобальт, который и придал образцам новый цвет. Ожидаемый результат достигнут не был. Однако данное свойство можно использовать для достижения новых колористических эффектов.

Возможно, в процессе вытравной печати целесообразнее использовать катализаторы, не имеющие в своем составе металлы.

Отбеливающее действие оптических отбеливателей основано на том, что излучаемый ими свет компенсирует недостаток синих лучей в свете, отражаемом материалом. При отбеливании оптическими отбеливателями благодаря флуоресценции резко увеличивается интенсивность отражаемого света в фиолетово-синей части спектра. Высокая белизна и яркость достигаются обработкой материала оптическим отбеливателем в количестве 0,001-0,1% от его массы и особенно проявляются при дневном свете и УФ освещении.

Для получения белых отпечатков целесообразно использовать оптические отбеливатели, такие как: белофор и Nastalux VP 3438-1. Белофор – кристаллическое вещество, белого цвета. Оптический отбеливатель Nastalux VP 3438-1 пригоден для хлопка и ПЭ – жидкое вещество голубоватого оттенка.

При выборе оптического отбеливателя руководствовались высоким средством вещества к волокну, хорошей выравнивающей способностью и применением в широком интервале температур. Предположительно лучшие результаты будут достигнуты

при использовании ронгалита, с концентрацией 25 г/кг и введении в состав печатной краски ООВ для хлопка и ПЭ. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что введение ООВ сказалось на уменьшении коэффициента отражения. Особенно лучшие результаты были достигнуты при использовании гидросульфита натрия, с концентрацией 150 г/кг и введением в состав печатной краски ООВ Hastalux VP 3438-1 в количестве 1 мл/кг.

При введении Hastalux VP 3438-1, в печатную краску, имеющую в своем составе ронгалит происходил эффект коагуляции отбеливателя, что приводило к задержке отбеливателя на шаблоне, неполному его проникновению в глубь шерстяной ткани. Это объясняется, во-первых, сильными восстановительными свойствами ронгалита, и, во-вторых, строением самого отбеливателя, который является гетероциклическим соединением с развитой системой сопряженных двойных связей. Вероятно, сказалась и рН печатной краски. В то время как при введении ООВ Hastalux VP 3438-1, в печатную краску, имеющую в своем составе гидросульфит натрия эффект сворачивания практически отсутствовал, что привело к лучшим результатам.

Однако введение белофора в печатную краску, имеющую в составе восстановитель, эффект отбеливания достигнут не был, поэтому для дальнейших экспериментов он был исключен.

Использование вытравной печати для колорирования шерстяных материалов возможно при достижении высоких колористических эффектов при сохранении и уменьшении стоимостных затрат на производство изделия и физико-механических характеристик шерстяных материалов. Поэтому считали целесообразным определить такие величины как разрывную нагрузку и разрывное удлинение напечатанных образцов и сравнить полученные данные с физико-механическими показателями подготовленной шерстяной ткани. Данные показатели определяли на разрывной машине FPZ-8. Установили, что при нанесении восстановителя на ткань происходит и частичная деструкция волокна, падают физико-механические показатели.

Таким образом, экспериментальные результаты позволяют разработать следующую технологическую схему вытравной печати: печатание вытравным составом, содержащем ронгалит 25 г/кг, ООВ для хлопка и ПЭ, С=1 мл/кг, количество наносимой печатной краски составляет 200%, далее сушка, запаривание в течение 15 минут, промежуточная сушка в течение 5 минут и последующее запаривание 15 минут. Промывка холодной водой, мыловка, промывка. Вместо ронгалита можно использовать гидросульфит натрия С=150 г/кг.

#### **Список литературы**

1. Садова С.Ф., Пыркова М.В. Разработка непрерывного способа крашения плазмообработанной шерсти активными красителями // Химическая технология. 2004. № 5. С. 15-20.
2. Садова С.Ф., Новорадовская Т.С. Химия и химическая технология шерсти. М.: Легпромбытиздат, 1986. 206с.
3. Гуртовая И.И., Пыркова М.В. Напечатанные полушерстяные ткани, обработанные низкотемпературной плазмой в дизайне текстиля // Матер. V Всероссийской науч.-прак. конф. «Этническая культура в современном мире», БОУ ВО «ЧГИКИ» Минкультуры Чувашии. Чебоксары: Плакат. 2018. Ч.1. С. 137-142

**ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ПРЕТ-А-ПОРТЕ В  
СЛАВЯНСКОМ СТИЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ,  
ВЫПОЛНЕННЫХ В ТЕХНИКЕ БРАНОГО ТКАЧЕСТВА  
DESIGN-DESIGN OF THE PRET-A-PORT COLLECTION IN THE  
SLAVIC STYLE USING ELEMENTS MADE IN THE TECHNIQUE OF  
TEXTILE WEAVING**

**Гарифуллина Гульнара Адгамовна, Шагабутдинова Любовь Фаатовна  
Garifullina Gulnara Adamovna, Shigabutdinova Lyubov Faatovna**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет, Россия,  
Казань*

*Kazan national research technological University, Kazan, Russia  
(email: gulnarakdrv03@mail.ru; lavanda98@yandex.ru)*

*Аннотация:* Цель данной статьи основывается на изучении славянского стиля и браной техники ручного ткачества. Проектируется коллекция женской одежды с элементами русского национального костюма.

*Ключевые слова:* Дизайн одежды, славянский стиль, браное ткачество, пояса, символика цвета, традиции, этника.

*Abstract:* the Purpose of this article is based on the study of the Slavic style and traditional hand-weaving techniques. A collection of women's clothing with elements of Russian national costume is being designed.

*Keyword:* Clothing design, Slavic style, folk weaving, belts, color symbolism, traditions, ethnicity.

Индустрия моды представляет собой нечто постоянно меняющееся, быстротечное, неуловимое. Оскар Уайльд говорил, что «мода – это столь невыносимая форма уродства, что мы вынуждены менять ее каждые полгода». Однако именно постоянная погоня за новыми идеями, их проработка и воплощение делает данное искусство наиболее увлекательным. Идеи для создания моделей дизайнеры зачастую находят в окружающим их мире. Улицы большого города, музеи, художественные галереи, национальный костюм представляют собой неисчерпаемые источники вдохновения.

Одним из наиболее популярных источников является славянский стиль. Самобытность народного искусства, как нельзя лучше передает национальный колорит. Изначально, расшитая одежда из натуральных тканей была предназначена для особых обрядов, а позднее вышитая символика становится оберегом, наделяющая человека способностью противостоять злему року и развивать свой духовный потенциал. Традиционно, в отделке применяются элементы и символические знаки разных губерний.

В настоящее время они потеряли свой первоначальный смысл оберегов и опознавательных знаков, а используется, как декор. Символы данного стиля представляют собой переплетение линий, создающие узор с треугольниками и ромбами, которые несут определенное значение (крест – символ солнца; ромб – гармония с природной; спирали – мудрость, треугольник ассоциируется с человеком и т.д.). Существует предположение, что вышивкой украшались те части одежды, через которые, по представлению наших предков, к телу человека могли проникнуть злые силы.

Славянский стиль отличается определенной монотонностью в цвете. Сочетание множества цветов и оттенков здесь неприемлемо. Как и символика, каждый цвет имеет

свое значение и по древним поверьям налагает отпечаток на жизнь человека (красный – символизирует любовь, радость; белый – цвет невинности и чистоты; черный – символ земли и т.д.). Предпочтительными цветами для славянского стиля считаются красный в сочетании с белым.

Одной из традиций данного стиля считается использование натуральных тканей. Конечно, в наши дни, кутюрье используют и современные ткани, однако они стараются придерживаться данного правила и выбирают ткани, наиболее похожие на натуральные. Другой характерной чертой славянского стиля является прямой крой. Соответствующего фасона всегда выдерживались элементы женского костюма – рубашки, платья, сарафаны.

Неотъемлемым атрибутом одежды являлись пояса, зачастую выполненные в технике браного ткачества [1]. Данная техника является одной из наиболее распространенных и одной из древнейших техник орнаментации тканей. Название техники произошло от особого способа узора (слово «братъ»), когда нити основы подбираются при помощи специальной дощечки – бральницы [2]. Нити, оставшиеся над бральницей, в узоре остаются белыми, а те нити, что остались внизу, будут перекрыты уточными нитями другого цвета. Выполняется браная техника строго по счету нитей, согласно рисунку. Для этого вида ткачества характерна строгая геометричность всех узоров и их ритмичность. Достаточно редко можно увидеть зооморфные, растительные узоры. Мотивы с изображением человеческих фигур сильно видоизменяют, окружая геометрическими мотивами и получают орнамент, подчиненный строгим линейным ритмам. Связующей основой орнамента является симметрия, почти обязательная по вертикальной оси, а зачастую и по горизонтальной.

Еще одним элементом славянского стиля можно считать кружево. Данный декор позволяет сделать коллекцию наиболее уникальной.

Русская мода стала актуальна для всего мира почти сто лет назад. Побуждению к этому стали революционные события 1917 года. Вследствие великой революции множество людей покинули историческую родину и отправились в эмиграцию. Кроме фамильных драгоценностей обеспеченные люди вывозили также гардеробы, наполненные богатыми нарядами в традиционном славянском стиле.

Разнообразие насыщенных красок, оригинальный крой платьев, удивительные головные уборы и другие не эффектные детали народного костюма привлекали внимание европейцев и вызвали подлинное восхищение. Этно стиль постепенно перешел во все сферы жизни.

Применение традиционного колорита в гостиницах, ресторанах, на подмостках сцены считалось хорошим тоном. В европейскую моду вошла одежда прямого силуэта, декорированная фольклорными узорами. Такие известные актрисы как Марлен Дитрих и Грета Гарбо использовали в своей одежде инкрустацию драгоценными камнями бисерную и вышивку в славянском стиле.

В современной одежде характерной чертой принято считать органичное сочетание народных мотивов с новейшими тенденциями мировой моды. Большинство современных кутюрье при разработке очередных коллекций обращают внимание на эффектный и колоритный стиль [3].

Славянская одежда или так же называемая скифская, является источником вдохновения для многих ведущих дизайнеров, таких как Ив Сен Лоран, Zarina, Galliano, Valentino и другие.

Богатство этнической вышивки и аксессуаров покорили сердца своим великолепием многих модниц. Благодаря этому получил начало славянский boho стиль, объединяющий простоту славянских мотивов и современных трендов [4].

По мотивам славянского стиля разработана коллекция современных моделей женской одежды. Художественно-конструктивное решение основано на сочетании элементов славянского национального костюма (характерный крой, сочетание традиционных цветов, использование тесьмы, сотканной вручную в технике бранного ткачества) с новейшими тенденциями современной моды. Основу коллекции составляют блузки и платье с цельнокроеным рукавом, декорированные воланами, и прямые юбки.

Декоративной составляющей коллекции является славянский символ "орепей", притягивающий удачу, счастье и благополучие [5]. Технологические моменты процесса плетения полностью выполняются вручную (рис.1).



**Рис.1. Технологические этапы плетения авторского пояса**

Авторский вариант пояса тканого в красно-белом цвете с геометрическим орнаментом представлен далее на рисунке 2.



**Рис.2. Технологический процесс плетения пояса для коллекции**

Модели коллекции женской одежды в славянском стиле с элементами, выполненными в технике бранного ткачества приводятся на рисунке 3.

Яркая привлекательность, самобытность исполнения, гармоничное сочетание выработанных за многие века народных орнаментов и выразительной славянской традиции эффектно сочетаются с современными силуэтами.

Технику браного ткачества возможно применять при разработке различных дизайнерских аксессуаров и украшений.



**Рис.3. Модели авторской женской одежды в славянском стиле с деталями ручного ткачества (работа студенток Кати Костиной и Даши Кузнецовой)**

#### **Список литературы**

1. Осипова Е. Ручное ткачество и плетение поясов и тесьмы //Е. Осипова. Новгород. обл. центр нар. Творчества. – Н. Новгород: Ред.-изд. отд., 1996. - 35 с.
2. Виды узорного ткачества. Браное ткачество. Узорное ткачество. Сайт о ткачестве//\_2018. <http://telarian.ru/?id=648&t=decor.patternweaving/> html.
3. Русский стиль в одежде- богатство и роскошь русских традиций// Журнал CUTUR//
4. [http://cutur.ru/publ/podium/stil/russkij\\_stil\\_v\\_odezhde\\_bogatstvo\\_i\\_roskosh\\_russkikh\\_tradicij/11-1-0-185/](http://cutur.ru/publ/podium/stil/russkij_stil_v_odezhde_bogatstvo_i_roskosh_russkikh_tradicij/11-1-0-185/) html.
5. Славянская одежда в мире современной моды. Колорит славянской одежды: этничность и современность // <http://ethnoboho.ru/slavyanskiy/nacionalnaya-odezhda-slavyan./html>
6. Кочнева М. Сокровища русского орнамента. Изд-во: Белые альвы, 2008-202 с.

**РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА  
ТЕКСТИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА  
НАНОВОЛОКНИСТЫХ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF AN INNOVATIVE  
COMPLEX OF TEXTILE TECHNOLOGIES FOR THE PRODUCTION  
OF NANOFIBER NONWOVENS**

**Будыка Александр Константинович<sup>1</sup>, Екидин Алексей Акимович<sup>2</sup>,  
Васянович Максим Евгеньевич<sup>2</sup>, Бокова Елена Сергеевна<sup>3</sup>,  
Капустин Иван Александрович<sup>4</sup>, Иванов Леонид Алексеевич<sup>5</sup>,  
Филатов Иван Юрьевич<sup>6</sup>, Мартынюк Юрий Николаевич<sup>7</sup>,  
Астахов Владимир Сергеевич<sup>8</sup>, Катухин Леонид Федорович<sup>9</sup>  
Budyki Alexander Konstantinovich<sup>1</sup>, Ekidin Alexey Akimovich<sup>2</sup>,  
Vasyanovich Maxim Evgenyevich<sup>2</sup>, Bokova Elena Sergeevna<sup>3</sup>,  
Kapustin Ivan Alexandrovich<sup>4</sup>, Ivanov Leonid Alekseevich<sup>5</sup>, Filatov Ivan Yuryevich<sup>6</sup>,  
Martynyuk Yuri Nikolaevich<sup>7</sup>, Astakhov Vladimir Sergeevich<sup>8</sup>,  
Katuhinom Leonid Fedorovich<sup>9</sup>**

<sup>1</sup>Госкорпорация «Росатом», Россия

<sup>1</sup>The State Corporation "Rosatom"

(e-mail: akbud@yandex.ru)

<sup>2</sup>ФГБУН Институт промышленной экологии Уральского отделения РАН

<sup>2</sup>Institute of Industrial Ecology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

(e-mail: vasyanovich\_maks@mail.ru)

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина

(Технологии. Дизайн. Искусство)», г. Москва

<sup>3</sup>The Kosygin State University of Russia, Moscow

(e-mail: esbokova@ya.ru)

<sup>4</sup>ООО «Научно-производственный центр «Электроспиннинг»

<sup>4</sup>LLC "Research and Production Center" Electrospinning"

(e-mail: kapustin@bk.ru)

<sup>5</sup>Российской инженерной академии

<sup>5</sup>Russian Academy of Engineering

(e-mail: l.a.ivanov@mail.ru)

<sup>6</sup>ООО «ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ»

<sup>6</sup>LLC "ELECTROFORMING TECHNOLOGIES"

(e-mail: filatov@electrospinning.ru)

<sup>6</sup>ООО НПП «Доза» (LLC NPP "Dose")

(e-mail: martinukx@gmail.com)

<sup>8</sup>ООО «Респираторный комплекс» (LLC "Respiratory complex")

(e-mail: astakhovvs1960@gmail.com)

<sup>9</sup>ООО «УК ИнноИнвест» (ООО "UK Innovinvest")

(e-mail: katuhin1950@mail.ru)

*Аннотация:* В работе представлены результаты научных исследований и технические решения, обеспечившие промышленный выпуск и применение новых текстильных технологий производства нановолокнистых нетканых материалов, а также изделий на их основе.



*Abstract:* The paper presents the results of scientific research and technical solutions that have provided industrial production and application of new textile technologies for the production of nanofiber nonwovens, as well as products based on them.

*Ключевые слова:* нетканые материалы, нано волокна, фильтры, респираторы

*Keywords:* nonwovens, nanofibers, filters, respirators

Для увеличения объемов выпуска и продаж конкурентоспособной продукции, снижения технологической зависимости российской промышленности от зарубежных поставок, особо важное стратегическое значение приобретает создание и внедрение отечественных высокоэффективных ресурсосберегающих технологий и оборудования.

В статье представлены результаты научных исследований и технические решения, обеспечившие промышленный выпуск и применение новых текстильных технологий производства нановолокнистых нетканых материалов, а также изделий на их основе.

Цель работы – разработка и продвижение на глобальные рынки новых технологий электроформования нетканых нановолокнистых текстильных материалов и реализация комплексных решений их использования для контроля физико-химических характеристик антропогенных и естественных аэрозолей, создания современной приборной базы и защиты персонала предприятий и населения от аэрозолей различного происхождения, включая радиоактивные и биологические.

Для достижения поставленной цели в работе, с использованием многовариантных возможностей метода электроформования, разработана эксклюзивная текстильная продукция, которая позволяет создать и применить инновационные технические средства, гарантирующие высокую эффективность очистки техногенных выбросов, надежную защиту органов дыхания работников промышленных предприятий, а также прецизионные методы контроля аэрозолей в рабочих зонах, производственных помещениях и в атмосфере.

Во многом, благодаря планомерному внедрению разработанных текстильных технологий, направленных на создание материальной базы для производства средств защиты органов дыхания населения, медицинского персонала и фильтрующих элементов аппаратов искусственной вентиляции легких (ИВЛ), удалось избежать их дефицита в связи с прекращением импортных поставок из-за всемирного локдауна, вызванного эпидемией Covid-19.

Практическая значимость работы и ее социальный стратегический эффект заключаются в разработке и создании: аналитических нановолокнистых фильтрующих материалов для систем обнаружения вредных веществ, в том числе радиоактивных; приборного и методического обеспечения комплексной системы контроля радиоактивных аэрозолей в производственных помещениях, на промплощадках предприятий атомной промышленности, а также мониторинга газо-аэрозольных выбросов в атмосфере; высокоэффективных (в том числе, электретных) нетканых фильтрующих материалов и респираторов на их основе для защиты работников предприятий от промышленных аэрозолей, медицинских работников и населения от опасных вирусов, передающихся воздушным путем (различные штаммы гриппа, атипичная пневмония, Covid-19); высокоэффективных нановолокнистых фильтрующих материалов и систем очистки аэрозольных выбросов на их основе.

В работе удалось не только реализовать комплексную задачу разработки инновационных текстильных технологий производства нановолокнистых нетканых материалов, но и внедрить их в смежные области науки и техники, такие как атомная энергетика, малое машиностроение, приборостроение.



Все материалы, представленные в работе, получены методом электроформования волокон. Важным научным вкладом в оценку возможностей и перспектив применения технологии электроформования для получения волокон, в том числе наноразмерного ряда, является, проведенный в работе, многофакторный сравнительный анализ различных промышленных методов электроформования, таких как электрокапиллярный, электроаэродинамический, электроцентробежный и Nanospider [1, 2].

В рамках данного исследования был использован широкий круг полимеров (полиамид-6/66, хлорированный поливинилхлорид с добавкой полиметилметакрилата, фторопласт Ф-42, полиэфируретаны и др.), растворителей (диметилформамид, циклогексанон, дихлорэтан, этилацетат, бутилацетат, этиловый спирт, толуол и др.) и модификаторов (пропионовая к-та, уксусная к-та, вода, спирты алифатического ряда, интерполимерные комплексы, стабилизированные корпоративной системой водородных связей и др.), а также применено различное оборудование [3- 17].

Выявление общих закономерностей структурообразования для различных полимерных систем, в рамках конкретного метода реализации процесса электроформования, позволило спрогнозировать возможность каждого метода для получения волокон определенного размерного ряда, классифицировать виды дефектов волокон и материалов на их основе, а также причины их появления и способы устранения. Это явилось важной теоретической основой для разработки и промышленного применения определенной технологии электроформования для выпуска конкретного материала с заданной структурой и комплексом свойств под различные задачи применения.

Сравнение результатов электроформования различными методами, такими как электрокапиллярный, электроаэродинамический, наноспайдер при различных параметрах процесса проводили по следующим характеристикам: средний диаметр волокон, характер распределения диаметра волокон, пористость слоя волокон, средняя пора слоя волокон и распределение пор в слое волокон, а также дефектность [2].

В результате проведенных исследований установлено, что для всех методов электроформования при минимальных расходах с капилляра, характерно полное отсутствие дефектов у полученного материала. При этом волокна с наименьшим диаметром удалось получить с помощью технологии «Наноспайдер», где объемный расход раствора не регулируется, а зависит от приложенного напряжения и прочих факторов и, как правило, измеряется косвенно по массе волокон, осажденных на подложку. Плотность струй на единицу длины электрода наноспайдера составляет приблизительно 5 – 10 шт./см. Таким образом, средний расход одной струи равен 0,05 – 0,1 мл/ч, что ниже минимальных значений расхода на капилляре. Поэтому диаметр волокон для наноспайдера меньше или приблизительно равен диаметру при минимальном расходе с капилляра. С ростом расхода на капилляре происходит увеличение диаметра волокон до некоторого значения (1,5 – 3 раза от минимального), после которого избыточное количество раствора начинает формировать дефекты на волокне, что по росту гидродинамического диаметра [2].

Стоит отметить, что электрокапиллярный метод является единственным, в котором возможна подача раствора в струю выше оптимальных значений до ее расщепления на несколько струй на срезе капилляра. Также возможно и занижение расхода по отношению к оптимальному значению до момента обрыва струи силами поля. Под оптимальным стоит понимать такое значение расхода, которое электростатическое поле вытягивало бы со свободной поверхности (например, со струны наноспайдера). Это делает данный метод наиболее управляемым из всех известных [1, 2].

Волокна, полученные электроаэродинамическим методом, во всех случаях, даже при минимальных расходах, содержат значительное количество дефектов. Это, по-видимому, связано с широким распределением значений расхода единичных струй, об-

разованных из первичной струи, раздробленной потоком воздуха. В этом случае формируются волокна диаметром менее 100 нм и более 300 нм, а также имеют место различные дефекты. При дальнейшем росте расхода через форсунку растет и гидродинамический диаметр за счет роста числа дефектов и их размера. При этом средний оптический диаметр волокон практически не меняется. Рост значений расхода выше некоторого порога приводит к появлению капель. При этом можно отметить, что скоростной сопутствующий поток воздуха высушивает дефекты в полете [2, 12-17].

Результаты электроцентричного метода аналогичны. Также имеет место возникновение значительного количества дефектов, на число и характер которых не влияет снижение расхода раствора [2].

Таким образом, результаты исследований показали, что для получения волокон наноразмерного ряда, теоретически, могут быть использованы все методы электроформования. Однако высокопроизводительные электроаэродинамический и электроцентричный приводят к формированию волокон со значительным количеством дефектов в виде капель или утолщений. Электрокапиллярный метод, как наиболее управляемый по расходу формовочного раствора, позволяет получать наименее дефектные нановолокна. Однако минимизация расхода на капилляр, для получения меньших по диаметру волокон, приводит к значительному усложнению конструкции и росту числа капилляров. Метод наноспайдер за счет сил поля, в зависимости от вязкости и электропроводности раствора, позволяет достигать самых минимальных расходов в расчете на единичную струю при саморегулировании расстояния между струями. Такие материалы могут быть успешно применены в качестве жидкостных фильтров, так как обладают минимальной порой и бездефектной структурой. Однако, формовочный элемент в виде ванны со струнным коллектором или струны и каретки, достаточно громоздкий и лишен мобильности. Для повышения равномерности требуется последовательная установка большого числа таких элементов [1, 2].

Полученные результаты, в совокупности с уникальностью метода электроформования, как единственной текстильной технологии, позволяющей перерабатывать широкой круг полимеров, а также смесей полимеров в различных растворителях, при многовариантном варьировании рецептурно-технологических параметров процесса и применении его различного аппаратного оформления, в работе удалось не только получить волокна с диаметром от 50 нм до 20 мкм, но и разработать научную концепцию их сочетания в одном материале для создания текстильных изделий со специальными свойствами [2, 22, 23].

Так, например, при создании высокоэффективных аэрозольных фильтров и средств коллективной защиты органов дыхания, установлено, что наиболее эффективными являются фильтрующие материалы, содержащие нановолокна, получаемые методом электроформования, внедренные в структуру микроволокнистой матрицы. Структура микроволокнистой матрицы должна быть максимально рыхлой, а диаметр нановолокон максимально малым (порядка 50-100 нм). Предпочтительно применение микроволокон, накапливающих электростатический заряд, что дополнительно повышает фильтрующие свойства, и позволяет достигнуть увеличения эффективности фильтрации на 1,5 – 2 порядка при сохранении того же перепада давления на фильтре, т.е. энергетических затрат. За счет этого конструкции и габариты фильтров могут быть уменьшены [18-27].

При решении задач, связанных с разработкой материалов для воздушной фильтрации, помимо проектирования структуры нетканого материала, решена задача выбора термостойких полимеров. В окончательные разработки, из широкого круга исследуемых растворов полимеров, вошли растворы полиамидимида, полиарамида и полиэфирсульфона. Первые выдерживают температуру до 280°C, а полиэфирсульфон при

кратковременном воздействии – 220°C. Воздушные фильтры на основе этих полимеров нашли практическое применение на промышленных объектах, в медицинских учреждениях, в лабораториях, а также на атомных станциях [22 -27].

На основе новых технологий электроформования созданы эффективные респираторы для эксплуатации в особых условиях, которые снаряжаются материалом, содержащим в своем составе исключительно нановолокна, и новые средства индивидуальной защиты органов дыхания, предназначенные для эксплуатации в стандартных условиях, в которых используются микроволокнистые материалы с диаметром волокон более 10 мкм, полученные из неполярных полимеров. Новые респираторы обладают в 1,5 – 2 раза меньшим сопротивлением дыханию при высоком уровне фильтрации [18-21].

Проводимая в работе целенаправленная модификация растворов полимеров путем варьирования качества растворителей, применения смесей растворителей, ухудшения/улучшения термодинамического и технологического сродства между полимером и растворителем (-ями) и др., открыла возможности для значительного снижения диаметра волокна до наноразмерного уровня. Комбинация этих волокон с электретыми неткаными материалами позволила создать новые аналитические средства контроля радиоактивных аэрозолей, обладающие повышенной на порядок эффективностью фильтрации радиоактивных частиц как субмикронного, так и наноразмерного ряда, и более высокой точностью анализа.

В целом за последние 10 лет, в результате реализации работы, разработаны качественно новые аналитические нановолокнистые фильтрующие материалы для систем обнаружения вредных веществ, в том числе радиоактивных; высокоэффективные (в том числе, электреты) нетканые фильтрующие материалы и респираторы на их основе для защиты от техногенных и биоаэрозолей; высокоэффективные нановолокнистые фильтрующие материалы для систем очистки промышленных выбросов.

В основу проектирования и производства всех вышеперечисленных материалов заложен научный потенциал и многолетние разработки, включающие в себя: исследования в области направленного регулирования процессов структурообразования при переработке полимеров через растворы, физико-химические основы и технологии модификации растворов полимеров в производстве волокнисто-пористых композиционных материалов и покрытий; анализ взаимосвязи состава, структуры и свойств волоконнообразующих полимеров с технологическими параметрами и видом оборудования для производства нетканых материалов методом электроформования; изучение комбинаторики и сочетания в материале волокон нано- и микроразмерного ряда и вклада размерных параметров волокна в структуру и комплекс свойств готового материала; установление основных закономерностей улавливания аэрозолей волокнистыми материалами различного состава и строения; разработка и проектирование нового промышленного оборудования и технологий, позволяющих, применять новые нетканые материалы и внедрять комплексные решения систем мониторинга и очистки промышленных выбросов, в том числе радиоактивных.

### **Выводы**

В работе предложены высокоэффективные ресурсосберегающие технологии производства микро - и нановолокнистых фильтрующих материалов, полученных на современном технологическом оборудовании методом электроформования, а также технологии производства современных приборов радиационного контроля, оснащенных разработанными фильтрующими материалами.

С использованием метода электроформования реализован выпуск эксклюзивной текстильной продукции и предложены комплексные решения ее использования для контроля физико-химических характеристик антропогенных и естественных аэрозолей;

создания современных технических средств и приборной базы радиационного мониторинга и контроля; респираторных изделий защиты персонала предприятий и населения от аэрозолей различного происхождения, включая радиоактивные.

Материалы для анализа радиоактивных аэрозолей в комплексе с современным оборудованием радиационного контроля позволяют значительно повысить эффективность и точность анализа, просты в обслуживании и имеют значительно больший срок службы, чем существующие. Внедрение новых разработок имеет важное стратегическое народно-хозяйственное значение, позволяет значительно снизить вредные промышленные выбросы, а также минимизировать их влияние на экологическую ситуацию и обеспечить здоровьесбережение населения.

Практическая значимость работы, ее социальный и стратегический эффект заключаются в разработке и создании: аналитических нановолокнистых фильтрующих материалов для систем обнаружения вредных веществ и очистки аэрозольных выбросов, в том числе радиоактивных; приборно-методического обеспечения комплексной системы контроля радиоактивных аэрозолей на предприятиях атомной промышленности и мониторинга газо-аэрозольных выбросов в атмосферу; высокоэффективных, в том числе электретенных нетканых фильтрующих материалов и респираторов, для защиты работников предприятий, медицинских работников и населения от опасных аэрозолей, в том числе вирусов гриппа, атипичной пневмонии, Covid-19 и др.

Объем продаж инновационной текстильной продукции и оборудования с ее использованием в период 2014-2019 года составил 5 300 млн. рублей. Создано более 500 рабочих мест в разных регионах России. Результаты работы широко используются на всех предприятиях ГК «Росатом», в том числе на зарубежных площадках, в службе специального контроля Министерства обороны РФ, МЧС, Росгидромете. Всего более чем на 150 предприятиях 55 регионов России, а также в Республике Беларусь, Армении, Иране, Индии, Болгарии, Литве, Китае со среднегодовым экономическим эффектом более 600 млн. рублей в год.

#### Список литературы

1. *Филатов Ю.Н.* Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ-процесс)/ под ред. В.Н. Кириченко. – М.: Нефть и газ, 1997. 298 с.
2. *Филатов И. Ю., Иванов Л. А., Бокова Е. С., Смутьская М. А., Филатов Ю. Н., Капустин И. А.* Сравнение различных методов электроформования нановолокон// Дизайн и технологии.2019. №72 (114). С.16-22
3. *Будыка А.К., Борисов Н.Б.* Волокнистые фильтры для контроля загрязнения воздушной среды. – М.: ИздАт, 2008. 360 с.
4. *Филатов Ю.Н., Филатов И.Ю., Капустин И.А.* Фильтрующий материал, способ его получения и применение. Патент на изобретение RU 2477165 С1. 10.03.2013. Заявка № 2012109488/05 от 14.03.2012.
5. *Филатов Ю.Н., Филатов И.Ю., Капустин И.А.* Фильтрующий материал. Патент на изобретение RU 2414950 С1. 27.03.2011. Заявка № 2009126033/05 от 09.07.2009.
6. *Филатов Ю.Н., Будыка А.К., Мартынюк Ю.Н., Филатов И.Ю.* Фильтрующий материал. Патент на изобретение RU 2284846 С2. 10.10.2006. Заявка № 2004137318/15 от 21.12.2004.
7. *Капустин И.А., Филатов И.Ю., Филатов Ю.Н., Архипов С.Ю., Огородников Б.И., Будыка А.К.* Фильтрующий материал и способ его получения. Патент на изобретение RU 2349369 С1. 20.03.2009. Заявка № 2007139574/15 от 26.10.2007.
8. *Капустин И.А.* Разработка технологии электроформования волокнистых материалов с пониженной температурой деструкции для анализа атмосферы.

Диссертация кандидата технических наук. М.: Московский государственный университет дизайна и технологии Москва, 2014. 120 с.

9. *Филатов И.Ю., Филатов Ю.Н., Будыка А.К., Мамагулашвили В.Г., Мартынюк Ю.Н.* Нановолокнистый материал ФП для контроля радиоактивных аэрозолей //Анри. 2009. № 3. С. 38-41.

10. *Kapustin I.A., Filatov I.Y., Filatov Y.N.* Development of production technology for non-woven filtering materials for monitoring atmospheric aerosols at RF radionuclide stations// Fibre Chemistry. 2013. V. 44. № 5. P. 299-303.

11. *Kapustin I.A., Filatov I.Y., Filatov Y.N.* Thermal destruction of nonwoven filter materials from polystyrene and polymethyl methacrylate// Fibre Chemistry. 2013. V. 44. № 6.P. 377-380.

12. *Bokova E.S., Lavrentev A.V., Kalinin M.V.* Targeted ccontrol of the structure formation process in production of new synthetic leathers// Fibre Chemistry. V. 46.P. 312-316.

13. *Bokova E.S., Lavrentev A.V., Kovalenko G.M., Filatov I.Y.*The development of conditions for the production of porous fibre composites using nonwoven materials based on ultrafine fibres . International Polymer Science and Technology. V.42. 2015. P. 35-3913.

14. *Bokova E.S., Grigory M. Kovalenko, Filatov Y.N., Evsyukova, N.V.*Electrospinning as Promising Technology for Expanding the Assortment of Fibre-Reinforced Porous Composite Materials and Coatings.// Fibre Chemistry. V. 49. Issue 3. 2017. P. 167-172.

15. *Elena S. Bokova, Grigory M. Kovalenko, Ivan Yu. Filatov, Maria Pawlova, Kseniya S. Stezhka* Obtaining New Biopolymer Materialsby Electrospinning|| FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe. 25/ 6(126):P. 31-33.

16. *Elena S. Bokova, Grigory M. Kovalenko, Ivan Yu. Filatov, Maria Pawlova, Bokova Kseniya S., Evsyukova, N.V.*Modification of polyurethane solutions by means of a hard depositor for fiber production by the electrospinning method|| FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe.2018. 26,6 (260) P.63-67

17. *Elena S. Bokova, Grigory M. Kovalenko, Maria Pawlova, Ivan A. Kapustin, Nataliya V. Evsyukova* Electrospinning of Fibres Using Mixed Compositions Based on Polyetherurethaneand Hydrophylic Polymersfor the Production of Membrane Materials// FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe.2020. Vol. 28, 3(141), P. 49-51

18. *Филатов Ю.Н., Филатов И.Ю., Заболоцкая Р.Д.* Фильтрующий материал, способ его получения и респиратор. Патент на изобретение RU 2376053 С1.20.12.2009. Заявка № 2008143743/15 от 07.11.2008.

19. *Пестун А.Ф., Соловьев С.Н., Филатов Ю.Н., Филатов И.Ю., Щербакова О.А.* Фильтрующий материал для респираторов и респиратор. Патент на изобретение RU 2363519 С1. 10.08.2009. Заявка № 2008115635/15 от 23.04.2008.

20. *Астахов С.В., Гуменюк В.И., Филатов Ю.Н.* Разработка высокоэффективного фильтрующего материала, для применения в средствах индивидуальной защиты органов дыхания. В сборнике: Безопасность в чрезвычайных ситуациях // Сборник научных трудов VIII Всероссийской научно-практической конференции. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. 2016. С. 63-75.

21. *Астахов С.В., Гуменюк В.И., Филатов Ю.Н.* Разработка высокоэффективного фильтрующего материала на основе хлорированного полиэтилена. //стием. Лучшие доклады. Ответственные редакторы: В.Э. Гасумянц, Д.Д. Каров. 2016. С. 377-381.

22. *Катухин Л.Ф., Филатов Ю.Н., Корниенко В.Н., Ларичев М.А., Кадомцев Г.М., Иванов В.Д., Рубцов П.Л., Ягодкин И.В., Аванесян В.М.* Сорбционно-фильтрующий многослойный материал и содержащий его фильтр. Патент на изобретение RU 2487745 С1. 20.07.2013. Заявка № 2011148990/05 от 02.12.2011.

23. Афанасов И.М., Юданова Т.Н., Брусков С.С., Филатов И.Ю., Перминов Д.В. Многослойный материал с хитозановым слоем из нано- и ультратонких волокон с антибиотиком. Патент на изобретение RU 2604410 С2. 10.12.2016. Заявка № 2015117161/15 от 06.05.2015.

24. Филатов Ю.Н., Филатов И.Ю., Капустин И.А., Смутьская М.А. Фильтрующий термостойкий нановолокнистый материал и способ его получения. Патент на изобретение RU 2524936 С1. 10.08.2014. Заявка № 2012156709/05 от 26.12.2012.

25. Ivanov LA., Razumeev K.E., Bokova E.S., Muminova S.R. The inventions in nanotechnologies as practical solutions. Part V. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2019, Vol. 11, no. 6, pp. 719–729. DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-6-719-729.

26. Ivanov LA., Bokova E.S., Muminova S.R., Katuhin L.F. Nanotechnologies: a review of inventions and utility models. Part I. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2020, Vol. 12 (1) DOI: 10.15828/2075-8545-2020-12-1-27-33

27. Ivanov LA., Kapustin I.A., Borisova3O.N., Pisarenko Zh.V. Nanotechnologies: a review of inventions and utility models. Part II Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2020, Vol. 12(2)

УДК 379.68

## **СИМВОЛЫ И ОБРАЗЫ МЕЗЕНСКОЙ РОСПИСИ SYMBOLS AND IMAGES OF THE MEZEN PAINTING**

**Шигабутдинова Любовь Фаатовна  
Shigabutdinova Luibov Faatovna**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Россия, Казань  
Kazan National Research Technological University, Russia, Kazan  
(e-mail: lavanda98@yandex.ru)*

*Аннотация:* Художественное творчество символично и оперирует образами, аллюзиями, метафорами и символами. Трактовка символов на примере Мезенской росписи.

*Abstract:* Artistic creation is symbolic and operates with images, allusions, metaphors and symbols. Interpretation of symbols on the example of the Mezen painting.

*Ключевые слова:* роспись, символ, образ, мезенская роспись  
*Keywords:* painting, symbol, image, Mezen painting on

Символы занимают в культуре особое место. С древнейших времён они пронизывают все человеческое существование, становясь оболочкой, формой, в которой выражались, закреплялись и транслировались следующим поколениям смыслы. С одной стороны, символ всегда имеет определенное значение, а вот с другой он заключает в себе безграничное поле смыслов, которое невозможно исчерпать перечислением.

Идущие ещё с наскальных рисунков символы огня, неба, земли, воды, воздуха, плодородия, урожая, достатка и многие другие, органично вплетены в орнамент мезенской росписи и, фактически, являются видом древнего письма.

Мезенская роспись возникла в начале XIX века в низовьях реки Мезень Архангельской области. Ею расписывали различную домашнюю утварь — прялки, ковши, короба, сундуки, шкатулки. С конца XIX века центром мезенской росписи стала деревня Палашелье, поэтому мезенская роспись по дереву известна также как «палашельская роспись».

Традиционно предметы, расписанные мезенской росписью, имеют только два цвета — красный и чёрный (сажа и охра, позднее сурик). Роспись наносилась на негрунтованное дерево специальной деревянной палочкой (тиской), пером глухаря или тетерева, кисточкой из человеческого волоса. Затем изделие олифилось, что придавало ему золотистый цвет. В настоящее время основная технология и техника мезенской росписи сохранились.

Некоторое внутреннее различие современной мезенской росписи от старой ощущается и потому, что изначально роспись производилась только мужчинами, тогда как в наше время ею больше занимаются женщины. Для мезенской росписи характерен свой самобытный символичный орнамент. Предметы с мезенской росписью притягивают, радуют глаз, источают тепло и свет. Причина здесь не только в том, что все изделия с мезенской росписью делаются вручную и мастер вкладывает в них свою душу, но и в том, что каждая чёрточка, каждый квадратик, ромбик орнамента мезенской росписи, равно как и каждая фигурка животного, птицы глубоко символичны.

Существует утвердившаяся трактовка графических символов:

**ДРЕВО ЖИЗНИ, или МИРОВОЕ ДРЕВО.**

Земледельческий образ жизни более сложный, кропотливый. Земледельцы, наблюдая за жизнью растений, воспринимали мир по вертикали.

Отсюда возникает идея древа жизни, растущего на Мировой Горе, дающего пищу и кров живым существам. Прообразом Адама и Евы были пары животных по обе стороны. А на его вершине сидела птица. Древо соединяло миры: небесный, земной и подземный. И часто эти миры показывались как бы насквозь, в разрезе. Само древо символически изображалось в виде «крин» - трехчастного цветка, а по сути - проклюнувшегося зерна.

**МИРОВАЯ ГОРА.**

Это условный центр мироздания, где произрастает древо жизни. В мезенской росписи её символизировал даже маленький треугольник, бугорок или взгорочек.

**ЗНАКИ РАСТЕНИЙ**

Растения в мезенской росписи изначально изображались очень условно, часто в проекции сверху. Однако современное желание привнести больше картинности в роспись стало нарушать правило. И все же надо не забывать, что росток - это самое грамотное изображение. Ведь оно символ всего растения, его идея, а зрители пусть сами домысливают, что из чего вырастет.

Росток - это проклюнувшееся зерно. Оно в мезенской росписи могло быть уподоблено древу жизни. Изображается в виде трилистника (крин)

Корешок - изображался как бы в разрезе и был равного размера с ростком (его зеркальным отражением), а мог быть изображен и самостоятельно на поле.

Зернышко (семечко) - мелкие точки, кружочки, овалы. Три зернышка рядом - традиционное пожелание достатка в индоевропейской культуре.

Цветок. Изображение цветов не было характерно ни для мезенской росписи, ни для древности. Это, конечно, веяния сегодняшнего дня. Уж если их и изображать, то условно, без реализма, который опошляет роспись.

## ЗНАКИ ЗЕМЛИ

Это всевозможные квадраты, ромбы и бордюры, состоящие из квадратов и ромбов. Они показывают поля на всех стадиях: вспаханные, засеянные, с проросшими семенами, с корешками, в ростках и т.п. К знакам земли относятся и мелкие взгорочки, бугорки, холмики, горки.

Ромб - это квадрат в динамике, ожившая земля. Признанный знак освоенной земли и материнства. В силу этого стал и доброжелательным знаком семейного достатка и благополучия. Поэтому может быть изображен и самостоятельно.

## ЗНАКИ НЕБА

Солярные знаки-круговые и (или) крестообразные символические изображения Солнца. Старорусское название всех этих изображений - коловороты.

Солнце почиталось как главное языческое божество, дающее свет, тепло и ведающее счет Времени. Однако землепашец молил о дожде больше, чем о присутствии солнца. Совершенная же красота солнечного диска и без всяких особых причин достойна желания его запечатлеть. Символические изображения на утренней и вечерней зорьках (восход-закат) и в зените часто встречаются на таких сакральных предметах как прялки, сундуки, двери и т.п.

Также с культом Солнца в славянской мифологии связывают коня и уточку: утром огнегривый конь возводил солнце на небосвод, а уточка прятала его на ночь в воду. Кстати сказать, за этими животными в народном представлении устойчиво сохраняется связь с солнцем: утицы-солоницы (соль-солнце), конь-огонь. Фигурки как коня, так и уточки (по-местному- «курицы») украшали крыши изб. Крестик, помещенный рядом с конем, усиливает его солярную символику.

Наряду с конем и утицей крыши домов на Севере украшали оленьими или лосиными рогами. Миф о Великой Лосихе или Оленихе, хранящей солнце, более древний.

Также сюда можно отнести и мелкие звездочки, которые, в зависимости от контекста, могут означать снежинки.

Согласно языческим представлениям, все в мире имеет свою противоположную, но дополняющую пару. Одним из таких союзов был союз Земли и Неба, который скреплялся животворящим дождем.

Твердь и хляби небесные. Мифическое представление о мироустройстве включает понятия о двух небесах: верхнем-хляби с запасами воды и нижнем-тверди, по которой и движется Солнце, могут соседствовать в верхнем фризе.

Символизируют это полукруги, косые линии и штришки в верхней части мезенской композиции.

## ЗНАКИ ВОДЫ.

Всевозможные Зигзаги и волны в любой части мезенской композиции указывают то на запасы дождевой воды, то на подземные токи и соки земли. Но не только волнистые или зигзагообразные линии символизировали воду, а и олени, помещаемые в верхнем ярусе росписи. Есть гипотеза, что в очень древние времена оленей приносили в жертву воде. А также считалось, что олень, цепляя рогами облака, помогает проливать дождь.

## ЗНАКИ СТИХИЙ.

Громовой знак-защитный знак против пожара. Изображался в виде шестилучевой розетки и только с прямыми лучами.

Стихийка - это универсальный знак-символ энергии вообще. Он может быть изображен в любой части композиции, то напоминая клубы пыли под ногами табуна, а то-как бы обозначая космическую энергию.



## ТЕКСТИЛЬНЫЕ ЗНАКИ.

Непосредственная связь росписи с прялкой, для которой она в первую очередь и предназначалась, прослеживается и в некоторых узорах. Так, в верхней сати мезенской прялки часто рисовали прямоугольник, называемый бёрдо.

Веретенце. Этот мотив напоминает веретено, хотя кто-то в нем видит «пчелку». В любом случае - это хороший символ трудолюбия и вечного движения. Иногда веретенце изображается совсем условно.

Приведенные выше рассуждения о неоднозначности трактовки символов и понятий говорят только о том, что роспись в своей основе имеет очень древние универсальные архетипические черты, даже если она сама и не является такой уж древней, а в самом понятии символа воплощена безмерная глубина, поскольку он отсылает к предельным основаниям человеческого бытия. Зачастую символ зависит от конкретного исторического места и времени, поскольку в разных локальных культурах один и тот же символ мог трактоваться по-разному.

### Список литературы

1. Величко Н. К. Мезенская роспись. - М.: АСТ- ПРЕСС КНИГА, 2015.
2. Краузе К. Большая энциклопедия. Символы и знаки / Клэр Краузе. -Москва: Издательство АСТ, 2018.

УДК 620.9

## **ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА МИРА И РОССИИ: ДОСТИЖЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ RENEWABLE ENERGY OF THE WORLD AND RUSSIA: ACHIEVEMENTS, PROBLEMS, DEVELOPMENT PROSPECTS**

**Безруких Павел Павлович  
Bezrukikh Pavel Pavlovich**

*Национальный исследовательский университет НИУ МЭИ, Россия, Москва  
Международная инженерная академия, Россия, Москва  
Российская международная академия, Россия, Москва  
(bezruky80veter@yandex.ru)*

*Аннотация:* В докладе рассмотрена роль различных видов энергии и топлива в балансе производства электроэнергии и балансе потребления первичной энергии в Мире, Европе и пяти ведущих странах мира по состоянию на 2018 и 2019 годы. Отмечено возрастающее стремление многих стран мира к увеличению доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в и энергобалансах своих стран. Для России переход на ВИЭ других стран несёт угрозу снижения объёма экспорта и цены энергоресурсов. Возникает объективная необходимость в развитии химических производств на базе нефти, газа, угля и торфа. Рассмотрена динамика производства электроэнергии на базе отдельных видов ВИЭ и основные достижения в производстве электроэнергии на базе ветровой и солнечной энергии.

*Abstract:* The report examines the role of various types of energy and fuels in the balance of electricity production and the balance of primary energy consumption in the World, Europe and the five leading countries of the world as of 2018 and 2019. The growing desire of many countries of the world to increase the share of renewable energy sources (RES) in the

energy balances of their countries is noted. For Russia, the transition to renewable energy sources in other countries poses a threat of a decrease in the volume of exports and the price of energy resources. There is an objective need for the development of chemical industries based on oil, gas, coal and peat. The dynamics of electricity production based on certain types of renewable energy sources and the main achievements in the production of electricity based on wind and solar energy are considered.

*Ключевые слова.* Производство, потребление, электроэнергия, мощность, первичная энергия, возобновляемая энергетика, доля, ветровая электростанция (ВЭС), фотоэлектрическая станция (ФЭС), биоэнергетическая станция (БиоЭС), геотермальная электростанция ГеоЭС).

*Keywords:* Production, consumption, electricity, capacity, primary energy, renewable energy, share, wind power plant (WPP), photovoltaic power plant (FPP), bioenergy station (bio energy), geothermal power plant (GEPF).

### 1. Балансы производства электроэнергии и потребления первичной энергии

В докладе рассмотрена роль различных видов топлива и энергии в балансе производства электроэнергии и балансе потребления первичной энергии в Мировом, Европейском и пяти ведущих странах мира по состоянию на 2018 и 2019 годы

Первый вид баланса достаточно точно отражает действительность, поскольку в нём суммируется электрическая энергия (кВт·ч), вырабатываемая электростанциями различного вида. Для составления баланса потребления первичной энергии выбирается условное топливо, так называемый угольный или нефтяной эквивалент. И все виды потреблённого топлива, тепловая и электрическая энергия, вырабатываемая не топливными электростанциями, пересчитываются в так называемую первичную энергию. В этом балансе точность получаемых данных зависит от многих субъективных факторов. Но в целом доля отдельных видов топлива и энергии в энергетическом балансе определяется правильно. Рассмотрение указанных выше балансов совместно позволяет оценить настоящую и перспективную роль каждого вида топлива и не топливных электростанций. Роль различных видов топлива и типов электростанций для производства электроэнергии в Мировом, Европейском и пяти ведущих странах мира, производство электроэнергии в которых составляет 72,8% от мирового, показана в таблице 1.

**Таблица 1. Баланс производства электрической энергии мира в 2018 году. Источник: BP Statistical Review of World Energy 2019 p. 56**

	МИР		Китай		США		Европа		Индия		Россия		Япония	
	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%	ТВт*ч	%
Всего	26614,8	100	7111,8	100	4460,8	100	4077,3	100	1581,1	100	1110,9	100	1051,6	100
Нефть	802,8	3,0	10,7	0,15	26,4	0,6	56,0	1,4	10,1	0,65	11,4	1,0	60	5,71
Природ. газ	6182,8	23,2	223,6	3,15	1578,5	35,4	731,3	17,9	74,3	4,76	521,5	47,0	386,9	36,79
Уголь	10100,5	38	4732,7	66,56	1245,8	27,9	862,7	21,2	1176,3	75,35	177,5	16,0	347,2	33,02
АЭС	2701,4	10,2	294,4	4,1	849,6	19,0	937,5	23,0	39,1	2,5	204,5	18,4	49,1	4,67
ГЭС	4193,1	15,7	1202,4	16,91	288,7	6,5	621,1	15,7	139,7	8,95	190,2	17,1	81,0	7,7
ВИЭ	2480,4	9,3	634,2	8,93	458,5	10,3	761,1	18,7	121,5	7,78	1,3	0,1	112,1	10,66
Прочие	153,8	0,6	14,0	0,2	13,3	0,3	86,6	2,1	0,2	0,01	4,4	0,4	15,3	1,45
Доля в мире, %	100		26,72		16,76		15,32		5,88		4,17		3,95	

Как видим, уголь занимает доминирующее положение в производстве электроэнергии в Мировом (38%), Китае (66,55%), Индии (75,35%); второе место после газа в США (27,9%), второе место после АЭС в Европе (21,2%), второе место после газа в Японии (33,02) и четвертое место в России (16%). Между тем производство электроэнергии на

угольных электростанциях самое дорогое и сопровождается существенным вредным воздействием на окружающую среду. Поэтому процесс перехода производства электроэнергии на возобновляемые источники энергии начался с вытеснения из баланса производства угольных электростанций. Таким образом определились две роли возобновляемой энергетики: улучшение экологической безопасности в мире и вытеснение из баланса производства электроэнергии угля, нефти и газа и сохранение их для будущих поколений, имея в виду их не энергетическое использование. Для России, учитывая долю угля в балансе производства электроэнергии, этот переход не представляет непосредственной угрозы. Однако непосредственная угроза содержится в другом. Развитие возобновляемой энергетики в Европе (доля в балансе 18,7% в 2018 году и в 2020 году превысит 20%) снижает потребность стран Европы в нефти и газе, от экспорта которых существенно зависит экономика России. Отметим ещё один интересный факт о том, что доля ВИЭ в производстве электроэнергии в мире (9,3%) в плотную приблизилась к доле АЭС (10,2%). И есть все основания предполагать, к 2020 году эти доли сравняются.

**Таблица 2. Баланс потребления первичной энергии в 2018 году Источник: BP Statistical Review of World Energy 2019 p.9**

	МИР		КНР		США		Европа		Индия		Россия		Япония	
	Млн. т.н.э.	%	Млн. т.н.э.	%	Млн. т.н.э.	%	Млн. т.н.э.	%	Млн. т.н.э.	%	Млн. т.н.э.	%	Млн. т.н.э.	%
Всего	13864,9	100	3273,5	100	23006	100	2050,7	100	809,2	100	720,7	100	454,1	100
Нефть	4662,1	33,6	641,2	19,59	919,7	40,0	742,0	36,2	239,1	29,55	152,3	21,13	182,4	40,17
Природный газ	3309,4	23,9	243,3	7,43	702,6	30,5	472,0	23,0	49,9	6,17	390,8	54,22	99,5	21,9
Уголь	3772,1	27,2	1906,7	58,25	317,0	13,8	307,1	15,0	452,2	55,88	88,0	12,21	117,5	25,87
АЭС	611,3	4,4	66,6	2,03	192,2	8,4	212,1	10,3	8,8	1,09	46,3	6,4	11,1	2,44
ГЭС	948,8	6,8	272,1	8,31	65,3	2,8	145,3	7,1	31,6	3,9	43,0	6,0	18,3	4,03
ВИЭ	561,3	4,1	143,5	4,39	103,8	4,5	172,2	8,4	27,5	3,4	0,31	0,04	25,4	5,59
Прочее	-													
Доля в мире, %	100		23,6		16,6		14,8		5,8		5,2		3,3	

Рассмотрим баланс потребления первичной энергии, представленный в табл.2. Доминирующее положение в нём занимает нефть: первое место в Мире (36,6%), в США (40%), в Европе (36,2%), в Японии (40,17%), второе место в Китае (19,59%), в Индии (29,55%). В России (21,13%). Уголь, как и в балансе производства электроэнергии, занимает первое место в потреблении первичной энергии в Китае (58,25%) и Индии (55,88%). В этом балансе нефть выступает в своей истинной роли, являясь основным источником энергоснабжения в широком диапазоне потребностей и одновременно источником локальных и мировых конфликтов. Как и первом балансе в мире доли АЭС (4,4%) и ВИЭ (4,1%) близки с той же перспективой опережения возобновляемой энергетики в ближайшем будущем.

## **2. О возможности перехода электроэнергетики на 100% ВИЭ**

На фоне рассмотренных балансов трудно поверить, что через 30 – 40 лет осуществится предсказания учёных о 100 % ВИЭ в обеспечении электрических потребностей большинства стран мира. Но на память приходит следующий исторический факт. В России 25 апреля 1931 года состоялась с участием Циолковского Э.К. выставка плакатов, чертежей, моделей и рисунков о полёте человека в космос. В выставке принимали участие 15 чудаков из разных городов России. **Оказалось, что до полёта Ю.А.Гагарина оставалось всего 30 лет. При этом человечеству фашистами была навязана самая кровавая война, унёсшая 50 млн. жизней и разрушившая многие тысячи городов. И самой пострадавшей страной был Советский Союз, развитие которого было задержано минимум на 10 лет. Конечно, при всей грандиозности задачи полёта человека в космос, по трудности её нельзя приравнять с задачей коренной перестройки произ-**

водства электроэнергии в мире на 100% ВИЭ, из-за социальной проблемы: куда девать людей, потерявших работу. Но и проблемой перехода на 100% ВИЭ занимаются не полтора десятка любителей, а солидные объединения ученых.

Одной из первых работ в этой области является книга, опубликованная в 2010 году, названная в переводе: «100% ВИЭ в производстве электроэнергии. Дорожная карта до 2050 года для Европы и Северной Африки.»[1] Необычность ее заключается в том, что на политическом, экономическом и организационном уровне с высоким профессионализмом рассмотрена возможность полного (100%-ного) перехода электроэнергетики Европы и Северной Африки на возобновляемые источники энергии к 2050 г. И это происходит в то время, когда Международное энергетическое агентство в своих прогнозах не идет дальше 30%-ной доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в мировом производстве электроэнергии. Исходный посыл авторов в техническом аспекте состоит в следующем: полностью используются все виды ВИЭ в Европе, а в Северной Африке (Сахара) строятся солнечные электростанции с концентраторами (CSP). Это солнечные станции башенного типа или с параболическими концентраторами. Заметим, кстати, что в работе чувствуется явная недооценка фотоэлектрических станций, их стремительное развитие, в конечном счете, облегчит реализацию предложений авторов.

Возвращаясь к сути проекта, следует особо подчеркнуть, что энергосистемы Северной Африки и Южной Европы предлагается связать высоковольтными кабельными линиями постоянного тока, проложенными через Средиземное море, что осуществимо уже сегодня, на современном уровне техники. При этом энергосистемы стран Европы не только объединяются высоковольтными линиями электропередачи на переменном и постоянном токе, но и представляют собой единый рынок и имеют единое диспетчерское управление. Из всего многообразия проблем, которые придется решать на пути перехода электроэнергетики на возобновляемые источники энергии, авторы выбрали основные элементы, которые могут обеспечить реализацию «дорожной карты», – **это государственная политика, инвестиции, структура рынка и инфраструктура**. Авторы понимают, сколь многочисленны и сильны факторы, препятствующие достижению поставленных целей, и «дорожная карта» представляет собой путь последовательного преодоления этих препятствий. Но не будем забывать и о мощных стимулах, способствующих реализации **предложения авторов**. Это и сокращение эмиссии парниковых газов и других вредных выбросов, производимых предприятиями топливной энергетики и транспорта, – то, что мы вкладываем в понятие «защита окружающей среды». Это и энергетическая безопасность, т.е. снижение зависимости от импорта нефти и газа, причем авторы весьма справедливо утверждают, что зависимость от импорта электроэнергии представляет собой гораздо меньшую опасность, поскольку электроэнергию нельзя хранить в больших объемах, в отличие от нефти и газа.

Наиболее радикально на поставленный выше вопрос о переходе к энергосистеме на базе 100% ВИЭ отвечают учёные в [2], опубликованной в 2017 году. По их мнению: «глобальный переход к 100% возобновляемой энергетике возможен на каждый час в течение года с эффективностью большей, чем у существующей энергосистемы, базирующей на ископаемом топливе и атомной энергии. Энергетический переход больше не вопрос технической возможности или экономической целесообразности, а политической воли.» По мнению авторов ускоряющееся падение стоимости фотоэлектрических станций и аккумуляторных батарей ускоряют переход к 2050 году к энергосистеме, в которой доля фотоэлектрических станций достигнет 69%, ветростанций – 18%, гидростанций – 8%, биоэнергетических станций – 2%, геотермальных станций 1% и станций существующих видов -2%. С другой стороны в реальности перехода к возобновляемой энергетике убеждает постоянно увеличивающееся количество стран, шта-

тов, провинций, устанавливающих государственные или региональные цели по использованию ВИЭ в производстве электрической и тепловой энергии.

Одним из существенных аргументов в пользу перехода на 100% ВИЭ в электроэнергетике является установление странами и штатами стран государственных целей по развитию использования ВИЭ. Эти цели устанавливаются по широкому кругу показателей: по доле ВИЭ в производстве электроэнергии к определённому году (176 стран); по политическим и экономическим предпочтениям производства электроэнергии на базе ВИЭ (113 стран); 100% ВИЭ в производстве электроэнергии к определённому году (61 страна) и т.д. Заметим, кстати, что в эти цифры входят и все гидростанции, поскольку на них используется возобновляемая энергия.

Практическим подтверждением реальности перехода в электроэнергетике на 100% ВИЭ являются беспрецедентные темпы роста установленной мощности ветровых (ВЭС) и фотоэлектрических (ФЭС) станций.

Пока же ожидаемая доля ВИЭ в 2020 году составляет 12,5%, а вместе с ГЭС – 28,5%.

### **3. Достижения возобновляемой энергетики**

За период с 2004 по 2019 год мощность электростанций на базе ВИЭ (без ГЭС) увеличилась с 85 ГВт до 1437 ГВт, т.е. в 16,9 раза. А вместе с ГЭС с 800 ГВт до 2588 ГВт, т.е. в 3,2 раза. При этом мощность ВЭС увеличилась с 48 ГВт до 651 ГВт, т.е. в 13,5 раз. Мощность ФЭС увеличилась с 2,6 ГВт до 627 ГВт, т.е. 241 раз. Но, конечно, наиболее представительные данные мы получим, если сравним данные за 2019 год с предыдущим 2018 год. Так ввод мощности в 2019 году по ВЭС составил 61 ГВт, т.е. 10,3%, а на ФЭС – 115 ГВт, т.е. 22,5%.

*Рассмотрим основные достижения ветроэнергетики.*

- В десятку первых стран по установленной мощности в 2019 году вошли страны: Китай (210 ГВт), США (105,6 ГВт), Германия (61,4 ГВт), Индия (37,5 ГВт), Испания (25,8 ГВт), Великобритания (23,5 ГВт), Франция (16,6 ГВт), Бразилия (15,5 ГВт), Канада (13,4 ГВт), Италия (10,5 ГВт). Поразительные темпы продемонстрировала Бразилия: в 2018 году она не входила в первую десятку, а в 2019 году вытеснила из десятки Швецию (9 ГВт).

- В 2019 году установленная мощность ВЭС в 30-ти странах превысила 1 ГВт.

- Возрастает единичная номинальная мощность ветроустановок. Самая мощная ВЭУ фирмы Vestas с номинальной мощностью 8 МВт в работе достигла 9 МВт. Имеются сообщения о разработке ВЭУ мощностью 12 МВт. А еще 5 лет назад 10 МВт считалось пределом мощности ВЭУ (ветротурбин).

- Стремительно растёт мощность наземных ветростанций. Перечень ВЭС мощностью 500 МВт и более содержит 22 ВЭС. Самая мощная ВЭС 6800 МВт находится в Китае.

- Темпами существенно выше средних по ветроэнергетике развиваются морские ВЭС. Таких ВЭС мощностью 200 МВт и более насчитывается более 25. Самая мощная морская ВЭС (1312 МВт) сооружена в Великобритании.

- Нормированная себестоимость электроэнергии от ВЭС в США, Китае, Северной Америке и Азии находится в пределах от 0,055 до 0,06\$/кВтч, т.е. меньше себестоимости электроэнергии от тепловых электростанций.

- Срок энергетической окупаемости ВЭС составляет порядка 0,5 – 0,9 года.

- Средневзвешенный коэффициент использования установленной мощности на ВЭС равен 0,3, а в ряде стран равен 0,4.

*Достижения фотоэнергетики.*

- По установленной мощности ФЭС в 2019 году в первую десятку входят страны: Китай (204 ГВт), США (76 ГВт), Япония (63 ГВт), Германия (49 ГВт), Индия

(42,8ГВт), Италия (20,8 ГВт), Австралия (14,7 ГВт), Великобритания (13,4 ГВт), Корея (11,2 ГВт), Испания (9,9 ГВт). В этот перечень «ворвалась» Корея, не входившая в 2018 году в «десятку» и вытеснила Францию (9 ГВт).

- Растёт мощность ФЭС. В 2019 году перечень ФЭС мощностью 200 МВт и выше содержал 55 электростанций в 15 странах мира.

- Срок энергетической окупаемости ФЭС составляет от 0,7 до 2 лет в зависимости от типа модулей и места установки.

- Наименьшие значения нормированной себестоимости наблюдаются в странах: Южной Америки (0,08 \$/кВтч), Индии (0,09\$/кВтч), Китае (0,1 \$/кВтч), т.е. примерно совпадает с себестоимостью электроэнергии от угольных станций в этих странах.

- Средневзвешенное значение коэффициента использования установленной мощности составляет порядка 0,2 в большинстве стран, что является реальным и удолетворительным значением.

- В период 2018 -2020 годов продолжается снижение удельной стоимости солнечных модулей до 0,5 \$/кВт, так что в ближайшей перспективе себестоимость электроэнергии от вновь построенных ФЭС будет ниже себестоимости от угольных электростанций.

#### *О ВИЭ России.*

- В период с 2015 по 2019 годы достигнут определённый по нашим меркам прогресс по вводу мощности. Так в Единой Энергетической Системе России (ЕЭС России) установленная мощность ВЭС увеличилась с 10,9МВт до 184,12МВт, а мощность ФЭС – с 50МВт до 1362,72 МВт.

- Создана отечественная производственная база по фотоэнергетике и создаётся по ветроэнергетике.

- В 2019 году на ВЭС произведено 320 млн.кВтч, а на ФЭС - 1284,9 млн.кВтч.(0,15% от общего производства).При этом  $K_{\text{нум}}=18,3\%$  для ВЭС и 14,6% для ФЭС. Реально доля ВИЭ в производстве электроэнергии в России существенно больше, поскольку нет надёжной статистики производства электроэнергии на автономных фотоэлектрических и ветровых установках и станциях. А также не учитывается производство электроэнергии на электростанциях, принадлежащих целлюлозно – бумажным и деревообрабатывающим комбинатам, использующим отходы древесины и деревообработки.

- Как известно Постановлением Правительства РФ для России установлен показатель достижение доли ВИЭ - 4,5 % от общего производства электроэнергии в стране. При годовом производстве электроэнергии порядка 1100 млрд.кВтч это означает, что на базе ВИЭ должно производится 50 млрд. кВтч. Распределив этот объём между ВЭС, ФЭС и ГеоЭС плюс БиоЭС в пропорции 25 – 15 -10 млрд.кВтч получаем соответствующий необходимый объём ввода мощности на: ВЭС – 9500МВт, ФЭС – 10700 МВт, ГеоЭС плюс БиоЭС – 1300 МВт. Остаётся определить в каком году эти показатели можно достичь.

#### **Выводы**

1. Роль возобновляемой энергетики при её доминировании в перспективе является решающей по трём направлениям: а) существенно снижается зависимость стран от импорта энергетических ресурсов; б) снижается до минимума отрицательное воздействие электроэнергетики на окружающую среду; в) снижается мотивация агрессивных захватов месторождений энергетических ресурсов странами с сильной экономикой.

2. Для стран с экономикой, существенно зависимой от экспорта энергоресурсов, в том числе России, переход на возобновляемые источники энергии стран импортёров энергоресурсов несёт реальную угрозу снижения объёма экспорта и его стоимости;

3. Развитие возобновляемой энергетики делает возможным прекращение сжигание нефти, газа, угля и развитие нефте –газо-угле химических производств;

4. В 2019 году доля возобновляемой энергетики в производстве электроэнергии в мире превысила 11%, ожидается дальнейшее её ускоренное развитие на базе солнечных фотоэлектрических и ветровых станций.

5. В России необходимо организовать получение статистических данных по форме БТП для установок и электростанций на базе ВИЭ, не подключённых к сетям общего пользования. Необходимо также определить сроки ввода мощности для достижения доли производства электроэнергии на базе ВИЭ, установленной Постановлением Правительства РФ.

#### **Список литературы**

1. 100% renewable electricity. A road map to 2050 for Europe and North Afrika. Apel, 2010. PricewaterhouseCoopers. London. UK. PricewaterhouseCoopers LLP (PwC), Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIC), International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), 2010, 144 p.

2. Global energy system based on 100% renewable energy-Power sector. LUT – Lappeenranta University of Technology (Finland), EWG – Energywatchgroup (Germany), November, 2017, 156 p.

3. BP. Statistical Review of World Energy, 2019, 64p.

4. REN21. Renewables 2020. Global Status Report, 103p

5. Отчёт о функционировании ЕЭС России в 2019 г. Системный оператор Единой энергетической Системы, 40 с.

УДК 677.071.252.4:620.177

### **ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ЖЕСТКИХ УПРУГИХ НИТЕЙ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЛЬНЯНОЙ ПРЯЖЕ FEATURES OF CALCULATION OF RIGID ELASTIC STRINGS WITH REFERENCE TO THE LINEN YARN**

**Скуланова Н.С., Полякова Т.И., Голайдо С.А., Сучков В.Г., Короткова А.И.  
Skulanova N.S., Polyakova T.I., Golaido S.A., Suchkov V.G., Korotkova A.I.**

*Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Москва  
The Kosygin State University of Russia, Moscow  
(e-mail: polyakova-ti@arguk.ru)*

*Аннотация:* Изложены теории взаимодействия нитей с рабочими органами машин. Дан метод и способ определения жесткости нити при изгибе. Приведены расчеты льняных нитей.

*Abstract:* Theories of interaction of strings with working bodies of machines are stated. The method and a way of definition of rigidity of a string is given at a bend. Calculations of linen strings are given.

*Ключевые слова:* льняная пряжа, напряжение, деформация, жесткость, прочность.

*Key words:* a linen yarn, a pressure(voltage), deformation, rigidity, durability.

В прошлом льняная отрасль текстильной промышленности страны развивалась если не столь успешно как, например, хлопчатобумажная или шерстяная, но постепенно сокращалась технологическая отсталость в производствах отрасли. В настоящее время наблюдаем полный упадок и разрушение. Сейчас фонд Сколково объявил о «технологической революции в льняной отрасли». Нашему вниманию представляют уникальный, не имеющий аналогов в мире, совместный проект «Унифицированное льноволокно (УЛВ). Технология производства», способный заменить хлопковое волокно не только на российском рынке, но и бросить вызов передовым технологическим решениям в мире. На наш взгляд, предлагаемая программа лишена какого-либо реального смысла, автор цитируемого предыдущего предложения не имеет даже смутного представления и о сырьевой базе, и о производствах текстильной промышленности. Но как бы то ни было, речь идет о технологии льняных изделий: пряжи, ткани, трикотажа. Правильный выбор нити может и должен быть сделан для конкретных условий, при которых происходит формирование ткани или трикотажа на машине.

Одна из самых распространенных задач в текстильных технологиях – взаимодействие нити с рабочими органами машин. Еще в 1775 г. Леонард Эйлер получил решение задачи о равновесии абсолютно гибкой нити на шероховатой поверхности кругового цилиндра при заданных активных силах, коэффициенте трения  $\mu$  и предположении, что силы трения подчиняются закону Амонтона. Формула Эйлера записывается в виде

$$T_2 = T_1 e^{\mu\varphi}, \quad (1)$$

где  $T_1$  – натяжение (ведомой) набегающей ветви нити,  $T_2$  – натяжение сбегавшей (ведущей) ветви нити,  $\varphi$  – угол охвата нитью цилиндра. При расчете гибкой нити предполагается, что из внутренних сил в ней возникает лишь осевая сила – натяжение  $T$ . Но текстильная нить и как следствие любой текстильный материал существует лишь потому, что в ней даже при отсутствии внешней нагрузки реально присутствуют натяжения волокон, перерезывающие силы, контактная нагрузка между волокнами, внутренние изгибающие и крутящие моменты. Поэтому механика гибкой нити не описывает ни качественно, ни количественно взаимодействие нити с рабочими органами текстильных машин, когда значительное влияние на форму и натяжение нити оказывает жесткость при изгибе и кручении. Жесткость традиционных текстильных нитей довольно мала по сравнению с жесткостью конструкционных материалов, и зачастую ее можно не учитывать. В данной статье рассматриваются одна из особенностей механических свойств льняной пряжи – большая жесткость при растяжении и изгибе. Если модуль упругости при растяжении  $E$  кардной хлопчатобумажной пряжи составляет 1350 МПа, шерстяной гребенной – 1700 МПа, вискозной упрочненной нити – 4600 МПа, то для льняной пряжи на порядок выше –  $E = 19500$  МПа. О величинах жесткости при изгибе речь пойдет позже. А пока рассмотрим, как изменится формула Эйлера для упругой нити, огибающей рабочие органы малых размеров кривизны с учетом жесткости нити при изгибе. Не будем останавливаться на исходных уравнениях тех или иных теорий, запишем только результаты, вычислим величины выходных натяжений нити и оценим применимость формул к расчетам технологических процессов.

В книгах И.И. Мигушова [1], В.П. Щербакова [2] из общих уравнений равновесия упругих нитей получена система уравнений для определения натяжения ведущей (сбегавшей) ветви нити. Вводится безразмерный коэффициент подобия коэффициент

$k = \frac{H}{2T_1 R^2}$ . Здесь  $H$ , сН×мм<sup>2</sup> – жесткость нити при изгибе,  $R$ , мм – сумма радиусов цилиндра и нити. Этот коэффициент характеризует поведение нити в зависимости от жесткости, натяжения и радиуса цилиндра. Увеличение радиуса или натяжения равно-



сильно уменьшению жесткости. Случай абсолютно гибкой нити соответствует  $k = 0$ . Показано, что жесткость  $H$  непосредственно не влияет на натяжение нити, скользящей по круглому цилиндру, но влияет на величину полного действительного охвата  $\varphi_0$ , уменьшая угол  $\varphi$ , который был бы углом охвата в предположении идеально гибкой нити. Если угол между прямолинейными отрезками набегающей и сбегающей ветвей нити, где действуют силы  $T_1$  и  $T_2$  равен  $\varphi_T$ , и  $\varphi = \pi - \varphi_T$ , то угол действительного охвата  $\varphi_0 = \varphi - \gamma_1 - \gamma_2$ . Углы изгиба ветвей  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$ , вызванного влиянием перерезывающих сил, равны

$$\cos \gamma_1 = 1 - k, \quad \cos \gamma_2 = 1 - k \frac{T_1}{T_2}. \quad (2)$$

Уравнение

$$\frac{T_2}{T_1} = e^{\mu\varphi} - k(e^{\mu\varphi} - 1) \quad (3)$$

вместе с соотношениями (2) позволяет найти отношение  $T_2/T_1$  в зависимости от  $\mu$ ,  $\varphi$  и коэффициента подобия  $k$ , характеризующего жесткость нити.

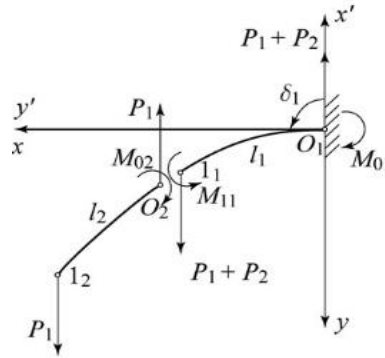
Поскольку  $e^{\mu\varphi} > 1$ , увеличение изгибной жесткости нити приводит к уменьшению отношения  $T_2/T_1$ . При  $k = 0$ , т.е. для абсолютно гибкой нити, формула (3) переходит в формулу Эйлера. Заметим, что при  $\mu = 0$  натяжения ведомой и ведущей ветвей равны ( $T_1 = T_2$ ) как для абсолютно гибкой, так и для жесткой при изгибе нити.

Прежде чем перейти к уточняющим теории, вычислим натяжение  $T_2$  сначала для идеально гибкой нити, затем для сопротивляющейся изгибу. Конечно, потребуется величина жесткости  $H$ . При изучении жесткости текстильных материалов чаще всего встречается задача в следующей постановке: нить длиной  $l$  сплошного круглого сечения диаметра  $d$ , защемленная одним концом, изгибается силой  $P_1$  на другом конце. Решение задачи поперечного изгиба для максимального прогиба дает  $u = P_1 l^3 / 3H$ . Отсюда по известным из опыта величинам  $u$ ,  $P_1$ ,  $l$  вычисляется жесткость  $H$ .

Сразу же возникает вопрос правомерности использования этой формулы для нахождения перемещений точек упругой нити, так как приведенная формула получена для малых перемещений и углов поворота, когда те и другие являются величинами примерно одного порядка.

Для текстильных нитей, которые обладают жесткостью, значительно меньшей по сравнению с жесткостью элементов конструкций, взаимные перемещения частей нити не малы. Если даже и использовать упомянутую теорию изгиба сопротивления материалов, опыт будет невоспроизводим из-за особенностей структуры и свойств текстильных нитей. Недаром в литературе описаны различные способы экспериментального определения жесткости нити при изгибе, и все они основаны на геометрически нелинейной теории упругих нитей.

Разработанный В.П. Щербаковым и И.Б. Цыгановым метод и способ определения жесткости нити заключается: а) в подготовке образца нитей с пластиной на конце, б) в измерении прогиба нитей, в) в решении системы уравнений. Подробное описание дано в [3, 4]. Здесь же укажем, что реальная схема нагружения нитей сведена к задаче, когда нить изгибается двумя сосредоточенными силами в условиях больших прогибов (рис. 1).



**Рис. 1. Изгиб нити двумя сосредоточенными силами**

Обозначим:  $\omega_1 = \sqrt{\frac{(P_1 + P_2)l_1^2}{H}}$ ,  $\omega_2 = \sqrt{\frac{Pl_2^2}{H}}$ ,  $F(\alpha) = \int_0^\alpha \frac{d\alpha}{\sqrt{1-k^2 \sin^2 \alpha}}$  – эллиптический интеграл первого рода (постоянная  $k$  называется модулем, а переменная  $\alpha$  – амплитудой эллиптического интеграла),  $E(\alpha) = \int_0^\alpha \sqrt{1-k^2 \sin^2 \alpha} d\alpha$ . Для нахождения шести эллиптических параметров  $k_1, \alpha_{01}, \alpha_{11}$  для первого участка и  $k_2, \alpha_{02}, \alpha_{12}$  для второго можно записать шесть уравнений [3, 4, 5]:

$$\alpha_{12} = 90^\circ, k_1 \sin \alpha_{01} = 0,707, F(\alpha_{11}) - F(\alpha_{01}) = \omega_1, F(k_2) - F(\alpha_{02}) = \omega_2,$$

$$k_2 \cos \alpha_{02} = k_1 \cos \alpha_{11}, k_2 \sin \alpha_{02} = k_1 \sin \alpha_{11}.$$

Эксперимент проведен на льняной пряже линейной плотности 86 текс. Получено значение жесткости  $H = 19,044 \text{ сН} \times \text{мм}^2$ .

Теперь можем вычислить натяжение  $T_2$  льняной нити при условиях:  $T_1 = 20 \text{ сН}$ ,  $\mu = 0,25$ ,  $\varphi = 2,5 \text{ рад.}$ ,  $R = 1,1 \text{ мм}$ ,  $k = \frac{H}{2T_1 R^2} = 0,393$ .

а) Нить идеально гибкая. По формуле (1) имеем  $T_{2 \text{ идеальная}} = T_1 e^{\mu\varphi} = 37,365 \text{ сН}$ .

б) Нить, сопротивляющаяся изгибу. Система уравнений (2), (3) дает  $\gamma_1 = 0,919$ ,  $\gamma_2 = 0,865$ ,  $T_2 = 22,376 \text{ сН}$ .

Сравнивая полученный результат с предыдущим, видим, что натяжение упругой нити значительно меньше натяжения гибкой нити при одинаковых условиях. Причина расхождения очевидна, она вытекает из хода решения и самих формул: во-первых, при изгибе упругой нити появляется и далее растет с увеличением кривизны перерезывающая сила, натяжение при этом уменьшается; во-вторых, уменьшается угол охвата нитью цилиндра и, следовательно, сила трения, являющаяся источником увеличения натяжения на участке контакта.

Приведенное решение является неполным. Дело в том, на границе контактной зоны возникает сосредоточенная контактная сила. Необходимость возникновения сосредоточенных реакций в точках набегания и схода нити с поверхности показана в [2, 5, 6]. Учет сосредоточенной силы приводит к существенному усложнению решения, хотя результат не вызывает вычислительных трудностей. Трансцендентная система уравнений

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\cos \gamma_1 + \mu \sin \gamma_1}{\cos \gamma_2 - \mu \sin \gamma_2} e^{\mu(\varphi - \gamma_1 - \gamma_2)} \text{ и } \cos \gamma_1 = 1 - k, \quad \cos \gamma_2 = 1 - k \frac{T_1}{T_2}$$

предыдущем случае, найти отношение  $T_2/T_1$  в зависимости от  $\mu$ ,  $\varphi$  и коэффициента подобия  $k$ . В тех же условиях получим  $\gamma_1 = 0,919$ ,  $\gamma_2 = 0,702$ ,  $T_2 = 33,31$  сН.

Таким образом, в условиях большой кривизны, как, например, при петлеобразовании, где нить огибает иглы и платины, расчет натяжения жестких нитей без учета сосредоточенных сил на границах контакта, приводит к заниженным величинам, можно сказать, ошибочным.

#### Список литературы

1. Мигушов И.И. Механика текстильной нити и ткани. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 160 с.
2. Щербаков В.П. Прикладная механика нити. – М.: МГТУ имени А. Н. Косыгина, 2001. – 301 с.
3. Щербаков В.П. Прикладная и структурная механика волокнистых материалов: монография. – М.: «Тисо Принт», 2013. – 304 с.
4. Щербаков В.П., Скуланова Н.С. Основы теории деформирования и прочности текстильных материалов: Монография. – М. 2008. – 268 с.
5. Попов Е.П. Теория и расчет гибких упругих стержней. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 296 с.
6. Каган В.М. Взаимодействие нити с рабочими органами текстильных машин. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 118 с.

УДК 691-404.8, 691-022.532, 539-022.532, 621.9.048.6

### ПРОБЛЕМЫ И ОГРАНИЧЕНИЯ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ НАНО-РАЗМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ МОДИФИКАТОРОВ (ЧАСТЬ 1) PROBLEMS AND LIMITATIONS OF DISPERSION OF NANOSIZED CARBON MODIFIERS (PART 1)

Королев Евгений Валерьевич \*, Иноземцев Александр Сергеевич \*\*,  
Гришина Анна Николаевна \*\*  
Korolev Evgeniy Valerjevich \*, Inozemtcev Aleksandr Sergeevich \*\*,  
Grishina Anna Nikolaevna \*\*

\*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Москва

\*Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, Moscow  
(e-mail: Korolev@nocnt.ru)

\*\*Национальный исследовательский Московский Государственный строительный университет, Россия, г. Москва

\*\*National Research Moscow State University of Civil Engineering, Russia, Moscow  
(e-mail: InozemtcevAS@mgsu.ru)

*Аннотация:* В работе описан опыт использования углеродных наноразмерных материалов для модифицирования строительных материалов. Показана эффективность их применения для улучшения свойств композитов на минеральных вяжущих веще-

ствах. Представлены рассуждения о возможности самопроизвольного диспергирования углеродных модификаторов, интенсифицируемого броуновским движением.

*Abstract:* The experience of using carbon nanosized materials for the modification of building materials is described in this paper. The efficiency of their application to improve the properties of composites based on mineral binders is shown. Discussions about the possibility of spontaneous dispersion of carbon modifiers, intensified by Brownian motion, are presented.

*Ключевые слова:* наночастицы, диспергация, астралены, сульфанол

*Keywords:* nanoparticles, dispersion, astralenes, sulfanol

Углеродные наномодификаторы получили свое распространение в технологии строительных материалов с начала 2000<sup>х</sup> годов. Наномодифицированию подвергаются, в основном, вяжущие вещества, используемые в бетонах. Для этого наиболее распространено использование углеродных нанотрубок, фуллеренов, реже – оксид графена.

Исследования влияния углеродных нанотрубок на свойства цементных композиций наиболее исследовано, в большинстве случаев критериями оценки влияния являются изменение прочностных и реологических характеристик. Авторы [0] представили результаты исследования влияния многослойных углеродных нанотрубок на структуру и физико-механические свойства теплоизоляционного автоклавного газобетона. При этом основной механизм изменения свойств описывается выполнением многослойными углеродными нанотрубками функции центров направленной кристаллизации низкоосновных гидросиликатов кальция, образование которых способствует повышению физико-механических характеристик газобетона. Указанный механизм подтверждается и в работе [0]. Предлагается обеспечить равномерное распределение углеродных нанотрубок в газосиликатах посредством их предварительного совмещения с алюминиевой суспензией в присутствии сульфанола и карбоксиметилцеллюлозы. Отмечается, что применение углеродных нанотрубок способствует повышению однородности пор по размерам, также отсутствуют перколяции пор. При этом нанотрубки являются центрами кристаллизации гидросиликатов кальция в твердеющем материале, увеличивается кристалличность новообразований – формируются «плотные кристаллические блоки из гидроксида кальция, игольчатые кристаллы гидросиликатов кальция, окутанных аморфными новообразованиями» [0]; также показано, что поверхность углеродных нанотрубок покрыта гидросиликатами кальция. Прочность при сжатии газосиликатных изделий увеличивается более чем на 30%, увеличивается скорость гидратации, повышается однородность поровой структуры газобетона.

Для цементных систем основной задачей является обеспечение равномерного распределения наночастиц в объеме материала, что реализуется предварительным диспергированием нанотрубок в воде затворения. В настоящее время известны работы, посвященные диспергированию нанотрубок в присутствии поверхностно-активных веществ (ПАВ), например [0]. В указанной работе представлены результаты совместного использования углеродных нанотрубок с полифункциональным модификатором ПФМ-НЛК. Отмечено, что совместное введение добавок позволяет снизить водоцементное отношение в смеси на 29,4% при сохранении подвижности, увеличить марочную прочность бетона на 21%. Отмечается формирование высокоплотных образований.

Описанный опыт показывает, что введение в материал заранее синтезированных наноразмерных добавок различной природы лежит в основе множества решений по применению нанотехнологии в строительном материаловедении. При этом для их распределения по объему материала часто применяют ультразвуковую обработку. Однако исследований, направленных на определение эффективности такой обработки крайне мало. В частности, в работе [0] показано, что возникающие при ультразвуковом воз-

действию силы (силы Бьеркнеса, Бернулли и др.) должны приводить в основном к коагуляции дисперсных фаз, а диспергирование проявляется в некоторых локализованных объемах. В работе [0] для гомогенизации фуллеренсодержащих наномодификаторов предложено использовать нагрев среды-носителя до температуры 60 С, то же предложение теоретически высказано в [0], а дополнительное подтверждение возможности реализации указанного механизма представлено в [0]. Однако в научно-технической литературе практически отсутствуют экспериментальные данные по характеристикам дисперсных систем, содержащих наноразмерные модификаторы и гомогенизированных ультразвуковой обработкой. В частности, в [0] получены зависимости оптической плотности коллоидных растворов, содержащих астралены, от продолжительности ультразвуковой обработки. Анализ указанных зависимостей показывает, что изменение оптической плотности среды-носителя (раствор глицерина) выше изменения оптической плотности глицериновых растворов астраленов. Кроме того, по указанной величине затруднительно проводить оценку дисперсного состава.

Теоретически тепловое воздействие более эффективно [0], так как в дисперсной системе устанавливается седиментационно-диффузионное равновесие, которое с повышением температуры способствует не только диспергированию агрегатов, но и выравниванию концентрации частиц по объему. Однако экспериментальных данных, подтверждающих эффективность тепловой обработки, в научно-технической литературе также нет.

Известен критерий Щукина – Ребиндера [0], согласно которому для обеспечения самопроизвольного диспергирования поверхностное натяжение на границе раздела фаз не должно превышать величины

$$\sigma_{12} \leq \gamma \frac{kT}{r^2},$$

где  $\sigma_{12}$  – поверхностное натяжение на границе «жидкость – твердое тело»;  $\gamma$  – константа ( $\gamma = 10 \dots 15$ );  $r$  – радиус частицы;  $k$  – постоянная Больцмана;  $T$  – температура.

Для  $r \in I(10; 1000)$  нм  $\sigma_{12} \in I(0,4; 4 \cdot 10^{-4})$  мН/м. Величина  $\sigma_{12}$  зависит от индивидуальных свойств контактирующих сред. Поверхностное натяжение среды  $\sigma_i$  можно представить моделью, имеющей вид плоскости, на которой расположены нескомпенсированные связи с энергией  $u_{1,i}$  в количестве  $N_{s,i}$

$$\sigma_i = N_{s,i} u_{1,i}.$$

Для плоскостной модели

$$N_{s,i} = N_{o,i} / S_o = a_{o,i} \rho_i / m_{a,i} = a_{o,i} / V_{m,i};$$

$$u_{1,i} = U_{c,i} / N_a \eta_i,$$

где  $a_{o,i}$  – толщина молекулярного (атомного) слоя;  $V_{m,i}$  – молярный объем;  $U_{c,i}$  – энергия сублимации;  $\eta_i$  – координационное число;  $N_a$  – число Авогадро.

Отсюда

$$\sigma_i = \frac{(U_{c,i} - RT) a_{o,i}}{\eta_i V_{m,i}}.$$

При форме поверхности в виде сферы

$$\sigma_i = \frac{1}{6} \frac{(U_{c,i} - RT)}{\eta_i V_{m,i}} \left[ D - \frac{(D - 2a_{o,i})^3}{D^2} \right].$$

При замене  $D = \kappa a_{o,i}$  получим

$$\sigma_i = \frac{1}{3} \frac{(U_{c,i} - RT)}{\eta_i V_{m,i}} a_{o,i} \left[ 3 - 2 \frac{(3\kappa - 2)}{\kappa^2} \right].$$

При  $\kappa \gg 2$  величина  $a_{o,i} \left[ 3 - 2 \frac{(3\kappa - 2)}{\kappa^2} \right] \approx 3a_{o,i}$ , тогда поверхностное натяжение больших частиц сферической формы равно

$$\sigma_{\infty,i} = \frac{(U_{c,i} - RT)}{\eta_i} \frac{a_{o,i}}{V_{m,i}}.$$

При распространении представленных рассуждений на межфазную границу раздела следует, что формирование  $\sigma_{12}$  является процессом образования нового вещества, обладающего индивидуальными параметрами:  $U_c$ ,  $\eta$ ,  $V_m$  и  $a_o$ . Аналогичное заключение следует при записи закона Юнга в виде:

$$\gamma \frac{kT}{r^2} = \sigma_{23} - \sigma_{13} \cos \theta,$$

где  $\sigma_{23}$  – поверхностное натяжение на границе «твердое тело – газ»;  $\sigma_{13}$  – то же, «жидкость – газ»;  $\theta$  – краевой угол смачивания.

Учитывая малую величину  $\gamma kT/r^2$  очевидно, что при  $\theta \rightarrow 180^\circ$  условие

$$\frac{\sigma_{23}}{\sigma_{13} \cos \theta} \rightarrow 1$$

не выполняется, а при  $\theta \rightarrow 0^\circ$  оно выполняется только при

$$\frac{\sigma_{23}}{\sigma_{13}} \rightarrow 1.$$

Указанное реализуется только при формировании на границе раздела фаз соединения, которое по свойствам мало отличается от жидкой фазы, в частности по величине поверхностного натяжения.

Таким образом, представленные рассуждения позволяют сделать вывод о том, что самопроизвольное диспергирование, интенсифицируемое броуновским движением, возможно только при образовании на границе раздела фаз сольватного слоя дисперсионной среды (среды-носителя). Последнее реализуется только в лиофильных дисперсных системах.

#### Список литературы

1. Леонтьев С.В., Голубев В.А., Шаманов В.А., Курзанов А.Д., Яковлев Г.И., Хазеев Д.Р. Модификация структуры теплоизоляционного автоклавного газобетона дисперсией многослойных углеродных нанотрубок // Строительные материалы. 2016. № 1-2. С. 76-83.
2. Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Корженко А., Бурьянов А.Ф., Керене Я., Маева И.С., Хазеев Д.Р., Пудов И.А., Сеньков С.А. Применение дисперсий многослойных углеродных нанотрубок при производстве силикатного газобетона автоклавного твердения // Строительные материалы. 2013. № 2. С. 25-29.
3. Федорова Г.Д., Саввина А.Е., Яковлев Г.И., Маева И.С., Сеньков С.А. Оценка полифункционального модификатора бетона ПФМ-НЛК в качестве сурфактанта при диспергации углеродных нанотрубок // Строительные материалы. 2013. № 2. С. 48-53.

4. Королев Е.В., Кувшинова М.И. Параметры ультразвука для гомогенизации дисперсных систем с наноразмерными модификаторами // Строительные материалы. 2010. № 9. С. 85-88.

5. Урханова Л.А., Буянтуев С.Л., Лхасаронов С.А., Кондратенко А.С. Бетоны на композиционных вяжущих с нанодисперсной фуллеренсодержащей добавкой // Нанотехнологии в строительстве. 2012. № 1. С. 39-45.

6. Чикова А.О. Самопроизвольное диспергирование в процессах сплавообразования как причина микрорасслоения металлических расплавов // Расплавы. 2008. №9. С. 54-64.

7. Вережников В.Н. Избранные главы коллоидной химии. Ростов: РГУ, 2011. 237с.

УДК 691-404.8, 691-022.532, 539-022.532, 621.9.048.6

## **ПРОБЛЕМЫ И ОГРАНИЧЕНИЯ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ НАНО- РАЗМЕРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ МОДИФИКАТОРОВ (ЧАСТЬ 2) PROBLEMS AND LIMITATIONS OF DISPERSION OF NANOSIZED CARBON MODIFIERS (PART 2)**

**Королев Евгений Валерьевич \*, Иноземцев Александр Сергеевич \*\*  
Korolev Evgeniy Valerjevich \*, Inozemtcev Aleksandr Sergeevich \*\***

*\*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Москва*

*\*Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, Moscow  
(e-mail: Korolev@nocnt.ru)*

*\*\*Национальный исследовательский Московский Государственный строительный университет, Россия, г. Москва*

*\*\*National Research Moscow State University of Civil Engineering, Russia, Moscow  
(e-mail: InozemtcevAS@mgsu.ru)*

*Аннотация:* В работе представлены результаты исследования влияния ультразвуковой и тепловой обработки на дисперсный состав астраленов в водных растворах. Показано, что рассмотренные виды обработки не позволяют провести диспергацию углеродсодержащих наномодификаторов: средний размер частиц варьируется в диапазоне 0,4...0,6 мкм, а содержание фракции с размером <100 нм для ультразвуковой обработки не превышает 15% и для тепловой обработки – 5%.

*Abstract:* The results of investigation of the influence of ultrasound and heat treatment on the dispersity of astralenes in aqueous solutions are presented. It is shown that the considered treatments do not allow to disperse of carbon nanoadditives: average particle size varies in the range 0,4...0,6  $\mu\text{m}$ , and the content of fractions with a particle size <100 nm does not exceed 15% for the ultrasonic treatment and 5% – for heat treatment.

*Ключевые слова:* наночастицы, диспергация, астралены, сульфанол  
*Keywords:* nanoparticles, dispersion, astralenes, sulfanol

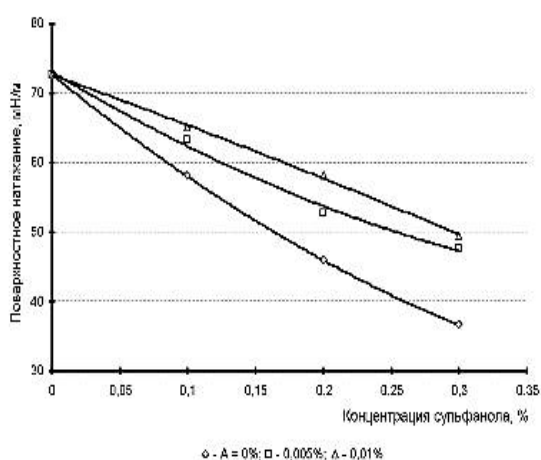
На основе представленных ранее рассуждений (Часть 1) выполнены исследования по установлению эффективности физических воздействий для диспергирования

углеродных наномодификаторов. Исследовано влияния ультразвуковой обработки (УЗО) на дисперсный состав водных систем, содержащих астралены [1] и сульфанола [2] – анионоактивное поверхностно-активное вещество, достаточно активно адсорбирующееся на астраленах (рис. 1).

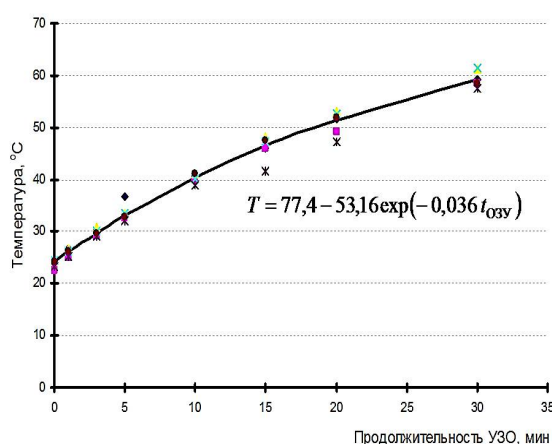
Диспергирование проводили на установке «Vibra-Cell VCX 750», обеспечивающей выходную мощность ультразвука 500 Вт. Дисперсный анализ проводили на лазерном анализаторе «Zetatrac»; диапазон определения размеров частиц – от 0,8 нм до 6,5 мкм.

Очевидно, что при проведении ультразвуковой обработки на дисперсную фазу воздействуют как звуковое поле, так тепловая энергия, образующаяся при поглощении ультразвука (рис. 2).

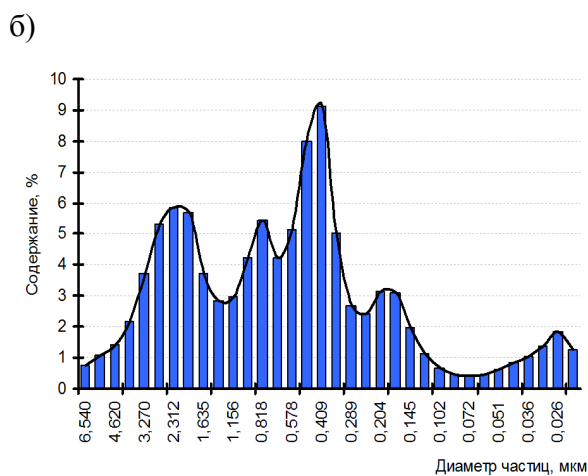
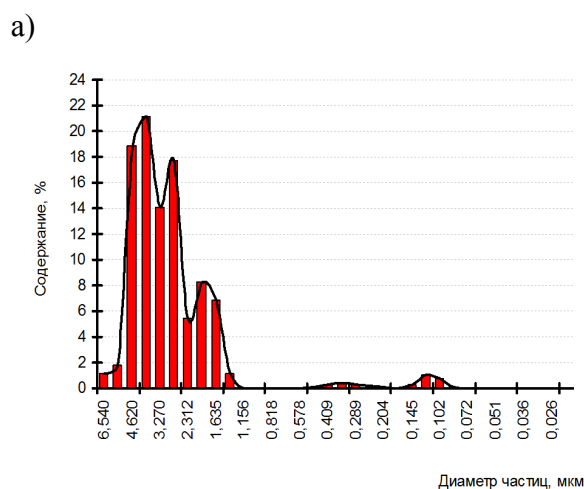
Результаты влияния УЗО на дисперсный состав исследованных растворов представлены на рис. 3 и 4.



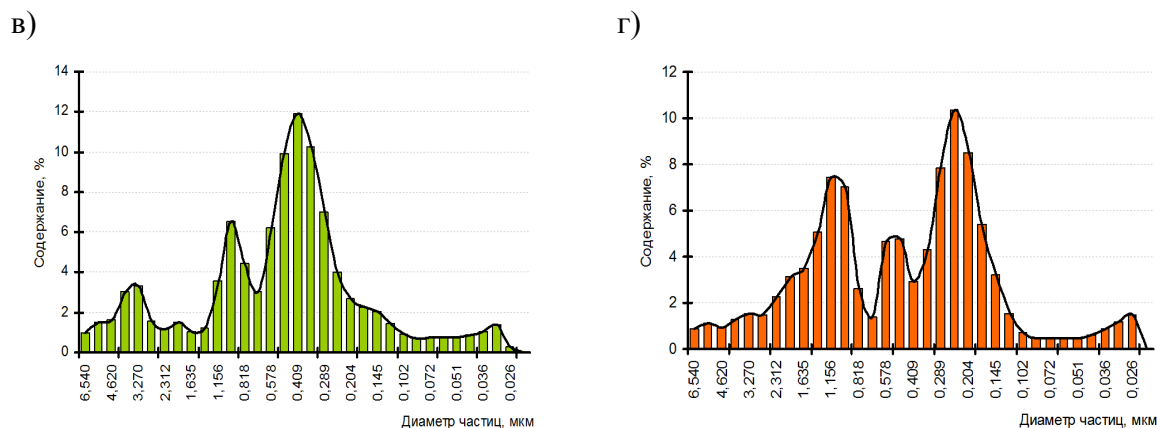
**Рис. 1. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации сульфанола и астраленов (обозначение: «А» – астралены)**



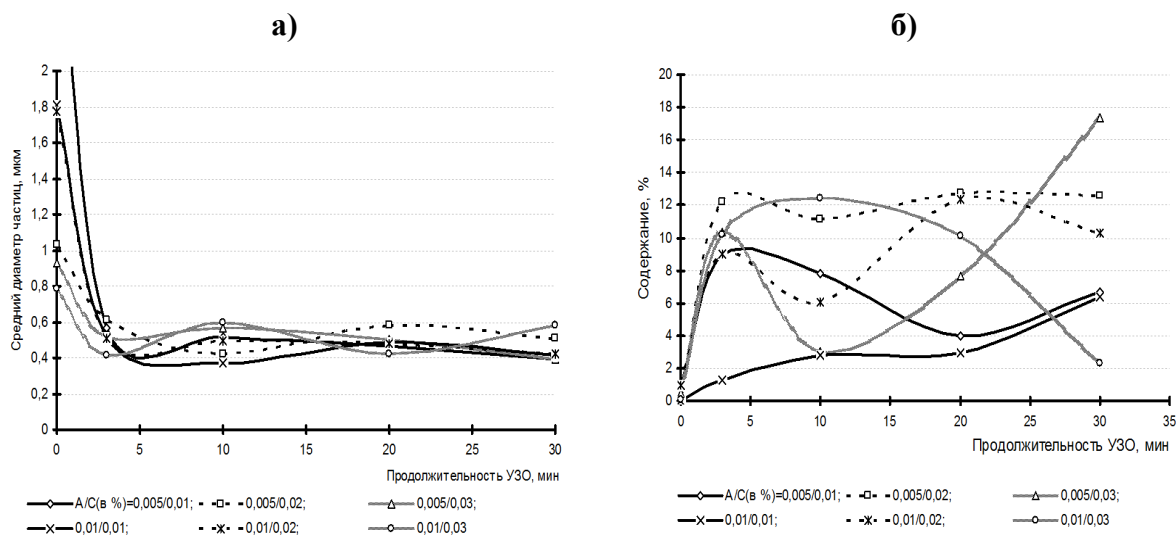
**Рис. 2. Зависимость температуры раствора от продолжительности УЗО**







**Рис. 3. Дисперсный состав астраленов (состав: астралены – 0,005%, сульфано́л – 0,01%): а) исходный; б) продолжительность УЗО 3 мин; в) то же, 15 мин; г) то же, 30 мин**



**Рис. 4. Зависимость среднего размера частиц (а) и содержания частиц с размером частиц <100 нм (б) от продолжительности УЗО (обозначения: «А» – астралены; «С» – сульфано́л)**

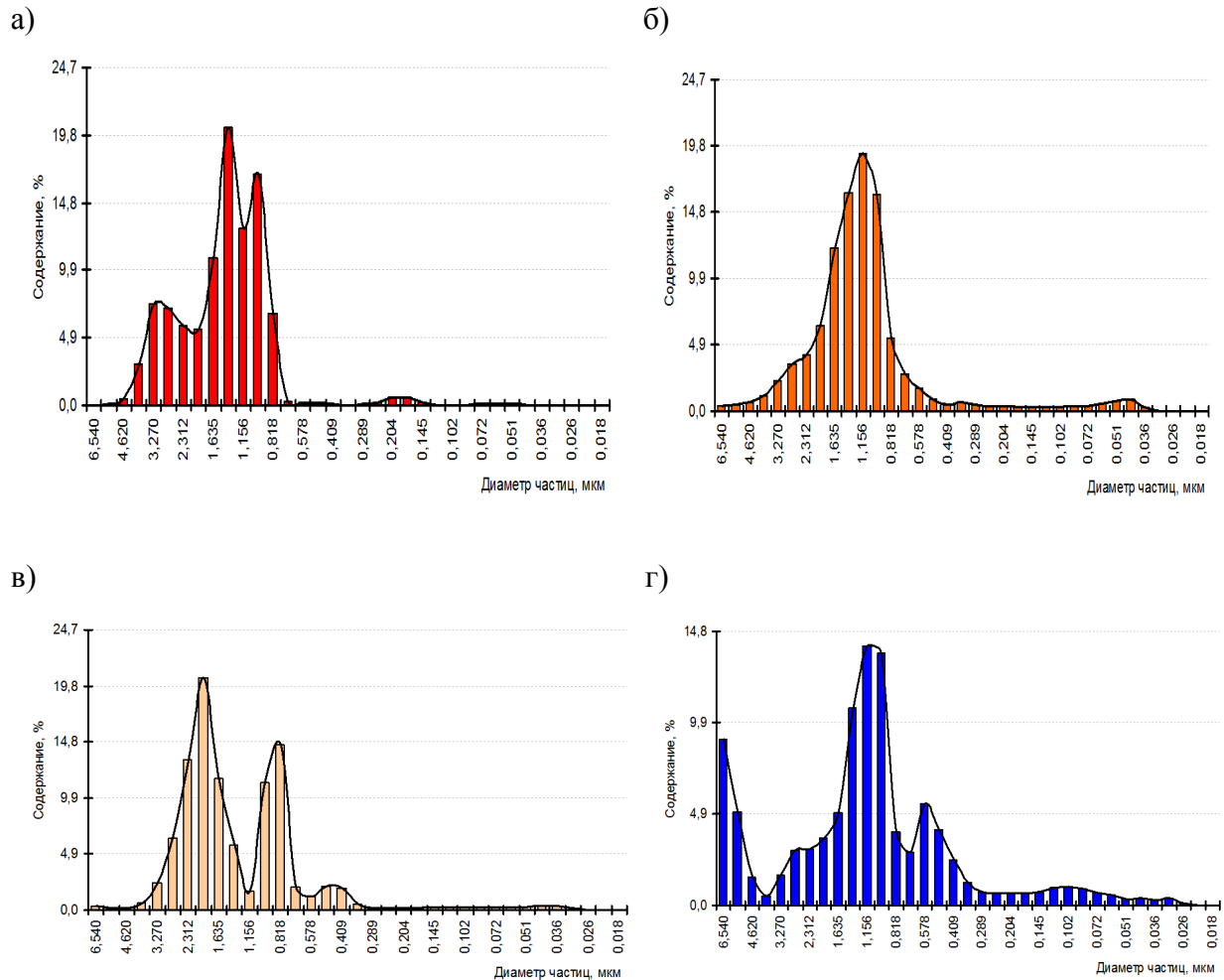
Анализ рис. 3 и 4 показывает, что интенсивно размер частиц изменяется в начальные 3 минуты УЗО (при размере агрегатов более 1 мкм); причем с увеличением размера агрегатов астраленов (более 1,8 мкм) скорость диспергации возрастает. В том же временном диапазоне УЗО наблюдается интенсивное увеличение содержания частиц с размером <100 нм.

Дальнейшая обработка не приводит к существенному изменению среднего диаметра агрегатов астраленов (диаметр варьируется в диапазоне 0,4...0,6 мкм) и содержания частиц с размерами <100 нм. Общее содержание частиц (агрегатов астраленов) с размерами <100 нм не превышает 15%.

Необходимо отметить, что полученные кинетические зависимости имеют близкий к периодическому характер, что вполне согласуется с природой ультразвука: в объ-

еме рабочего сосуда формируются локальные области с активной диспергацией и коагуляцией.

Влияние температурного фактора на дисперсный состав проводили посредством исследования проб, последовательно отобранных из охлаждающегося в естественных условиях раствора и подвергающегося постоянному перемешиванию (рис. 5).



**Рис. 5. Дисперсный состав астраленов (состав: астралены – 0,005%, сульфанола – 0,01%): а)  $T = 80^{\circ}\text{C}$ ; б)  $T = 60^{\circ}\text{C}$ ; в)  $T = 45^{\circ}\text{C}$ ; г)  $T = 30^{\circ}\text{C}$**

Объяснить экспериментально установленные изменения дисперсного состава можно следующим образом. Из гипсометрического распределения Лапласа [3]

$$\frac{n_1}{n_2} = \exp\left(g \frac{(\rho_f - \rho_c) \pi}{kT} d^3 \Delta h\right)$$

(здесь  $n_1$  и  $n_2$  – количество частиц на высоте, соответственно,  $h_1$  и  $h_2$ ;  $\Delta h = h_2 - h_1$ ;  $\rho_f$  – плотность материала частицы;  $\rho_c$  – плотность среды носителя;  $d$  – диаметр частицы;  $g$  – ускорение свободного падения;  $T$  – температура;  $k$  – постоянная Больцмана) следует, что с увеличением диаметра частиц разность их количества  $\Delta n = n_1 - n_2$  возрастает

$$\frac{d(n_1/n_2)}{d(d)} = \frac{\pi}{2} d^2 \Delta h \frac{g(\rho_f - \rho_c)}{kT} \exp\left(g \frac{(\rho_f - \rho_c) \pi}{kT} d^3 \Delta h\right),$$

а при увеличении температуры

$$\frac{d(n_1/n_2)}{d(T)} = -\frac{\pi}{6} d^3 \Delta h \frac{g(\rho_f - \rho_c)}{kT^2} \exp\left(g \frac{(\rho_f - \rho_c) \pi}{kT} \frac{\pi}{6} d^3 \Delta h\right)$$

– уменьшается.

Из теории Смолуховского [4]

$$\frac{n_x}{n_0} = 1 - \left(1 + \frac{8 kT}{3 \mu} n_0 t\right)^{-1}$$

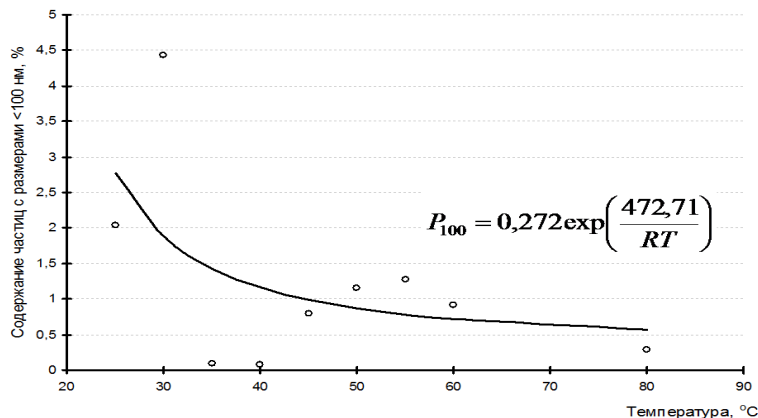
(где  $\mu$  – вязкость среды-носителя;  $n_0$  – общее количество частиц) следует, что с увеличением температуры количество столкновений между частицами, приводимое к их коагуляции и к увеличению диаметра агрегатов, возрастает:

$$\frac{d(n_x/n_0)}{d(T)} = \frac{8 k}{3 \mu} n_0 t \left(1 + \frac{8 kT}{3 \mu} n_0 t\right)^{-2}.$$

С учетом влияния температуры на адсорбцию ПАВ [5]

$$\Gamma = -\frac{c}{RT} \frac{d\sigma}{dc} \quad (\text{уравнение Гиббса})$$

при повышенных температурах будет наблюдаться достаточно интенсивная коагуляция частиц, которая будет продолжаться (фактор времени в уравнении Смолуховского) с меньшей интенсивностью при понижении температуры (столкновение частиц будет наблюдаться, однако адсорбция ПАВ будет препятствовать образованию прочной коагуляционной связи). Адсорбция ПАВ (сульфанола), возрастающая при понижении температуры, способствует увеличению количества агрегатов астраленов с размерами <100 нм (рис. 6).



**Рис. 6. Зависимость содержания фракции астраленов <100 нм от температуры**

Таким образом, из представленных экспериментальных данных следует:

1) Ультразвуковая обработка не обеспечивает диспергирования и гомогенизации наноразмерных модификаторов: наибольший эффект наблюдается на начальном этапе обработки (не более 3 минут), при этом средний диаметр агрегатов уменьшается до 0,4...0,6 мкм (кинетические зависимости имеют близкий к периодическому характер, что вполне согласуется с природой ультразвука), а общее содержание частиц (агрегатов астраленов) с размерами <100 нм не превышает 15%. Снижение эффективности УЗО с увеличением ее продолжительности объясняется уменьшением адсорбции ПАВ с повышением температуры, вызываемым поглощением ультразвука.

2) При тепловой обработке наблюдается протекание конкурирующих процессов: диффузионного переноса частиц, стремящегося повысить однородность дисперсной

системы, и процесса коагуляции, приводящего к укрупнению агрегатов частиц, а следовательно, интенсифицирующего их седиментацию. Причем при повышенных температурах коагуляция дополнительно усиливается уменьшением адсорбции ПАВ. При последующем снижении температуры коагуляция продолжается с меньшей интенсивностью вследствие влияния адсорбирующегося ПАВ и временного фактора. Адсорбция ПАВ незначительно позволяет увеличить количество агрегатов с размером <100 нм (количество указанной фракции не превышает 5%).

3) Ультразвуковая обработка и тепловая диспергация наноразмерных модификаторов эффективны только при использовании среды-носителя, лиофильной по отношению к модификатору.

#### Список литературы

1. Пономарев А.Н., Никитин В.А., Рыбалко В.В. Исследование многослойных полиэдрических наночастиц фуллероидного типа – астраленов // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2006. №5. С. 44-47.
2. ТУ 2481-135-07510508-2007 «Сульфенол порошок».
3. Гельфман М.И., Ковалевич О.В., Юстратов В.П. Коллоидная химия: Учебник для вузов. М.: Издательство «Лань», 2008. 328 с.
4. Галкин В.А. Уравнение Смолуховского. М.: Физматлит, 2001. 336 с.
5. Белик В.В., Киенская К.И. Физическая и коллоидная химия. М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 288 с.

УДК 621.892.097.3: 519.67

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ INVESTIGATION OF THE PROCESSES OF THERMAL DECOMPOSITION OF SYNTHETIC HYDROCARBONS

Молоканов А.А.<sup>2,3</sup>, Плишкин Н.А.<sup>2</sup>, Казаков А.И.<sup>2</sup>, Варламова Н.И.<sup>3</sup>,  
Яновский Л.С.<sup>1,2,3</sup>, Данилина А.Ю.<sup>3</sup>, Тарасов Г.А.<sup>3</sup>, Ларикова Т.С.<sup>2</sup>  
Molokanov A. A.<sup>2,3</sup>, Plishkin N. A.<sup>2</sup>, Kazakov A. I.<sup>2</sup>, Varlamova N. I.<sup>3</sup>,  
Yanovsky L. S.<sup>1,2,3</sup>, Danilina A. Yu.<sup>3</sup>, Tarasov G. A.<sup>3</sup>, Larikova T. S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> НИУ МАИ, Россия

<sup>1</sup> NIU MAI, Russia

<sup>2</sup> Институт проблем химической физики РАН, г. Черноголовка, МО

<sup>2</sup> Institute of Problems of Chemical Physics of the Russian Academy of Sciences

Chernogolovka, MO

<sup>3</sup> НИУ МЭИ, Россия

<sup>3</sup> NIU MEI, Russia

*Аннотация:* В настоящей работе проведен анализ возможностей повышения эффективности рабочего процесса двигателя летательного аппарата (ЛА) путем замены традиционных топлив на индивидуальные синтетические соединения. Рассмотрена перспективная схема силовой установки летательного аппарата с учетом физического и химического хладоресурса топлива. В результате расчетно-экспериментальных иссле-

дований было показано, что среди рассмотренных в работе соединений наилучшей термической стабильностью обладают ряд соединений. Расчётными и экспериментальными методами были исследованы физико-химические, термохимические свойства и критические параметры отобранных углеводородных соединений. Проведена валидация расчетных методов и осуществлен выбор наиболее подходящих для высокоплотных углеводородов.

*Abstract:* In this paper, we analyze the possibilities of improving the efficiency of the working process of aircraft engine by replacing traditional fuels with individual synthetic compounds. A perspective scheme of the power plant of an aircraft is considered, taking into account the physical and chemical cooling capacity of the fuel. As a result of computational and experimental studies, it was shown that synthetic hydrocarbons have the best thermal stability. The physicochemical, thermochemical properties and critical parameters of the selected hydrocarbon compounds were studied using computational and experimental methods. The calculation methods were validated and the most suitable ones for hydrocarbons were selected.

*Ключевые слова:* двигатель, летательный аппарат, синтетические соединения, свойства, методы.

*Keywords:* engine, aircraft, synthetic compounds, properties, methods.

## 1 Введение

Углеводородные топлива составляют значительную часть в общем балансе энергопотребления страны. Рациональное использование углеводородных соединений является важной научно-технической проблемой, работа над которой дает свои результаты. Так, благодаря повышению общей эффективности рабочего процесса двигателя летательного аппарата современная авиация использует топливо вдвое эффективнее, чем 20 лет назад, при этом значительно снижаются выбросы вредных веществ в атмосферу [1, 2].

Традиционные авиационные топлива для газотурбинных двигателей, такие как ТС-1 и РТ, в своем составе могут включать сырье, полученное с применением процессов каталитического крекинга, гидрокрекинга и гидроочистки [3]. За счет непостоянства состава углеводородных соединений физико-химические и эксплуатационные свойства таких топлив могут меняться. В качестве перспективных топлив будущего могут рассматриваться индивидуальные соединения или топлива постоянного состава, включающие индивидуальные соединения. Такие соединения могут получать из газа или биомассы путем химического синтеза [4-6]. На сегодняшний день является актуальной проблема дальнейшего повышения эффективности рабочего процесса в двигателях ЛА путем применения новых соединений.

Принципиальная схема авиационного двигателя, которая может способствовать повышению его эффективности за счет использования физического хладоресурса топлива, приведена на рис 1. Топливо, поступающее в камеру сгорания, охлаждает горячий воздух, поступающий из компрессора, и, нагреваясь, обеспечивает тем самым поступление дополнительного количества теплоты в камеру сгорания. При использовании химического хладоресурса, термическое разложение углеводородов осуществляется в паровой фазе, в результате чего образуются газообразные соединения, которые могут обладать большей энтальпией образования в сравнении с исходным топливом [4].

Наличие кислорода в углеводородных реактивных топливах инициируют свободно радикальные реакции окисления, приводящие к осадкам, что особенно нежелательно в случае использования физического или химического хладоресурса топлива. Поэтому для использования топлива в теплонапряженных двигателях ЛА необходимо

удалять кислород для предотвращения смоло- и коксоотложений в каналах топливной системы [1].



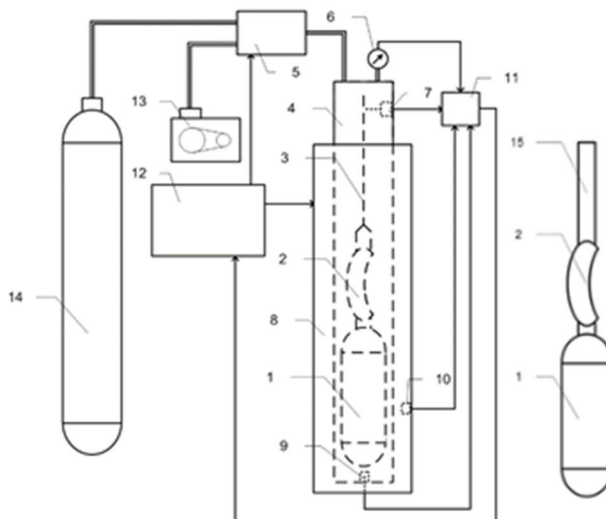
**Рис.1** Схема силовой установки с использованием хладоресурса топлива

Чем сильнее происходит нагрев топлива, тем более эффективно расходуется топливо, при условии отсутствия коксообразования в каналах теплообменников. Однако зачастую углеводородное соединение, имеющее высокую энергоемкость, не обладает достаточной термической стойкостью. В случае использования химического хладоресурса может образовываться повышенное количество коксовых отложений, поэтому на сегодняшний день поиск и исследование теплофизических свойств и кинетики разложения новых соединений является актуальным.

## 2 Методическая часть

В качестве объектов исследования были рассмотрены синтетические полициклические каркасные и спирановые углеводороды, представляющие интерес для применения в качестве компонентов авиационных топлив: спиран  $C_9H_{12}$ , пенталан  $C_{10}H_{12}$ , децилин  $C_{10}H_{16}$ , ЦГДЦПД  $C_{11}H_{16}$  и другие каркасные углеводороды [6].

Для экспериментальных исследований была разработана и изготовлена установка (рис. 2), позволяющая исследовать упругость пара и кинетику химических реакций при температурах от  $20^{\circ}C$  до  $460^{\circ}C$  и давлениях от 0 до 200 атм [4].



**Рис.2** Экспериментальная установка

1 – реакционный сосуд из термостойкого стекла; 2 – манометрическая стеклянная мембрана; 3 – стрелка из стекла; 4 – камера, которая компенсирует давление (металлическая); 5 – механизм, регулирующий давление; 6 – манометр; 7 – датчик, определяющий положение стрелки; 8 – термостат; 9 – термопара, которая осуществляет контроль; 10 – термопара, осуществляющая регулировку; 11 – модем; 12 – электронно-вычислительная машина (ЭВМ); 13 – насос вакуумный; 14 – баллон, наполненный воздухом; 15 – трубка из стекла до загрузки образца и установки в камеру 4

В результате исследования получают данные зависимости давления газообразных соединений от температуры или от времени. Экспериментальная установка состоит из стеклянного реакционного сосуда со стеклянным манометром на базе мембраны и стеклянной трубки, через которую загружают исследуемое соединение. Манометр на основе мембраны, стрелка и сам сосуд с трубкой вмонтированы в стальную камеру компенсации давления, что позволяет проводить эксперименты при давлениях выше 1 атм и температурах выше 200<sup>0</sup>С.

### 3. Экспериментальная часть и обсуждение результатов

Экспериментальными методами исследовали физико-химические, термодинамические свойства и кинетику термического разложения отобранных высокоплотных углеводородных соединений.

Было установлено, что циклопропанированные соединения, включающие в себя не более 10 атомов, обладают хорошими низкотемпературными свойствами.

Проводили валидацию расчетных методов теплофизических свойств и осуществляли выбор наиболее подходящих для каркасных синтетических углеводородов [7]. Наилучшим образом для расчета упругости паров показал себя метод Линдерсена. Расчетным методом определяли критические температуры, давления и объемы исследуемых соединений.

В работе установлено, что в рассмотренных интервалах температур (от 360<sup>0</sup>С до 460<sup>0</sup>С) реакция термического разложения отобранных углеводородных соединений подчиняется уравнению реакции первого порядка до глубины 70–90 и более %. Результаты исследования кинетики термического разложения приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Кинетические параметры процесса термического разложения каркасных полициклических соединений**

Соединение	Е <sub>эксп</sub> , ккал/моль
Децилин	62,9±0,5
ЦПИВС	59,1±3,2
ЦГДЦД	57,3±0,8
ДЦПБ	57,2±3,5
Бинор-s	56,0±3,8
ЦПВНБ	50,4±3,2
Спиран	47,0±3,4

Установлено, что повышение количества циклопропановых фрагментов в молекулах рассмотренных углеводородных соединений приводит к повышению их теплоты сгорания и к снижению энергии активации процесса их термического разложения.

Возможны различные задачи, возникающие при проектировании летательных аппаратов. Первая, например, возникает, когда необходимо определить время разложения топлива при заданных условиях. Вторая – когда требуется определить до какой максимальной температуры можно нагреть топливо. Оценка термической стабильности синтетических углеводородов показала, что в зависимости от постановки задачи одни и те же соединения могут располагаться в диаметрально противоположенные ряды.

### 4. Заключение

В работе было проведено исследование свойств каркасных углеводородных соединений и были установлены соединения, обладающие наибольшим физическим хладоресурсом ряд синтетических углеводородов, что может быть использовано для повышения эффективности рабочего процесса двигателя летательного аппарата.

Было показано, что результаты оценки термической стабильности одних и тех же соединений в зависимости от условий эксперимента могут быть различны.

Установлено, что термическое разложение исследованных углеводородных соединений подчиняется уравнению реакции первого порядка.

Отобраны и валидированы расчетные методы, которые показали высокую точность прогноза упругости паров, энтальпии и энтропии каркасных, полициклических и спирановых углеводородов – потенциальных компонентов авиационных топлив будущего.

#### Список литературы

1. Л.С. Яновский, А.А. Харин, В.И. Бабкин. Основы химмотологии: учебник. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 484 с.
2. Л.С. Яновский, А.А. Харин, И.В. Шевченко, В.П. Дмитренко. Авиационная экология. Воздействие авиационных горюче-смазочных материалов на окружающую среду: учебное пособие. – М.: ИНФА - М, 2018. – 180 с.
3. M.E. MacDonald, D.F. Davidson, R.K. Hanson Decomposition Measurements of RP-1, RP-2, JP-7, n-Dodecane, and Tetrahydroquinoline in Shock Tubes / Journal of Propulsion and Power, V. 27, No 5, 2011.
4. Пат. 5151171 US / Method of cooling with an endothermic fuel // L.J. Spadaccini, P.J. Marteney, M.B. Colket; assignee United Technologies Corporation
5. Томилов Ю.В., Менчиков Л.Г., Новиков Р.А., Иванова О.А., Трушков И.В. Методы синтеза донорно-акцепторных циклопропанов / Успехи химии. 2018. Т. 87. № 3. С. 201-250.
6. Томилов Ю.В., Новиков Р.А. Современное состояние химии донорно-акцепторных циклопропанов / В книге: XX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. тезисы докладов в пяти томах. Уральское отделение Российской академии наук. 2016. С. 104.
7. Р. Рид, Дж. Праусниц, Т. Шервуд. Свойства газов и жидкостей. Справочное пособие. Пер. с англ. под ред. Б. И. Соколова. — Л.: Химия, 1982. — 592 с.
8. Пат. 188986 Российская Федерация, G01L 7/04 Устройство для определения давления газообразных соединений / Дубихин В.В., Галюк О.С., Яновский Л.С., Варламова Н.И., Казаков А.И., Молоканов А.А.; заявитель и патентообладатель ИПХФ РАН. – № 2018113786, заявл. 16.04.2018; опубл. 06.05.2019
9. Пат. 2707986 Российская Федерация, Установка и способ исследования кинетики химических реакций и определения теплофизических свойств различных соединений газометрическим методом / Дубихин В.В., Галюк О.С., Яновский Л.С., Варламова Н.И., Казаков А.И., Молоканов А.А.; заявитель и патентообладатель ИПХФ РАН. – № 2018113785, заявл. 16.04.2018; опубл. 06.05.2019



**РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ  
ТЕХНОЛОГИЙ В САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРИБОРАХ  
НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**  
**DEVELOPMENT AND USING RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY  
IN SANITARY-TECHNICAL INSTRUMENT OF THE NEW  
GENERATION**

**Семенов Александр Георгиевич**  
**Semenov Alexander Georgievich**

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Россия, Санкт-Петербург*  
*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University*  
*(e-mail: angel.777@mail.ru)*

*Аннотация:* Статья посвящена совершенствованию сантехнического хозяйства и экономии воды. С переходом потребителей на обязательный учёт расхода ресурсов остро встал вопрос о сокращении их потребления с целью минимизации финансовых затрат на услуги ресурсоснабжающих организаций. Предложена замена стационарных гидравлических сантехнических узлов более совершенными. Решены задачи технологии производства, дизайна и экономики. Инновационные предложения базируются на запатентованных устройствах. Эффективность доказана экспериментально и эксплуатацией опытных серий.

*Abstract:* The Article is dedicated to ensuring the rear of Armed Power. With turning the consumers on obligatory account of the consuption resource has sharply got up the question about reduction of their consumption for the reason minimization of the financial expenseses on facilities resource-supplying organization. Offered change stationary hydraulic sanitary-technical nodes more making. The Solved problems to technologies production, design and economy. The Offers are based on patented device. Efficiency is proved experimental and usage experienced series.

*Ключевые слова:* сантехническое оборудование жилищ и служебных помещений, ватерклозет, гидросистема, экономия воды, самоочистка, автоматика.

*Keywords:* sanitary equipment vein and back rooms, water-owerflow toilet, hydraulic system, economy of water, independent clear, automation.

**Проблематика, актуальность и постановка задачи**

Излагаемый материал относится к инженерному оборудованию - сантехническим устройствам для жилых, служебных и прочих помещений капитального типа, транспорта.

В настоящее время на пользование туалетом, исходя из общемировой практики, расходуется до одной трети всей воды, потребляемой в быту. При неуклонно нарастающем дефиците мировых запасов питьевой воды, в том числе в России (например, в Крыму), проблема экономии воды, потребляемой в туалете, ставится на повестку дня в высших госорганах. С другой стороны, в связи с энергетическими проблемами, вопрос экономии воды становится важным экологическим и экономическим фактором, приобретает социальную значимость. К тому же, учитывая свойственный России дефицит отечественных оригинальных бытовых приборов, вопрос поставки на рынок самых

экономичных приборов, на которые можно «посадить» весь мир, представляется и вопросом политическим, стратегическим.

Сейчас на рынке унитазов, в основном, доминируют два типа с примерной географией их распространения: сливного типа (Европа, Россия, Китай и часть Азии) и сифонного типа (США, Южная Америка и др. часть Азии). Расход воды в них «по-большому» и «по-малому» - соответственно  $6+3=9$  и  $6+4,5=11,5$  литров. По уточненным (Германия) оценкам, расход составляет  $10+5,5=15,5$  литров (повторный смыв плюс «ершик»).

В отношении транспортных систем, первые две проблемы «сглажены» применением системы слива под высоким давлением, создаваемым гидронасосом. Но остальные не теряют своей остроты, в то время как именно на транспорте проблема снижения потребного запаса воды, экономного ее расхода и энергосбережения вообще имеет существенно большее значение, чем в стационарных вариантах. Транспортное направление – предмет отдельного обсуждения и здесь оговорено лишь постольку, поскольку параллельные разработки должны учитываться в инженерных новациях.

Очевидна назревшая задача инновации: повышение технико-эксплуатационных и экономических характеристик (ТЭиЭХ) сантехнических устройств (унитазов).

### **Пути решения проблемы**

Предлагается массовая модернизация сантехнического оборудования на основе устройств нового поколения, разработанных с научно-техническим обоснованием, длительной экспериментальной проверкой с убедительным положительным эффектом, а также экспертным подтверждением мировой новизны и изобретательского уровня [1, 2, 4-7].

Укрупненно спектр принципиально новых технических решений, собственно и определяющих упомянутый статусный уровень «новое поколение», можно пояснить на умеренно обобщенной схеме стационарного / транспортного сантехнического устройства на рис. 1.

Перечислим основополагающие технические решения (устройство и работа):

1) смывной бачок выполнен в виде гидравлического аккумулятора (герметичного сосуда-накопителя для сливной порции воды при повышенном давлении воды и воздушной пробки - «пневмопружины», причем он же является импульсным насосом со стабилизатором), выпускной патрубков которого соединен с источником воды под давлением, в транспортном варианте – с гидравлическим насосом, а в стационарном – со стояком магистральной гидросистемы под давлением от 1,0-2,5 атм. (в частности, в зависимости от этажности);

2) выпускной патрубков сосуда-накопителя соединен с выпускным патрубком унитаза через соленоидный клапан с «опрокидывающимся» потоком с качественно новым газодинамическим эффектом (с полезной кавитацией) по смыву и очистке в пределах чаши унитаза и эффективности удаления фекальных масс;

3) предусмотрен автоматический компенсатор потерь воздуха в «пневмопружине»;

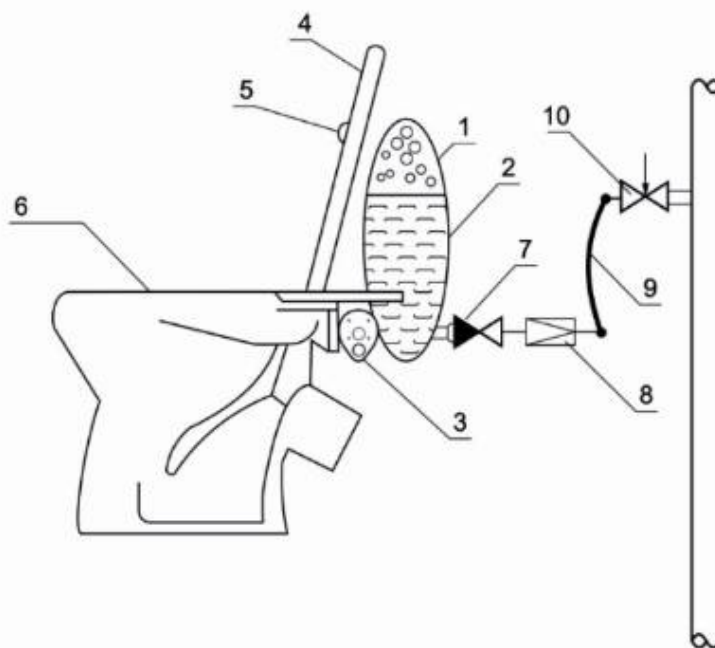
4) форма сливной гидро-воздушной магистрали оптимизирована, с адаптацией к параметрам нагнетательной подсистемы и клапану с «опрокидывающимся» потоком;

5) полная автоматизация на основе ИК-датчика присутствия пользователя на определенной дистанции (узел управления с микрокомпьютером, с питанием от четырех элементов питания АА по 1,5 В.

Устройство и работа унитаза в стационарном варианте исполнения очевидны из рис. 1. Последний этап совершенствования устройств увенчался созданием:

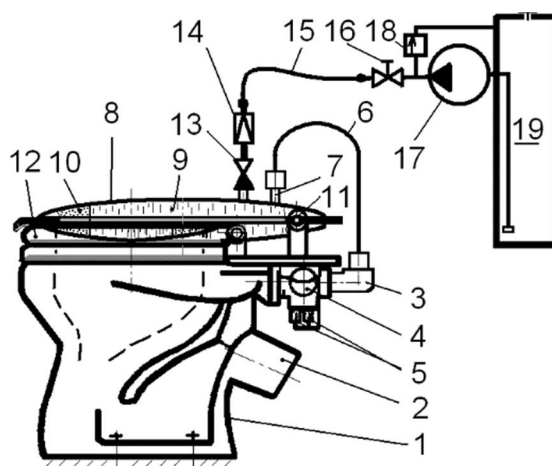
– модели «Раскладушка» – компактного комплекса, особенностью которого является конструктивно-функциональное совмещение сосуда-накопителя с крышкой унитаза (рис. 2), вследствие чего комплекс становится складным/раскладным [6];

– универсального гидравлического клапана с «опрокидывающимся» потоком оптимизированной конфигурации (рис. 3), эффективное использование которого не ограничено туалетной тематикой и возможно в др. технических системах с использованием жидкостей [7].



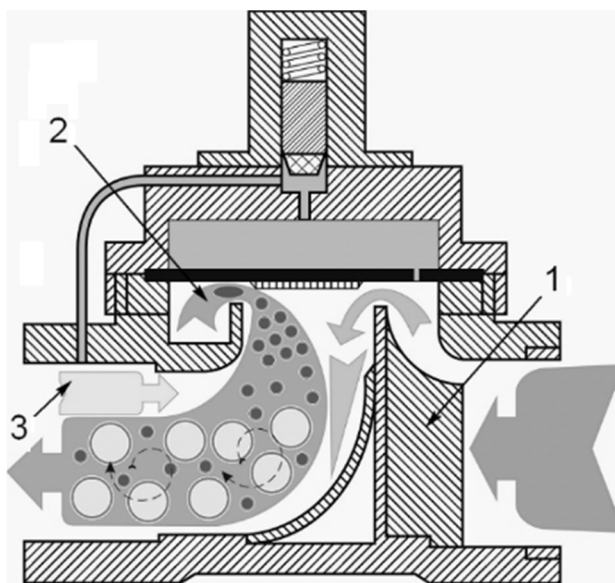
**Рис. 1. Обобщенная схема сантехнического агрегата (прибора)**

1 – воздушная подушка; 2 – сосуд-накопитель с водой и воздухом; 3 – клапан подачи воды в чашу унитаза; 4 – крышка унитаза; 5 – сенсор; 6 – собственно унитаз; 7 – обратный клапан; 8 – клапан давления; 9 – гибкая подводка; 10 – вентиль подачи воды от стояка (в стационарном варианте) или от бака с насосом (в транспортном варианте)



**Рис. 2. Обобщенная схема складного варианта сантехнического агрегата («Раскладушка») с двухфункциональным устройством «крышка – сосуд-накопитель» и транспортным вариантом подвода воды к сосуду-накопителю**

1 – унитаз; 2 – выходной патрубок унитаза; 3 – входной патрубок унитаза (спускного гидроклапана); 4 – спускной гидроклапан; 5 – соленоид(ы) спускного гидроклапана; 6 – подводка выпускной магистрали; 7 – выпускной патрубок сосуда-накопителя; 8 – герметичный сосуд-накопитель (он же – крышка унитаза); 9 – сливная порция воды под давлением; 10 – «пневмопружина» под давлением; 11 – шарнир поворота сосуда-накопителя; 12 – стульчак; 13 – заборный патрубок сосуда-накопителя; 14 – заборный клапан с устройством компенсации потери воздуха; 15 – подводка впускной магистрали; 16 – заборный вентиль; 17 – гидронасос; 18 – перепускной клапан; 19 – бак



**Рис. 3. Устройство и схема работы клапана с «опрокидывающимся» потоком (продольное сечение)**

1 – рассекатель; 2 – «опрокидывающийся» поток; 3 – инжектируемый воздух

#### **Технико-экономическая эффективность разработок**

Использование предложений позволяет устранить большинство «родных» недостатков унитазов нынешнего поколения, в частности, снизить смывной расход воды до 1,5-3 литров («смывной» – поскольку на практике, кроме того, имеют место колоссальные потери воды из-за неисправного оборудования в сливных бачках).

При любом краткосрочном или долгосрочном прогнозе стоимости воды и любом масштабе водопотребления это выгодно уже по главному доказанному показателю эффективности – водосбережению. Представим образно: при общемировом переходе на устройства нового поколения ежегодная экономия дефицитной пресной воды составит «озеро» 1х1х1 км.

Учитывая практически проверенную разработчиком соразмерность себестоимости базового и предлагаемого ватерклозетов, для Решений по инновации (модернизации, внедрению разработок) нет на данном этапе никакой необходимости в расчете объемов закупок и масштабов реконструкции (что вообще относится зачастую к «закрытым» ведомственным сведениям и выходит за рамки данной научно-технической статьи – тематически законченного 20-летнего труда с большими финансовыми затратами). Разумеется, более полное представление о практическом значении представляемых в данной статье результатов сформируется по уточнении экономических аспектов, с оценкой периодов окупаемости, основанной на детальном анализе дополнительных

капитальных и эксплуатационных затрат. С привлечением квалифицированных, компетентных экономистов и соответствующих служб.

«Критерий истины – результаты эксперимента (опыта)». Экспериментальная проверка работоспособности и эффективности устройств (включая длительные ресурсные испытания и оценку водосбережения и надежности на протяжении двух последних десятилетий), а также практическое использование серийных партий на нескольких площадках, в основном Санкт-Петербурга, подтвердили описанные преимущества предлагаемых устройств качественно и количественно. В числе таких площадок были даже столь «экстремальные» по условиям эксплуатации, как общежитие студентов Политехнического института.

Несколько слов об обучении обслуживающего персонала. Замена «традиционных» сливных бачков со сложными механизмами внутри них «пустыми» сосудами-накопителями, разумеется, не только исключает такое обучение, но и, напротив, позволяет «забыть старые знания и умения». Замена и/или ремонт клапанов новой конструкции, безусловно, требует специальной подготовки персонала. Но такие новации естественны для развития техники и технологий вообще (как, например, переход с кнопочных мобильных телефонов на айфоны или с ракетного комплекса предыдущего поколения на ракетный комплекс нового поколения), малозатратны (во всяком случае, не соразмерны с описанными выше преимуществами новации) и почти сразу окупаются.

### **Публикация и апробация результатов исследований и разработок**

Устройства апробированы [1, 2, 8-11] и запатентованы в России [4-7].

О технических и организационных попытках западных конкурентов «выбраться из туалетного кризиса» можно ознакомиться по источникам [12-16], среди которых – труды «пионера» этого направления, соратника-изобретателя Гурьянова Валерия Сергеевича (СПб.).

### **Заключение**

Инновационные предложения по переоснащению помещений сантехническими приборами нового поколения базируются на запатентованных устройствах. Себестоимость изделий сопоставима с себестоимостью современных бюджетных устройств. Затраты на переобучение обслуживающего персонала незначительны и быстро окупаемы. Эффективность модернизации доказана экспериментами и эксплуатацией на нескольких площадках. Изделия, в случае организации производства, могут послужить импортозамещению.

### **Список литературы**

1. *Гурьянов В.С.* Санитарно-техническое устройство // Материалы Межрегиональной научно-практической конференции изобретателей и Каталог изобретений «Инновационная политика и изобретатели (Россия – начало XXI века)». СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. С. 195-197.

2. *Гурьянов В.С.* Разработка и поставка на рынок принципиально новой конструкции сантехнического устройства *INNOSAN* для туалета // Материалы научно-практической конференции с международным участием. «Изобретатели в инновационном процессе России». СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. С. 342-344.

3. *Черняк В.Д., Рузавин В.С.* Сантехнический комплекс транспортного средства. Патент на изобретение № 2176965 РФ. Кл. МПК В61D 35/00; E03D 3/10. 20.12.2001, Б.И. № 35.

4. *Рахметулов Ю.К., Рахметулов А.Ю., Гурьянов В.С.* Санитарно-техническое устройство туалета, работающее при повышенном давлении с обратно включенной воздушной «подушкой». Заявка на изобретение №2007108709 РФ. Кл. МПК E03D 3/00. 10.09.2008, Б.И. № 25.

5. *Гурьянов В.С., Шевелев В.В.* Устройство автоматического смыва для унитаза. Патент на изобретение №2461684 РФ. Кл. МПК E03D 3/00. 20.09.2012, Б.И. № 26.
6. *Гурьянов В.С., Семенов А.Г.* Санитарно-техническое устройство. Патент на изобретение № 2557720 РФ. Кл. МПК E03D 1/00. 27.07.2015. Б.И. № 21.
7. *Гурьянов В.С., Семенов А.Г.* Устройство смыва для унитаза // Патент на изобретение №2569034 РФ. Кл. МПК E03D 3/00. 20.11.2015. Б.И. № 32.
8. *Гурьянов В.С.* ИнноСан – победитель конкурса инноваций // Facility Manager. Управление и эксплуатация недвижимости. 2013. № 2 (02). С. 3-4.
9. *Гурьянов В.С.* Новый унитаз с отличными качествами смыва // Сантехника, Отопление, Кондиционирование (С.О.К.). 2015. № 3. Сайт: <https://www.c-o-k.ru/articles/novyy-unitaz-s-otlichnymi-kachestvami-smывa>.
10. *Гурьянов В.С., Семенов А.Г.* Инновации на железных дорогах: переоснащение подвижного состава и стационарных объектов ватерклозетами нового поколения // Материалы Международной научно-технической конференции. «Транспортные и транспортно-технологические системы». г.Тюмень, ТюмГНГУ. 2016. С. 103-107.
11. *Королев А.* Слив – дело хитрое. СПб.: Радиостанция «Свобода», 2016. Сайт: <http://www.currenttime.tv/content/article/27473768.html>; [https://youtu.be/H\\_1HIM4d-zI](https://youtu.be/H_1HIM4d-zI).
12. Система смыва в унитазе // Для журнала "100% ванны" (приложение к журналу "Интерьер+Дизайн"). 2003. Сайт: <http://gausy.narod.ru/html/smyv-unitaz.html>.
13. *Бех Т.П.* Съёмное устройство регулирования объема воды для туалета со смывом водой под давлением (варианты). Заявка на изобретение № 2001132962 РФ. Кл. МПК E03D 3/00. 20.08.2003.
14. *Чупраков Ю.И.* Наполнительная арматура для смывных бачков, адаптированная к российским условиям эксплуатации // Сантехника, Отопление, Кондиционирование (С.О.К.). 2016. № 7. Сайт: <https://www.c-o-k.ru/articles/napolnitelnaya-armatura-dlya-smывnyh-bachkov-adaptirovannaya-k-rossiyskim-usloviyam-ekspluatatsii>.
15. *Чупраков Ю.И.* Почему большая часть компакт-унитазов с европейской системой слива не обеспечивает его удовлетворительного качества? // Сантехника, Отопление, Кондиционирование (С.О.К.). 2016. № 8. Сайт: <https://www.c-o-k.ru/articles/pochemu-b-lshaya-chast-kompaktunitazov-s-evropeyskoy-sistemoy-sliva-ne-obespechivaet-ego-udovletvoritelnogo-kachestva>.
16. *Чупраков Ю.И.* Какие гидроредукторы давления следует устанавливать в квартирах и почему? // Сантехника, Отопление, Кондиционирование (С.О.К.). 2016. № 5. Сайт: <https://www.c-o-k.ru/articles/kakie-gidroreduktory-davleniya-sleduet-ustanavlivat-v-kvartirah-i-pochemu>.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ АДАПТИВНОГО КРУИЗ-КОНТРОЛЯ АВТОМОБИЛЯ В СРЕДЕ MATLAB-SIMULINK MODELING OF THE CAR'S ADAPTIVE CRUISE CONTROL SYSTEM IN MATLAB-SIMULINK ENVIRONMENT

**Худорожков Сергей Иванович, Прокушева Дарья Андреевна  
Hoodorozhkov Sergey Ivanovich, Prokusheva Daria Andreevna**

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)  
Россия, Санкт-Петербург  
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University*

*Аннотация:* Рассмотрен алгоритм и пример моделирования работы системы круиз-контроля легкового автомобиля как объекта виртуального моделирования в среде симулинк на стадии проектирования.

*Abstract:* The algorithm and example of modeling of the cruise control system of a passenger car as an virtual object in the simulink environment at the design stage are considered.

*Ключевые слова:* алгоритм, моделирование, симулинк, круиз-контроль, автомобиль.

*Keywords:* algorithm, simulation, simulink, cruise control, car.

С целью повышения класса автомобиля Lada Granta была разработана модель системы адаптивного круиз-контроля с возможностью автоматического удержания полосы, с помощью средств Matlab, Simulink и Unreal Engine 4.

Принципиальная схема системы представлена на рис. 1.



**Рис. 1. Принципиальная схема системы адаптивного круиз контроля с исполняющими элементами**

На рисунке показаны дополнительные устройства, которые необходимо установить на автомобиль. Это блок управления, для которого разработано программное обеспечение, а также блоки исполняющих элементов.

Для функционирования разрабатываемой системы требуется установка в автомобиль радара и видеокamеры, которые нужны для обнаружения объектов. В качестве радара выбран датчик, в котором используются радиоволны для обнаружения объектов. Устанавливаемая видеокamera имеет следующие основные параметры:

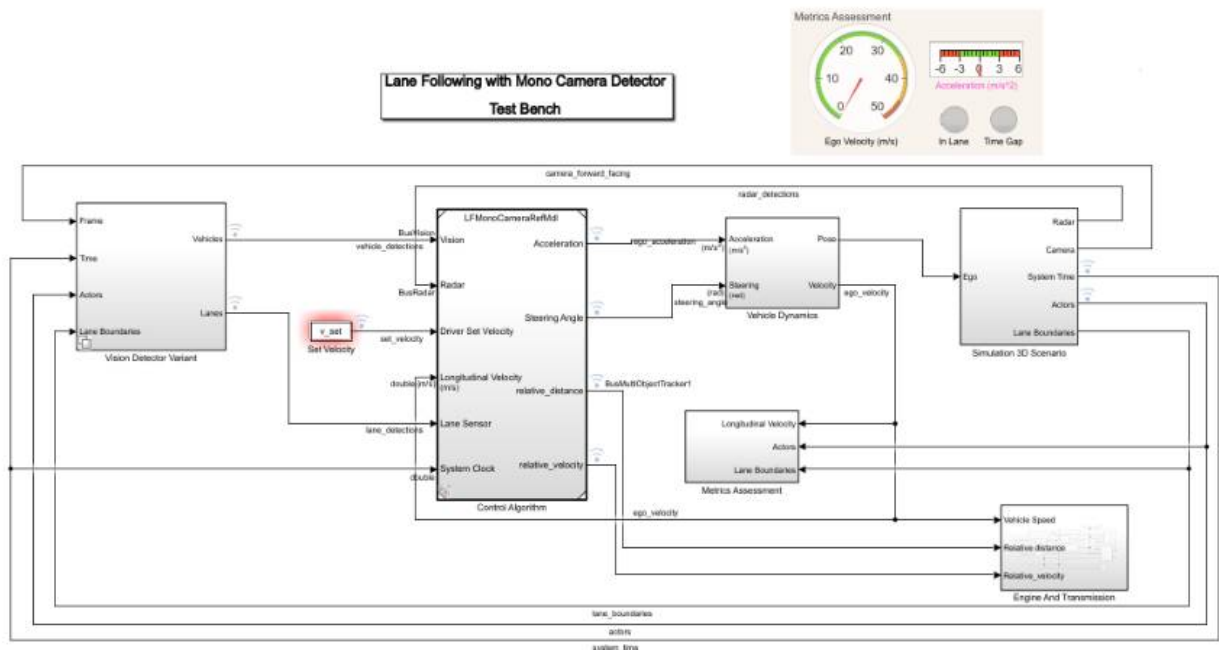
- размер картинки 480x640;
- фокусное расстояние 309.4362 - 344.2161.

В контексте данной работы объектов обнаружения 2: автомобили и линии дорожной разметки. Радар определяет расстояния до объекта, дает оценку положения объекта и устанавливает скорость объекта. Видеокamera необходима для получения видеопотока в реальном времени для обнаружения на нем объектов с помощью алгоритмов компьютерного зрения, которые реализованы в среде Matlab. Таким образом данные с радара и видеокamеры взаимоподтверждают друг друга, представляя общую дорожную обстановку.

Для написания программного обеспечения электронного блока управления АСС используется Matlab и Simulink. Unreal Engine 4 представляет возможность смоделировать реальную окружающую среду, в которой будет тестироваться разрабатываемая система, то есть модели дорожных условий и других автомобилей.

Главная блок-схема Simulink адаптивного круиз-контроля представлена на рис.2.

За основу схемы взят пример из документации Matlab LaneFollowingwithMono-Camera DetectorTestBench. На схеме можно выделить 5 основных блоков, связанных друг с другом.



**Рис. 2. Simulink-модель системы адаптивного круиз-контроля со встроенным модулем «Engine and Transmission»**

1) Блок алгоритма распознавания (Vision Processing Algorithm). На видеопотоке распознает автомобили и дорожную разметку.

2) Блок контроля (Control Algorithm). Главная его часть — это контроллер, который решает каким должно быть ускорение и угол поворота автомобиля в зависимости от данных полученных с видеокamеры и радара.

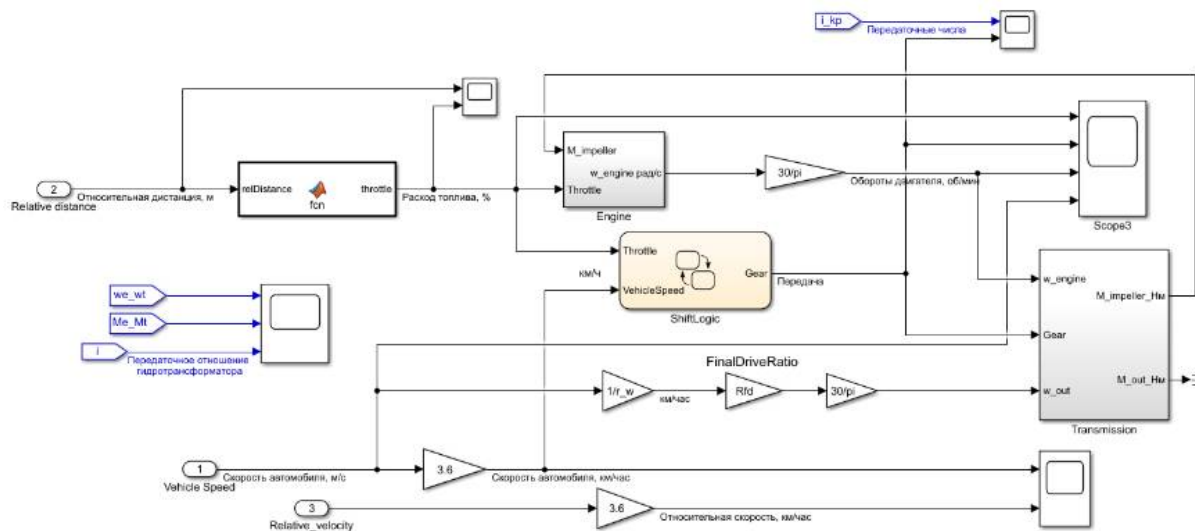
3) Блок динамики автомобиля (Vehicle Dynamics). В этом блоке происходит описание динамики автомобиля **LADA GRANTA**.



4) Блок приборной панели (Metrics Assessment). В этом блоке настраиваются выходы для приборной панели, которая находится в этом же файле и имеет аналогичное название.

5) Блок Unreal Engine (Simulation 3D Scenario). Нужен для того что бы настроить окружающую среду, выбрать сценарий, а также согласовать координаты сценария с координатами мира в Unreal Engine 4.

В качестве доработки исходного файла добавлен блок «Engine and Transmission» (выделен красным цветом), соединенный с блоком «Control Algorithm». В данном блоке (см. рис. 3) моделируется работа автоматической трансмиссии (режимы работы двигателя, гидротрансформатора, логики переключения передач, изменения подачи топлива).



**Рис. 3. Simulink-блок «Engine and Transmission»**

Для симуляции работы системы круиз-контроля автомобиля разработаны собственные сценарии дорожного движения: движение по прямой дороге, имитирующее движение в пробке, в которой автомобили движутся с маленькими скоростями и движение по кривой дороге, имитирующее загородную трассу, на которой автомобили движутся с высокими скоростями.

Связь между Simulink и Unreal Engine 4 осуществляется с помощью специальных Simulink-блоков, расположенных в блоке Simulation 3D Scenario. Главная идея такой связи заключается в том, что дорожный сценарий, описанный с помощью кода Matlab, связывается с миром, созданным в Unreal Engine 4. Связь происходит с помощью сопоставления координат дороги и автомобиля 3D Scenario с координатами дороги и автомобиля в Unreal Engine 4.

В результате работы алгоритма на блоки управления соответствующих исполняющих механизмов автомобиля подаются команды, которые исполняются этими блоками и как результат автоматизируют процесс вождения.

В качестве конечных результатов проведенной симуляции получается видео, на котором демонстрируется разметка объектов и так называемый вид с «птичьего полета».

В качестве результатов получены графики, на основе которых делаются выводы о качестве работы разрабатываемой системы круиз-контроля (графики относительной дистанции между ведущим и ведомым автомобилем, расхода топлива, оборотов двигателя, номера передачи, скорости ведущего и ведомого автомобиля, передаточного отношения, оборотов и моментов насосного и турбинного колес гидротрансформатора).

Дополнительно получены графики, связанные с эффективностью контроля полосы. Они включает в себя: обнаружение смещения линий дорожной разметки, отклонение от центра полосы, относительный угол поворота и угол поворота рулевого колеса ведомого автомобиля.

#### Список литературы

1. Система помощи движению по полосе // SystemsAuto URL: [http://systemsauto.ru/active/lane\\_assist.html](http://systemsauto.ru/active/lane_assist.html).
2. Адаптивный круиз-контроль // SystemsAuto URL: <http://systemsauto.ru/active/acc.html>
3. Track Multiple Vehicles Using a Camera // MathWorks URL: <https://www.mathworks.com/help/driving/examples/track-multiple-vehicles-using-a-camera.html>.
4. Adaptive Cruise Control with Sensor Fusion // MathWorks URL: <https://www.mathworks.com/help/driving/examples/adaptive-cruise-control-with-sensor-fusion.html>.
5. Driving Scenario Tutorial // MathWorks URL: <https://www.mathworks.com/help/driving/examples/driving-scenario-tutorial.html>.
6. Unreal Engine Driving Scenario Simulation // MathWorks URL: <https://www.mathworks.com/help/driving/unreal-engine-driving-scenario-simulation.html>.
7. Lane-Following Control with Monocular Camera Perception // MathWorks URL: <https://www.mathworks.com/help/mpc/ug/lane-following-control-with-monocular-camera-perception.html>.

УДК 691.168

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕЙТРАЛИЗАТОРОВ ЭМИССИИ ТОКСИЧНЫХ ГАЗОВ SO<sub>2</sub> И H<sub>2</sub>S В СЕРОАСФАЛЬТОБЕТОНЕ EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF NEUTRALIZERS FOR THE EMISSION OF TOXIC GASES SO<sub>2</sub> AND H<sub>2</sub>S IN SULFUR ASPHALT CONCRETE

Ле Хыу Туан \*, Королев Евгений Валерьевич \*\*, Гришина Анна Николаевна\*,  
Гладких Виталий Александрович \*

Le Huu Tuan \*, Korolev Evgeny Valeryevich \*\*, Grishina Anna Nikolaevna \*,  
Gladkikh Vitaly Aleksandrovich \*

\* *Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Россия, Москва*

\**Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)*  
*(e-mail: huutuan1511@gmail.com)*

\*\* *Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, Санкт-Петербург*

\*\**Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,*  
*Russia, Saint Petersburg (e-mail: huutuan1511@gmail.com)*

*Аннотация:* В статье представлена оценка эффективности различных нейтрализаторов токсичных газов, образующихся при взаимодействии битума с серой в сероасфальтобетонах. Показано, что доломит и диоксид марганца эффективно нейтрализуют

токсичные газы образуя нерастворимые продукты. Использование CuO имеет меньшую эффективность из-за возможного образования воды и SO<sub>2</sub>. Наименее эффективно применение Zn и ZnO, так как их использование приводит к образованию S, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O и SO<sub>2</sub>. Указанные продукты являются токсичными или приводят к образованию токсичных газов.

*Abstract:* The article presents thermodynamic calculations of the effectiveness of various neutralizers of toxic gases formed by the interaction of bitumen with sulfur in sulfur-asphalt concrete. It is shown that dolomite and manganese dioxide effectively neutralize toxic gases forming insoluble products. The use of CuO is less efficient due to the possible formation of water and SO<sub>2</sub>. The least effective use of Zn and ZnO, as their use leads to the formation of S, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O and SO<sub>2</sub>. These products are toxic or lead to the formation of toxic gases.

*Ключевые слова:* токсичные газы, нейтрализаторы эмиссии, термодинамический расчет, эффективность.

*Key words:* toxic gases, emission neutralizers, thermodynamic calculation, efficiency.

Для асфальтобетонных в условиях интенсивного воздействия эксплуатационных факторов характерно изменение структуры и ухудшение свойств, которые значительно снижают срок службы покрытий автомобильных дорог [1-3]. Перспективным направлением повышения долговечности и транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорожных покрытий является применение серы в качестве компонента асфальтобетонной смеси [4-7]. При этом возрастают величина сцепления вяжущего с поверхностью минерального заполнителя и прочность получаемого асфальтобетона [8].

Однако использование серы в составе асфальтобетонных приводит к образованию токсичных газов – сероводорода H<sub>2</sub>S и диоксида серы SO<sub>2</sub>, которые не позволяют безопасно осуществлять изготовление, транспортировку и укладку асфальтобетонной смеси. Существуют различные способы снижения количества выделяющихся токсичных газов: снижение температуры приготовления и укладки сероасфальтобетонной смеси, уменьшение количества серы. Однако указанные методы не отличаются высокой эффективностью. Перспективным направлением является использование добавок-нейтрализаторов, которые способны вступать в химическое взаимодействие с сероводородом и диоксидом серы образуя малорастворимые или водонерастворимые продукты [9, 10]. К таким веществам можно отнести оксид марганца, оксид цинка, оксид меди, цинк, доломит. Теоретическая оценка эффективности указанных нейтрализаторов осуществлялась по результатам термодинамического расчета, которые представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Результаты термодинамического расчета для химических реакций, протекающих при применении различных нейтрализаторов (при температуре 140°C)**

Химические реакции	Вид серы	ΔH кДж/моль	ΔS Дж/(моль·К)	ΔG, кДж/моль
$MnO_2 + SO_2 \rightarrow MnSO_4$	–	-242,892	-0,174	-171,280
$MnO_2 + 2H_2S \rightarrow MnS + S + 2H_2O$	S <sub>м</sub>	-133,452	0,030	-146,010
	S <sub>г</sub>	-18,294	0,466	-210,780
$2CaCO_3 + 2SO_2 + O_2 \rightarrow 2CaSO_4 + 2CO_2$	–	-649,259	-0,246	-547,590
$2MgCO_3 + 2SO_2 + O_2 \rightarrow 2MgSO_4 + 2CO_2$	–	-575,511	-0,218	-485,25
$Zn + H_2S \rightarrow ZnS + H_2$	–	-182,828	-0,054	-160,450
$3S + 2ZnO \rightarrow 2ZnS + SO_2$	S <sub>м</sub>	-14,550	0,172	-85,582
	S <sub>г</sub>	-360,025	-1,135	108,748
$Zn + 2S + O_2 \rightarrow ZnS + SO_2$	S <sub>м</sub>	-504,325	-0,010	-500,070
	S <sub>г</sub>	-734,642	-0,881	-370,520
$ZnO + H_2S \rightarrow ZnS + H_2O$	–	-77,932	-0,002	-77,182

$2\text{Zn}+\text{O}_2 \rightarrow 2\text{ZnO}$	–	-695,612	-0,199	-613,170
$2\text{Zn}+\text{SO}_2 \rightarrow 2\text{ZnO}+\text{S}$	$S_M$	-397,123	-0,206	-311,780
	$S_r$	-281,965	0,229	-376,560
$3\text{Zn}+\text{SO}_2 \rightarrow \text{ZnS}+2\text{ZnO}$	–	-602,960	-0,224	-510,460
$2\text{ZnS}+3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{ZnO}+2\text{SO}_2$	–	-880,916	-0,151	-818,590
$\text{S}+\text{Zn} \rightarrow \text{ZnS}$	$S_M$	-205,836	-0,017	-198,68
	$S_r$	-320,995	-0,453	-133,910
$\text{Zn}+5\text{S}+\text{O}_2+2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ZnS}+2\text{H}_2\text{S}+2\text{SO}_2$	$S_M$	-363,010	0,165	-431,290
	$S_r$	-938,803	-2,013	-107,41
$3\text{S}+2\text{CuO} \rightarrow 2\text{CuS}+\text{SO}_2$	$S_M$	-82,811	0,191	-161,77
	$S_r$	-428,286	-1,116	32,564
$\text{CuO}+\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS}+\text{H}_2\text{O}$	–	-112,063	0,007	-115,270
$3\text{CuO}+\text{H}_2\text{S} \rightarrow 3\text{Cu}+\text{H}_2\text{O}+\text{SO}_2$	–	-34,233	0,196	-115,460
$\text{S}+2\text{CuO} \rightarrow 2\text{Cu}+\text{SO}_2$	$S_M$	24,283	0,189	-54,045
	$S_r$	-90,875	-0,246	10,731
$2\text{CuO}+2\text{SO}_2+\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuSO}_4$	–	-623,639	-0,567	-389,480
$2\text{CuS}+3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}+2\text{SO}_2$	–	-812,655	-0,170	-742,41
$2\text{Cu}+\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$	–	-322,771	-0,182	-247,35

Установлено, что значение  $\Delta G < 0$  характерно для большинства рассматриваемых реакций, что свидетельствует о протекании указанных процессов. При применении доломита и диоксида марганца для нейтрализации токсичных газов происходит образование  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{MnS}$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ , которые являются нерастворимыми. Кроме этого, образующиеся продукты реакции не способны взаимодействовать между собой или вступать в циклические реакции с образованием токсичных газов. Это обеспечивает высокую эффективность указанных нейтрализаторов.

Из химических реакций взаимодействия  $\text{Zn}$  с  $\text{SO}_2$  наибольший тепловой эффект имеет реакция, приводящая к образованию сульфида и оксида цинка, а из реакций взаимодействия  $\text{Zn}$  или  $\text{ZnO}$  с  $\text{H}_2\text{S}$  – реакция, приводящая к образованию сульфида цинка и водорода. При этом образующийся водород может увеличить объем образующихся токсичных газов. Кроме этого, при использовании цинка или оксида цинка в качестве нейтрализатора эмиссии токсичных газов отсутствуют реакции, в которых образуются продукты, способные вступать в циклические реакции с образованием токсичных газов. Поэтому применение металлического цинка и его оксида неэффективно для нейтрализации сероводорода и диоксида серы.

При взаимодействии  $\text{CuO}$  с  $\text{H}_2\text{S}$  преимущественно протекает реакция, которая сопровождается образованием сульфида меди и воды. Сульфид меди окисляется и образует диоксид серы, но образующиеся продукты реакции способны взаимодействовать между собой в присутствии кислорода и вновь вступать в цикл нейтрализации с образованием сульфата меди. Это объясняет большую эффективность  $\text{CuO}$  в сравнении с  $\text{Zn}$  и  $\text{ZnO}$ .

Таким образом, наиболее эффективно применение доломита и  $\text{MnO}_2$ . Использование металлического цинка и его оксида неэффективно для нейтрализации сероводорода и диоксида серы, применение оксида цинка приводит к увеличению выделения токсичных газов.

### Список литературы

1. Кирюхин Г.Н. Температурные режимы работы асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог // Дороги и мосты. 2013. №2 (30). С. 309-328.
2. Ле Х.Т., Иноземцев С.С., Королев Е.В. Декомпозиция качества асфальтобетонов, применяемых в условиях климата Вьетнама // В сборнике: Фундаментальные и прикладные разработки в области технических и физико-математических наук. Сборник научных статей по итогам работы пятого международного круглого стола. 2018. С. 5-11.

3. Inozemtcev S.S., Korolev E.V. Increasing the weathering resistance of asphalt by nanomodification // *Materials Science Forum*. 2019. V. 945. P. 147-157.
4. Yang R., Ozer H., Ouyang Y., Alarfaj A.H., Islam K., Khan M.I., Khan K.M., Shalabi F.I. Life-Cycle Assessment of Using Sulfur-Extended Asphalt (SEA) in Pavements// *Airfield and Highway Pavements*. 2019. P.183-192.
5. David Yeoh, Koh Heng Boon and Norwati Jamaluddin Exploratory study on the mechanical and physical properties of concrete containing sulfuric // *Journal Technology Sciences & Engineering*. 2015. V. 77(32). P. 179-188.
6. Gladkikh V.A, Korolev E.V., Poddaeva O.I., Smirnov V.A. Sulfur-extended High-performance Green Paving Materials// *Advanced Materials Research*. 2015. V. 1079-1080. P. 58-61.
7. Inozemtcev S., Korolev E. Method of Modifying of Mineral Fillers for Asphalt Concrete by Calcium Polysulfide // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019. V. 661(1). 012136.
8. Васильев Ю.Э., Ивачев А.В., Братищев И.С. Исследование устойчивости дорожно-строительных материалов к износу колееобразованию в условиях, приближенных к эксплуатационным// *Интернет-журнал Науковедение*. 2014. №5 (24). С. 20.
9. Le H.T., Inozemtcev S., Korolev E., Grishina A. The efficiency of sulfur modifier to neutralize toxic gases in sulfur-asphalt concrete technology// *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. V. 869 032016.
10. Ле Х.Т., Гладких В.А., Королев Е.В. Эффективность различных нейтрализаторов эмиссии токсичных газов в технологии сероасфальтобетона// *Строительство и реконструкция*. 2020. №2 (88). С. 143-150.

УДК 623.437.3.093; 629.03; 629.36

**ЭЛЕМЕНТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА  
ПОВОРОТА ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНЫ  
ELEMENTS OF MATHEMATICAL SUPPORT OF DESIGNING A  
HYPERBOLIC STEERING DEVICE FOR A TRACKED VEHICLE**

**Добрецова Светлана Борисовна, Добрецов Роман Юрьевич  
Dobretsova Svetlana Borisovna, Dobretsov Roman Yuryevich**

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого – СПбПУ,  
Россия, Санкт-Петербург  
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University  
(e-mail: dr-idpo@yandex.ru)*

*Аннотация:* Предложена методика построения наилучшего равномерного приближения параболы гиперболой на заданном интервале. Рассматриваемая задача может иметь практическое применение при проектировании двухпоточных гиперболических механизмов поворота для транспортных гусеничных машин с центральной коробкой передач.

*Abstract:* A technique for constructing the best uniform approximation of a parabola by a hyperbola on a given interval is proposed. The problem under consideration can have

practical application in the design of two-flow hyperbolic steering devices for tracked vehicles with a central gearbox.

*Ключевые слова:* колесные и гусеничные машины, двухпоточные трансмиссии, гиперболический механизм поворота, мобильные энергетические платформы.

*Keywords:* wheeled and tracked vehicles, dual-flow powertrains, hyperbolic steering device, mobile power platforms.

Специфика географических, хозяйственных, климатических условий России определяет существенную роль транспортных и транспортно-технологических гусеничных машин в экономике страны и обеспечении обороноспособности государства. Гусеничные машины обеспечивают выполнение работ в тяжелых условиях (фактически, бездорожья) в лесной и нефтегазовой отраслях; применяются в сельском хозяйстве и строительстве; решают транспортные задачи в регионах со слаборазвитой (иногда, отсутствующей) дорожной сетью; обеспечивают достаточную подвижность на местности для пусковых установок ракетных комплексов противовоздушной обороны и т.д. Транспортные гусеничные машины являются и необходимой основой при изучении и освоении регионов Крайнего Севера, Арктики и Антарктики.

В интересах обеспечения устойчивого развития экономики страны необходимо не только поддерживать существование отрасли транспортного машиностроения, ориентированной на минимальную зависимость от импорта, но и вести работу над разработкой новых машин, имеющих более высокие, по сравнению с достигнутыми для серийных конструкций, технические показатели и обладающих высокой конкурентоспособностью.

В области проектирования транспортных и транспортно-технологических гусеничных машин имеются специфические задачи, решение которых является ключевым для отрасли.

Одной из таких задач представляется повышение управляемости и устойчивости движения транспортных гусеничных машин за счет улучшения технических характеристик механизмов поворота.

При этом можно идти по пути глубокой модернизации систем управления с фрикционными бортовыми механизмами поворота (бортовой фрикцион с тормозом, планетарный механизм поворота, бортовые коробки передач) за счет использования контролируемого буксования элементов управления (ранние работы в этом направлении связаны, например, с деятельностью кафедры «Колесные и гусеничные машины» Ленинградского Политехнического Института, Ленинградском ВНИИ Транспортного Машиностроения, МВТУ им. Н.Э. Баумана (см., например, работы [1, 2, 3]); современные работы в этом направлении ведутся в МВТУ, СПбПУ, Харьковском конструкторском бюро (см., например, публикации [4, 5, 6]). Преимуществом подхода являются минимальная стоимость модернизации и возможность доработки механизмов поворота серийных машин. Улучшение качества управления машиной оказывается существенным (о некоторых результатах испытаний ходового макета см. в работе [4]).

Другой путь связан с разработкой двухпоточных дифференциальных механизмов поворота, в состав которых в качестве трансформатора крутящего момента в параллельном потоке мощности могут входить гидрообъемная передача (структура и методика анализа такого механизма предложена, например, в книге [7]), фрикционный механизм поворота [8], разновидности вариатора (например, [9]).

С точки зрения теории движения гусеничных машин все перечисленные механизмы объединяет практически линейный характер зависимости расчетных (наибольших) радиусов поворота по передачам от скорости движения машины при повороте, что приводит к недоиспользованию тягово-динамических возможностей транспортной

гусеничной машины. Более выгодным было бы обеспечить параболический вид для такой зависимости или хотя бы нелинейный её характер.

Взяв за основу двухпоточный дифференциальный механизм поворота для машины с центральной коробкой передач и введя в него дифференциальный ряд (принцип изложен в статьях [10, 11], развит применительно к трансмиссиям транспортно-тяговых машин в работе [12] и защищен патентом [13]), представляется возможным обеспечить гиперболический характер такой зависимости. Иного кинематика «гиперболических» механизмов поворота не допускает. Однако представляется возможным приблизиться к характеристике «идеального» (т.е. «параболического») механизма поворота путем использования при определении параметров гиперболического механизма (см., работу [11]) параболы, наилучшим образом аппроксимирующей гиперболу. Построение такой аппроксимации является целью данной работы.

Параболу, заданную выражением  $P(x) = x^2$  на интервале  $x \in [a, b]$ , предлагается наилучшим образом равномерно приблизить гиперболой.

Гиперболу задаем с помощью трех независимых параметров (1), на которые будут наложены естественные ограничения (2):

$$f(x) = \frac{\bar{b}}{(\bar{a} - x)} - \bar{d}, \quad (1)$$

$$\bar{a} > 1, \quad \bar{b} > 0, \quad \bar{d} > 0. \quad (2)$$

Тогда задача может быть сформулирована так: среди функций вида (1) найти такую, для которой погрешность равномерного приближения на заданном интервале является минимальной:

$$\Delta(f) = \max_{[a,b]} |P(x) - f(x)|. \quad (3)$$

Эквивалентная формулировка: для функции  $g(t) = 1/t$  на интервале  $t \in [\alpha, \beta]$  (далее – вспомогательный интервал, отрезок) найти многочлен наилучшего равномерного приближения второго порядка  $Q(t) = At^2 - Bt + C$ :

$$\bar{b} = \frac{1}{A}, \quad \bar{a} = \frac{1}{2} B \bar{b} = \frac{B}{2A}, \quad \bar{d} = \frac{C}{A} - \bar{a}^2 = \frac{C}{A} - \left( \frac{B}{2A} \right)^2, \quad \alpha = \bar{a} - b \leq t \leq \bar{a} - a = \beta \quad (4)$$

Задача о равномерном приближении функции полиномом является классической задачей о наилучшем равномерном приближении непрерывной на отрезке функции многочленом. На эту задачу распространяемы теоремы о существовании и единственности многочлена наилучшего равномерного приближения и теорема Чебышева об альтернансе [14]. Из последней теоремы в приложении к рассматриваемой задаче следует, что

$$\begin{aligned} Q(\alpha) - g(\alpha) = E, \quad Q(t_1) - g(t_1) = -E, \quad Q(t_2) - g(t_2) = E, \quad Q(\beta) - g(\beta) = -E, \\ E = \gamma \max_{[\alpha,\beta]} |Q(x) - g(x)|, \quad \gamma = 1 \text{ или } \gamma = -1, \quad \alpha < t_1 < t_2 < \beta. \end{aligned} \quad (5)$$

Точки  $t_1$  и  $t_2$  называются точками альтернанса. Эти точки являются координатами экстремума функции  $Q(x) - g(x)$ , и для них выполняется равенство

$$Q'(t_i) - g'(t_i) = 0, \quad i = 1, 2 \quad (6)$$

Для поиска оптимальных параметров приближения составим систему уравнений: в условия (5,6) подставим зависимости, принятые для параболы и гиперболы. По-

лученная система уравнений является нелинейной относительно интересующих нас параметров:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\alpha} - A\alpha^2 + B\alpha - C = E, \quad \frac{1}{t_1} - At_1^2 + Bt_1 - C = -E, \quad \frac{1}{t_2} - At_2^2 + Bt_2 - C = E, \\ \frac{1}{\beta} - A\beta^2 + B\beta - C = -E, \quad -\frac{1}{t_1^2} - 2At_1 + B = 0, \quad -\frac{1}{t_2^2} - 2At_2 + B = 0. \end{aligned} \quad (7)$$

Решением системы являются параметры параболы, выраженные через границы вспомогательного интервала:

$$\begin{aligned} A = \frac{4}{\alpha\beta(\sqrt{\beta} + \sqrt{\alpha})^2}, \quad B = \frac{4(\alpha + \beta + \sqrt{\alpha\beta})}{\alpha\beta(\sqrt{\beta} + \sqrt{\alpha})^2}, \quad C = \frac{\beta\sqrt{\beta} + 5\beta\sqrt{\alpha} + 5\alpha\sqrt{\beta} + \alpha\sqrt{\alpha}}{2\alpha\beta(\sqrt{\beta} + \sqrt{\alpha})}, \\ t_1 = \frac{\sqrt{\alpha}(\sqrt{\beta} + \sqrt{\alpha})}{2}, \quad t_2 = \frac{\sqrt{\beta}(\sqrt{\beta} + \sqrt{\alpha})}{2}, \quad E = \frac{(\sqrt{\beta} - \sqrt{\alpha})^3}{2\alpha\beta(\sqrt{\beta} + \sqrt{\alpha})} = \frac{(\beta - 2\sqrt{\alpha\beta} + \alpha)^2}{2\alpha\beta(\beta - \alpha)}. \end{aligned}$$

С помощью зависимостей (4) теперь можно определить оптимальные параметры гиперболы для приближения параболы через границы вспомогательного интервала:

$$\begin{aligned} \bar{b} = \frac{\alpha\beta(\sqrt{\beta} + \sqrt{\alpha})^2}{4}, \quad \bar{a} = \frac{1}{2}(\alpha + \beta + \sqrt{\alpha\beta}), \\ \bar{d} = -\frac{1}{8}[\beta^2 - 2\alpha\sqrt{\alpha\beta} - 4\alpha\beta - 2\beta\sqrt{\alpha\beta} + \alpha^2] = \frac{1}{8}(7\alpha\beta - [\alpha - \sqrt{\alpha\beta} + \beta]^2). \end{aligned}$$

Для изначально заданного интервала после перехода от  $[\alpha, \beta]$  к  $[a, b]$  получим:

$$\begin{aligned} (\alpha + \beta)^2 = 5b^2 + 6ab + 5a^2, \quad \beta - \alpha = b - a, \quad a + b = \sqrt{\alpha\beta}, \\ \bar{b} = \frac{(a+b)^2(\sqrt{5b^2 + 5a^2 + 6ab + 2a + 2b})}{4}, \quad \bar{a} = \frac{1}{2}(\sqrt{5b^2 + 6ab + 5a^2} + a + b), \\ \bar{d} = \frac{1}{8}(7(a+b)^2 - [\sqrt{5b^2 + 6ab + 5a^2} - a - b]^2). \end{aligned}$$

Связь между границами интервалов устанавливается зависимостями:

$$\begin{aligned} a = \frac{1}{2}(\alpha - \beta + \sqrt{\alpha\beta}), \quad b = \frac{1}{2}(\beta - \alpha + \sqrt{\alpha\beta}), \\ \alpha = \frac{1}{2}(-b + a + \sqrt{5b^2 + 6ab + 5a^2}), \quad \beta = \frac{1}{2}(b - a + \sqrt{5b^2 + 6ab + 5a^2}). \end{aligned}$$

Для упрощения записи используем обозначения:

$$\begin{aligned} a + b = v, \quad 5b^2 + 6ab + 5a^2 = 4u^2, \quad b - a = 2\sqrt{u^2 - v^2}, \quad u > 0 \\ \bar{b} = \frac{v^2(u+v)}{2}, \quad \bar{a} = \frac{1}{2}(2u+v), \quad \bar{d} = \frac{1}{4}(3v^2 - 2u^2 + 2uv). \end{aligned}$$

Выражение  $v/2 = (a+b)/2$  можно интерпретировать как середину исходного интервала, а  $2\sqrt{u^2 - v^2} = b - a$  – как длину этого интервала.

С использованием введенных обозначений гипербола описывается выражением:



$$f(x) = \frac{\bar{b}}{\bar{a} - x} - \bar{d} = \frac{v^2(u+v)}{v+2(u-x)} - \frac{1}{4}(3v^2 - 2u^2 + 2uv).$$

Погрешность приближения определяется выражениями:

$$a = \frac{1}{2}(v - 2\sqrt{u^2 - v^2}), \quad \Delta f = \max_{[a,b]} |P(x) - f(x)| = x^2 - \frac{\bar{b}}{(\bar{a} - x)} + \bar{d} \Big|_{x=a} = \frac{1}{2}(u - v)(\sqrt{u^2 - v^2}).$$

Таким образом, парабола  $P(x) = x^2$  на интервале  $x \in [a, b]$  может быть равномерно приближена гиперболой:

$$a + b = v, \quad 5b^2 + 6ab + 5a^2 = 4u^2, \quad u > 0,$$

$$f(x) = \frac{\bar{b}}{\bar{a} - x} - \bar{d} = \frac{v^2(u+v)}{2u+v-2x} - \frac{1}{4}(3v^2 - 2u^2 + 2uv),$$

$$(3v^2 + 2uv - 2u^2) = \frac{1}{3}(3v+u-u\sqrt{7})(3v+u+u\sqrt{7}) = \frac{1}{3}([3v+u]^2 - 7u^2),$$

$$(3v^2 - 2u^2 + 2uv) = v(v+2u) - 2(u^2 - v^2).$$

Минимальная погрешность приближения  $\Delta f$  достигается в четырех точках интервала, две из которых являются граничными, а оставшиеся задаются выражениями:

$$x_1 = \frac{5a + 3b - \sqrt{5b^2 + 6ab + 5a^2}}{4} = \frac{2v - u - \sqrt{u^2 - v^2}}{2},$$

$$x_2 = \frac{5b + 3a - \sqrt{5b^2 + 6ab + 5a^2}}{4} = \frac{2v - u + \sqrt{u^2 - v^2}}{2}.$$

На отрезке  $[0, 1]$ , (т.е. при  $a = 0$ ,  $b = 1$ ) получаем выражения:

$$a + b = v = 1, \quad 5b^2 + 6ab + 5a^2 = 4u^2 = 5, \quad 2u = \sqrt{5},$$

$$f(x) = \frac{1}{2} \frac{(\sqrt{5} + 2)}{\sqrt{5} + 1 - 2x} - \frac{1}{8}(1 + 2\sqrt{5}), \quad \Delta f = \frac{1}{4}(\sqrt{5} - 2),$$

$$x_1 = \frac{2v - u - \sqrt{u^2 - v^2}}{2} = \frac{3 - \sqrt{5}}{4}, \quad x_2 = \frac{2v - u + \sqrt{u^2 - v^2}}{2} = \frac{5 - \sqrt{5}}{4}.$$

Если парабола задается с коэффициентом  $\tilde{P}(x) = kx^2$ , такой вариант может быть сведен к рассмотренной выше задаче за счет масштабирования интервала (отрезка) в  $\sqrt{k}$ , то есть  $\tilde{a} = a/\sqrt{k}$ ,  $\tilde{b} = b/\sqrt{k}$ .

Следует отметить, что предлагаемая гипербола не пересекается с параболой в точке с координатами  $(0, 0)$ . Эта точка соответствует нулевому значению радиуса поворота (поворот машины вокруг центра тяжести). Трансмиссии некоторых гусеничных машин с дифференциальным механизмом поворота позволяют осуществить такой режим работы (при достаточности мощности силовой установки). При этом могут развиваться существенные буксование и юз гусениц (вплоть до срыва грунта и невозможности поворота) но угроза заноса не представляет интереса, за исключением случая поворота на косогоре. Следовательно, такой особенностью предложенной аппроксимации в большинстве случаев можно пренебречь.

Таким образом, конечные выражения, описывающие гиперболу, наилучшим образом приближающую параболу, представляется перспективным использовать при рас-

четном определении параметров гиперболического механизма поворота гусеничной машины.

#### Список литературы

1. *Бойков А.В., Григорьев А.П., Цветков В.В., Элизов А.Д.* Улучшение управляемости танка с бортовыми коробками передач // Вестник бронетанковой техники, №7, 1987. С. 28-30.
2. *Русинов Р.В. и др.* К методу оценки частоты импульсного управления поворотом гусеничной машины // Рабочие процессы компрессоров и установок с ДВС. Межвузовский сборник. Ленинград, изд. ЛПИ, 1987. С. 73-78.
3. *Красеньков В.И., Егоркин В.В.* Кинематическое управление криволинейным движением гусеничной машины // Вестник бронетанковой техники, №5, 1971. С. 17-22.
4. *Гальшиев Ю.В. и др.* Замкнутые системы управления поворотом гусеничных машин // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2014. №3, т.2. С. 201-209.
5. *Авраменко Д.Н., Вишня А.В., Юдинцев Д.В.* Модернизация системы управления движением танка с БКП // Актуальные проблемы защиты и безопасности, т.3, 2011. С. 213-218.
6. *Толстоуцкий В.А., Стримовский С.В.* Выбор рациональных характеристик закона управления, реализованного в комплексной системе управления движением танка «Оплот» // Интегровані технології промисловості, №4, 2012. С. С. 88-100.
7. *Шеломов В.Б.* Теория движения многоцелевых гусеничных и колесных машин. Тяговый расчет криволинейного движения: учебное пособие для вузов по специальности «Автомобиле- и тракторостроение». Санкт-Петербург: Изд-во Политехнического университета, 2013. 90 с.
8. *Демидов Н.Н. и др.* Фрикционные механизмы поворота в двухпоточных трансмиссиях транспортных гусеничных машин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2019. №1. С. 60-69.
9. *Носов Н.А. и др.* Расчет и конструирование гусеничных машин: Учебник для вузов. Ленинград: Машиностроение, 1972. 559 с.
10. *Добрецов Р.Ю. и др.* О выборе рациональной схемы отбора мощности в двухпоточной трансмиссии транспортной гусеничной машины // Актуальные проблемы защиты и безопасности. Бронетанковая техника и вооружение. Труды XLIII научно-практической конференции. Том 3. М.: Издание ФГБУ «Российской академии ракетных и артиллерийских наук», 2015. С. 111-116.
11. *Демидов Н.Н. и др.* Транспортные гусеничные машины: механизмы поворота с нелинейной характеристикой // Современное машиностроение: Наука и образование: материалы 5-й Международной научно-практической конференции. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. С. 898-912.
12. *Григорьев И.В. и др.* Пути улучшения управляемости лесных и транспортных гусеничных машин // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (43). С. 97-106.
13. *Добрецов Р.Ю. и др.* Двухпоточная трансмиссия транспортной машины с бортовым способом поворота. Патент №2 599 855. Кл. МПК В62D 11/06 (2006.01). / 2015126137/11. 20.10.2016.
14. *Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В.* Вычислительные методы для инженеров. М.: Высш. шк., 1994. 544 с.

**ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО  
ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ПРОЦЕССА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ ОТДЕЛКИ ДВУХПОЛОТНЫХ  
ЖАККАРДОВЫХ КОВРОВЫХ ПОКРЫТИЙ**  
**SEARCH FOR OPTIMAL PARAMETERS OF ULTRASONIC  
RADIATION FOR THE INTENSIFICATION OF THE  
TECHNOLOGICAL PROCESS OF FINAL FINISHING  
OF DOUBLE-FLOOR JACQUARD CARPETS**

**Мацулевич Сергей Викторович, Коган Александр Григорьевич,  
Буткевич Вячеслав Гарьевич**  
**Matsulevich Sergey Viktorovich, Kogan Alexander Grigoryevich,  
Butkevich Vyacheslav Garyevich**

*Витебский государственный технологический университет,  
Витебск, Республика Беларусь*  
*Vitebsk State Technological University, Vitebsk, Republic of Belarus*  
*(e-mail: siarhei.matsulevith@gmail.com, kogan-ag@gmail.com, butkevich@mail.ru)*

*Аннотация:* Целью проводимых исследований является оптимизация технологического процесса заключительной отделки двухполотных жаккардовых ковровых покрытий с использованием ультразвуковых колебаний. Задачей работ является поиск оптимальных параметров ультразвукового излучения для его применения и внедрения в процессе проклеивания с целью повышения количества выпускаемой продукции в единицу времени.

*Abstract:* The aim of the research is to optimize the technological process of final finishing of double-floor jacquard carpets using ultrasonic vibrations. The objective of the work is to find the optimal parameters of ultrasonic radiation for its application and implementation in the sizing process in order to increase the number of products produced per unit of time.

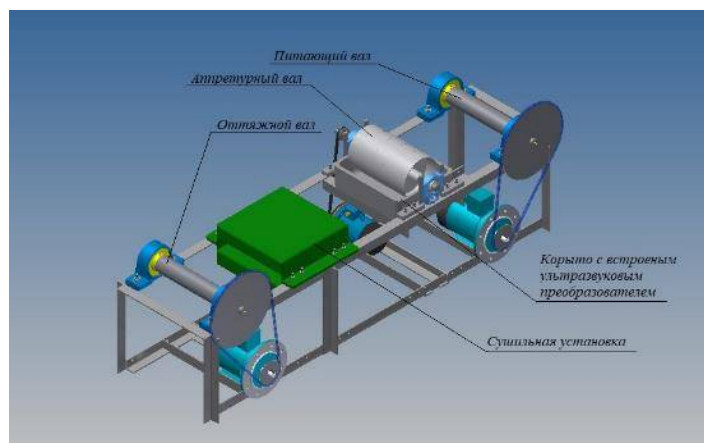
*Ключевые слова:* заключительная отделка, технологический процесс, проклеивание, двухполотные жаккардовые ковровые покрытия, кинематическая вязкость, аппретурная смесь, ультразвук, ультразвуковые колебания, сила закрепления, ворсовые нити.

*Keywords:* final finishing, technological process, sizing, double-floor jacquard carpets, kinematic viscosity, finishing mix, ultrasound, ultrasonic vibrations, fixing force, pile threads.

Проклеивание ковровых материалов – это вид заключительной отделки для придания им требуемых потребительских свойств (формоустойчивость, биостойкость, устойчивость к механическим воздействиям) [1, с. 9].

Заключительной отделкой двухполотных жаккардовых ковровых покрытий, выпускаемых белорусским предприятием ОАО «Витебские ковры», является технологический процесс проклеивания с использованием аппретурной машины «Bejimas-SA» бельгийского производства. Для двухполотных жаккардовых ковровых покрытий технологический процесс проклеивания применяется для создания структуры коврового изделия, а также для повышения стойкости ковровых изделий к механическим воздействиям. По схеме данного технологического процесса спроектирован и изготовлен стенд для проклеивания ковровых материалов с использованием ультразвука.

Трехмерная модель стенда представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Трехмерная модель станда для проклеивания ковровых материалов с использованием ультразвука**

Технические характеристики пьезоэлектрического ультразвукового преобразователя типа PZT, используемого в установке: частота – 35 кГц; максимальная мощность – 100 Вт.

Основным показателем качества, по которому осуществляется контроль пригодности готового коврового изделия, является сила закрепления ворсовых нитей на ковровом полотне. Сила закрепления ворсовых нитей регламентируется и контролируется по государственному стандарту «ГОСТ 14217-87 Материалы текстильные. Напольные покрытия. Метод определения прочности закрепления ворса».

В качестве аппретурной смеси для проклеивания ковровых материалов используется латекс DL 721. Латекс DL721/DL536 является водной дисперсией модифицированного карбоксилированного сополимера бутадиена со стиролом. Данная смесь разработана для использования в производстве тафтинговых ковров как грунтовка, где требуется жесткий гриф, а также для тканых ковров.

Состав, а также процентное соотношение компонентов для приготовления 400 литров аппретурной смеси приведен в таблице 1.

**Таблица 1 – Состав аппретурной смеси**

№ п/п	Наименование хим. материалов	Единицы измерения	Значение, допустимые отклонения	Процентное соотношение компонентов
1.	Дисперсия ПВА (LatexDL 721, DL 536)	л	$280 \pm 5$	70%
2.	Вода	л	$120 \pm 5$	30%
3.	Антивспениватель (при необходимости)	кг	0,25	-

При предварительном исследовании выявлено, что ковровые изделия с двухслойным переплетением имеют недостаточный закрепл. ворсовых нитей из-за плохого проклеивания основы полотна. Это свидетельствует о том, что аппретурная смесь имеет недостаточную проникающую способность.

На опытном станде проведен эксперимент. Для ассортимента сурового коврового покрытия применяемого для проведения эксперимента количество сухого остатка находится в пределах  $80 \pm 5$  г/м<sup>2</sup>. Для соблюдения норм технологического режима аппретурной смеси в жидком состоянии на 1 м<sup>2</sup> требуется 221,914 грамм.

При проведении двухфакторного трехуровневого эксперимента выбраны уровни факторов варьирования (таблица 2), а также разработана матрица планирования эксперимента, содержащая входные и выходные параметры (отклики эксперимента) [2].

**Таблица 2 – Выбор уровней варьирования факторов**

Параметр	Уровни варьирования					
	Натуральные значения			Кодированные значения		
Мощность P, Вт (x)	20	60	100	-1	0	1
Длительность воздействия t, мин (y)	5	10	15	-1	0	1

В таблице 3 представлены результаты ПФЭ типа  $3^2$  с входными и выходным параметрами эксперимента.

**Таблица 3 – Результаты ПФЭ типа  $3^2$**

Входные факторы		Физический параметр клеящего материала	Выходной фактор (отклик эксперимента)
Мощность P, Вт (x)	Длительность воздействия t, мин (y)	Вязкость кинематическая $\nu \cdot 10^6, \frac{м^2}{сек}$ (z1)	Сила закрепления F,(Н) (z2)
отсутствует	отсутствует	2,559	11,08
20	5	2,426	12,75
20	10	2,327	13,33
20	15	2,263	15,78
60	5	2,078	15,77
60	10	2,047	16,82
60	15	2,017	17,53
100	5	1,967	17,78
100	10	1,941	20,52
100	15	1,675	21,06

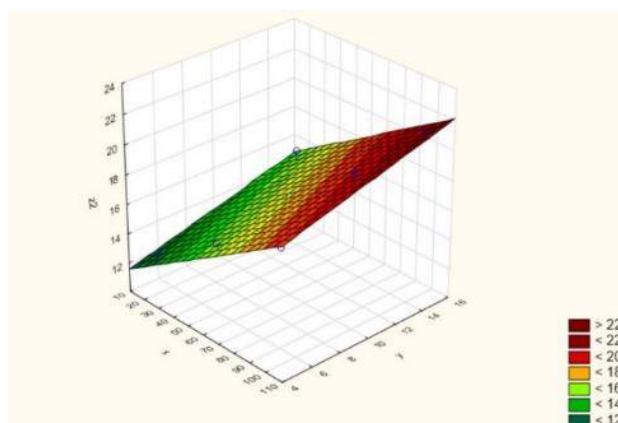
В результате реализации матрицы планирования получены уравнения регрессионных моделей, представленные ниже.

Модель (1) описывает зависимость показателя кинематической вязкости от мощности и времени ультразвукового воздействия:

$$z_1 = 2,613 - 0,006 \cdot x - 0,017 \cdot y \quad (R^2 = 0,94) \quad (1)$$

Модель (2) описывает зависимость силы закрепления ворсовых нитей на ковровом покрытии от времени и мощности ультразвукового воздействия:

$$z_2 = 9,751 + 0,07 \cdot x + 0,269 \cdot y \quad (R^2 = 0,97) \quad (2)$$



**Рисунок 2 – Поверхность отклика силы закрепления ворсовых нитей на ковровом покрытии в зависимости от времени и мощности ультразвукового воздействия**

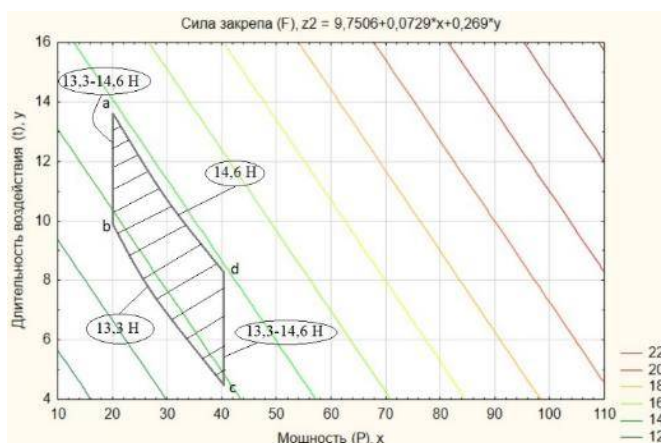
В результате анализа регрессионных моделей получены поверхности отклика кинематической вязкости аппретурной смеси (z1) и силы закрепления ворсовых нитей на ковровом покрытии (z2) (рисунок 2), зависящие от времени и мощности воздействия

ультразвукового излучения. Для повышения показателя качества  $z_2$  необходимо → уменьшение показателя  $z_1$ .

Экспериментальные данные показывают, что влияние ультразвуковых колебаний при проклеивании ковровых материалов повышает силу закрепления ворсовых нитей на ковровом полотне на  $9,98$  Ньютона.

*Оптимизация технологического процесса* заключается в определении режимов работы технологического оборудования, обеспечивающих экстремальное (наибольшее или наименьшее) значение выходного параметра, характеризующего качество технологического процесса или получаемого продукта [2]. В данном случае, объект оптимизации – сила закрепления ворсовых нитей на ковровом полотне. Параметры оптимизации – мощность и длительность ультразвукового воздействия. Для технологического процесса проклеивания ковровых материалов на предприятии ОАО «Витебские ковры» требуется повысить скорость продвижения товара через аппретурный вал без потери показателя качества – силы закрепления ворса на ковровом полотне. Ограничением является средний закреп ворсовых нитей на ковровом полотне, который должен находиться в диапазоне  $13,3$  Н –  $14,6$  Н. Под временем (длительностью) ультразвукового воздействия выступает время, под действием которого аппретурная смесь находится в корыте до момента нанесения ее на ковровое полотно. Т. е. в процессе проклеивания коврового полотна в корыто добавляется необходимое количество новой не озвученной аппретурной смеси примерно равное нанесенной смеси на ковровое полотно за единицу времени.

На рисунке 3 представлена область оптимума ультразвукового излучения для требуемого закрепления ворсовых нитей на ковровом полотне.



**Рисунок 3 – Область оптимума ультразвукового излучения для требуемого закрепления ворсовых нитей на ковровом полотне**

При скорости аппретурного вала аппретурной машины скорость нанесения жидкой аппретурной смеси составляет  $5,2$  л/мин. Аппретурная смесь в корыте емкостью  $100$  л при такой скорости продвижения товара закончится за  $19,2$  минуты. Учитывая полученную область оптимума (область «abcd» на рисунке 3) и исходя из технологических особенностей аппретурной машины «Vajmac-SA», оптимальным временем УЗ воздействия принимается диапазон  $10-13,7$  мин. При таком времени воздействия, согласно полученной области оптимума оптимальное значение мощности УЗ воздействия составит  $20$  Вт. Так как эксперименты проводились в корыте объемом  $2,0-2,4$  литра, то при перерасчете на объем корыта  $100$  л аппретурной машины на производстве оптимальная мощность составит  $833,3$  Вт. Ультразвуковое воздействие с данными параметрами дает возможность увеличить скорость продвижения товара с  $6$  м/мин до  $8,4$  м/мин. Прирост производительности составит  $28,57\%$ .

С учетом полученных оптимальных параметров наработана опытная партия ассортимента 19С4 двухполотных жаккардовых покрытий с двухслойным переплетением, состоящих из нитей следующих характеристик:

1. Для ворсовой основы:

– нить полипропиленовая «Хит-сет» линейной плотности 200 текс;

2. Для коренной основы:

– нить полиэфирная текстурированная линейной плотности 32 текс х 2;

3. Для настилочной основы:

– нить полипропиленовая «Heat-set» линейной плотности 400 текс х 1.

4. Для утка:

– джутовая пряжа (джут 100 %) линейной плотности 830 текс х 1.

Полученные покрытия по результатам испытаний соответствуют всем требованиям к данному ассортименту изделий.

#### **Список литературы**

1. Кричевский, Г.Е. Химическая технология текстильных материалов/Г.Е. Кричевский//Учебник для вузов в 3-х томах. - М.: РосЗИТЛП, 2001. - 298 с.;

2. Дягилев, А.С. Методы и средства исследований технологических процессов: учебное пособие/А.С. Дягилев, А.Г. Коган; УО «ВГТУ». – Витебск, 2012. – 207 с.

3. Хмелев, В.Н., Сливин, А.Н., Барсуков, Р.В., Цыганок, С.Н., Шалунов, А. В. Применение ультразвука в промышленности/В.Н.Хмелев, А.Н.Сливин, Р.В.Барсуков, С.Н.Цыганок, А.В.Шалунов; «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» – Барнаул, 2010. – 300 с.

УДК 628.971:628.974:628.972:628.93:628.97.

## **КОРРЕКТИРОВКА КОНЦЕПЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ КРУПНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ADJUSTING THE MANAGEMENT CONCEPT LIGHTING OF LARGE SETTLEMENTS**

**Семенов Александр Георгиевич  
Semenov Alexander Georgievich**

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Россия, Санкт-Петербург  
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University  
(e-mail: angel.777@mail.ru)*

*Аннотация:* Предложены концепция и обеспечивающая система управления освещением в крупных населенных пунктах. Базовая концепция и система предполагают создание на объекте освещения временных динамически изменяющихся зон разной освещенности. Специфика предложения состоит в обеспечении дополнительной возможности уменьшать освещенность вплоть до нулевой в особых условиях работы компетентных органов.

*Abstract:* The concept and providing lighting control system in large settlements are proposed. The basic concept and system presuppose the creation of temporary dynamically changing zones of different illumination on the lighting object. The specificity of the proposal

is to provide an additional opportunity to reduce the illumination up to zero in the special working conditions of the competent authorities.

*Ключевые слова:* город, внешнее освещение, концепция управления, система управления, автоматизация.

*Keywords:* city, exterior lighting, management concept, control system, automation.

## **1. Введение**

Статья относится к концепциям и системам управления наружным (уличным, садово-парковым) и внутренним (в помещениях зданий и сооружений) искусственным освещением.

Одна из составляющих научно-технического прогресса – растущий процесс автоматизации. Автоматизация городской инфраструктуры формирует так называемый «умный город». Но процесс развития направлен от простого к сложному, более совершенному.

В частности, разнообразие функций Государства и общества в целом, к тому же при бесконечном числе конкретных жизненных ситуаций, – тоже питательная среда такого совершенствования. В рамках правового поля, в скрытых от широкой публики «срезах» событий иногда возникает потребность слежения агентов и подразделений силовых структур (в России – Полиции, Росгвардии, ФСБ, ГРУ и др. за «субъектами» и «объектами». Хорошая освещенность субъекта/объекта наблюдения зачастую мешает оперативной работе. Целесообразно временное местное отключение источника света над наблюдающим(и) агентом(ами) при сохранении освещенности над наблюдаемым(и) субъектом(ами)/ объектом(ами).

## **2. Методы исследования**

Автором в работе использованы теоретические (синтез, абстрагирование, обобщение, дедукция, аналогия) и эмпирические (описание, сравнение) методы исследований.

## **3. Аналитический обзор и проблематика**

Обычно, наружное освещение включают (или включается автоматически) [1] в ночное или иное темное время суток при установленном местном пороговом уровне освещенности и выключают(ется) утром или в иное светлое время суток также при пороговом уровне [2]. Со своими «масштабными» особенностями для республик [3], населенных пунктов (городов, сел, поселков, поселений) [4], автомобильных дорог [1], кварталов, дворов, подъездов и этажных коридоров [5]. Весьма серьезно интеллектуальными системами занимаются, например, в Нидерландах, что подтверждается источниками [6-11]. В России системами управления освещением занимаются и организации разных форм собственности [12-17], и физические лица [18, 19]. Вводится в обиход автоматизация по датчикам движения и эффекту присутствия пользователя [13, 11]. Изобретательские решения направлены на развитие различительной способности [6], альтернативности пути связи [10], сопутствующих систем наблюдения [14, 15], пешеходных переходов и автономности [17], адаптивности к погодным условиям [9], политик [8], алгоритмов [20] и программ [7].

Такое управление освещенностью продиктовано, главным образом, достигнутым техническим уровнем, доступностью элементной базы и экономической выгодой или иной целесообразностью. Энергоэффективность, тем не менее, не всегда удовлетворительна и в большой степени зависит от количества пользователей – пешеходов и иных подвижных субъектов, а также транспортных средств и иных подвижных объектов.

Проведенные (независимо друг от друга автором и экспертизой Федерального института промышленной собственности) информационный поиск и аналитический



обзор отобранных материалов [1-20] позволили выявить и определить наиболее близкий аналог к авторской разработке. Критерий отбора – по назначению и совокупности существенных конструктивных признаков. Речь идет об устройстве и способе энерго-сберегающего управления освещением (на примере уличного), путем создания на объекте освещения временных динамически изменяющихся зон с разным потребным уровнем освещенности [21].

В обычном жизненном ритме такой аналог «работает» и дает несомненную пользу в виде экономии электроэнергии, поскольку свет включается «под конкретного потребителя». В этом суть достигнутого «базового» шага автоматизации.

Однако базовое устройство (равно как и заложенная в него концепция управления) недостаточно совершенны даже на сегодняшний день.

#### **4. Цели и задачи**

*Целью* исследования и разработки является расширение технико-эксплуатационных возможностей (ТЭВ) устройств энергоэффективного управления освещением путем придания ему дополнительных возможностей «вмешиваться», при необходимости (определяемой текущими потребностями силовых структур), в оперативное управление этой системой.

*Задачей* является корректировка (на уровне технических предложений) современной концепции и разработка системы дистанционного управления искусственным освещением с указанной выше дополнительной возможностью в интересах силовых структур.

Подчеркиваем: от концептуального подхода до конкретики включительно.

#### **5. Результаты**

##### **5.1. Концепция реализации поставленной задачи**

Если базовая концепция [21] предусматривает организационно-техническое обеспечение автоматического включения / выключения источников света при появлении пользователя, то предлагаемая концепция [22] предполагает, при сохранении такой возможности «по умолчанию», дополнительную возможность оперативного вмешательства в алгоритм работы системы путем подачи с мобильного (персонального) пульта управления санкционировано доминантной кодированной команды, напротив, отключения «своего» источника света, в обеспечение скрытности своего присутствия.

##### **5.2. Пример реализации предложенной концепции**

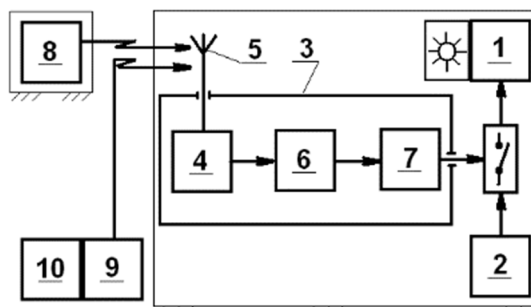
Сущность предложения раскрывается в приведенных ниже частных примерах реализации и иллюстрируется (см. Рисунок).

Устройство управления искусственным освещением, путем создания на объекте освещения временных динамически изменяющихся зон с разным потребным уровнем освещенности, содержит две группы устройств.

Во-первых, стационарную группу устройств, в составе источника 1 света с источником 2 питания и минимум одним электронным блоком 3 управления уровнем освещенности. Блок 3 включает в себя радиоприемник 4 с радиоприемной антенной 5, дешифратор 6, формирователь 7 управляющего сигнала и радиопередатчик 8 с возможностью его включения (при уровне естественной освещенности ниже установленного порогового значения) и передачи кодированных радиосигналов в блок 3.

Во-вторых, мобильные группы устройств (от одного до множества), располагаемые на подвижных субъектах или объектах. Каждая группа – в составе радиопередатчика 9 и шифратора 10 с вариантами кодирования (шифра) и с автоматически изменяемым, в зависимости от дистанции до радиоприемника 4 упомянутой стационарной группы устройств, уровнем кодированного радиосигнала. Предусмотрена возможность реагирования на сигнал с радиопередатчика 9, на дистанции меньше пороговой при

общем варианте кодирования (шифре) А, увеличением уровня освещенности вплоть до максимального.



**Рисунок. Блок-схема устройства управления уличным освещением**

1 – источник искусственного света; 2 – источник питания; 3 – электронный блок управления уровнем освещенности; 4 – радиоприемник; 5 – радиоприемная антенна; 6 – дешифратор; 7 – формирователь радиуправляющего сигнала; 8 – стационарный радиопередатчик; 9 – мобильный радиопередатчик; 10 –мобильный шифратор

Шифратор 10, дешифратор 6 и формирователь 7 управляющего сигнала выполнены с дополнительной возможностью реагирования на сигнал с радиопередатчика 9, на дистанции меньше пороговой при особом варианте кодирования (шифре) Б, уменьшением уровня освещенности вплоть до нулевого.

В частных примерах:

- дешифратор 6 и формирователь 7 управляющего сигнала выполнены с приоритетностью реагирования на сигнал с особым вариантом кодирования (шифром) Б;
- шифратор 10 выполнен с возможностью оперативного перекодирования (смены шифра) пользователем с варианта Б на вариант А;
- радиопередатчик 9 выполнен принудительно отключаемым его пользователем.

При снижении уровня естественной освещенности стационарный радиопередатчик 8 выдает команду (от оператора-диспетчера или автоматически посредством светового датчика или реле времени) на включение электропитания источника(ов) света 1 от источника 2.

Тем не менее, в отсутствие потребителей в подлежащей освещению зоне, питание источника(ов) 1 света, не доходит до последнего(их) – заблокировано блоком 3 по причине отсутствия сигнала выше порогового со стороны потенциально возможных радиопередатчиков 9 субъектов или объектов. Соответственно, зона(ы) погружена(ы) в кромешную темноту, что и называется политкорректно «экономией электроэнергии». Чем больше источников света 1, тем больше экономия. Это – дежурный режим устройства.

При появлении сигнала выше порогового в месте расположения блока 3 хотя бы от одного радиопередатчика 9 (приближение субъекта или объекта к источнику 1), стационарный радиоприемник 4 посредством антенны 5 улавливает сигнал. Автоматически, при положительной идентификации шифра типа А сигнала дешифратором 6, происходит разблокировка блока 3 по управляющему электрическому сигналу с формирователя 7, и электропитание с источника 2 поступает на источник света 1. По мере приближения радиопередатчика 9 к блоку 3, уровень сигнала нарастает, вызывая рост уровня освещенности. При удалении радиопередатчика 9 с уменьшением уровня сигнала от него ниже порогового блок 3 снова блокируется, сигнал от формирователя 7 исчезает, устройство возвращается в спящий режим.

В особом случае (проведение спецопераций силовыми структурами в мешающих оперативной работе в условиях работы источника света 1), при положительной идентификации шифра типа **Б** сигнала дешифратором 6, автоматика отдает предпочтение приоритетному шифру **Б** и блокирует выдачу питания от источника 2 электропитания к источнику 1 света. Освещенность обнуляется и агент(ы) силовой структуры вершат операцию в ими же организованной темноте в зоне своего присутствия. При этом наблюдаемый объект/субъект в зоне с другим источником 1 света, при наличии у него передатчика 9 с шифром типа **А**, освещен.

При входе наблюдаемого субъекта/объекта в зону с источником 1, при наличии «общего» шифра **А**, свет не зажжется, в силу приоритетности шифра **Б**. При возникновении потребности у агента(ов) включить освещение в «своей» зоне, он(они) оперативно переключает(ют), переключателем или набором цифрового кода, передатчик(ки) 9 с шифра **Б** на **А**.

#### **6. Анализ результатов (прогнозируемая эффективность разработок)**

Использование результатов решит задачу по расширению ТЭВ устройства энергоэффективного управления освещением, за счет отсутствующих у базового устройства возможностей скрытного слежения агентов силовых структур за субъектами/объектами.

#### **7. Выводы**

В результате проведенной работы получены следующие *результаты*, имеющие теоретическое и практическое (инновационное) значения:

- показана актуальность проблемы и постановки задачи по ее устранению;
- в результате исследования мирового информационного «ландшафта» получена характеристика уровня науки и техники в данной специфической области и корректно, обоснованно выбран подходящий объект «стартового развития» и сравнения;
- сформулированы, цель, задача и (главное) концепция возможного решения проблемы;
- концепция проиллюстрирована конкретным примером устройства;
- разработка запатентована как изобретение в РФ [22], что свидетельствует о ее мировой новизне, изобретательском уровне и промышленной применимости;
- представляется обоснованным и целесообразным развитие данного направления.

*Происхождение* представленных результатов носит инициативный характер.

#### **Список литературы**

1. *Иванов А.* Управление уличным освещением. Когда в России станет светло поумному? // 2017. <https://iot.ru/gorodskaya-sreda/upravlenie-ulichnym-osveshcheniem-kogda-v-rossii-stanet-svetlo-po-umnoму>.
2. *Кичигин А.* Экономия и надежность // Под знаком качества, Вып. 11.09.2020. <https://gudok.ru/zdr/178/?ID=1534514>.
3. МегаФон включил «умное» освещение в Дагестане // 2020. <https://www.riakhr.ru/megafon-vklyuchil-umnoe-osveshchenie-v-dagestane/>.
4. «Умный город» Тольятти: Если говорить о перспективах, то они внушают оптимизм // 2020. <https://augustnews.ru/umnyj-gorod-tolyatti-esli-govorit-o-perspektivah-toni-vnushayut-optimizm/>.
5. «Умный» квартал в Москве поможет протестировать передовые IoT технологии // 2017. <https://3dnews.ru/946785>.
6. *Де-Хан Г.* Система освещения для усиления внешнего вида объекта и способ усиления. Патент на изобретение № 2550737 РФ. Кл. МПК H05B 37/02, G03B 21/26, H04N 5/225. 17.03.2011, 10.05.2015, Б.И. № 13.

7. *Книббе Э.Й., Бонне Н.Ф.Л.* Способ управления системой наружного освещения, компьютерный программный продукт, устройство управления и система наружного освещения. Патент на изобретение № 2588032 РФ. Кл. МПК H05B 37/02. 27.06.2015, Б.И. № 18.

8. *Чаллапали Д.К.С., Кавалканти А.Т., Ван Ц., Чжэй Х.* Система управления освещением для сетей наружного освещения на основе политик. Патент на изобретение № 2597207 РФ. Кл. МПК H05B 37/02. 10.09.2016, Б.И. № 25.

9. *Чжэй Х., Ван Ц., Кавалканти Д.А.Т. и др.* Адаптивно управляемая система наружного освещения и способ ее работы. Патент на изобретение № 2604654 РФ. Кл. МПК H05B 37/02. 10.12.2016, Б.И. № 34.

10. *Матовина Е., Дерло О.Я., Хюппен Й.В.Г.* Система и способ предоставления альтернативного пути связи для управления элементами осветительной сети. Патент на изобретение № 2635379 РФ. Кл. МПК H05B 37/02. 13.11.2017, Б.И. № 32.

11. *Нолан Д.Ч., Лоренсон М.Д., Ван Эувейк А.Х.В. и др.* Дорожное освещение. Патент на изобретение № 2713925 РФ. Кл. МПК H05B 37/02. 11.02.2020, Б.И. № 5.

12. *Виноградов А.В., Виноградова А.В., Лёвочкина Ю.И., Филиппова А.И.* Способ автоматизированного энергосберегающего управления освещением участков автомобильных дорог. Патент на изобретение № 2730930 РФ. Кл. МПК H05B 47/00. 26.08.2020, Б.И. № 24.

13. *Лазарева В.А.* Устройство управления уличным и внутренним освещением. Патент на полезную модель № 141039 РФ. Кл. МПК H05B 37/02. 27.05.2014, Б.И. № 15.

14. *Иванченко С.Т., Ракутин А.Н., Петричкович Я.Я.* Система регулирования уличного освещения и определения правонарушений и внештатных происшествий. Патент на полезную модель № 127866 РФ. Кл. МПК F21S 9/00. 10.05.2013, Б.И. № 13.

15. *Иванченко С.Т., Ракутин А.Н., Петричкович Я.Я.* Система регулирования уличного освещения и определения правонарушений и внештатных происшествий. Патент на изобретение № 2554073 РФ. Кл. МПК F21S 9/00. 27.06.2015, Б.И. № 18.

16. *Анисимов И.А.* Устройство освещения пешеходного перехода. Патент на полезную модель № 101048 РФ. Кл. МПК E01F 9/00. 10.01.2011, Б.И. № 1.

17. *Ковалев М.В.* Автономный уличный осветитель. Патент на полезную модель № 152282, РФ. Кл. МПК F21S 9/00. 20.05.2015, Б.И. № 14.

18. *Лебедь Л.Н., Чепурной Ю.В.* Автоматизированная система управления освещением дорог. Патент на изобретение № 2453761 РФ. Кл. МПК F21S 9/00. 20.06.2012, Б.И. № 17.

19. *Можжаев А.Л., Кожевников Д.Ю.* Управляющее устройство, система и способ управления освещением. Патент на изобретение № 2605237 РФ. Кл. МПК F21S 10/00, H05B 37/02. 20.12.2016, Б.И. № 35.

20. *Дамслет Я.В.* Управляющее устройство, устройство и способ для общественного освещения. Патент на изобретение № 2427985 РФ. Кл. МПК H05B 37/02, F21S 4/00, F21S 9/00, F21S 10/00. 27.08.2011, Б.И. № 24.

21. *Ефремов В.А.* Способ и устройство энергосберегающего управления уличным освещением (варианты). Патент на изобретение № 2700677 РФ. Кл. МПК H05B 37/02, B60Q 1/14. 20.09.2019, Б.И. № 26.

22. *Семенов А.Г.* Устройство для управления уличным освещением. Патент на изобретение № 2726163 РФ. Кл. МПК H05B 47/10. 10.07.2020, Б.И. № 19.

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОПИТКИ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
ПРИ ФОРМИРОВАНИИ КОМПОЗИТОВ СТРОИТЕЛЬНОГО  
НАЗНАЧЕНИЯ**  
**INTENSIFICATION OF IMPREGNATION OF NONWOVENS IN THE  
FORMATION OF CONSTRUCTION COMPOSITES**

**Коган Александр Григорьевич\*, Ясинская Наталья Николаевна\*,  
Скобова Наталья Викторовна\*, Разумеев Константин Эдуардович\*\***  
**Kogan Alexandr Grigoryevich\*, Yasinskaya Natalia Nikolaevna\*,  
Skobova Natalia Viktorovna\*, Razumeev Konstantin Eduardovich\*\***

*\*Витебский государственный технологический университет, Беларусь, Витебск*  
*\*Vitebsk State Technological University, Belarus, Vitebsk*

*(e-mail: Kogan-AG@rambler.ru, YasinskayaNN@rambler.ru, skobova-nv@mail.ru)*

*\*\*Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии,  
Дизайн. Искусство), Россия, Москва*

*\*\*The Kosygin State University of Russia, Moscow*

*Аннотация:* Рассмотрены вопросы подготовки водной дисперсии стирол-акрилата путем ультразвукового воздействия для эффективной пропитки нетканых материалов из полиэфирных волокон при формировании полимерных композитов строительного назначения.

*Abstract:* Preparation of water dispersion of styrene-acrylate by ultrasonic action for effective impregnation of nonwovens made of polyester fibers in the formation of polymer composites for construction.

*Ключевые слова:* композит, пропитка, дисперсия стирол-акрилата, ультразвук, нетканые материалы.

*Key words:* composite, impregnation, dispersion of styrene-acrylate, ultrasound, nonwoven materials.

Важнейшее влияние на качественные показатели полимерных композитов, полученных способом пропитки нетканых материалов оказывает равномерность распределения полимерного связующего в объеме волокнистого материала, что определяется полнотой пропитки. При использовании в качестве связующего полимерных дисперсий полнота пропитки может быть охарактеризована количеством отложившейся в объеме материала дисперсной фазы [1]. Дисперсные частицы проникают в капилляры и поры волокнистого материала, происходит их сорбция и отложение на волокнах. Когда размеры частиц достаточно велики, может происходить частичное или полное их отфильтровывание, что приводит к снижению полноты пропитки. Поэтому получение дисперсий сверхтонкой дисперсности имеет важное значение, так как от степени измельчения зависят многие характеристики готовых материалов.

Инновационным подходом в решении данного вопроса является ультразвуковая (УЗ) обработка дисперсии. Механизм действия ультразвука на дисперсную фазу заключается в том, что при действии ультразвука на гетерогенную систему на границе раздела фаз возникают зоны сжатия и разрежения, которые, в свою очередь, создают давление. Избыточное давление, создаваемое ультразвуковой волной, накладывается на постоянное гидростатическое давление и суммарно может составлять несколько атмосфер. В фазу разрежения во всем объеме жидкости, особенно у границ раздела фаз, в

местах, где имеются пузырьки газа и мельчайшие твердые частицы, образуются полости (кавитационные пузырьки). При повторном сжатии кавитационные пузырьки захлопываются, развивая давление до сотен атмосфер. Образуется ударная волна высокой интенсивности, которая приводит к механическому разрушению твердых частиц [2]. Ультразвуковое диспергирование позволяет получать однородные высокодисперсные фазы.

Целью данной работы является изучение эффективности предварительной подготовки водной дисперсии стирол-акрилата в среде ультразвука для интенсификации процесса пропитки нетканых полиэфирных материалов используемых в строительной отрасли.

Подготовка дисперсии проводилась с использованием лабораторной ультразвуковой ванны УЗВ-1,3/2 ЗАО НПО «Техноком», мощностью ультразвукового генератора 100 Вт, ультразвуковыми пьезоэлектрическими преобразователями частотой 35 кГц. Мощность ультразвуковых колебаний регулируется от 0 до 100 Вт с шагом 10 Вт. Устройство имеет дополнительный нагревательный элемент и датчик температуры, которые позволяют поддерживать температуру среды в ванне до 70°C.

В качестве варьируемых факторов выбраны продолжительность УЗ обработки ( $X_1$ ) дисперсии и мощность ультразвуковых колебаний ( $X_2$ ) Температура дисперсии поддерживалась на постоянном уровне  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ . Уровни варьирования входных факторов представлены в таблице 1.

Эксперимент проводился по D-оптимальной матрице Коно  $3^2$  с двумя повторностями опытов. В качестве выходного параметра исследовали оптическую плотность озвученной дисперсии (D) спектрофотометрическим методом на спектрофотометре Solar при длине волны ультрафиолетового спектра 205 нм в режиме поглощения [3].

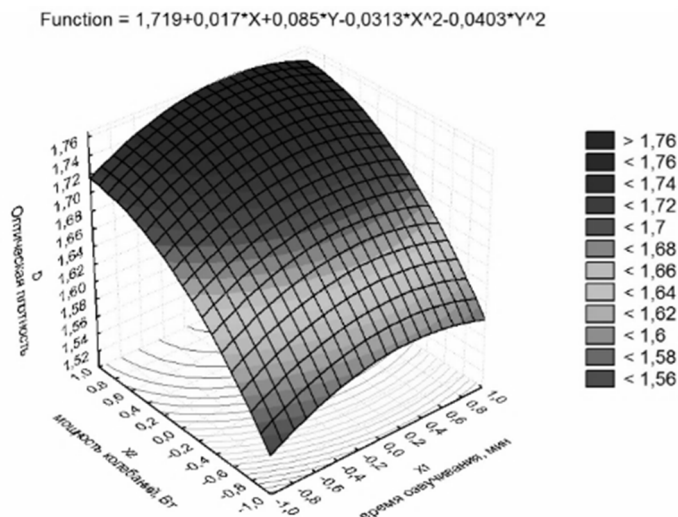
**Таблица 1. Уровни варьирования входных факторов**

Параметры	Уровни варьирования					
	Натуральные значения			Кодированные значения		
Продолжительность озвучивания, мин – $X_1$	5	15	25	-1	0	+1
Мощность ультразвуковых колебаний, Вт – $X_2$	20	60	100	-1	0	+1

После обработки экспериментальных данных получена регрессионная зависимость оптической плотности дисперсии от длительности озвучивания и мощности ультразвуковых колебаний (1):

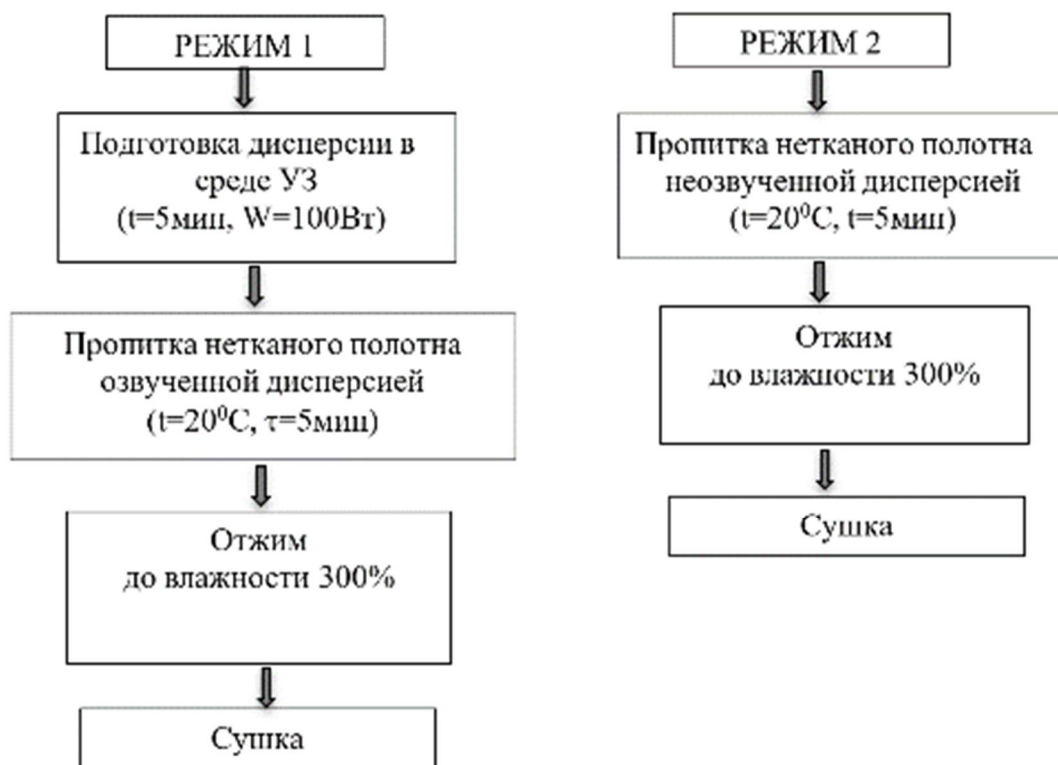
$$D = 1,719 + 0,017 \cdot X_1 + 0,085 \cdot X_2 - 0,0313 \cdot X_1^2 - 0,0403 \cdot X_2^2 \quad (1)$$

Проведенный дисперсионный анализ показал, что расчетное значение критерия Фишера ( $F\text{-value} = 20004,5$ ), значительно больше табличного ( $F_T=5.79$ ) при уровне значимости  $p < 0.05$ , что указывает на достоверность разработанной модели. По полученному уравнению построена графическая зависимость анализируемых параметров (рисунки 1). Анализ графика показывает, что на степень диспергирования продолжительность озвучивания существенного влияния не оказывает, наиболее значимым параметром является мощность ультразвуковых колебаний. Таким образом, оптимальными технологическими режимами озвучивания водной дисперсии являются продолжительность озвучивания 5-10 минут (минимально возможное с экономической точки зрения), мощность ультразвуковых колебаний 100 Вт.

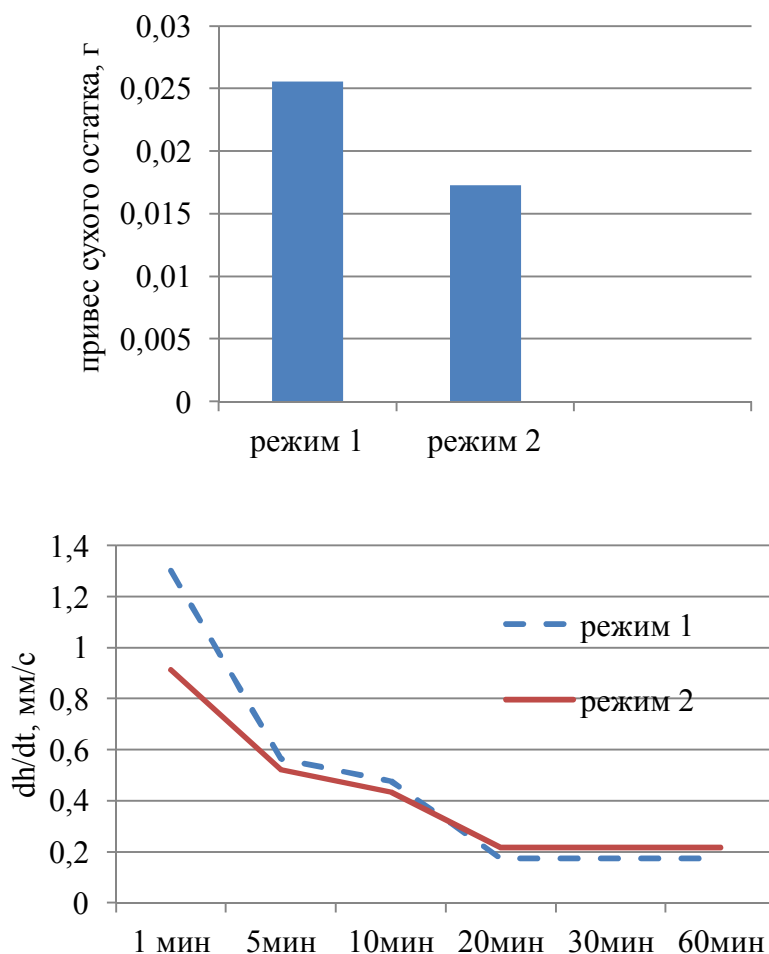


**Рис. 1. Зависимость оптической плотности дисперсии стирол-акрилата от длительности озвучивания и мощности УЗ**

Для установления эффективности применения ультразвуковой подготовки полимерной дисперсии проведены исследования оценки скорости ( $dh/dt$ ) и полноты пропитки нетканых материалов озвученной по оптимальным параметрам дисперсией стирол-акрилата. Объектом исследования являлся нетканый материал из полиэфирных волокон ( $510 \text{ г/м}^2$ ). Формирование образцов композита проводилась по двум режимам (рисунок 2). Результаты исследований представлены на рисунке 3.



**Рис. 2. Режимы подготовки образцов полимерного композита**



**Рис.3. Результаты исследования полноты и скорости пропитки нетканого материала дисперсией стирол-акрилата**

Анализ экспериментальных данных показывает, что ультразвуковая подготовка водной дисперсии позволяет увеличить полноту пропитки, что подтверждается большим значением привеса сухого вещества в готовом композите.

На кривых зависимости скорости пропитки от продолжительности можно выделить два характерных периода:

- быстрая стадия пропитки, которая продолжается 300 – 450 с независимо от режима формирования композита, определяется вязким сопротивлением полимерного связующего, на этой стадии происходит заполнения легкодоступных пор нетканого материала;
- медленная – диффузионная, которая контролируется диффузионным сопротивлением, на этой стадии происходит заполнение тупиковых пор и капилляров волокнистого материала, содержащих «зашемленный» воздух.

Как видно, при пропитке озвученной дисперсией значительно ускоряется быстрая стадия пропитки. В непрерывном технологическом процессе нетканое полотно проходит через пропиточную ванну за короткое время, поэтому успевают заполниться полимерным связующим исключительно легкодоступные поры, продолжительность пропитки определяется скоростью быстрой стадии.

Таким образом, в результате экспериментальных исследований установлено, что ультразвуковая подготовка водной дисперсии стирол-акрилата позволяет увеличить скорость пропитки на 40 – 45%, полноту пропитки более чем в 1,5 раза.



### Список литературы

1. Воюцкий С. С. Курс коллоидной химии: 2-е изд. перераб. и доп. М. : Химия, 1976. 512 с.
2. Хмелёв В.Н., Хмелёв С.С., Цыганок С.Н., Титов Г.А. Ультразвуковая пропитка полимерных композиционных материалов // Южно-сибирский научный вестник. 2012. №2. С. 192-196.
3. Скобова, Н.В., Ясинская Н. Н. Подготовка дисперсных систем к пропитке текстильных материалов из полиэфирных волокон в условиях ультразвуковых колебаний // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2019. № 2 (37). С. 97 - 103.

УДК 687.053.452

## АНАЛИЗ ПРОЦЕССА НАТЯЖЕНИЯ ИГОЛЬНОЙ НИТКИ В ЧЕЛНОЧНОЙ ШВЕЙНОЙ МАШИНЕ ANALYSIS OF NEEDLE THREAD TENSION PROCESS IN A SHUTTLE SEWING MACHINE

Дудко Сергей Леонидович, Козлов Александр Сергеевич,  
Макарова Наталья Александровна  
Dudko Sergey Leonidovich, Kozlov Alexander Sergeevich,  
Makarova Natalya Alexandrovna

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.  
Искусство), Россия, Москва  
Russian state university of A.N. Kosygin, Moscow  
(e-mail: askozlov53@mail.ru, d212sovet@mail.ru)*

*Аннотация:* рассмотрены вопросы влияния натяжения швейных ниток на этапы стежкообразования, целостность и качество получаемой строчки при работе на швейной машине.

*Abstract:* the issues of the effect of sewing thread tension on the stitch formation stages, the integrity and quality of the resulting line when working on a sewing machine are considered.

*Ключевые слова:* швейные нитки, натяжение, деформация, крутка ниток, ниточные соединения, качество, устройства натяжения.

*Keywords:* sewing threads, tension, deformation, twisting of threads, thread joints, quality, tension devices.

Появление новых видов профессий, современной культуры, досуга, изменения образа жизни человека требует разработки новых разнообразных изделий легкой промышленности. Одним из наиболее важных факторов при изготовлении востребованной конкурентоспособной продукции является качество изделий. Для создания сложных форм и конструкций изделия используют различные технические приемы и конструктивные элементы, одним из которых являются ниточные швы.

Качество ниточных соединений определяется комплексом показателей, которые можно разделить на пять групп:

1 группа – эстетические показатели. В эту группу объединены показатели, влияющие на внешний вид ниточных швов (ровность и целостность линии строчки, равномерность частоты строчки, плотность затяжки стежков и т.п.);

2 группа – деформационные показатели. Во вторую группу объединены показатели, определяющие деформационные свойства швов (стягивание материала нитками строчки, посадка слоев материала и т.п.);

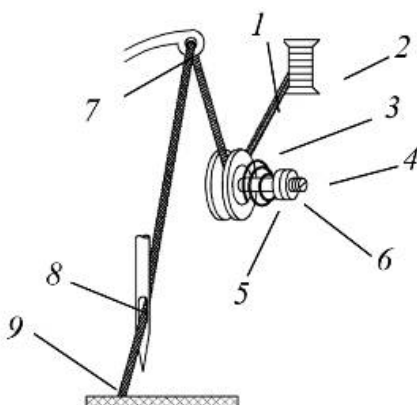
3 группа – механические показатели, определяющие устойчивость конструкции швов к действию деформаций направленных вдоль и поперек строчки (прочность и удлинение шва вдоль строчки, прочность шва поперек строчки, жесткость шва, повреждаемость (прорубка) материала иглой и т.п.);

4 группа – эксплуатационные показатели, определяющие выносливость и долговечность шва, его устойчивость к истиранию, светопогоде, стиркам, химчистке, распускаемость строчки, осыпаемость ткани в шве;

5 группа - экономические показатели, определяющие экономичность выполнения ниточных соединений [1].

При выполнении ниточного соединения швейные нитки испытывают сложный комплекс воздействий, вызывающих изменения показателей их структуры и физико-механических свойств. Существенное влияние на процесс стежкообразования, постоянство длины стежка, ровность и целостность получаемой строчки оказывает натяжение игольной нитки и направление ее крутки.

На рис. 1 показан рабочий участок игольной нитки (от бабины ниток до сшиваемого изделия).



**Рис. 1. Рабочий участок игольной нитки**

1 - игольная нитка, 2 - бабина с нитками, 3 - раздвижные тарелочки, 4 - шпилька, 5 - коническая спиральная пружина, 6 - регулировочная гайка, 7 - глазок нитеподатчика, 8 - ушко иглы, 9 - изделие

Игольная нитка 1, сматываясь с бабины 2, проходит между двумя раздвижными тарелочками 3, свободно сидящими на шпильке 4 и прижатые друг к другу конической спиральной пружиной 5. Далее нитка проходит через глазок нитеподатчика 7, ушко иглы 8 и участвует в образовании строчки на изделии 9.

При движении игольной нитки происходит ее деформация на участке бабина-тарелочки под воздействием пружины 5, что приводит к раскручиванию или закручиванию нитки, в зависимости от направления ее крутки. При раскручивании игольной нитки на участке бабина-тарелочки она теряет свою прочность, что увеличивает вероятность ее обрыва. При закручивании нитки на участке бабина-тарелочки на ней образуются узелки, которые могут повлиять на обрывистость нитки при дальнейшем движении [2].

Челночная швейная машина должна создавать нормально утянутую строчку с переплетением ниток в середине соединяемых слоев материала. Нитка 1, проходящая между тарелочками 3, зажимается между ними, что создает натяжение нитки  $T$ . Величина натяжения нитки 1 регулируется с помощью поворота навинченной на конец шпильки 4 гайки 6, изменяющей силу пружины 5 и усилие прижатия тарелочек 3 к нитке 1, а, следовательно, ее натяжение  $T$ .

Полная сила натяжения  $T$  нитки определяется по формуле:

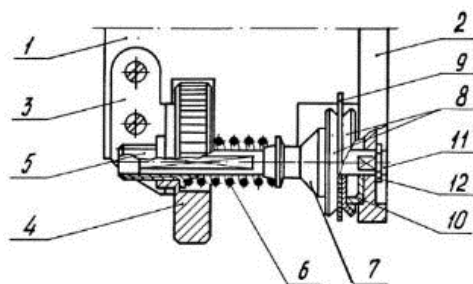
$$T = T_1 e^{f_1 \alpha} + [P(f_2 + f_3)(e^{f_1 \alpha} - 1) / f_1 \alpha],$$

где  $T_1$  - усилие, необходимое для сматывания нитки с бабины;  $e$  - основание натурального логарифма;  $\alpha$  - угол охвата ниткой поверхности шпильки 4;  $f_1$  - коэффициент трения нитки 1 о поверхность шпильки 4;  $P$  - сила пружины 5, прижимающей тарелочки 3 к нитке 1;  $f_2$  и  $f_3$  - коэффициенты трения нитки 1 о плоскости тарелочек 3.

Для решения данной проблемы известно устройство [3] содержащее в регуляторе натяжения игольной нити прижимную втулку, управляющий диск с прижимной пружиной, обеспечивающей поджатие двух дисков, втулку, расположенную между пружиной и дисками. Прижимная втулка размещена в резьбовом отверстии управляющего диска и выполнена с фигурным отверстием по форме вала, жестко зафиксированного в плате.

Соосное расположение всех конструктивных элементов позволяет упростить кинематические связи, выполнить его компактным и повысить надежность.

На рис. 2 представлена схема регулятора натяжения игольной нитки, содержащего прижимную втулку.

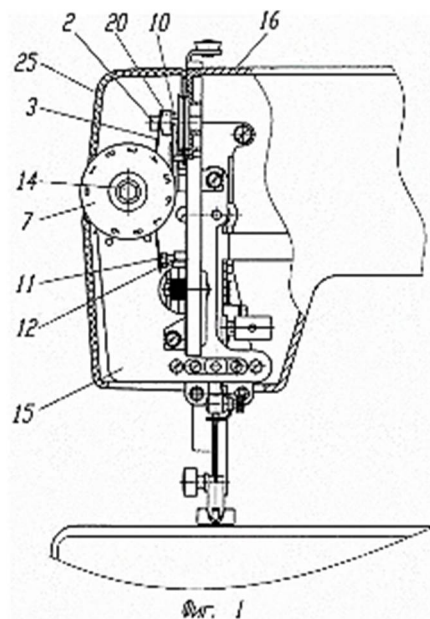


**Рис. 2. Схема регулятора натяжения игольной нитки, содержащего прижимную втулку**

1,2 - взаимно перпендикулярные платы; 3 - кронштейн; 4 - управляющий диск; 5 - прижимная втулка; 6 - прижимная пружина; 7 - втулка; 8 - диски; 9 - пластина; 10 - опорная шайба; 11 - вал; 12 - шайба

Так же известно устройство [4] натяжения нитки иглы на швейных машинах, содержащее смонтированный на корпусе стержень, несущий подпружиненные плоской пружиной шайбы для зажима нитки, нитенаправитель, кулачок с рукояткой регулирования усилия плоской пружины и устройство для освобождения натяжения нитки, включающее штангу, нижним концом шарнирно соединенную с рычагом ручного подъема лапки, а верхним - кинематически связанную с шайбами. Устройство отличается тем, что штанга снабжена выступом, взаимодействующим с отводчиком штанги, установленным на корпусе и вилкой, охватывающей стержень, взаимодействующей с шайбами и верхним концом плоской пружины, которым она надета на стержень. Пружина выполнена фигурной и в средней части взаимодействует с кулачком, а нижним концом с упором, установлена на корпусе.

На рис. 3 представлена схема швейной машины с регулятором натяжения нитки иглы, содержащего смонтированный на корпусе стержень.



**Рис. 3. Схема швейной машины с регулятором натяжения нитки иглы, содержащего смонтированный на корпусе стержень**

2 - стержень; 3 - подпружиненная плоская пружина; 7 - рукоятка кулачка; 10 - втулка освобождения; 11 - винт; 12 - гайка; 14 - шарнирный винт; 15 - кронштейн; 16 - корпус швейной машины; 25 - фронтальная крышка

Рассмотренные устройства позволяют частично решить проблему деформирования игольной нитки и сократить ее обрывистость, но принцип работы этих устройств остается неизменным – натяжение игольной нитки обеспечивается ее сжатием между подпружиненными дисками.

Для устранения такого эффекта необходимо разработать подход к созданию устройства натяжения игольной нитки, исключая ее взаимодействие с тормозящими элементами регулятора натяжения швейной машины.

#### Список литературы

1. Гиясова Д.Р., Ражабова Н.Б. Изучение показателей качества ниточных швов и факторов, влияющих на них // Молодой ученый. 2017. №14 (148). С. 60-61.
2. Козлов А.С., Макарова Н.А. Влияние конструкции устройств натяжения ниток швейных машин на качество выполнения челночных строчек // Инновации и современные технологии в индустрии моды: материалы III Всероссийской научно-практической конференции. НТИ (филиал) РГУ им. А.Н. Косыгина. – Саратов: Амирит, 2020. С. 104-107.
3. Приступа С.И., Хахавин Ю.С. Регулятор натяжения игольной нити швейной машины. Патент №2134317, 1999.
4. Умяров Р.К., Комаренко Г.А., Захаров А.В., Никитин В.А., Трантина Т.И., Цаплин В.М., Обозов В.А. Регулятор натяжения нитки иглы на швейных машинах. Патент РФ №2202017, 2003.
5. Сторожев В.В. Машины и аппараты легкой промышленности. М.: Издательский центр Академия, 2010. 400 с.

**МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ УМЕНИЙ У  
БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ  
METHODS OF FORMING CONSTRUCTIVE SKILLS FROM FUTURE  
TEACHERS**

**Кулиева Дилафруз Раджабовна, Саидова Азиза Собировна,  
Шаприпова Шахруза Нусрат Кизи, Сулаймонова Саломат Самандар кизи  
Kuliyeva Dilafruz Rajabovna, Saidova Aziza Sobirovna,  
Shapripova Shahruza Nusrat Kizi, Sulaimonova Salomat Samandar Kizi**

*Бухарский инженерно-технологический институт, Бухара (Узбекистан)  
Bukhara Institute of Engineering and Technology, Bukhara (Uzbekistan)  
(e-mail: azizas1991@mail.ru dilafruz.kuliyeva@mail.ru)*

*Аннотация:* В статье анализируется процесс обучения в вузе студентов педагогических специальностей с целью выявления основных форм и методов, обеспечивающих формирование конструктивных умений будущих специалистов на материале изучения педагогики.

*Annotation:* The article analyzes the process of teaching students of pedagogical specialties at a university in order to identify the main forms and methods that ensure the formation of constructive skills of future specialists on the basis of the study of pedagogy.

*Ключевые слова:* вуз, учебно-воспитательный процесс, конструктивные умения, студенты педагогического профиля.

*Key words:* university, educational process, constructive skills, pedagogical students.

Одной из важных задач педагогической теории и практики на современном этапе является формирование творческой личности. Уже в дошкольном возрасте можно начинать решение этой проблемы. Наиболее эффективное средство для этого – конструктивная деятельность. Говоря о конструктивных умениях, необходимо разобраться в определении понятия конструирования. Под конструированием понимают приведение в определённое взаимоположение различных предметов, частей, элементов. Конструирование подразделяют на два типа: техническое и художественное. Независимо от типа, любое конструирование проходит два взаимосвязанных этапа: создание замысла и исполнение замысла. Создание замысла обычно связывают больше с творчеством, так для создания замысла необходимо обдумать и распланировать процесс предстоящей практической деятельности: как будет представлен конечный результат, определить способы и последовательность его достижения. Практическая деятельность, направленная на использование замысла, не является чисто исполнительской. Для формирования конструктивных умений необходимо развивать конструктивное мышление. Конструктивное мышление подразумевает наличие умения видеть объект в комплексе и при этом представлять себе соотношение его частей. Это умение делать в уме объект как бы прозрачным, не зная при этом контуров составных частей, по-другому, это умение видеть невидимые линии и части, умение мысленно расчленять его, собирать и преобразовывать.

Без четкого понимания структурных особенностей конструктивных способностей будущих учителей невозможно в достаточной мере знать его суть. С этой целью мы рассматриваем структуру конструктивных способностей, сочетающую в себе мотивационно-познавательный, когнитивный, эмоционально-рефлексивный и организаци-

онно-функциональный компоненты. Мотивационно-ценностные способности в конструктивных способностях объясняются тем, что будущий педагог основан на единстве целей и задач, является системным профессиональным педагогом и стремится к конструктивному разрешению конфликтных ситуаций в педагогическом сотрудничестве. Мотивационно-ценностная составляющая проявляется в системе причин (потребностей, мотивов, целей), которые влияют или отбивают у человека желание конфликтовать с другими, в существующих чертах в основных сферах индивидуальности (ментальных характеристиках), системе ценностей, установках индивидов в педагогической сфере. По мнению А. Маслоу, потребности образуют мотивационную сферу человека, в которой потребности создают потребность в самопонимании. Конструктивные способности включают меру реализации основных сильных сторон, потребностей, способностей, причин, интересов педагогической деятельности будущего учителя. Этот компонент включает в себя цели по развитию будущих навыков учителя, признанию своих существующих конструктивных способностей, развитию их интереса к разрешению конфликтов, пониманию их роли в профессиональном самосознании и выявлению новых возможностей личности.

Целью педагогической подготовки в вузе является развитие педагогической направленности личности студента и формирование его готовности к работе в учебно-воспитательных учреждениях. Однако в русле профессиональной подготовки будущего учителя изучение педагогической теории и организация педагогической практики педагогика высшей школы составляют относительно самостоятельные и автономные, но органически взаимосвязанные компоненты целостного образовательного процесса. Изучив уровень разработанности проблемы в теории и практике высшего педагогического образования, мы уточнили, что конструктивные умения специалиста педагогического профиля обеспечивают реализацию ряда тактических целей: структурирование преподаваемого курса, подбор конкретного содержания для специальных разделов, выбор форм проведения занятий. Как правило, занятия по конструированию и моделированию наиболее разнообразны по форме организации и методическим приемам обучения, использованию наглядных и технических средств обучения. В качестве основных средств наглядности используются динамические пособия, магнитная доска, фланелеграф, а также технические средства. В швейной промышленности используется единый метод конструирования одежды, разработанный Центральным научно-исследовательским институтом швейной промышленности. Этот метод конструирования одежды расчетно-аналитический. Он научно обоснован и базируется на антропометрических измерениях населения. Преимущество этого метода в том, что формулы имеют математическое обоснование и отражают реальные закономерности между отдельными элементами конструкции. Чертежи конструкции строятся путем геометрических и графических разверток, сглаженных контуров фигуры человека с необходимыми прибавками на свободное облегание и декоративное оформление. При индивидуальном изготовлении швейных изделий наибольшее распространение получил расчетно-мерочный способ. В основе его лежат непосредственно измерения фигуры человека и определенные расчеты, необходимые для построения чертежа. Следует отметить, что все методы расчетно-графической системы конструирования постоянно совершенствуются, претерпевают изменения. Деятельность учащихся в процессе обучения конструированию швейных изделий заключается в разработке технологической документации (инструкционных карт) и изготовлении чертежей швейных изделий. На первый взгляд может показаться, что в учебном процессе чтение и составление чертежей неразделимы. В действительности это не так. Это умение достигается в результате целенаправленной работы учителя с учащимися. Обучение чтению чертежа начинается с того, что учитель демонстрирует готовое изделие и называет его отдельные элементы. Рекомен-

дуются брать изделия простой формы. Затем учитель показывает макет изделия и обращает внимание на среднюю линию, проведенную на макете и делящую его на две равные части. Используя динамическое пособие с нарисованной на нем фигурой человека, накладывая правую половину на левую, можно продемонстрировать идентичность частей фигуры человека.

Моделирование одежды - это сложный, трудоемкий процесс, требующий специальных знаний, творческих фантазий, художественного вкуса. В нашей стране моделирование одежды имеет важное государственное значение, так как оно призвано направлять и воспитывать вкусы людей.

При изучении моделирования учащиеся получают познавательные сведения об истории развития одежды, ее классификации, об особенностях разработки моделей в соответствии с назначением изделий, сезоном, фигурой человека, для которого она предназначается. Учащиеся изучают требования, которые предъявляются к одежде разного назначения. На основе выполненных базовых конструкций швейных изделий они учатся применять элементы моделирования в соответствии с выбранным фасоном. Учащиеся должны усвоить, что одежда классифицируется по целевому назначению, способу употребления, по половозрастным признакам, росту и полноте и т.д.

По целевому назначению одежда подразделяется на домашнюю, повседневную, выходную, одежду для отдыха, спортивную, производственную, форменную. По способу употребления на: верхнюю, легкое платье, белье. В зависимости от того, в какое время года ее носят на: летнюю, зимнюю, демисезонную. По половозрастным признакам на: женскую мужскую и детскую. По размеру на: детскую - с 24-го размера и взрослую - с 44-го размера. По росту: с 1-го по 5-й рост, по полноте: малой полноты, средней и большой.

Моделирование одежды основано на трех основных принципах:

1. соответствии одежды внешнему и внутреннему облику человека;
2. соответствии одежды ее назначению;
3. соответствии используемого материала форме, назначению одежды.

Занятия по изучению моделирования одежды носят творческий характер и тесно связаны с изобразительным искусством. Так, учащиеся знакомятся с работой художника-модельера, учатся подбирать ткань разработанной модели, определять наиболее целесообразные средства художественного оформления швейных изделий, решать вопросы соподчинения различных частей одежды. Как правило, все эти занятия проводятся с использованием большого количества наглядных пособий, технических средств обучения, с подключением заданий творческого характера.

Проведение занятий по изучению моделирования одежды может проходить следующим образом:

1. Учитель на выкройке основы, выполненной в М 1:2, с помощью магнитодинамического пособия или фланелеграфа показывает, как выполнить моделирование того или иного фасона изделия. Учащиеся продлевают эту же работу на основе (М 1:4) в своих рабочих тетрадях или альбомах, оформляют свою работу таким же образом, как это представлено в пособии учителя: рисуют модель изделия, наклеивают одну патронку, на которой нанесены линии изменения, обозначающие линии подрезов, раздвижки, ставят расчетные единицы; описывают этапы моделирования; наклеивают вторую патронку полочки, с которой уже проделаны все необходимые операции.

Достоинства этой методики состоят в том, что учащиеся легко усваивают материал; в классе создается единый рабочий ритм; учитель может контролировать работу всего класса. Недостатком методики является отсутствие самостоятельности у школьников при выполнении задания.

2. Учитель проводит инструктаж по работе с помощью инструкционных карт. В инструкционных картах дается необходимый познавательный материал, изображены модели одежды или отдельные элементы, которые предстоит учащимся моделировать (в задание входит не более трех моделей). При выполнении работы учитель рекомендует учащимся обращаться к динамическим пособиям.

В конце занятий учитель вызывает к доске учащихся из разных звеньев, дает им аналогичные задания, на выполнение которых отводится определенное время. В случае затруднения разрешается обратиться за помощью к членам своего звена. Следующего члена звена вызывают к доске для того, чтобы нарисовать фасон изделия, в котором используется выполненный способ перевода нагрудной вытачки. Следующий представитель записывает на доске этапы выполнения работы.

Достоинство такой методики в том, что учитель активизирует всех учащихся. У школьников развивается чувство коллективизма, товарищеской взаимопомощи. Недостаток этой методики в том, что на подготовку и проведение занятий в хорошем рабочем ритме учителем затрачивается много времени.

3. Учитель раздает учащимся карточки-задания. В них нарисованы фасоны изделий, которые предстоит моделировать. Дается описание последовательности выполнения работы и стоят вопросы, на которые в ходе выполнения работы нужно найти ответы. Вопросы ставятся в такой форме, чтобы у учащихся сформировать понятие о моделировании как о нанесении линий фасона на конструктивную основу.

Все большее обращение исследователей к проблеме формирования конструктивных умений у будущих учителей свидетельствует о ее актуальности. Однако, как показывает практика, не преодолен разрыв между требованиями, предъявляемыми к уровню профессиональной подготовки специалиста развивающегося общества, и реальным уровнем его готовности к профессиональной деятельности. В этом направлении необходимо преодолеть противоречия между необходимостью вооружения будущего учителя начальных классов профессионально-конструктивными умениями и отсутствием стратегии реализации этого процесса в практике подготовки специалистов; потребностью школы в молодом учителе, владеющем основами конструирования и реальными возможностями выпускника вуза. В рамках решения данной проблемы возникает необходимость определения понятия «конструирование». Согласно словарю С.И. Ожегова, «конструировать – создавать конструкцию чего-нибудь, строить». Исходя из этого, конструирование учебного материала предполагает сочетание разнообразных форм представления знаний и дидактических материалов, способствующих осознанию и присвоению различных компонентов информации. В указанном смысле конструирование учебного материала должно рассматриваться в рамках организации конкретного образовательного процесса и вне его осуществляться не может. Одним из этапов конструирования является структурирование учебного материала, направленное на выявление внутренних смысловых связей изучаемой информации. Конструктивный компонент является решающим в творческой деятельности учителя, который выступает в роли мысленного моделирования педагогического процесса и состоит в предварительном обдумывании его осуществления, связанного с реализацией конкретной задачи на данном уроке. С каждым годом реформы, происходящие в высшей школе, изменяют учебные планы и программы, изменяют соотношение часов на различные учебные дисциплины, совершенствуют содержание учебного материала, вводят дополнительную информацию по некоторым дисциплинам. Все эти изменения должны быть направлены на дальнейшее совершенствование подготовки будущих учителей начальной школы в вузе. Каждая из специальных учебных дисциплин, подлежащих изучению в педвузе, в том числе и математика, выполняет собственные научно-познавательные функции и относительно самостоятельную роль в профессиональной подготовке учителя началь-



ной школы, который как посредник между наукой и школой преобразует научную дисциплину в учебный предмет. И это станет возможным лишь при грамотном усвоении учителем идей структурирования учебного материала, которое имеет в научной литературе и другие наименования, но общий смысл которых сводится к пространственной и временной организации учебного материала, способствующей выявлению его структуры. Одна из основных задач профессиональной подготовки будущих учителей – целенаправленная подготовка студентов к самостоятельному конструированию содержания предметной подготовки учащихся, к его анализу и оценке. Готовность к этой деятельности определяется рядом умений: отбирать учебный материал (тексты, задачи, примеры, вопросы, задания), включающий информацию об обобщенных понятиях, способах деятельности, и выстраивать его в необходимой логике; ставить цель и задачи предметного курса; выбирать соответствующие целям и задачам наиболее эффективные методы и формы организации деятельности; выделять в содержании курса знания, умения и навыки, которыми должны овладеть учащиеся в процессе его изучения; предвидеть трудности, которые могут возникнуть при усвоении этих знаний и умений; выбирать способы организации учебной деятельности на различных этапах обучения; логически связывать отдельные этапы работы над одним и тем же объектом изучения; видеть и самостоятельно устанавливать взаимосвязи всех учебных предметов школьной программы начальных классов, а также связи внутрипредметного и внепредметного характера; иметь твердые знания теоретического материала. Методика формирования конструктивных умений и навыков у будущих учителей начальной школы предусматривает решение ряда учебно-воспитательных задач в обучении студентов: - формирование интереса к актуальной педагогической проблеме и желания овладеть теоретическими основами конструирования содержания образования, желания выработать у себя необходимые умения; - формирование представлений студентов о значении, формах, уровнях, сущности, условиях осуществления конструктивных умений; - формирование умения видеть и самостоятельно моделировать содержание образования; ознакомление с принципами структурирования содержания начального математического образования.

Сегодня в обществе назрела потребность в реформировании высшего педагогического образования, поскольку современные школьники будут жить и работать в другом мире и обществе, в условиях глобализирующегося мирового сообщества, где иностранный язык будет важным условием адаптации личности к мировому образовательному пространству. Это делает актуальным в предъявлении современных требования к языковой компетенции будущего учителя начального образования как обязательного компонента его профессиональной подготовки на основе компетентного подхода. Если прежняя образовательная система вуза была направлена на успешное усвоение студентами стандартизированных подходов, знаний и умений, то сегодня традиционный подход к обучению не оправдал себя, поскольку будущие учителя должны не только воспроизводить знания, переданные им педагогами, но и реализовать их в практической жизни, значительно их переработав, чему способствует компетентный подход в обучении. Компетентный учитель начального образования – это знающий человек, обладающий высокой квалификацией, имеющий глубокие знания в области начального обучения и умеющий применять их на практике. Современному специалисту образовательного учреждения нужна не только квалификация, умение осуществлять определенные операции материального характера, а компетентность, рассматриваемая как синтез навыков, свойственных каждому индивиду, в котором сочетаются и квалификация, и профессиональное поведение, способность применять знания на практике, умение работать в группе, а также активность, инициативность и предрасположенность к риску в научном поиске. Компетентный подход означает переход на новую парадигму профессиональной подготовки будущего учителя начального образо-

вания. Основной целью обучения иностранным языкам будущего учителя начальных классов – это формирование и развитие коммуникативной компетенции будущего учителя, обучение практическому владению иностранным языком.

Формирование языковой компетенции у будущего учителя начального образования как обязательного компонента его профессиональной подготовки – это, прежде всего, содействие становлению его и общекультурных компетенций, владение основами разговорной речи. Место иностранного языка в структуре общепрофессиональных компетенций бакалавра начального образования определяется тем, что данная дисциплина включена в базовую часть гуманитарного цикла (Б1-Б3), для освоения которой необходимы знания, умения и навыки, которыми овладевают студенты в общеобразовательной школе, далее продолжают осваивать иностранный язык в вузе. Изучение иностранного языка не должно быть самоцелью, но и не должно быть формальным дополнением к его общепрофессиональной и общекультурной подготовке.

Педагог, который требуется сегодня образовательному учреждению, должен быть нацелен на гуманизацию всего процесса образования, на деятельность в условиях личностно-ориентированной парадигмы образования, на отказ от авторитарных способов общения (воздействия). Гуманизация образования направлена на обеспечение становления личности, формирование её духовно-нравственной сферы. Педагог должен строить систему взаимодействия со студентами нестандартно, учитывая особенности их личности, этническую принадлежность, общий психологический контекст и особенности собственной педагогической индивидуальности.

Проблемы совершенствования взаимодействия педагога и студента в мультикультурном образовательном пространстве обуславливают необходимость нового методологического подхода к подготовке педагогов. В связи с этим происходит осмысление педагогических условий подготовки педагога к профессиональной деятельности в мультикультурном коллективе студентов, а также определение эффективных форм организации данного процесса.

#### **Список литературы**

1. Сенатор С.Ю., Сокольникова Э.И. Формирование конструктивных умений у студентов педагогического профиля при обучении педагогике в вузе.
2. Ушакова В.В. педагогические условия формирования обобщенных конструктивных умений у будущих педагогов профессионального обучения.
3. Проблемы профессионального образования будущих учителей начальных классов: сб. науч. ст., посвящ. 40-летию факультета ПиМНО. Магнитогорск, МаГУ, 2000. 157 с.
4. Ожегов С.И. Словарь русского языка. М.: Рус. яз., 1987. 797 с.
5. Неворотов Б.К. Дидактические условия конструирования учебного материала в процессе изучения систем теоретических знаний.

**ПОЛЗУЧЕСТЬ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ И  
ПОЛИВИНИЛИДЕНФТОРИДНЫХ НИТЕЙ МЕДИЦИНСКОГО  
ПРИМЕНЕНИЯ**  
**CREEP OF POLYPROPYLENE AND POLYVINYLIDENE FLUORIDE  
FILAMENTS FOR MEDICAL USE**

**Переборова Нина Викторовна, Макарова Анастасия Авинировна,  
Климова Наталья Сергеевна**  
**Pereborova Nina Viktorovna, Makarova Anastasia Avinirovna,  
Klimova Natalia Sergeevna**

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна*  
*St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design*

*Аннотация:* В статье приведены результаты моделирования ползучести полипропиленовых и поливинилиденфторидных нитей медицинского применения, проводится физический анализ такой ползучести этих нитей.

*Annotation:* The article presents the results of modeling the creep of polypropylene and polyvinylidene fluoride filaments for medical use, a physical analysis of such creep of these filaments is carried out.

*Ключевые слова:* медицинские нити, моделирование, механические свойства, деформация, упругость, ползучесть, полипропиленовые нити, поливинилиденфторидные нити.

*Key words:* medical filaments, modeling, mechanical properties, deformation, elasticity, creep, polypropylene filaments, polyvinylidene fluoride filaments.

При реконструктивно-восстановительных операциях, направленных на ликвидацию обширных дефектов опорных мягких тканей, возникающих в ряде хирургических вмешательств, все шире используют полимерные сетчатые имплантаты. Основной задачей сетчатых имплантатов (эндопротезов) является укрепление поврежденных тканей при хирургическом вмешательстве.

Для выполнения своей основной функции сетчатые эндопротезы должны обладать соответствующими деформационными и прочностными свойствами, чтобы противодействовать внутрибрюшному давлению. На деформацию сетки влияют деформационные характеристики самих нитей, а также структурные характеристики полотна: форма элементарных ячеек, их взаимное расположение, фиксация нитей в узлах ячеек и другие параметры. Это объясняет важность оценки характеристик ползучести самих нитей для выяснения роли свойств нитей в определении характеристик ползучести сетчатых эндопротезов.

Механические свойства этих материалов определяются в рамках существующих стандартов, в которых ползучесть и механическая релаксация усилий практически не принимаются во внимание, хотя у данных материалов релаксационные свойства проявляются достаточно сильно и поэтому должны учитываться при решении вопросов функционирования имплантатов.

Задачу исследования и прогнозирования ползучести изучаемых полипропиленовых и поливинилиденфторидных нитей медицинского назначения необходимо решать на основе математического моделирования вязкоупругости при использовании данных

эксперимента в длительных деформационных режимах под действием постоянной нагрузки  $\sigma$ .

Наряду с анализом данных длительного эксперимента в режиме ползучести, представляется желательным проведение анализа данных и при кратковременной ползучести нитей, которую можно исследовать методом физической кинетики. На основе указанного метода можно определить характеристики элементарных актов ползучести нитей и возможность прогнозирования ползучести.

Физический анализ ползучести позволяет определять элементарные акты процесса ползучести нитей, которые могут послужить основой для разработки экспресс-метода прогнозирования деформационных процессов на основе кратковременных испытаний, а также провести сопоставление деформационных свойств нитей и сетчатых эндопротезов из них [1].

Испытания в режиме ползучести проводились на релаксометрах деформации, сконструированных в СПбГУПТД. Все измерения были проведены при комнатной температуре 293 К в диапазоне напряжений от 65 МПа до 320 МПа, что составляет не более 30% от разрывных значений напряжений.

При физическом анализе были использованы данные по кратковременной ползучести нитей при различных значениях растягивающего напряжения  $\sigma$ , представленные на рис. 1 и рис. 2.

Как видно из рис. 1 и рис. 2, графики деформационных кривых в интервале

$$-1,0 \leq \lg t \leq 0,6 \quad (1)$$

близки к линейным отрезкам и наклон их возрастает с увеличением значения приложенного напряжения.

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \dot{\varepsilon}$$

Обозначим: скорость ползучести

При линейной зависимости деформации от логарифма времени

$$\varepsilon = \varepsilon(\lg t) \quad (2)$$

на участке (1) наклоны графиков деформационных кривых, характеризующиеся значе-

ниями ее логарифмических производных  $\frac{d\varepsilon}{d(\lg t)}$ , остаются постоянными.

Однако, скорость ползучести

$$\dot{\varepsilon} = \frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{d\varepsilon}{d(\lg t)} \cdot \frac{1}{t} \cdot \ln 10 \quad (3)$$

на участке (1) постоянной не будет.

Поэтому для каждого значения напряжения  $\sigma$  будем фиксировать среднее значение скорости ползучести в интервале времени  $0,1 \leq t \leq 4,0$  (мин.), которую будем использовать для последующего физического анализа процесса ползучести.

В дальнейшем, подразумевая под одной из характеристик ползучести указанное среднее значение скорости ползучести, для удобства будем обозначать ее также, как и мгновенную скорость ползучести  $\dot{\varepsilon}$ .

Для процесса ползучести в условиях неизменной комнатной температуры, имеем:

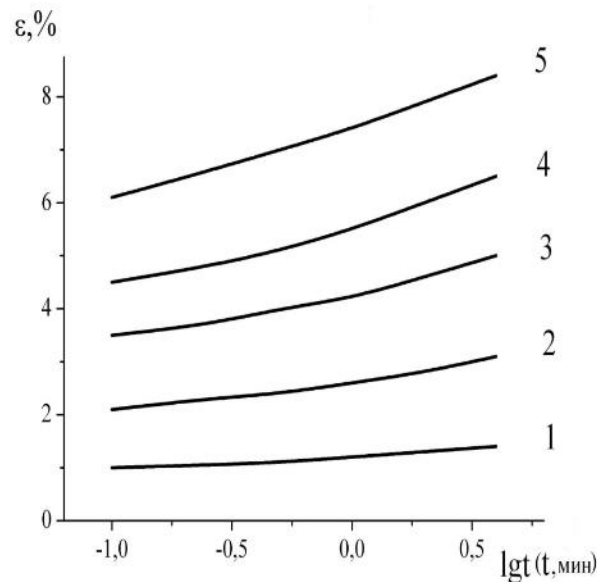
$$\dot{\varepsilon}(\sigma, T) \approx \dot{\varepsilon}_0 \exp\left[-\frac{U(\sigma)}{kT}\right], \quad (4)$$

где:

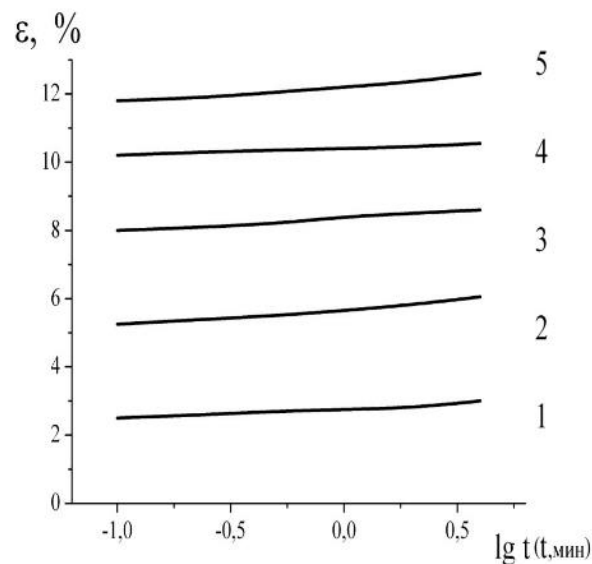
$$\dot{\epsilon}_0 \square 10^{12} - 10^{13} \text{ с}^{-1};$$

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К} = 8,6 \cdot 10^{-5} \text{ эВ/К} - \text{постоянная Больцмана};$$

$U(\sigma)$  – потенциальный барьер в элементарном акте ползучести (энергия активации процесса ползучести), зависящий от приложенного растягивающего напряжения  $\sigma$ .



**Рисунок 1 - Ползучесть полипропиленовой нити при различных значениях растягивающего напряжения  $\sigma$ : 1 – 64; 2 – 127; 3 – 191; 4 – 254; 5 – 319 МПа**



**Рисунок 2 - Ползучесть поливинилиденфторидной нити при различных значениях растягивающего напряжения  $\sigma$ : 1 – 64; 2 – 127; 3 – 191; 4 – 254; 5 – 319 МПа**

Приближенно зависимость  $U = U(\sigma)$  можно считать линейной [2]:

$$U(\sigma) \square U_0 - \gamma\sigma, \quad (5)$$

где:

$U_0$  - исходный энергетический барьер (до нагружения образца нити).

Вид экспоненциальной зависимости скорости деформирования нити от температуры в (4) устанавливает термофлуктуационную природу элементарных актов процесса ползучести полимеров [3].

Из (4) и (5) следует:

$$\lg(\dot{\epsilon}(\sigma, T)) \approx \lg \dot{\epsilon}_0 - \frac{U_0(\sigma)}{2,3kT} \quad (6)$$

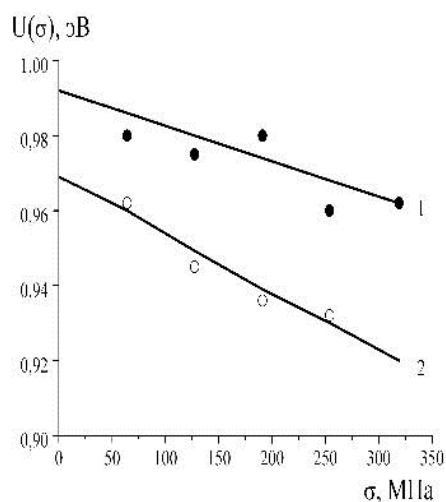
Откуда:

$$U(\sigma) = U_0 - \gamma\sigma = 2,3kT[\lg \dot{\epsilon}_0 - \lg \dot{\epsilon}(\sigma)] \quad (7)$$

Используя найденные из рис. 1 и рис. 2 значения  $\lg \dot{\epsilon}(\sigma)$ , а также, учитывая, что:

$$\dot{\epsilon}_0 \approx 10^{12} \text{ с}^{-1} \text{ и } T = 293 \text{ К}, \quad (8)$$

получаем зависимости энергии активации  $U(\sigma)$  для полипропиленовых и поливинилиденфторидных нитей (рис. 3).



**Рисунок 3 - Силовые зависимости барьеров элементарных актов ползучести полипропиленовых нитей (1) и поливинилиденфторидных нитей (2)**

Из рис. 3 видно, что зависимости  $U(\sigma)$  приближенно можно считать линейно зависящими от напряжения, что соответствует формулам (5) и (7).

Проанализируем графические данные рис. 3, согласно представлениям о кинетике ползучести полимеров.

В элементарных актах ползучести полипропиленовых и поливинилиденфторидных нитей происходит термофлуктуационное преодоление потенциальных барьеров, снижаемых приложенным растягивающим напряжением. Исходные значения этих барьеров  $U_0$  (исходная энергия активации), получаемые линейной экстраполяцией зависимостей  $U(\sigma)$  на рис. 3 к напряжению  $\sigma = 0$ , составляют:

$$U_0 = 0,97 \text{ эВ} = 1,55 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)} - \quad (9)$$

для полипропиленовых нитей;

$$U_0 = 0,99 \text{ эВ} = 1,59 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)} - \quad (10)$$

для поливинилиденфторидных нитей.

То есть, барьеры для полипропиленовых и поливинилиденфторидных нитей практически одинаковы и имеют величину около 1 эВ.

Как известно, на молекулярном уровне растягивающее нагружение ориентированных полимеров вызывает в цепных молекулах переходы гош-конформеров («свернутых») в транс-конформеры («распрямленные») [4].

Эти переходы происходят с преодолением энергетических барьеров внутреннего вращения и межмолекулярного взаимодействия, и их значения для разных полимеров находятся в диапазоне

$$0,8 \leq U_0 \leq 1,0 \text{ эВ} \quad (11)$$

Полученные в настоящей работе значения  $U_0 \approx 1$  эВ, с учетом сделанных приближений и реальной точности измеряемых величин, можно считать удовлетворительно соответствующими значениям барьеров конформационных переходов в полимерах [5].

Остановимся теперь на коэффициенте  $\gamma$  в выражении (5). Значение этого коэффициента можно получить графически из рис. 3:

$$\gamma = \frac{dU(\sigma)}{d\sigma} \quad (12)$$

Тогда для полипропиленовых нитей имеем:

$$\gamma = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ эВ/ МПа} = 2,4 \cdot 10^{-2} \text{ нм}^3, \quad (13)$$

аналогично, для поливинилиденфторидных нитей:

$$\gamma = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ эВ/ МПа} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ нм}^3. \quad (14)$$

Коэффициент  $\gamma$  имеет размерность объема. Физический смысл коэффициента  $\gamma$  состоит в том, что он характеризует интенсивность снижения исходного барьера (исходной энергии активации) приложенным напряжением. Коэффициент  $\gamma$  состоит из произведения активационного объема элементарного акта ( $V_A$ ) на коэффициент локальных перенапряжений ( $q$ ):

$$\gamma = qV_A \quad (15)$$

Активационный объем в элементарных актах конформационных переходов в полимерах приближенно равен объему элементарного звена (не мономерного звена, которое, как правило, состоит из нескольких элементарных звеньев) в цепной полимерной молекуле.

Объем элементарного звена приблизительно равен произведению площади поперечного сечения цепной молекулы  $S_M$  на длину ковалентной связи между скелетными атомами  $l_{св}$ :

$$V_A = S_M l_{св} \quad (16)$$

Для цепных молекул полипропиленовых и поливинилиденфторидных нитей приближенно имеем величину активационного объема [6]

$$V_A \approx 2 \cdot 10^{-2} \text{ нм}^3. \quad (17)$$

Полученные значения коэффициента  $\gamma$  для полипропиленовых и поливинилиденфторидных нитей имеют близкие между собой значения (13), (14) и находятся в области значений активационного объема (17).

С учетом приближений при определении коэффициента  $\gamma$  и реальной точности измеряемых характеристик, вполне можно считать, что значения коэффициента  $\gamma$  для ползучести полипропиленовых и поливинилиденфторидных нитей практически совпадают с величиной активационного объема элементарных актов ползучести этих полимеров.

Из этого совпадения следует вывод о том, что локальных перенапряжений на молекулах полипропиленовых и поливинилиденфторидных нитей при их нагружении не возникает, то есть растягивающие напряжения на молекулах указанных нитей практически равны средним напряжениям в их поперечном сечении, которые определяются как отношение растягивающей силы к площади поперечного сечения. Иными словами, в коэффициенте (15) показатель локальных перенапряжений

$$q \ll 1. \quad (18)$$

Таким образом, полученные из физического анализа кинетики ползучести полипропиленовых и поливинилиденфторидных нитей характеристики элементарных актов ( $U_0$  и  $\gamma$ ) могут быть использованы в дальнейшем при сопоставлении с соответствующими данными по ползучести сеток, изготовленных из этих нитей, что позволит судить об особенностях деформационного поведения сеток по сравнению с нитями.

Работа финансировалась в рамках выполнения государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ, Проект №FSEZ-2020-0005.

#### Список литературы

1. Makarov A.G., Slutsker G.Y., Gofman I.V., Vasil'eva V.V. Initial stage of stress relaxation in oriented polymers. *Physics of the Solid State*, 2016, Vol. 58, No4, pp. 840-846.
2. Makarov A.G., Slutsker G.Y., Drobotun N.V. Creep and fracture kinetics of polymers. *Technical Physics*, 2015, Vol. 60, No2, pp. 240-245.
3. Slutsker G.Y., Zhukovskii V.A., Terushkina O.B., Drobotun N.V., Filipenko T.S., Edomina N.A., Makarov A.G. Elastic properties of polypropylene and polyvinylidene fluoride monofilaments and meshed endoprostheses based on them//*Fibre Chemistry*, 2013, 44 (5), pp. 288-292.
4. Gorshkov A.S., Makarov A.G., Romanova A.A., Rymkevich P.P. Modelling of directed polymers deformation processes based on the description of the kinetics of supramolecular structures separated by energy barriers. *Magazine of Civil Engineering*, 2013, Vol. 44, No9, pp. 76-83+103-104.
6. Rymkevich P.P., Romanova A.A., Golovina V.V., Makarov A.G. The energy barriers model for the physical description of the viscoelasticity of synthetic polymers: Application to the uniaxial orientational drawing of polyamide films. *Journal of Macromolecular Science, Part B: Physics*, 2013, Vol. 52, No12, pp. 1829-1847.



**КОМПЛЕКСНЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ  
УНИВЕРСИТЕТА, АКАДЕМИИ В XXI ВЕКЕ И ИХ СТАБИЛЬНО  
ВЫСОКАЯ ПРАВИТЕЛЬСТВЕННАЯ ОЦЕНКА  
COMPLEX SCIENTIFICAL AND TECHNICAL PROJECTS OF  
UNIVERSITY AND ACADEMY IN THE 21<sup>ST</sup> CENTURY AND THEIR  
STABLE HIGH GRADING BY THE GOVERNMENT**

**Разумеев Константин Эдуардович  
Razumeev Konstantin Eduardovich**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Россия, Москва  
Российская инженерная академия, Москва, Россия  
The Kosygin State University of Russia, Moscow, Russia  
Russian Engineering Academy, Moscow, Russia*

*Аннотация:* Приведены краткие сведения о комплексных научно-технических проектах РГУ им. А.Н. Косыгина, как правило, с участием бизнес-партнеров и членов Российской инженерной академии, получивших высокую общественную и правительственную оценку в форме присуждения премии Правительства Российской Федерации 2001-2020 годов.

*Abstract:* Short information about complex scientific and technical projects with involvement of professors and staff of The Kosygin State University of Russia, usually with business- and academical partnerships, what received high governmental grading in the format of Premium of The Russian Government for 2001-2020.

*Ключевые слова:* комплексные проекты, наука и техника, образование, бизнес-партнеры, академическое партнерство, премии Правительства Российской Федерации

*Key words:* complex projects, science and technic, education, business- and academical partnerships, Premium of The Russian Government

Многие научно-инженерные и творческие школы, эффективно работающие в составе современного Российского государственного университета имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) создавались и развивались корифеями, маститыми учеными кафедр, институтов, прежде всего, Московского текстильного института (МТИ) и Московского технологического института легкой промышленности (МТИЛП) [1, 2]. Не имея возможности перечислить всех ярких ученых, здесь приведем только наиболее маститые имена (по алфавиту): **Бесчастнов Н.П., Гальбрайт Л.С., Гусев В.Е., Заваруев В.А., Кудрявин С.А., Кукин Г.Н., Линде В.В., Мартынов И.А., Меликов Е.Х., Николаев С.Д., Розанов З.А., Сажин Б.С., Севостьянов А.Г., Фролов К.В., Фукин В.А., Чернов Н.В.** В трудах руководства Российской инженерной академии многие из этих имен приводятся и их деятельности дается весьма положительная оценка [3-5].

Ниже представлены краткие сведения о наиболее успешных комплексных разработках, участвовавших в авторитетных конкурсах на соискание премий Правительства Российской Федерации в области науки и техники, а также в области образования. Здесь следует отметить, что конкурсы проводились в период с 2001 по 2021 гг., но авторские коллективы совместно трудились в избранной ими области науки и техники, образования, как правило, 10 и более лет до даты присвоения лауреатских званий.

МТИ, МТИЛП, а позднее МГТУ им. А.Н. Косыгина и МГУДТ, а также РГУ им. А.Н. Косыгина имели и имеют множество партнерских соглашений, в том числе и со структурами государственных и общественных Академий, среди которых, видное место занимает и Российская инженерная академия, предложившая более 15 лет назад чтобы одна из секций Академии – «Технологии легкой промышленности» работала в наших стенах. Это решение президента РИА и МИА члена-корреспондента РАН, проф. ГУСЕВА Б.В. подтвердило свою эффективность неоднократно.

В соответствии с поставленной в заголовке материала темой в Таблице 1, в хронологическом порядке, весьма аннотационно представлены некоторые проекты, удостоенные высоких премий Правительства Российской Федерации в 2001-2021 годах.

Конкурсы на соискание премий Правительства РФ проводятся ежегодно<sup>1</sup>, как правило, объявление о них публикуются в «Российской газете», газете научного сообщества «ПОИСК», на официальных сайтах Министерства науки и высшего образования РФ и Российской академии наук. Там же можно ознакомиться и с основными нормативными документами, определяющими порядок подготовки и представления документации авторскими коллективами.

Рассмотрение поступивших заявок происходит в секциях Межведомственного совета (МВС) по присуждению премий Правительства РФ, проводится и общественное обсуждение. В составе МВС более 70% членов имеют высокий академический статус в государственных академиях (РАН, РААСН, РАО), в составах секций – ведущие ученые и представители отраслей и ведомств. Окончательное решение по представлению МВС делает Правительство РФ, документ о присуждении премии подписывается Председателем Правительства Российской Федерации.

Многие годы процедура торжественного вручения наград производилась в Доме Правительства Российской Федерации в присутствии руководителей министерств, государственных академий (см. фотографии в отдельном файле). В последний период оно производится в Министерстве науки и высшего образования РФ, в наградной комплект каждого лауреата входят: знак, диплом и Почетная грамота с подписью Председателя Правительства Российской Федерации.

С учетом пожеланий руководства Университета и Академии – со-организаторов данного Симпозиума, проводящегося в рамках III Международного Косыгинского Форума – сообщаем, что в период 2001-2021 гг. лауреатами премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники стали 53 ученых и сотрудников РГУ им. А.Н. Косыгина, 47 членов Российской инженерной академии (прежде всего, членов секции «Технологии легкой промышленности»).

В этот же период лауреатами премии Правительства Российской Федерации в области образования стали 14 преподавателей и сотрудников РГУ им. А.Н. Косыгина, 2 члена Российской инженерной академии.

Что стало проявлением новой тенденции, так это победы в конкурсах 2019-20 годов тех коллективов, кто активно участвовал в **Международных Косыгинских Форумах 2017 и 2019 гг.** [29, 30]. Многие продолжают эффективно трудиться и сейчас, в Сборниках нашего Форума имеются их публикации. Хочется верить, что и новые исследования ученых, преподавателей и специалистов Университета, Академии, партнеров будут представляться на последующих конкурсах на соискание премий Правительства Российской Федерации.

---

<sup>1</sup> Конкурс работ молодых ученых появился впервые в 2006 году.

**Таблица 1 – Краткая информация о названии, авторском коллективе, выдвигающей и партнерских организаций, участвовавших в работах, удостоившихся в 2001-2021 гг. Премий Правительства Российской Федерации.**

Год конкурса	Название разработки, удостоенной премии Правительства РФ (ссылка на документ)	Авторский коллектив (первый автор – руководитель группы) <sup>2</sup>	Организация, представившая работу на конкурс / партнеры по группе
2001	Разработка крупногабаритных бортовых и наземных антенных систем спутниковой связи и создание технологий их производства. [6]	<u>Халиманович В.И.</u> , Зимин И.И., Козлова Г.М., Курбатов Е.М., Подшивалов О.Ф., Лавров В.И., Пономарев Ю.Н., Травкин В.А., Шелудько В.Г., Абросимов Ю.В., Баталин Н.Н., <b>Заваруев В.А.</b> , <b>Кудрявин Л.А.</b> , Котов А.Н., <u>Тестоедов Н.А.</u>	НПО прикладной механики имени академика М.Ф. Решетнева Партнеры: МГТУ им. А.Н. Косыгина и др.
2002	Создание и внедрение компьютерных технологий проектирования и изготовления одежды на базе автоматизированных систем и раскройного оборудования, выпускаемых на конверсионных предприятиях России [7].	<b><u>Фукин В.А.</u></b> , <b>Коблякова Е.Б.</b> , <b>Меликов Е.Х.</b> , Бакластов Ю.Н., Зак И.С., Козлов Б.А., Сизова Р.И., Ливанова Т.Е., Мурашов Л.В., Наумович С.В., Немировченко Н.М. Парыгина М.М., Семенов А.Г., <u>Чаянов Р.А.</u> , <b>Юдашкин В.А.</b>	Московский государственный университет дизайна и технологии (ныне – РГУ им. А.Н. Косыгина) Партнеры: АО «ЦНИИШП», МАНТО легпром, др.
	Создание русско-немецкого учебно-методического комплекса (учебника) для учебных заведений высшего профессионального образования «Стратегия и тактика инвариантного конструирования, моделирования и оптимизации технических систем» [8].	<b><u>Фукин В.А.</u></b> , <b>Абрамов В.Ф.</b> , <b>Соколов В.Н.</b> , <b>Захарова А.А.</b> , <b>Костылева В.В.</b> , <b>Гусаров А.В.</b>	Московский государственный университет дизайна и технологии (ныне – РГУ им. А.Н. Косыгина) <b><u>Премия Правительства РФ в области образования</u></b>

<sup>2</sup> Жирным выделяются сотрудники Университета, подчеркиванием – членство в Академии.

2004	Разработка и освоение новых технологических комплексов для повышения эффективности производства конкурентоспособных текстильных изделий из отечественного натурального и химического сырья [9].	<b><u>Разумеев К.Э.</u></b> , <u>Логинов Ю.В.</u> , <u>Кудрявцева Т.Н.</u> , <u>Маравин Ю.А.</u> , <u>Могильный А.Н.</u> , Молоков В.Л., Оганесян К.О., Петровский А.Д., <u>Разбродин А.В.</u> , Мороз В.А., Шаповалова Е.И., <b><u>Щербаков В.П.</u></b> , <b><u>Юхин С.С.</u></b>	ОАО Научно-производственный комплекс «ЦНИИШерсть» Партнеры: МГТУ им. А.Н. Косыгина; ОАО «ЦНИИЛКА», ОАО КО «Октябрь»; ОАО ТТК «Кросно»; ОАО «Невская мануфактура» и др.
	Разработка и реализация комплекса научных основ и технических мероприятий по повышению эффективности и безопасности текстильных производств в современных условиях [9].	<b><u>Сажин Б.С.</u></b> , <b><u>Гудим Л.И.</u></b> , <b><u>Кочетов О.С.</u></b> , <b><u>Тюрин М.П.</u></b> , <b><u>Кошелева М.К.</u></b> , Авдюнин Е.Г., Капустин В.П., Артамонов Н.А., Углов В.А., Ермилов В.Г., Мальгин А.А., Кесоян Г.А., Новичков А.И.	Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина (ныне – РГУ им. А.Н. Косыгина) Партнеры: РосЗИТЛП (ныне – ПКУ им. Разумовского); АО «Московский шелк» и др.
2005	Разработка и внедрение новых технологий с применением неравновесной низкотемпературной плазмы для повышения эффективности производства конкурентоспособных кожевенно- меховых изделий из отечественного натурального сырья [10].	<u>Абдуллин И.Ш.</u> , <u>Абуталлипова Л.Н.</u> , Пахомов А.М., Андреев П.А., Гумеров Р.Х., Самойленко Н.И., <b><u>Садова С.Ф.</u></b> , Серебренникова М.Н., Федорова Т.А., Фомин Б.М.	Казанский государственный технологический университет (ныне – КНИТУ). Партнеры: АО «Мелита»; МГТУ им. А.Н. Косыгина; ОАО НПК «ЦНИИШерсть»
	Разработка и реализация комплекса научных основ и технических средств производства и переработки натуральных и химических волокон в отечественной легкой промышленности в современных рыночных условиях [10].	<u>Корабельников Р.В.</u> , Кротов В.Н., Телицын А.А., Безуглова Н.С., <u>Гурьев А.Н.</u> , <u>Мовшович П.М.</u> , Новорадовский А.Г., <b><u>Палочкин С.В.</u></b> , Пашин Е.Л., Сизов И.П.	Костромской государственный технологический университет Партнеры: МГТУ им. А.Н. Косыгина; ОАО НПК «ЦНИИШерсть», АО «Клариант-консалтинг» и др.

2006	Разработка и промышленное освоение комплекса высокоэффективных технологических процессов производства волокнистых материалов новых структур, обеспечивающих конкурентоспособность отечественной текстильной продукции [11].	<b><u>Симонян В.О.</u></b> , Глушков Г.А., Дьяченко В.В., Ковальчук Л.С., <b><u>Лаврентьева Е.П.</u></b> , Рашкован И.Г., <b>Севостьянов П.А.</b> , Соркин А.П., <b>Черников А.Н.</b> , Шумилин С.М.	ФГУП ЦНИХБИ Партнеры: МГТУ им. А.Н. Косыгина; ТТК «Чайковский текстиль»; ОАО НПК «ЦНИИШерсть»; Костромской ГТУ; Минпромэнерго РФ
2007	Разработка научных основ, создание и внедрение в производство высокоэффективных технологий получения комплекса экологически ориентированных конкурентоспособных текстильных материалов для защиты среды обитания человека [12].	<b><u>Кобраков К.И.</u></b> , <b><u>Гальбрайх Л.С.</u></b> , <b><u>Дружинина Т.В.</u></b> , <b><u>Зубкова Н.С.</u></b> , Константинова Н.И., Лысенко А.А., Матвеев Д.В., Подобный В.Л., Футорянская В.В., Юртов Е.В.	Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина (ныне – РГУ им. А.Н. Косыгина) Партнеры: СПГУПТД; ОАО НПК «ЦНИИШерсть» и др.
2008	Научные основы и промышленное внедрение комплексов ресурсосберегающих технологий по производству конкурентоспособных текстильных изделий в рыночных условиях [13].	<b><u>Зрюкин В.В.</u></b> , Ларин И.Ю., Павлов Ю.В., Труевцев Н.Н., Гинзбург Л.Н., <b><u>Капитанов А.Ф.</u></b> , Кузнецова Н.М., Пирогов К.М., Стокосенко В.Г., Нестеров Е.Л.	Ивановская государственная текстильная академия Партнеры: ОАО «ЦНИИЛКА», ОАО НПК «ЦНИИШерсть», МГТУ им. А.Н. Косыгина
	Разработка научных основ и создание новых высокоэффективных технологических процессов изготовления тканей заданного строения на современном отечественном технологическом оборудовании [14].	<b><u>Николаев С.Д.</u></b> , <b><u>Ковалева О.В.</u></b> , <b><u>Рыбаулина И.В.</u></b> , <b><u>Ликучева А.А.</u></b> , <b><u>Николаева Н.А.</u></b>	Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина (ныне – РГУ им. А.Н. Косыгина)
	Создание комплекта учебников, учебных пособий и монографий для подготовки высококвалифицированных специалистов по технологии производства продуктов животноводства в системе аграрного образования для образовательных учреждений высшего профессионального образования [15].	Ерохин А.И., Баутин В.М., Власов В.А., Карасев Е.А., Родионов В.А., Привезенцев Ю.А., Юлдашбаев Ю.А., <b><u>Разумеев К.Э.</u></b> , Ерохин С.А., Амерханов Х.А.	РГАУ-МСХА им. К.И. Тимирязева Партнеры: ОАО НПК «ЦНИИШерсть» и др. <b><u>Премия Правительства РФ в области образования</u></b>

2009	Разработка и внедрение ресурсо-сберегающих технологий возделывания льна на основе защитно-стимулирующих комплексов для повышения эффективности производства конкурентоспособных изделий из льносодержащих тканей [16].	<u>Захаренко А.В.</u> , <u>Белопухов С.Л.</u> , Демидова И.М., Корсун Н.Н., Фокин А.В., Кочаров С.А., Разумеева Л.Н., Самойлов В.П., Смирнов Н.А., <b>Ятченко О.Ф.</b>	РГАУ-МСХА им. К.И. Тимирязева Партнеры: МГТУ им. А.Н. Косыгина, ОАО «ЦНИИЛКА», ОАО НПК «ЦНИИШерсть» и др.
	Разработка научных основ создания и внедрения комплекса конкурентоспособных средств технологического оснащения текстильной промышленности [16].	<u>Лабок В.Г.</u> , Буянов М.А., Волчков О.М., Кулемкин Ю.В., <b>Оников Э.А.</b> , Привалова В.А., Проталинский С.Е., Сидорова В.Ю., Травин Г.М., <b>Яскин А.П.</b>	ОАО «ЦНИИ- Машдеталь» Партнеры: МГТУ им. А.Н. Косыгина; РосЗИТЛП; Костр. ГТУ и др;
	Разработка и внедрение ресурсо- и энергосберегающих плазменных технологий производства наномодифицированных натуральных высокомолекулярных материалов легкой промышленности [17].	<u>Абдуллин И.Ш.</u> , Вознесенский Э.Ф., Панкова Е.А., Рахматуллина Г.Р., Шарифуллин Ф.С.	Казанский государственный технологический университет (ныне – КНИТУ). <b>Конкурс молодых ученых</b>
2010	Разработка научных основ и ресурсосберегающих технологий создания новых высокоэффективных фильтров для очистки различных сред [18].	<b>Николаев С.Д.</b> , <b>Горчакова В.М.</b> , <b>Лапшенкова В.С.</b> , <b>Сумарукова Р.И.</b> , <b>Конюхава С.В.</b> , <u>Панин И.М.</u> , <u>Разумеев К.Э.</u> , Снежков С.В., Филатов Ю.Н., Цимбалюк Е.П.	Московский государственный текстильный университет имени А.Н. Косыгина Партнеры: Ульяновский гос.технический университет, ОАО НПК «ЦНИИШерсть», ОАО «Ковротекс», ГНЦ НИФХИ им. Л.Я. Карпова и др.
	Создание комплекта учебных изданий «Художественное проектирование изделий текстильной и легкой промышленности» [19].	<b>Бесчастнов Н.П.</b> , <b>Сидоренко В.Ф.</b> , <b>Стор И.Н.</b> , <b>Козлова Т.В.</b> , <b>Степучев Р.А.</b> , Белько Т.В., <b>Зайцев В.М.</b> , Лаврентьев А.Н., Соловьев Н.К.,	Московский государственный текстильный университет имени А.Н. Косыгина Партнеры: МГУДТ; МГХПУ им. С.Г. Строганова и др.

		<b>Петушкова Г.И.</b>	<b><u>Премия Правительства РФ в области образования</u></b>
2011	Разработка и внедрение инновационных технологий и технических средств нового поколения для производства и глубокой переработки лубяных культур [20].	Ковалев М.М., Черников В.Г., Круглый И.И., Лачуга Ю.Ф., Козлов В.П., <u>Грищенкова В.А.</u> , <u>Шустов Ю.С.</u> , Петровский А.Д., Логинов О.Г., Савостьянова М.Ю.	ГНУ ВНИИМЛ Россельхозакадемии Партнеры: МГТУ им. А.Н. Косыгина; ОАО НПК «ЦНИИШерсть»; ОАО ТТК «Кросно»; ОАО «ЦНИИЛКА».
	Разработка научных основ и внедрение в производство импортозамещающих конструкций и технологий изготовления специальной обуви [20].	<u>Никитин А.А.</u> , Климов С.М., <u>Татарчук И.Р.</u> , Хлынов В.В., Довбня Б.Е., <b>Костылева В.В.</b> , <u>Фукин В.А.</u> , <u>Бирюков А.А.</u> , <u>Кашеев О.В.</u> , <u>Бастов Г.А.</u>	ЗАО «Московская Ордена Трудового Красного Знамени обувная фабрика «Парижская Коммуна» партнеры: МГУДТ; МГТУ им. А.Н. Косыгина; Минпромторг РФ; Рослегпром.
	Разработка и внедрение систем квалиметрии отечественного натурального текстильного сырья для стандартизации и управления процессом производства [21].	<u>Пашин Е.Л.</u> , Виноградова А.Е., Куликов А.В., Румянцева И.А., <u>Разумеев В.К.</u>	Костромской государственной технологической университет Партнер: ОАО НПК «ЦНИИШерсть». <b>Конкурс молодых ученых</b>
2012	Разработка научных основ создания и модернизации технологической оснастки и оборудования прядильного производства для реконструкции текстильных предприятий [22].	<u>Демидов А.В.</u> , Ашнин Н.М. <u>Макаров А.Г.</u> , <u>Никоноров П.В.</u> , <u>Оренбах С.Б.</u> , Савельев Г.В., <b>Родионов В.А.</b> , <b>Скуланова Н.С.</b> , Климашевский С.В., Чельшев А.М.	Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна Партнеры: АО «ЦНИИХБИ»
	Разработка и промышленное освоение эффективных технологий производства инновационной продукции текстильного, медицинского и технического назначения из отече-	<u>Захаров А.Г.</u> , <u>Морыганов А.П.</u> , Галашина В.Н., Стокосенко В.Г., Данилов А.Р., Коломейцева Э.А.,	ФГБУН «Институт химии растворов им. Г.А. Крестовского» РАН Партнеры: ООО «Наукоемкие

	ственного низкономерного лубоволокнистого сырья [22].	Коньков П.А., Сачков О.В., Смыслов Г.И., Филиппова Т.М.	технологии»; ОАО НПК «ЦНИИШерсть» и др.
2013	Разработка, промышленное освоение и широкое внедрение в практику текстильных технологий для получения лечебных депо-материалов, обеспечивающих направленную доставку лекарств [23].	<u>Олтаржевская Н.Д.</u> , <u>Кричевский Г.Е.</u> , <b>Белгородский В.С.</b> , Барсуков Ю.А., Бойко А.В., Егорова Е.А., <u>Борисова Л.К.</u> , Коровина М.А., Корытова Л.И., Поляков П.Ю.	ООО «КОЛТЕКС» РИА Партнеры: МГУДТ, ООО «Арина» и др.
2014	Разработка и промышленное освоение новых материалов и технологий для производства конкурентоспособной обуви специального назначения [24].	Панкова Н.В., <u>Браславский В.А.</u> , Гиниятуллов Д.Р., <u>Богомоллов В.Г.</u> , Андрианова С.В., Рыбаков А.М., Алексов Н.В., <u>Куклина Н.А.</u> , Шляев С.И.	Санкт-Петербургский государственный торгово-экономический университет Партнеры: ТТП России; ОАО «ЦНИИКОП»; ОАО НПК «НИИДАР»; ЗАО «Компания «ФАРАДЕЙ».
2018	Разработка технологий производства многофункциональных композиционных текстильных материалов и их практическая реализация в отраслях экономики Российской Федерации [25].	<u>Хамматова В.В.</u> , Гайнутдинов Р.Ф., Хамматова Э.А., Василева А.К., Матвеев Ю.Н.	Казанский национальный исследовательский технологический университет Партнеры: ООО НПК «ЦНИИШерсть»; ООО «Пензенская текстильная фабрика» <i>Конкурс молодых ученых</i>
2019	Научное обоснование и разработка новых инновационных текстильных материалов, спецодежды, униформы и современных технологий их изготовления для решения задач импортозамещения [26].	Титов Е.В., Загородников С.В., Назаров А.В., Сильченко Е.В., <b>Дембицкий С.Г.</b> , <b>Кирсанова Е.А.</b> , Переборова Н.В., Коган А.Г., Левакова Н.М., Мурадян В.Е.	ООО «Чайковская текстильная компания» Партнеры: РГУ им. А.Н. Косыгина; СПГУПТД; Витебский ГТУ и др.



2020	Цифровизация процесса проектирования изделий легкой промышленности для продвижения отечественной продукции на глобальных рынках [27].	<b>Белгородский В.С., Андреева Е.Г., Гетманцева В.В., Гусева М.А., Петросова И.А., Трухачев В.И., Юлдашбаев Ю.А., Балакирев Н.А., Новиков М.В., Смирнова Н.А.</b>	Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина Партнеры: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева; МГАВМ и Б им. К.И. Скрябина; Костр. Госуд. Университет
	Повышение конкурентоспособности продукции текстильной и легкой промышленности на основе моделирования и цифровизации ее функционально-эксплуатационных свойств. [28]	Вагнер В.И., Ананичев Е.А., Егорова М.А., Климова Н.С., Кобякова Ю.В.	Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна <b>Конкурс молодых ученых</b>

*Примечание: данные, приведенные в таблице 1, проверялись автором, однако, уточнения и дополнения с благодарностью будут приниматься.*

**СПРАВОЧНО:** Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники учреждены 26 июля 1994 года [31] и ежегодно присуждаются ученым и специалистам за выдающиеся достижения:

- научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, завершившиеся созданием и широким применением в производстве принципиально новых технологий, техники, приборов, оборудования, материалов и веществ;
- практическая реализация изобретений, открывающих новые направления в технике и технологиях;
- крупные, реализованные на практике научно-технические разработки в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции;
- высокие результаты в разработке и практическом применении новых методов и средств в медицине и здравоохранении;
- научные, проектно-конструкторские и технологические достижения в области строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства;
- научно-технические исследования и разработки в интересах обороны и безопасности страны, результаты которых использованы при создании более совершенной военной и специальной техники;
- работы, являющиеся значительным вкладом в решение проблем экологии и охраны природы;
- научно-исследовательские разработки, содействовавшие повышению эффективности реального сектора экономики [32].

В фойе Университета располагаются стенды ряда бизнес-партнеров Университета, Академии, где представлены некоторые материалы из комплексных разработок последнего периода (примерно 5-10 лет). Сотрудники компаний, Университета и Академии могут дать всем желающим необходимые пояснения.



Лауреаты премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники 2004 года. В числе других лауреатов: два коллектива, упомянутых в табл. 1: проф. Сажина Бориса Степановича (он сидит в красной жилетке в центре в первом ряду) и коллектив проф. Разумеева К.Э., проф. Щербаков В.П. и проф. Юхин С.С., в него входил и Герой Социалистического Труда, академик РАН Мороз Василий Андреевич (сидит в центре в первом ряду – второй справа от Фурсенко А.А.).



Лауреаты премии Правительства Российской Федерации в области образования 2008 года – три академика РАН (РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева), проф. Разумеев К.Э.



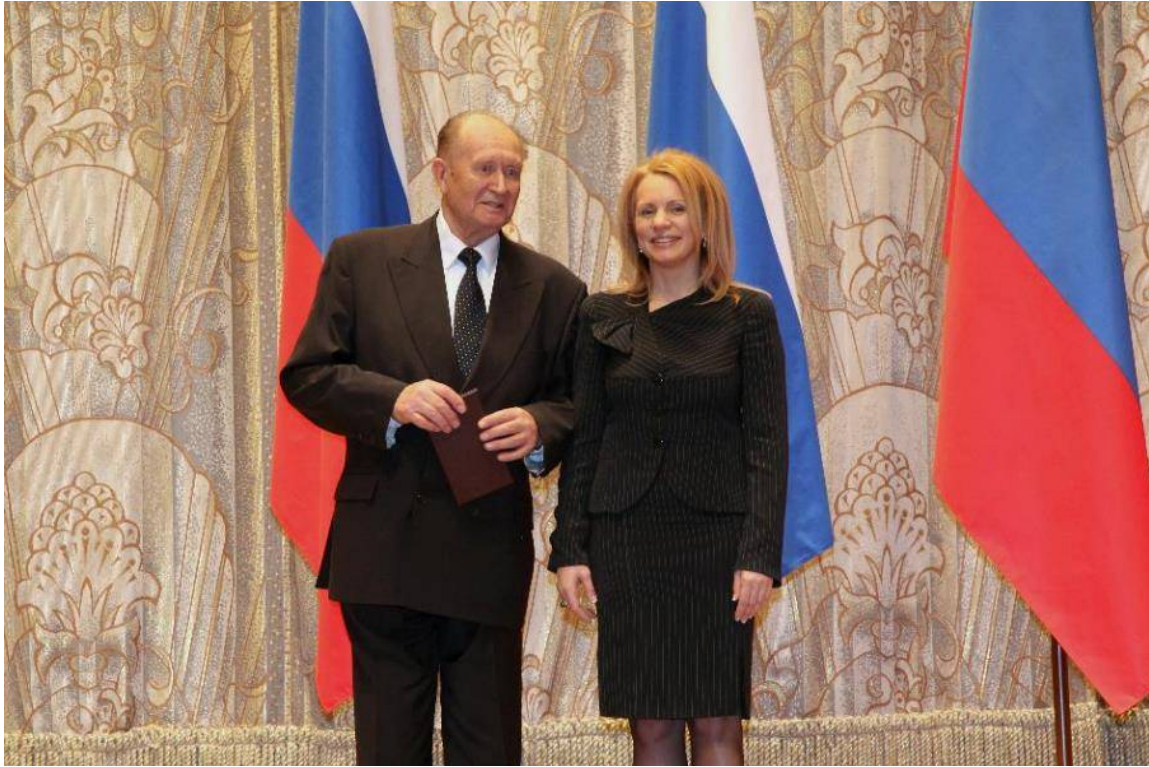


Лауреаты премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники 2010 года (руководитель группы проф. Николаев Сергей Дмитриевич)



Лауреаты премии Правительства РФ 2011 года – работа выдвинута АО «МОФ «Парижская Коммуна» - Нинитин А.А. (руководитель), рядом проф. Костылева В.В., между ними (во втором ряду) – проф. Фукин Виталий Александрович



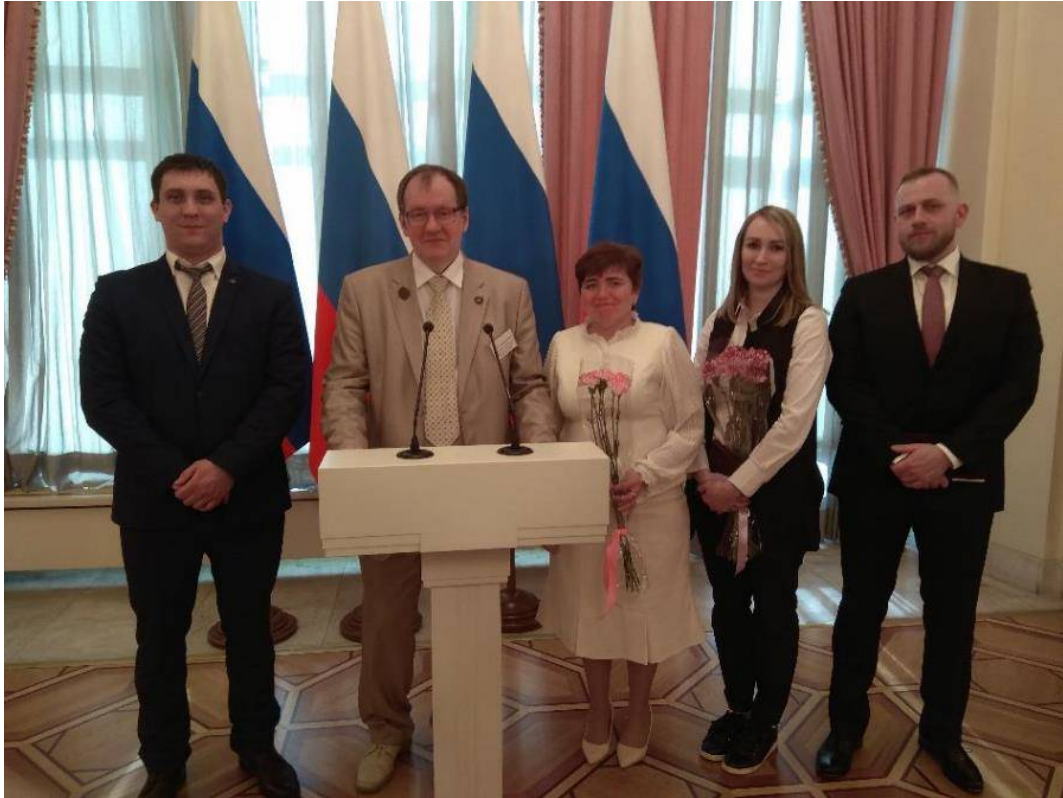


Вручение премии Правительства РФ проф. Фукину В.А., награду вручает заместитель Министра



В зале наград Дома Правительства РФ, перед вручением премии Правительства РФ 2013 года – проф. Белгородский Валерий Савельевич, за ним – проф. Кричевский Г.Е. и проф. Олтаржевская Н.Д. (работа была выдвинута бизнес-партнером «КОЛТЕКС»)





В зале наград Дома Правительства России: после вручения премии для молодых ученых 2018 года – коллектив КНИТУ – руководитель группы проф. Хамматова Венера Васильевна



В зале коллегии Минобрнауки России: группа лауреатов премии Правительства РФ в области науки и техники 2020 года во главе с ректором РГУ им. А.Н. Косыгина проф. Белгородским В.С.



В Доме Правительства России: Председатель Правительства Российской Федерации сердечно поздравил с победой в конкурсе на соискание премий в области науки и техники 2020 года ректора РГУ им. А.Н. Косыгина проф. Белгородского В.С.

## ВЫВОДЫ

1. Созданные в XX веке научно-инженерные школы в области текстильной и легкой промышленности показывают свою эффективность и в течение более 20 лет XXI века.
2. Комплексные проекты ряда Российских университетов, совместно с бизнес-партнерами по отраслям и представителям государственных и общественных академий получают и стабильно высокую правительственную оценку, что, по нашему убеждению, является подтверждением государственного и общественного признания.
3. Международный Косыгинский Форум зарекомендовал себя в качестве важной площадки для представления комплексных разработок, выдвигаемых на соискание высоких премий Правительства Российской Федерации.

## Список литературы

1. Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина. Становление и развитие. Научно-педагогические школы. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина. 2004. – 408 с., илл. ISBN 5-8196-0057-6.
2. Кто есть кто в науке и образовании Московского государственного текстильного университета имени А.Н. Косыгина. Биографическое издание. – М.: ГОУВПО «МГТУ им. А.Н. Косыгина», 2010. – 256 с. ISBN 978-5-8196-0186-0.
3. Развитие инженерного дела в Москве. Исторические очерки. – М.: Российская инженерная академия, 1998. – 460 с., илл. ISBN 5-900053-09-X.
4. Российская инженерная академия: Энциклопедия. Ижевск, Издательский дом «КИТ», 2015. – 539 с. илл. ISBN 978-5-902352-53-2.
5. 100 выдающихся ученых и инженеров Российской инженерной академии. Том 1. – М.: Научный мир, 2020. – 264 с.: 12 с. цв. вклейка. ISBN 978-5-91522-491-8.

6. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 марта 2002 года №175, пункт 19.
7. Постановление Правительства Российской Федерации от 18 февраля 2003 года №112, пункт 37.
8. Постановление Правительства Российской Федерации от 20 августа 2003 года №508, пункт 7.
9. Постановление Правительства Российской Федерации от 2 марта 2005 года №109 пункты 35 и 36.
10. Постановление Правительства Российской Федерации от 20 февраля 2006 года №96, пункты 21 и 23.
11. Постановление Правительства Российской Федерации от 22 февраля 2007 года №121, пункт 24.
12. Постановление Правительства Российской Федерации от 27 февраля 2008 года №121, пункт 23.
13. Постановление Правительства Российской Федерации от 10 марта 2009 года №221, пункт 24.
14. Постановление Правительства Российской Федерации от 10 марта 2009 года №222, пункт 5.
15. Постановление Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2008 года №983, пункт 14.
16. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 марта 2010 года №333-р, пункт 23.
17. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 1 марта 2010 года №248-р, пункт 6.
18. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2011 года №285-р, пункт 25.
19. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 октября 2010 года №1868-р, пункт 13.
20. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 6 февраля 2012 года №146-р, пункты 21 и 24.
21. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 6 февраля 2012 года №147-р, пункт 6.
22. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 февраля 2013 года №254-р, пункты 23 и 24.
23. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 февраля 2014 года №230-р, пункт 23.
24. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 26 февраля 2015 года №303-р, пункт 11.
25. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 14 декабря 2018 года №2792-р, пункт 3.
26. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 ноября 2019 года № 2846-р, пункт 7.
27. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22 октября 2020 года №2736-р, пункт 5.
28. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22 октября 2020 года №2737-р, пункт 4.

29. Современные задачи инженерных наук: сборник научных трудов Симпозиума «Современные инженерные проблемы базовых отраслей промышленности» Международного научно-технического Форума «Первые международные Косыгинские чтения» (11-12 октября 2017 года). – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2017. – 349 с. ISBN 978-5-87055-533-1 ISBN 978-5-87055-544-7.

30. Современные инженерные проблемы ключевых отраслей промышленности: сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума «Современные инженерные проблемы ключевых отраслей промышленности» Международного Косыгинского Форума «Современные задачи инженерных наук» (16 октября 2019г.). – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2019. – 225 с. ISBN978-5-87055-813-4.

31. Постановление Правительства Российской Федерации от 26 июля 1994 г. №873 «Об учреждении премий Правительства Российской Федерации в области науки и техники».

32. Постановление Правительства Российской Федерации от 27 декабря 1994 г. №1424 «Об утверждении Положения о премиях Правительства Российской Федерации в области науки и техники и Положения о Совете по присуждению премий Правительства Российской Федерации в области науки и техники».



**III МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОСЫГИНСКИЙ ФОРУМ  
«СОВРЕМЕННЫЕ ЗАДАЧИ ИНЖЕНЕРНЫХ НАУК»**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО- ТЕХНИЧЕСКИЙ  
СИМПОЗИУМ «СОВРЕМЕННЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ  
ПРОБЛЕМЫ КЛЮЧЕВЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

Сборник научных трудов

Том 3

20-21 октября 2021 г.

Научное издание

Технический редактор  
Федорова Н.Е.

Подготовка макета к печати  
Николаева Н.А.

Материалы публикуются в авторской редакции

Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов