

*На правах рукописи*



**Микрюкова Ольга Николаевна**

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ОГНЕЗАЩИТНЫХ  
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПАКЕТОВ СПЕЦОДЕЖДЫ**

**Специальность: 05.19.01 - Материаловедение производств текстильной  
и легкой промышленности**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
**диссертации на соискание учёной степени**  
**кандидата технических наук**

**Москва-2018**

Работа выполнена на кафедре материаловедения и товарной экспертизы Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)»

**Научный руководитель:**

**Бесшапошникова Валентина Иосифовна** доктор технических наук, профессор кафедры материаловедения и товарной экспертизы РГУ им. А.Н. Косыгина.

**Официальные оппоненты:**

**Лаврентьева Екатерина Петровна** доктор технических наук, 1-й заместитель генерального директора, ОАО «Инновационный научно-производственный центр текстильной и легкой промышленности»

**Сухова Александра Андреевна** кандидат технических наук, старший преподаватель ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

**Ведущая организация:**

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина»

Защита состоится «11» октября 2018 г. в 12-30 часов на заседании диссертационного совета Д 212.144.06 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» по адресу: 117997, г. Москва, ул. Садовническая, д. 33, стр. 1, ауд. 156.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (технологии. Дизайн. Искусство)» и на сайте университета <https://kosygin-rgu.ru/>.

Автореферат разослан «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 212.144.06

доктор технических наук, профессор



Е.А. Кирсанова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы:** Защитная одежда пожарных, спасателей, рабочих горячих цехов, сварщиков от воздействия высоких температур выдвигает высокие требования надежности материалов. На смену традиционным материалам спецодежды, таким как сукно, брезент и кожаный спилоч пришло новые инновационные материалы, прежде всего, это большая группа арамидных волокон и текстильных материалов на их основе. Однако стоимость таких материалов, пока остается на высоком уровне, что сдерживает их повсеместное применение. В связи с этим, по-прежнему актуальна модификация для снижения горючести традиционных текстильных материалов из натуральных и их смесей с химическими волокнами. В связи с этим, совершенствование способов модификации, разработка научно-обоснованного подхода к формированию волокнистого состава, структуры и свойств текстильных материалов, выявление закономерностей процессов пиролиза и горения, позволяющих управлять процессом проектирования огнезащитных материалов, приобретают исключительно важное научное и практическое значение. Поэтому проведение комплексных исследований направленных на разработку огнезащитных текстильных материалов с высокими эксплуатационными свойствами и их применение в производстве огнезащитной спецодежды, является актуальной проблемой.

Диссертационная работа выполнена в рамках гранта для молодых ученых по НИОКР №1411-Пр от 01.09.2014 г. «Исследование влияния фосфорсодержащих замедлителей горения на свойства и структуру текстильных материалов при снижении их горючести», а также в соответствии с планом НИР РГУ им. А. Н. Косыгина 5.8 «Методы и средства исследования свойств и оценка качества материалов и изделий текстильной и легкой промышленности».

**Целью работы является** разработка огнезащитных текстильных материалов с высокими эксплуатационными свойствами и их применение в производстве огнезащитной спецодежды.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи:**

- провести анализ ассортимента и разработать классификацию современных огнезащитных материалов для спецодежды;
- провести анализ требований и оценить значимость показателей качества огнезащитных тканей;
- разработать метод и определить оптимальные параметры обработки тканей фосфорсодержащими замедлителями горения;
- изучить влияние огнезащитной обработки афламмитом KWB на структуру, свойства и процесс пиролиза текстильных материалов;
- разработать систему замедлителей горения для текстильных материалов;
- установить особенности обработки смесовых тканей разработанной системой замедлителей горения;
- разработать огнезащитные текстильные материалы, нетканые утеплители одежды и швейные нитки;
- разработать и исследовать взаимосвязь структуры и свойств пакетов материалов огнезащитной утепленной спецодежды сварщика.

**Научная новизна работы** состоит в том, что:

- доказано иницирующее воздействие предварительной обработки текстиль-

ных материалов ВЧЕ плазмой пониженного давления на увеличение сорбционной способности и диффузии замедлителя горения в объем волокна, его равномерное распределение и химическое взаимодействие с волокнообразующим полимером, что обеспечивает повышение огнестойкости текстильных материалов;

- доказано ингибирующее влияние замедлителей горения афламита КWB и giso-flam PCE на процесс термического разложения огнезащитных текстильных материалов, что приводит к увеличению выхода негорючих продуктов  $H_2O$  и  $CO_2$  и карбонизованного остатка, уменьшению тепловыделений, и возрастанию кислородного индекса до 36-39,5% об;

- установлен механизм химического взаимодействия афламита КWB замещением гидроксильных групп целлюлозы, что обеспечивает текстильным материалам устойчивый к многократным стиркам огнезащитный эффект;

- доказан синергизм взаимного влияния смеси хлопковых и лавсановых волокон, огнезащитных системой замедлителей горения (КWB : PCE=1:1), на процесс пиролиза, горения и показатели огнестойкости модифицированных текстильных материалов, который подтверждается превышением фактических над расчетными значениями показателей: кислородного индекса на 7-8%, карбонизованного остатка на 33-35%;

- получена математическая модель, которая позволила определить оптимальные параметры огнезащиты афламмитом КWB: концентрация афламита КWB – 20%; температура раствора –  $95 \pm 5^\circ C$ ; продолжительность модификации  $340 \pm 5$  с., которые подтверждены экспериментально. Введение катализатора – 1% фосфорной кислоты и сшивающего агента – 10% квекадура DM 70, термообработка при  $150^\circ C$  в течение 120 с и оптимальные параметры модификации, позволяет получать огнезащитные ткани с кислородным индексом 28-32,5% об. Математическая модель позволяет управлять процессом модификации и получать хлопчатобумажные ткани с разной степенью огнезащиты с учетом требований и назначения изделий;

- разработана иерархическая и фасетная классификации. Заложенные классификационные признаки в полной мере отражают технологию производства, структуру, назначение и ассортимент огнезащитных текстильных материалов. Фасетная классификация позволит использовать информационные технологии для обработки и хранения информации об ОТМ, что облегчит и ускорит процесс конфекционирования материалов в пакет изделий.

**Теоретическая значимость работы.** Выявленные закономерности формирования структуры огнезащитных материалов и влияние замедлителей горения на процесс пиролиза и горения могут быть использованы при разработке теории горения текстильных материалов и создании огнезащитных материалов с комплексом заданных свойств.

Разработанная математическая модель в виде уравнения регрессии, позволяет управлять процессом обработки и получать хлопчатобумажные ткани с разной степенью огнезащиты с учетом требований и назначения изделий.

**Практическая значимость работы:**

- впервые разработан и научно обоснован инновационный метод огнезащиты обработкой 10% раствором афламита КWB тканей, предварительно обработанных ВЧЕ плазмой пониженного давления в течение 180 с., который обеспечивает увеличение сорбционной способности и диффузии замедлителя горения в объем волокна,

равномерное его распределение и химическое взаимодействие с волокнообразующим полимером. Кислородный индекс огнезащищенных тканей составляет 31-42 %об., время остаточного горения и тления равно нулю, длина обугленного участка пробы не превышает 5 см, что позволяют отнести эти ткани в категорию огнестойких материалов;

– впервые разработан состав огнезащитной системы замедлителей горения, афламмита КWB и guso-flam PCE, взятых в соотношении 1:1, который обеспечивает снижение горючести текстильных полотен из целлюлозных и полиэфирных волокон и их смеси. Кислородный индекс тканей составляет 36-39,5 %об, время остаточного горения и тления равно нулю, длина обугленного участка пробы не превышает 3 см. Эти данные позволяют отнести модифицированные ткани, в категорию огнестойких материалов;

– разработаны огнезащитные ткани из хлопковых, полиэфирных и шерстяных волокон и их смеси, которые характеризуются высокими показателями физико-механических, эксплуатационных и огнезащитных свойств (КИ 28,5-42,5%об., время остаточного тления и горения 0 с.), отвечают требованиям стандартов и могут быть рекомендованы для спецодежды сварщика и других изделий;

– разработаны огнезащитные объемные нетканые утеплители. Материалы характеризуются высоким кислородным индексом 28,5-33,5%об., продолжительность остаточного горения 0 секунд, по физико-механическим свойствам и показателям огнестойкости отвечают требованиям стандартов и оцениваются как «огнестойкие» материалы и могут быть рекомендованы для производства утепленной спецодежды сварщиков. Использование огнезащищенного утеплителя позволит повысить надежность спецодежды;

– разработаны швейные нитки пониженной горючести, повышающие надежность ниточного соединения деталей спецодежды. Швы обладают не только прочностью, но и устойчивостью к действию отрицательных производственных факторов, при этом они в 2,0-2,5 раза дешевле ниток марки 40/3FR из мета-арамидного волокна. Модифицированные нитки при стачивании затруднений не вызывают;

– разработана структура пакетов утепленной спецодежды из огнезащитных материалов. Установлена взаимосвязь теплозащитных свойств от состава и расположения слоев в пакете одежды. Разработанные пакеты материалов характеризуются меньшей массой и жесткостью, и обеспечивают высокие тепло- и огнезащитные свойства изделий.

Теоретические и экспериментальные результаты работы внедрены в учебный процесс подготовки магистров по направлению 29.04.02 «Технология и проектирование текстильных изделий», прошли апробацию в текстильном производстве огнезащитных материалов ООО «Чайковский текстиль», что подтверждают акты апробации и внедрения.

**Объектами исследования являлись:** структура и свойства текстильных хлопчатобумажных (ХБ), хлопколавансановых, лавсановых (ПЭ), шерстяных (Ш) и полшерстяных тканей, с разным сочетание волокон в смеси. Для огнезащитной обработки текстильных материалов использовали фосфор и азотсодержащие замедлители горения разных производителей, структуры и состава, а также различные химические и физические способы воздействия на структуру, свойства и процесс огнеза-

щитной обработки. Полученные автором огнезащитные материалы: ткани, нитки, объемный нетканый утеплитель.

**Основные методы исследования.** Исследования выполнялись на базе экспериментально-теоретических подходов с применением методов планирования эксперимента, теории классификации, оптической микроскопии, ступенчатой газовой пиролитической хроматографии (СПГХ), термогравиметрического анализа (ТГА) и дифференциального термического анализа (ДТА), дифференциальной сканирующей колориметрии (ДСК), инфракрасной спектроскопии (ИКС), математической статистики, метода экспертных оценок и системного анализа. Исследования показателей горючести и физико-механических свойств осуществляли в соответствии с ГОСТ. В работе применяли графические, расчетные и аналитические средства MS Windows, MS Excel.

**Апробация работы.** Материалы диссертационной работы доложены и обсуждены на 21-ой международных и всероссийских научно-практических конференциях: «Взаимодействие высшей школы с предприятиями легкой промышленности: наука и практика», (Кострома, 2013); «Техническое регулирование: базовая основа качества материалов, товаров и услуг», (Шахты, 2014 и 2017); «Материалы 21 века», (Пенза, 2014); «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы» (SMARTEX-2014) (Иваново); «Наука и технологии в современном мире: традиции и инновации» (Новосибирск 2015); «Моделирование в технике и экономике», (Витебск 2016, Беларусь); «Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности», (Витебск 2017, Беларусь); «Перспективные полимерные композиционные материалы. Альтернативные технологии. Переработка. Применение. Экология» («КОМПОЗИТ-2016») (Энгельс); «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности» (ИННОВАЦИИ-2016) (Москва); «Актуальные проблемы науки в технологиях текстильной и легкой промышленности» (ЛЕН-2016) (Кострома); «Инновационное развитие легкой промышленности», (Казань, 2016); «Молодые ученые – развитию отечественной промышленности» («ПОИСК-2015, 2016») (Иваново); «Современные аспекты гуманитарных, экономических и технических наук. Теория и практика», (Новосибирск, 2015 и 2016); «Церевитиновские чтения 2017», (Москва, 2017) и других.

**Положения, выносимые на защиту:**

- классификация огнезащитных материалов;
- результаты комплексных исследований влияния огнезащитной обработки на структуру, свойства, процесс пиролиза и показатели горючести тканей из хлопковых, полиэфирных, шерстяных волокон и их смесей;
- структура и свойства хлопкодержающих тканей огнезащищенных афламмитом KWB в сочетании со сшивающим агентом квекадура DM 70 и тканей, предварительно обработанных ВЧЕ плазмой пониженного давления;
- структура и свойства текстильных полотен обработанных огнезащитной системой замедлителей горения на основе афламмита KWB и guso-flam PCE;
- показатели качества разработанных огнезащитных тканей, объемного нетканого утеплителя, швейных ниток и пакетов материалов одежды на их основе.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с паспортом специальности 05.19.01 «Материаловедение производств текстильной и легкой промышленности» пунктов 1, 2, 8, 9.

**Личное участие автора** состоит в обосновании темы, постановке цели и задач исследования, анализе и обобщении полученных результатов, формулировании теоретических положений и выводов диссертации, разработке новых способов огнезащитной модификации, проведении экспериментальных исследований и промышленной апробации.

**Публикации.** По результатам диссертационного исследования опубликовано 26 работ (лично автором 4,43 п.л.), из них 3 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК, 2 статьи в Web of Science и SCOPUS, 3 статьи в других журналах и 20 статья в сборниках материалов докладов на международных и всероссийских конференциях.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения по работе, списка литературы и приложений. Работа изложена на 176 страницах машинописного текста, содержит 35 таблиц, 25 рисунков. Список литературы включает 154 наименования.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность работы, сформулированы цели и основные задачи исследований. Даны общая характеристика, научная новизна и практическая значимость результатов работы.

**В первой главе** приведен анализ и систематизация данных исследований, в том числе работ Роговина З.А., Гальбрайха Л.С., Берлина А.А., Перепелкина К.Е., Асеевой Р.М, Зубковой Н.С., Кодолова В.И., Праведникова А.Н., Бесшапошниковой В.И., Лаврентьевой Е.П., Красиной И.В., Кричевского Г.Е., Константиновой Н.И., Сафонова В.В., Van Krevelen D.W., Jonson P.R. и других российских и зарубежных ученых, внесших существенный вклад в развитие современной концепции теории горения и способов снижения горючести текстильных материалов.

На основе системного анализа и принципов классификации в работе разработана иерархическая и фасетная классификации огнезащитных текстильных материалов (ТМ) для спецодежды с учетом назначения и способов огнезащиты. Анализ показал, что в зависимости от назначения, к материалам предъявляются разные требования и по показателям, и по уровню огнезащиты. Поэтому основным классификационным признаком выбраны: назначение материалов, опасные производственные факторы, уровни защитных свойств, способы огнезащиты, волокнистый состав материалов.

В результате анализа нормативно-технической документации, проведенного экспертного анализа, априорного ранжирования мнения экспертов и оценки значимости и весомости показателей, определены наиболее значимые показатели качества, обеспечивающие надежность спецодежды сварщика в экстремальных условиях эксплуатации, которые будут учтены в дальнейших исследованиях.

**Во второй главе** представлен обоснованный выбор и характеристика объектов исследования. Описаны стандартные и известные методы и методики исследования и установка обработки тканей ВЧЕ плазмой пониженного давления.

**Третья глава** посвящена разработке огнезащитных текстильных материалов разными способами обработки хлопчатобумажных тканей фосфоразотсодержащим замедлителем горения (ЗГ) – Афламмитом КWB. Оптимизацию параметров модифи-

кации осуществляли полным трехфакторным экспериментом, симплексным методом. В результате получена адекватная математическая модель вида:  $y=28,14 + 2,29x_1 + 1,68x_2 + 0,89x_3 + 0,5x_1x_2 - 0,33x_2x_3 + 0,23x_1x_2x_3$ , которая позволила определить оптимальные параметры способа огнезащиты:  $X_1$  – концентрация афламита КWB – 20%;  $X_2$  – температура раствора –  $95 \pm 5^\circ\text{C}$ ;  $X_3$  – продолжительность модификации  $340 \pm 5$  с., которые подтверждены экспериментально. Введение катализатора – 1% фосфорной кислоты и сшивающего агента – 10% квекадура DM 70, термообработка при  $150^\circ\text{C}$  в течение 120 с. и оптимальные параметры огнезащиты, позволяют достигать максимального содержания ЗГ (27%) в структуре ткани и значение кислородного индекса (КИ) 28-32,5%об. Математическая модель позволяет управлять процессом модификации и получать ткани с разной степенью огнезащиты с учетом требований и назначения изделий.

По данным ИКС установлен механизм химического взаимодействия афламита КWB замещением гидроксильных групп целлюлозы, что обеспечивает ТМ устойчивый к многократным стиркам огнезащитный эффект.

Отмечено влияние структуры и волокнистого состава тканей на процесс сорбции замедлителя горения. С увеличением  $M_s =$  со 110 (ткань арт. 210) до  $347 \text{ г/м}^2$  (ткань молескин) привес ЗГ и КИ снижаются на 2%. Добавление к хлопку полиэфирных волокон (ткань арт. 62257) привес ЗГ и КИ снижаются на 3,5-4%.

Модификация незначительно на 8-10% увеличивает жесткость при изгибе текстильных полотен и на 7-9% снижает устойчивость к истиранию по плоскости. Разрывная нагрузка снижается незначительно, на 5-8%. Такой способ обработки позволяет получать огнезащитные хлопчатобумажные и полшерстяные ткани с КИ 28-29,5%об., время остаточного горения и тления 0 с., длина обугленного участка не превышает 5 см. Эти данные позволяют отнести ткани, обработанные афламмитом КWB по данному способу, в категорию огнестойких материалов.

Для интенсификации процесса модификации и улучшения смачиваемости и взаимодействия волокнообразующего полимера и замедлителей горения, текстильные полотна обрабатывали плазмой ВЧЕ разряда пониженного давления, на установке КНИТУ. Параметры обработки ВЧЕ плазмой пониженного давления (ПД): время обработки изменяли от 60 до 600 с., давление в разрядной камере  $P=21,5 \text{ Па}$ ; расход газа  $G=0,04 \text{ г/с}$ , плазмообразующий газ – воздух или азот; напряжение  $W_p=1,5 \text{ кВт}$ . Обработанные ВЧЕ плазмой ПД образцы модифицировали раствором содержащим: 10 или 20% афламита КWB; 1% фосфорной кислоты; 10% – квекадур DM 70, с последующей термообработкой при температуре  $150^\circ\text{C}$  в течение 120 с.

По данным оптической микроскопии после обработки ВЧЕ плазмой ПД поверхность волокон приобретает пористость. Чешуйки шерстяного волокна слегка отходят от стержня. Все это способствует повышению сорбционной способности волокон, и диффузии ЗГ в их объем, что подтверждает увеличение привеса афламита КWB в структуре тканей до 28-29%, это на 2% больше, чем модификация без плазмы. Отмечено, что ХБ ткань арт. 210, обработанная ВЧЕ плазмой воздуха содержит больше ЗГ в структуре полотен и КИ выше на 7%, по сравнению с ВЧЕ плазмой ПД образованной азотом. После стирок КИ составляет 42%об. Выявлено, что модификация 10%-ным раствором ЗГ после обработки ткани арт. 210 плазмой воздуха, более эффективна, т.к. КИ достигает 42%об., как и при модификации 20% раствором ЗГ,



однако расход ЗГ уменьшается в 2 раза. Следовательно, применение обработки ВЧЕ плазмой воздуха, позволяет экономить дорогостоящее сырье – замедлитель горения.

По данным оптической микроскопии ЗГ равномерно распределяется в структуре различных волокон и их смесей. Огнезащищенные данным способом ХБ и хлопколавсановые ткани для спецодежды, характеризуются высоким значением КИ 42 и 31,8%об. соответственно, и отсутствием остаточного горения и тления (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели горючести тканей огнезащищенных 10% -ным раствором афламмитом КWB после обработки ВЧЕ плазмой воздуха

Состав тканей, %	КИ, %об	Время, с., остаточного.		Длина обугленного участка, мм	
		тления	горения	до стирки	после
Ткань арт. 210, 100 Хл, исх.	18,0	70	51	173,0	178,0
Ткань арт. 210, (Хл, 28КWB)	42,0	0	0	36,0	41,0
Ткань арт.62257, (50ПЭ:50Хл), исх.	19,0	62	49	135,0	139,0
Ткань арт. 62257, (50ПЭ:50Хл), 24КWB	31,8	0	0	31,0	33,0
Ткань арт. 52366, 100ПЭ, исх.	20,0	0	15	105,0	111,0
Ткань арт. 52366, (ПЭ, 21КWB)	31,0	0	0	45,0	47,0
Ткань С2518, (50ПЭ:50Ш), исх.	23,5	54	38	91,0	94,0
Ткань С2518, (50ПЭ:50Ш), 20 КWB	29,0	0	0	24,0	25,0
Ткань сукно арт. 4503, 100Ш, исх.	25,0	28	15	77,0	81,0
Сукно арт. 4503, (Ш, 19КWB)	28,5	0	0	21,0	24,0

Для шерсть содержащих тканей применение плазменной обработки не эффективно, так как КИ модифицированной ткани с обработкой ВЧЕ плазмой ПД и без нее одинаков и составляет 28,5-29%об. Кроме того, огнезащитная модификация с плазменной обработкой на 19% снижает прочность при разрыве тканей, в то время как без обработки ВЧЕ плазмой разрывная нагрузка снижается лишь на 9-10%. Модификация незначительно на 7-11% увеличивает жесткость при изгибе текстильных полотен и на 7-10% снижает устойчивость к истиранию по плоскости. Разрывная нагрузка снижается незначительно, на 5-8%.

**Четвертая глава** посвящена разработке огнезащитных текстильных материалов за счет обработки системой замедлителей. Учитывая сложность выбора ЗГ для огнезащиты текстильных материалов из смеси волокон, в работе разработали систему ЗГ на основе афламмита КWB и органических и неорганических фосфосодержащих соединений. Установлено, что замедлители горения giso-flam NAF и NUV неэффективны для огнезащиты хлопчатобумажных тканей. Афламмит КWB и giso-flam PCE повышают КИ тканей до 28-30%об, и время остаточного тления и горения равно нулю, поэтому они выбраны в качестве составляющих компонентов системы ЗГ. Отмечено, что смеси ЗГ афламмита КWB и giso-flam PCE в соотношениях 1:1; 1:0,5 и 0,5:1 значительно повышает КИ до 36-39,5%об. Наиболее эффективна система, сочетающая КWB:PCE в соотношение 1:1. Модификация огнезащитной системой КWB:PCE=1:1 смесевых тканей (таблица 2) позволила установить, что синтетическая ткань из 100% полиэфирных волокон в меньшей степени сорбирует, чем ткани из хлопка и смеси хлопка и лавсана (обр. 1, 2 и 8, 9).

Таблица 2 – Показатели горючести смесовых тканей обработанных огнезащитной системой – KWB:PCE (соотношение 1:1)

№ образца	Состав огнезащищенных тканей: %,	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Время, с., остаточного		Кислородный индекс, %об.		Длина обугленного участка, см	
			тления	горения	до стирки	после	до стирки	после
1	Ткань арт. 210, (ХБ, 27 KWB)	140	0	0	34,5	32,5	3,9	4,8
2	Ткань арт. 210, (ХБ, 22 PCE)	134	0	0	28,5	28,0	3,8	4,9
3	Ткань С26-ЮД, ХБ, 26(KWB:PCE)	416	0	0	38,1	<u>36,4</u> 29,0	2,0	2,1
4	Ткань арт. 62291, (80Хл,20ПЭ), 26(KWB :PCE)	390	0	0	41,0	<u>39,5</u> 37,2	1,9	2,3
5	Ткань арт. 62257, (50Хл,50ПЭ), 24(KWB:PCE)	152	0	0	40,5	<u>38,8</u> 35,5	2,0	2,2
6	Ткань арт.52366, ПЭ, 23(KWB:PCE)	196	0	0	33,4	32,7	3,3	3,6
7	Ткань арт. 210, ХБ, 28(KWB:PCE)	141	0	0	40,2	<u>38,3</u> 29,0	2,3	2,0
8	Ткань арт. 52366, (ПЭ, 15 PCE)	184	0	0	30,5	29,2	3,5	3,9
9	Ткань арт. 52366, (ПЭ, 17 KWB)	194	0	0	28,2	27,7	4,1	4,6

Примечание: в числителе экспериментальные данные, в знаменателе – расчетные.

С увеличением поверхностной плотности исходных тканей одинакового волокнистого состава (образцы 3 и 7) количество адсорбированного структурой материала ЗГ и КИ снижаются на 2%. Огнезащищенные системой KWB:PCE=1:1 ткани из ХБ и ПЭ волокон и их смеси, характеризуются высокими показателями огнестойкости КИ 36-39,5%об. Сравнение показателей КИ тканей из 100% хлопка и лавсана и их смесей волокон, огнезащищенных KWB и PCE по отдельности (образцы 1, 2 и 8, 9), и этих же тканей огнезащищенных системой KWB:PCE=1:1 (обр. 3 и 7), позволило выявить синергизм взаимного влияния состава огнезащитной системы на процесс пиролиза и горения тканей, т.к. экспериментальные значения КИ на 7% превышают расчетные. Синергизм также подтверждается данными ТГА. Экспериментальные данные потери массы при пиролизе значительно меньше расчетных. Модификация способствует увеличению выхода коксового остатка на 33-35%. По данным СПГХ возрастает выделение диоксида углерода и воды, которые образуются при деструкции волокон. По данным ДСК уменьшается теплота реакций пиролиза образцов, огнезащищенных системой KWB:PCE=1:1. Все это свидетельствует об ингибирующем влиянии модификации на процесс пиролиза, которое усиливает процессы дегидратации, структурирования и карбонизации, способствующие снижению горючести текстильных материалов.

Модификация тканей системой KWB:PCE=1:1, незначительно на 5-10% снижает разрывную и раздирающую нагрузку и устойчивость к истиранию по плоскости. Усадка тканей не превышала 3/2,5% (таблица 3).

Ткани верха спецодежды ( $M_s \geq 300 \text{ г/м}^2$ ) характеризуются высокой устойчивостью к истиранию по плоскости, более 12000 циклов, что обеспечит высокую изно-

состоятельность спецодежды. Воздухопроницаемость тканей отвечает требованиям, предъявляемым к материалам спецодежды.

Таблица 3 – Физико-механических свойств огнезащитных тканей

Состав смесовых хлопколавсановых тканей, %	Ms, г/м <sup>2</sup>	КИ, %об	Разрывная нагрузка, Н, основа/уток	R <sub>разд</sub> , Н, основа/уток	Вр, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> с	Усадка, %, основа/уток
Ткань арт. 210, (ХБ, 27КWB)	140	32,5	30/30,5	52/53	308	3/3,5
Ткань арт. 210, (ХБ, 22 PCE)	134	28,0	32,0/31,3	52/53	300	3/3,5
Ткань С26-ЮД, ХБ, 26(КWB:PCE)	416	36,4	935/863	76/69	39	2,8/3,0
Ткань арт. 62291, (80Хл,20ПЭ), 26(КWB: PCE)	390	39,5	897/825	98/87	40,5	2,0/1,5
Ткань арт. 62257 (50Хл,50ПЭ), 24(КWB:PCE)	152	38,8	497/529	64/68	275	3,0/2,5
Ткань арт. 52366, ПЭ, 23 (КWB:PCE)	196	32,7	735/527	81/73	269	2,0/1,5
Тк. арт.210, ХБ, 28(КWB:PCE)	141	38,3	312/319	52/53	295	3/3,4
Ткань арт. 52366, (ПЭ,15 PCE)	184	29,2	719/500	80/72	212	2,0/1,5
Ткань арт. 52366, (ПЭ,17 КWB)	194	27,7	725/515	81/72	198	2,0/1,5
Ткань арт. АК3302, (60Хл,40ПЭ)исх.	410	19,0	1050/980	135/102	35	2,5/2,0
Ткань арт. АК3302 (60Хл,40ПЭ), 18,2(КWB:PCE)	485	38,5	990/940	128/99	30	2,0/1,5
Ткань арт. АК2105 (70Хл,30ПЭ) исх.	400	18,8	960/920	123/97	39	3,0/2,5
Ткань арт. АК2105 (70Хл,30ПЭ), 20,3(КWB:PCE)	480	40,0	910/900	115/89	34	2,6/2,0
Ткань арт. 3587, (80Хл,20ПЭ) исх.	390	18,5	890/870	120/98	38,5	3,0/3,2
Ткань арт. 3587 (80Хл,20ПЭ), 23,6(КWB:PCE)	482	41,0	860/830	112/85	39	2,0/1,4

Примечание: коэффициент вариации показателей свойств не превышает 4,9%; Ms – поверхностная плотность; КИ – кислородный индекс; Вр – воздухопроницаемость.

**Пятая глава** посвящена разработке огнезащитных материалов и пакетов одежды и исследованию их свойств. Для повышения надежности огнезащитной спецодежды, в работе огнезащитной обработке системой 3Г КWB:PCE = 1:1 подвергали объемный нетканый утеплитель Холлофайбер СОФТ, швейные нитки и ткани. В результате модификации получили огнезащитные нетканые утеплители (ОЗНУ), которые характеризуются высоким КИ 28,5-33,5 %об., время остаточного горения 0 с., длине оплавленного участка не боле 7 см. Физико-механические свойства ОЗНУ незначительно отличаются от показателей исходных образцов (таблица 4). Утеплитель характеризуется высокой упругостью, деформации через 20 мин полностью обратимы.

Обработанные системой 3Г, КWB:PCE=1:1, швейные нитки специальные №30 и 44ЛХ по показателям свойств отвечают требованиям, предъявляемым к ниткам для огнезащитной спецодежды. Швы образованные модифицированными нитками обладают высокой прочностью: 60,4 даН – стачной, 66,7– настрочной и 71,8 даН – шов в замок. Огнезащитные нитки снижают прочность шва под действием огня в течение 30 с., лишь на 8,5%, остаточное тление и горение шва равно 0 с., КИ 29,0-31,5%об. Эти показатели позволяют отнести огнезащитные нитки в категорию ог-

нестойких.

Таблица 4 – Показатели физико-механических свойств ОЗНУ

№ образца	Состав образца, % масс.	$M_s$ , г/м <sup>2</sup>	$P_r$ , даН, длина / ширина	Теплопроводность, Вт/(м·К) / $R_{сум.}$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт	Гигроскопичность, %
1	Холлофайбер СОФТ исх.	100	9,5/4,5	0,041/0,204	5,8
2	ОЗНУ, 20КWB	120	9,1/4,4	0,040/0,210	5,3
3	ОЗНУ, 17PCE	117	8,9/4,1	0,038/0,219	5,2
4	ОЗНУ, 25 (КWB:PCE/1:1)	125	8,7/4,0	0,037/0,227	5,0
5	2 слоя, ОЗНУ, 25(КWB:PCE/1:1)	250	-	0,034/0,494	-

Примечания:  $M_s$  – поверхностная плотность,  $P_r$  – разрывная нагрузка.  $R_{сум.}$  – суммарное тепловое сопротивление Коэффициент вариации показателей свойств составил 4,5-7,3%

Из разработанных огнезащитных тканей и утеплителей разработаны пакеты материалов утепленной спецодежды сварщика в один и два слоя ОЗНУ. Установлено, что огнезащитная модификация не оказывает влияния на теплозащитные свойства пакета материалов. Они определяются исключительно структурой и свойствами полотен, составляющих пакет одежды. Увеличение количества слоев ОЗНУ до двух значительно повышает теплозащитные свойства пакета спецодежды. Воздухопроницаемость пакетов низкая и соответствует нормативным требованиям утепленной спецодежды. Невысокая жесткость и масса материалов, обеспечат большую устойчивость к образованию заломов и складок в местах сгибов, относительно гладкая поверхность быстрое удаление расплава металла с поверхности одежды, а высокая степень огнезащиты ткани верха и утеплителя – надежную защиту пользователя при эксплуатации спецодежды. По разработанному методу огнезащиты получены образцы тканей в производственных условиях ООО «Чайковский текстиль», что подтверждает акт.

## ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Впервые разработан и научно обоснован инновационный метод огнезащиты обработкой 10% раствором афламита КWB тканей, предварительно обработанных ВЧЕ плазмой пониженного давления в течение 180 с., который обеспечивает увеличение сорбционной способности и диффузии замедлителя горения в объем волокна, равномерное его распределение и химическое взаимодействие с волокнообразующим полимером. Кислородный индекс огнезащищенных тканей составляет 31-42 %об., время остаточного горения и тления равно нулю, длина обугленного участка пробы не превышает 5 см, что позволяют отнести эти ткани в категорию огнестойких материалов.

2. Впервые разработан состав огнезащитной системы замедлителей горения, афламита КWB и giso-flam PCE, взятых в соотношении 1:1, который обеспечивает снижение горючести текстильных полотен из целлюлозных и полиэфирных волокон и их смеси: кислородный индекс тканей составляет 36-39,5 %об., время остаточного горения и тления равно нулю, длина обугленного участка пробы не превышает 3 см. Эти данные позволяют отнести модифицированные ткани, в категорию огнестойких материалов.

3. Доказан синергизм взаимного влияния смеси хлопковых и лавсановых во-

локон, огнезащищенных системой замедлителей горения (KWB : PCE=1:1), на процесс пиролиза, горения и показатели огнестойкости модифицированных текстильных материалов, который подтверждается превышением фактических над расчетными значениями показателей: кислородного индекса на 7-8%, карбонизованного остатка на 33-35%.

4. Получена математическая модель, которая позволила определить оптимальные параметры огнезащиты афламмитом KWB: концентрация афламмита KWB – 20%; температура раствора –  $95 \pm 5^\circ\text{C}$ ; продолжительность модификации  $340 \pm 5$  с., которые подтверждены экспериментально. Введение катализатора – 1% фосфорной кислоты и сшивающего агента – 10% квекадура DM 70, термообработка при  $150^\circ\text{C}$  в течение 120 с и оптимальные параметры модификации, позволяет получать огнезащитные ткани с кислородным индексом 28-32,5% об. Математическая модель позволяет управлять процессом модификации и получать хлопчатобумажные ткани с разной степенью огнезащиты с учетом требований и назначения изделий.

5. Установлен механизм химического взаимодействия афламмита KWB замещением гидроксильных групп целлюлозы, что обеспечивает текстильным материалам устойчивый к многократным стиркам огнезащитный эффект.

6. Доказано ингибирующее влияние замедлителей горения афламмита KWB и giso-flam PCE на процесс термического разложения огнезащитных текстильных материалов, что приводит к увеличению выхода негорючих продуктов  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CO}_2$  и карбонизованного остатка, уменьшению тепловыделений, и возрастанию кислородного индекса до 36-39,5% об.

7. Разработаны огнезащитные ткани из хлопковых, полиэфирных и шерстяных волокон и их смеси, которые характеризуются высокими показателями физико-механических, эксплуатационных и огнезащитных свойств (КИ 28,5-42,5% об., время остаточного тления и горения 0 с.), отвечают требованиям стандартов и могут быть рекомендованы для спецодежды сварщика и других изделий.

8. Разработаны огнезащитные объемные нетканые утеплители. Материалы характеризуются высоким кислородным индексом 28,5-33,5% об., продолжительность остаточного горения и плавления 0 с., по физико-механическим свойствам и показателям огнестойкости отвечают требованиям стандартов и оцениваются как «огнестойкие» материалы и могут быть рекомендованы для производства утепленной спецодежды сварщиков. Использование огнезащитного утеплителя позволит повысить надежность спецодежды.

9. Разработаны огнезащищенные швейные нитки, которые повышают надежность ниточного соединения деталей спецодежды. Швы обладают не только прочностью, но и устойчивостью к действию отрицательных производственных факторов, при этом они в 2,0-2,5 раза дешевле ниток марки 40/3FR из мета-арамидного волокна. Модифицированные нитки при стачивании затруднений не вызывают.

10. Разработана структура пакетов утепленной спецодежды из огнезащитных материалов. Установлена взаимосвязь теплозащитных свойств от состава и расположения слоев в пакете одежды. Разработанные пакеты материалов характеризуются меньшей массой и жесткостью, и обеспечивают высокие тепло- и огнезащитные свойства изделий.

11. Разработаны иерархическая и фасетная классификации. Заложенные классификационные признаки в полной мере отражают технологию производства, струк-

туру, назначение и ассортимент огнезащитных текстильных материалов. Фасетная классификация позволит использовать информационные технологии для обработки и хранения информации об ОТМ, что облегчит и ускорит процесс конфекционирования материалов в пакет изделий.

### ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

#### Статьи в изданиях, входящих в «Перечень ВАК при Минобрнауки РФ»:

1. Бесшапошникова В.И., **Микрюкова О.Н.**, Гальбрайх Л.С. Влияние афламмита КWB на процесс пиролиза и свойства целлюлозных тканей [Текст] // Химические волокна – 2017. – №4. – с. 19-22. (Web of Science) (0,25/0,15 п.л.)

2. Бесшапошникова В.И., **Микрюкова О.Н.**, Загоруйко М.В., Штейнле В.А. Огнезащита смесовых тканей системой фосфоразотсодержащих замедлителей горения [Текст] // Журнал Вестник технологического университета – 2017. – Т. 20, №22. – с. 69-73. (0,31/0,20 п.л.)

3. **Микрюкова О.Н.**, Штейнле В.А., Иванова С.Н., Загоруйко М.В., Бесшапошникова В.И. Анализ требований и оценка значимости показателей качества огнезащитных тканей [Текст] // Дизайн и технологии – 2018. – №63 (104). – с. 80-86. (0,62/0,35 п.л.)

#### Статьи в зарубежных и российских изданиях:

4. Besshaposhnikova V.I. Influence of Aflammit KWB on the Process of Pyrolysis and the Properties of Cellulose Fabrics / V.I. Besshaposhnikova, **O.N. Mikryukova**, L.S. Gal'braikh // Fibre Chemistry ,19 February 2018, **Online:** <https://doi.org/10.1007/s10692-018-9877-3>. (Web of Science и SCOPUS). (0,25/0,15 п.л.)

5. Бесшапошникова В. И., **Микрюкова О. Н.**, Бесшапошникова Н. В., Зюлин А. А. Разработка способа модификации целлюлозных тканей замедлителем горения афламмитом КWB [Текст] Проблемы разработки и использования огнезащитных материалов: сборник материалов // Концепт. – Приложение № 3. – Киров: МЦИТО, 2016. – с. 14-19. (0,375/0,25)

6. **Микрюкова О. Н.** Исследование влияния фосфорсодержащих замедлителей горения на структуру и свойства целлюлозных тканей [Текст] Проблемы разработки и использования огнезащитных материалов: сборник материалов // Концепт. – Приложение № 3. – Киров: МЦИТО, 2016. – с.64-70. (0,44/0,44 п.л.)

7. Миронцева В. В., **Микрюкова О. Н.**, Бокова К. С., Коваленко Г. М., Бокова Е. С. Огнезащитная обработка хлопчатобумажных тканей композициями, содержащими полимер-полимерные комплексы [Текст] Проблемы разработки и использования огнезащитных материалов: сборник материалов // Концепт. – Приложение № 3. – Киров: МЦИТО, 2016. – с. 71-76. (0,375/0,20п.л.)

#### Статьи, опубликованные в других изданиях:

8. **Микрюкова О.Н.** Придание огнезащитных свойств композиционным текстильным материалам / О.Н. Микрюкова, Г.Н. Некрасова, В.А. Крысова, В.И. Бесшапошникова, Н.А. Макарова, М.В. Загоруйко // Международная научно-практическая конференция «Взаимодействие высшей школы с предприятиями легкой промышленности: наука и практика», Кострома, 18 декабря 2013, КГТУ. – С.9-11. (0,187/0,10 п.л.)

9. **Микрюкова О.Н.** Модифицированные ткани для спецодежды и изделий технического назначения / О.Н. Микрюкова, Н.А. Макарова, В.И. Бесшапошникова // Международная научно-практическая конференция «Техническое регулирование: базовая основа качества материалов, товаров и услуг», Шахты, 20-21 марта 2014, ИСОиП, С. – 75-76. (0,125/0,075 п.л.)

10. Ульвачева Л.А. Разработка композиционных текстильных материалов пониженной горючести для спецодежды / Л.А. Ульвачева, О.Н. Микрюкова, Н.В. Некрасова, В.И. Бесшапошникова / 12 Международная научно-техническая конференция «Материалы 21 века», март 2014, Пенза, 2014. – С. 5-7. (0,187/0,10 п.л.)

11. **Микрюкова О.Н.** Анализ и систематизация способов придания огнезащитных свойств текстильным материалам / Микрюкова О.Н., Бесшапошникова В.И. // Тезисы докладов Всероссийской научной студенческой конференции Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2014) – Москва: ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2014, С. 62-63. (0,125/0,10 п.л.)

12. **Микрюкова О.Н.**, Скрепляющие материалы для спецодежды / Микрюкова О.Н., Ульвачева Л.А., Макарова Н.А., Бесшапошникова В.И. // Международного научно-практического семинара «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы» (SMARTEX - 2014), Иваново, 28-30 мая 2014 г, издательство WORLD PRESS, С. 113-117. (0,31/0,20 п.л.)

13. **Микрюкова О.Н.** Исследование эффективности фосфорсодержащих замедлителей горения для модификации целлюлозных тканей / О.Н. Микрюкова, Е.О.Хромова, Н. Слабечкая, Р.В. Колупаев, В.И. Бесшапошникова // Межвузовская научно-технической конференции с международным участием «Молодые ученые – развитию отечественной промышленности» («ПОИСК-2015»), Иваново 21-23 апреля 2015, ИВГПУ, 2015. – С. 117-118. (0,125/0,08 п.л.)

14. **Микрюкова О.Н.** Исследование влияния фосфорсодержащих замедлителей горения на структуру и свойства текстильных материалов / Микрюкова О.Н., Медведева Н.О., Хромова Е.О., Кудряшова Н.М., Бесшапошникова В.И. //XIV Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Современные аспекты гуманитарных, экономических и технических наук. Теория и практика», Новосибирск 23-24 апреля 2015, Новосибирск, 2015.– С. 205-207. (0,187/0,10)

15. **Микрюкова О.Н.** Влияние фосфорсодержащих замедлителей горения на структуру и свойства целлюлозных тканей / Микрюкова О.Н., Медведева Н.О., Бесшапошникова В.И. // Сборник материалов Всероссийской научной студенческой конференции «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности» (ИНТЕКС-2015) 2015, МГУДТ. – С. 96-98. (0,187/0,10 п.л.)

16. **Микрюкова О. Н.** Исследование влияния теплового потока на свойства текстильных материалов / Бесшапошникова В. И., Микрюкова О. Н., Хромова Е. О., Бесшапошникова Н. В., Колупаев Р. В. // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Наука и технологии в современном мире: традиции и инновации», Новосибирск 19-20 ноября 2015. – С. 146-150. (0,31/0,25 п.л.)

17. **Микрюкова О.Н.** Исследование синергизма огнезащиты текстильных материалов замедлителями горения разной природы / Микрюкова О.Н., Бесшапошникова В.И. // Тезисы докладов 68-ой внутривузовской студенческой конференции «Молодые ученые – инновационному развитию общества (МИР-2016)», Часть 1 – М.: ФГБОУ ВО «МГУДТ», 2016 г., С. 65. (0,06/0,05 п.л.)

18. **Микрюкова О.Н.** Моделирование и оптимизация процесса модификации текстильных материалов / О.Н. Микрюкова, Л.А. Липатова, Е.Д. Змеева, Е.В. Субботина, А.А. Зюлин, Н.В. Бесшапошникова, В.И. Бесшапошникова // Международная научно-практическая конференция «Моделирование в технике и экономике», ВГТУ (Беларусь), Витебск 23-24 марта 2016. – С. 123-125. (0,187/0,10)

19. Липатова Л.А. Исследование структуры и свойств терморегулируемых многослойных текстильных материалов для швейных изделий / Л.А Липатова, **О.Н. Микрюкова**, Е.Д. Змеева, А.А. Зюлин, Е.В. Субботина, Н.В. Бесшапошникова, В.И. Бесшапошникова // Межвузовская молодежная научно-технической конференции с международным участием «Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера» («ПОИСК-2016»), Иваново 25-29 апреля 2016, ИВГПУ, 2016. – С. 386-387. (0,125/0,05 п.л.)

20. **Микрюкова О.Н.** Исследование структуры и свойств модифицированной ткани / Микрюкова О.Н., Бесшапошникова В.И., Лебедева Т.С, Бесшапошникова Н.В., Лакомова Е.В. // XV Всероссийская научно-практическая конференции с международным участием «Современные аспекты гуманитарных, экономических и технических наук. Теория и практика» Россия, Новосибирск, 28-29 апреля 2016 г. С. 133-136. (0,25/0,15 п.л.)

21. Бесшапошникова В.И. Модификация целлюлозных тканей замедлителем горения афламмитом КWB / Бесшапошникова В.И., **Микрюкова О.Н.**, Лебедева Т.С., Бесшапошникова Н.В., // VII международная конференция «Перспективные полимерные композиционные материалы. Альтернативные технологии. Переработка. Применение. Экология». («Композит-2016»), 28-30 июня 2016г, г. Энгельс. С.14-16. (0,187/0,12 п.л.)

22. **Микрюкова О.Н.** Придание огнезащитных свойств целлюлозным текстильным материалам / О.Н. Микрюкова, В.И. Бесшапошникова, Н. А. Макарова, Н.А. Климова, Ю.М. Шульц // Актуальные проблемы науки в технологиях текстильной и легкой промышленности (Лен-2016) 20 октября 2016 : сб. трудов Междунар. науч.-техн. конф. / Костром. гос. ун-т. – Кострома : Изд-во Костром. гос. ун-та, 2016. – С. 22-24. (0,187/0,12)

23. Бесшапошникова В.И. Исследование влияния Афламмита КWB на процесс пиролиза целлюлозных тканей / В.И. Бесшапошникова, **О.Н. Микрюкова**, Н.А. Макарова, Т.С. Лебедева // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2016) 15-16 ноября 2016 г. : сборник материалов Международной научно-технической конференции. Часть 2. – М.: ФГБОУ ВО «МГУДТ», 2016. – С. 131-136. (0,375/0,25 п.л.)

24. **Микрюкова О.Н.** Экологическая безопасность модифицированных текстильных материалов / О.Н. Микрюкова, В.А. Штейнле, Т.С. Лебедева, С.Н. Иванова, В.И. Бесшапошникова // IV конференция молодых ученых, аспирантов и студентов «Церевитиновские чтения 2017», 22 марта 2017г, г. Москва, РЭУ им. Г.В. Плеханова. – С. 44-46. (0,187/0,10 п.л.)

25. **Микрюкова О.Н.** Исследование взаимодействия Афламмита КWB с целлюлозным волокном / О.Н. Микрюкова, Н.А. Макарова, Т.С. Лебедева, А.С. Комарова // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2016) 15-16 ноября 2016 г. : сборник материалов Международной научно-технической конференции. Часть 2. – М.: ФГБОУ ВО «МГУДТ», 2016. – С. 195-199. (0,31/0,20 п.л.)

26. **Микрюкова О.Н.** Огнезащитная модификация целлюлозных тканей / О.Н. Микрюкова, Т.С. Лебедева, Н.В. Бесшапошникова, А.С. Комарова, В.Ш. Хетагурова, В.И. Бесшапошникова // Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Инновационное развитие легкой промышленности», КНИТУ, 16-18 ноября 2016г., Казань, 2016.– С. 57-59.(0,187/0,10)



**МИКРЮКОВА ОЛЬГА НИКОЛАЕВНА**

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ  
ОГНЕЗАЩИТНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
И ПАКЕТОВ СПЕЦОДЕЖДЫ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Специальность 05.19.01 – «Материаловедение производств текстильной и легкой промышленности»

**Бумага офсетная. Печать цифровая**

**Усл.-печ. 1,0 п.л. Тираж 80 экз. Заказ № 1341 Н**

**Редакционно-издательский отдел РГУ им. А.Н. Косыгина**

**117997, г. Москва, ул. Садовническая, 33, стр. 1**

**отпечатано в РИО РГУ им. А.Н. Косыгина**