

В диссертационный совет 24.2.312.12, созданный
на базе ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технологический университет»

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Бесшапошниковой Валентины Иосифовны

на диссертационную работу Гайнутдинова Руслана Фаридовича «Научно-технологические основы управления показателями качества материалов для одежды специального назначения», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности

Актуальность темы. На сегодняшний день ассортимент материалов для спецодежды расширяется благодаря развитию науки и технологий производства и отделки текстильных материалов. Каждая отрасль предъявляет свои требования к качеству материалов и изделий. Для каждого вида спецодежды определены как общие, так и специальные требования защиты от негативных производственных факторов. На практике, зачастую, воздействует несколько неблагоприятных и опасных факторов, что затрудняет разработку универсальных защитных материалов для производства спецодежды, которая должна быть комфортной и защищать человека в течение установленного срока эксплуатации. Устойчивость материала к действию агрессивной внешней среды добиваются различными способами. Прежде всего, за счет использования специальных отделочных композиций, комплексных пропиток и других приемов. При этом материал должен обладать высокой прочностью, износостойкостью, устойчивостью к различным воздействиям и обеспечивать надежность и долговечность изделий. Для решения данной проблемы необходим комплексный научный и технологический подход. Поэтому, тема диссертационного исследования посвященного разработке научно-технологических основ управления показателями качества материалов для одежды специального назначения, обладающих комплексом необходимых эксплуатационных и потребительских свойств, является **актуальной** проблемой, а использование для этой цели технологии плазменного наноструктурирования материалов потоком неравновесной низкотемпературной плазмы (ННТП) пониженного давления и наномодифицирования комплексной светопроочной пропиткой повышенной водоупорности, огне-

стойкости и биостойкости, представляет собой оригинальное технологическое решение проблемы создания многофункциональных текстильных и кожевенных материалов спецодежды.

Научная новизна диссертационной работы заключается:

- в разработке теоретических основ и экспериментальных методов и методик реализации комбинированной технологии наноструктурирования потоком неравновесной низкотемпературной плазмы пониженного давления и наномодифицирования наночастицами серебра, а также научных положений, позволяющих управлять структурой многофункциональных текстильных и кожевенных материалов спецодежды (МТКМС) за счет регулирования параметров плазменного потока, прогнозирования и оценки показателей качества образцов материалов;

- впервые экспериментально установлено, что в результате воздействия потока ННТП происходит наноструктурирование МТКМС на толщину до 0,15 нм, а за счет КРНС на поверхности волокон концентрируется плотный слой атомов металла (максимально 100 нм), повышая физико-механические и защитные свойства от агрессивных сред и бактерий, которые на порядок превосходят контрольные образцы;

- впервые установлено, что максимальная глубина проникновения атомов плазмообразующего газа в поверхностный слой гидрофобной и бактерицидной пленки, состоящей из пропитки ВО и КРНС, составляет до 18 мкм, при этом около 95% атомов плазменного газа задерживается в слое толщиной 10 мкм при определенных условиях обработки потоком ННТП пониженного давления;

- теоретически обоснована и реализована проблема увеличения размера внутреннего объема пор волокнистых материалов за счет плазменной обработки микро- и нанопор потоком ННТП пониженного давления и КРНС, что позволило разработать физическую и математическую модели наноструктурирования и наномодифицирования пористой структуры материалов;

- в реализации научно-обоснованного подхода модификации материалов для текстильной и легкой промышленности путем пропитки новым композитным составом с использованием комплексной технологии наноструктурирования текстильных и кожевенных материалов потоком ННТП пониженного давления и наномодифицирования коллоидным раствором наночастиц серебра, направленного на улучшение показателей качества и конкурентоспособности отечественной продукции;

- в определении оптимально эффективных технологических параметров процесса комплексного воздействия потоком ННТП пониженного давления и наномодифицировании КРНС, которые обеспечивают высокие показатели качества материалов и готовых изделий;

- доказано интенсифицирующее воздействие потока ННТП пониженного давления, приводящее к изменению пористой структуры материалов и повышению показателей качества;

- в предложенном новом техническом решении пропитки комплексным составом (МВО+ООП+КРНС), одновременно повышающим гидрофобность, огнестойкость, гигроскопичность и бактерицидность;

- в разработанных новых методах и методиках оценки общей пористости многофункциональных текстильных материалов и спилка кожевенного материала с использованием объемно-взвешенного метода определения кажущейся и истинной плотности, а также толщины материалов. При этом разработанный метод подтвердил увеличение общей пористости от 41% до 61 % и средней толщины материалов от 15 до 20 % по сравнению с контрольными образцами.

Теоретическая значимость результатов исследований обоснована решением научной проблемы разработки нового подхода к управлению показателями качества текстильных и кожевенных материалов за счет комбинированной технологии наноструктурирования потоком ННТП пониженного давления и воздействия комплексного состава пропитки (МВО+ООП+КРНС) на капиллярно-пористую структуру материалов, а также сформулированными теоретическими представлениями эффективной адсорбции комплексного состава пропитки при отделочных операциях, математической моделью прогнозирования поведения современных текстильных и кожевенных материалов различных структур под действием условий обработки потоком ННТП пониженного давления и КРНС, которые воздействуют не только на поверхность материалов, но также и на нити и волокна, расположенные в глубине, что объясняется эффектом объемной обработки пористых материалов при которых повышаются физико-механические и защитные свойства.

Практическая значимость исследований заключается:

- в разработке технологического процесса производства новых наноструктурированных и наномодифицированных материалов, обоснованном выборе режимов воздействия потока ННТП пониженного давления и КРНС, которые позволили повысить показатели качества образцов материалов и спецодежды;

- впервые разработаны текстильные и кожевенные материалы, которые обеспечивают комплексную защиту работников как от теплового потока и расплава металла, так и брызг агрессивных кислот, щелочей, действия бактерий и грибков;

- впервые разработан новый ассортимент отечественных МТКМС с показателями качества, превышающими аналоги в 1,5 раза, а также установить, что

наноструктурированные и наномодифицированные МТКМС сохраняют физико-механические и защитные свойства тканей и кожи в течение двух лет эксплуатации спецодежды;

- определены показатели надежности и эксплуатационные показатели наноструктурированных текстильных материалов спецодежды, а также показатели стойкости к воздействию агрессивных сред (в парусине устойчивость к кислотам возросла на 34-39 %; в шинельном сукне на 39-45%, а в льносодержащей ткани устойчивость к щелочам увеличилась на 12-39%);

- установлено, что наноструктурированный спилкок кожевенного материала характеризуется повышением: предела прочности на 33%, удлинения при растяжении под напряжением 10 МПа на 36%, стойкости к истиранию на 16%, влагоотдачи и гигроскопичности на 30%, устойчивости окраски к сухому и мокрому трению на 100%, что открывает возможность управлять качеством материалов за счет варьирования параметрами обработки;

- установлено, что использование наноструктурированных и наномодифицированных МТКМС позволит продлить срок службы спецодежды и превысить уровень качества по надежности и эксплуатационным показателям в 5-7 раз, что подтверждается результатами мониторинга комплексной оценки качества образцов в производственных условиях, где новый ассортимент материалов позволяет продлить срок службы спецодежды до двух лет.

Разработанные инновационные технологии и материалы прошли опытно-промышленные испытания на АО «КазХимНИИ» (г. Казань) и внедрены на предприятия: ЗАО «Серпуховский кожевенный завод «Труд» (г. Серпухов); ООО «Рыбинский кожевенный завод» (г. Рыбинск); ООО «СОФТСТИЧ-М» (г. Москва); ООО «Эс-Дизайн» (г. Москва) и научно-производственное объединение «Программируемые композиции» (г. Кострома).

Изготовлены контрольные и опытные образцы спецодежды из наноструктурированных и наномодифицированных МТКМС в количестве 200 единиц, которые прошли опытную носку на ООО «Меткас» и ООО «ДороТех» (г. Казань). Экономический эффект от внедрения наноструктурированных и наномодифицированных материалов для рабочей спецодежды, в первые два года составил 22,6 млн. рублей (18038 п.м. ТМС и 7454 м² КМС) за счет повышения уровня качества образцов спецодежды. Срок окупаемости многофункциональной спецодежды в результате производства и их реализации, составил 3 года.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций является высокой, не вызывает сомнений, и обеспечивается глубокой теоретической проработкой известных данных по теме диссертационного исследования, применением широкого спектра стандартных и известных взаимодополняющих экспериментальных и теоретических методов исследования, прогнози-

рования и планирования экспериментов, а также статистической обработкой результатов исследований. Полученные результаты не противоречат известным научным достижениям и дополняют их. В связи с этим, **достоверность** научных положений, выводов и рекомендаций сомнений не вызывает.

Основные результаты работы Гайнутдинова Р.Ф. прошли апробацию в ходе научных, научно-технических, научно-практических конференций, а также Международных и Всероссийских выставках. Научные положения и выводы диссертации отражены в 59 научных публикациях, в том числе в 22 статьях журналов, входящих в Перечень рекомендованных ВАК Минобрнауки России, в 3 статьях научных журналов, индексируемых в международных базах данных Scopus / Web of Science, в 6 монографиях и в материалах конференций различного уровня.

Структура диссертационной работы. Диссертационная работа имеет классическую структуру: состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и пяти приложений с копиями документов. Основное содержание работы изложено на 541 страницах машинописного текста и содержит 101 таблицу, 213 рисунков. Приложения представлены на 31 странице, список литературы содержит 445 наименований.

Во введении диссертации сформулированы актуальность работы, цели и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, основные научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен обзор научно-технических отечественных и зарубежных достижений в области технологии, материаловедения и повышения качества и конкурентоспособности материалов спецодежды, рассмотрены основные требования и показатели качества материалов с учетом назначения изделий. Дан анализ проблемы получения качественных швейных изделий специального назначения, в том числе достижений по улучшению потребительских показателей качества материалов по водоупорности, бактерицидности и огнезащитным свойствам. Рассмотрены традиционные и инновационные электрофизические методы модификации, из которых наибольшее предпочтение отдается потоку ННТП пониженного давления. Проведено обобщение результатов теоретических исследований, что позволило сформулировать основные задачи научного исследования.

Во второй главе диссертации приведено обоснование выбора объектов, методов и методик исследования, представлено описание технических характеристик текстильных материалов и кожевенного спилка, а также установлены оптимальные параметры наноструктурирования текстильных и кожевенных материалов на экспериментальных плазменных установках. Описаны основные

методы экспериментальных исследований, обработки полученных результатов, а также методы математического моделирования и прогнозирования изменения структуры и свойств материалов спецодежды.

Третья глава посвящена теоретическим и экспериментальным исследованиям воздействия потока ННТП пониженного давления на структуру и свойства текстильных и кожевенных материалов спецодежды и разработке технологий наноструктурирования текстильных и кожевенных материалов для управления показателями свойств и повышения качества и конкурентоспособности новых материалов спецодежды.

Определены оптимальные параметры технологических процессов плазменной обработки потоком ННТП пониженного давления, включающие соответственно операции наноструктурирования текстильных и кожевенных материалов, а также параметры комплексной отделки образцов, обеспечивающей материалам повышенную водоупорность, огнестойкость и биостойкость.

Установлено влияние условий обработки в потоке ННТП пониженного давления на физико-механические, гигиенические и защитные свойства обрабатываемых текстильных материалов разной структуры и волокнистого состава и спилка кожевенного, что позволило автору управлять показателями качества материалов с учетом их назначения. Выявлена взаимосвязь и влияние мощности разряда, вида и расхода плазмообразующих газов аргона и воздуха для текстильных и смеси аргон-пропан/бутан для кожевенных материалов, давления и времени обработки в вакуумной камере на основные свойства материалов спецодежды. На основании проведенных исследований автором выбраны оптимальные технологические параметры плазменной обработки текстильных материалов и кожевенного спилка, гарантирующие достижение требуемого эффекта и уровня защитных свойств материалов и спецодежды.

Проведена оценка изменений химического состава и структурных характеристик наноструктурированных в плазме материалов, наблюдается упорядочивание аморфной фазы и образование сшивок и прочных связей между макромолекулами волокнообразующих полимеров, что способствует повышению эксплуатационных свойств и качества материалов и спецодежды.

В четвертой главе изложены основные результаты разработанной технологии наномодифицирования натуральных материалов коллоидным раствором наночастиц серебра (КРНС), включающей наноструктурирование в потоке ННТП пониженного давления с последующей обработкой растворами КРНС для улучшения биостойкости натуральных материалов спецодежды. Разработан состав композиционной пропитки с добавлением КРНС в ООП, МВО, СКППВО для наномодифицирования материалов спецодежды, с целью придания комплекса защитных свойств, в том числе огнестойкости, маслоразоттал-

кивания, биостойкости.

Автор привел результаты исследования влияния наномодификации на структуру и свойства целлюлозных и белковых волокон и тканей. По остаточной разрывной нагрузке оценена биостойкость текстильных полотен после воздействия микроорганизмов, после опытных носок и стирок спецодежды. Проведена оценка изменений химического состава и структурных характеристик наномодифицированных текстильных и кожевенных материалов и изделий после опытных носок и химчисток.

Пятая глава посвящена развитию теоретических основ процессов наноструктурирования ННТ плазмой пониженного давления и наномодифицирования композиционной пропиткой (ООП, МВО, СКПВО, КРНС). Все показатели свойств текстильных и кожевенных материалов зависят от состояния поверхности и пористости структуры. Экспериментальная оценка пористости модифицированных материалов позволила разработать вероятностную модель пористой структуры поверхности раздела фаз твердое тело / композиционная пропитка. Исследуя взаимодействие потока низкоэнергетичных ионов с поверхностью материалов автор доказал, что максимальная глубина проникновения атомов плазмообразующего газа в поверхностный слой образца составляет 15 мкм, при этом около 95 % их задержалось в слое толщиной 2 мкм.

В результате комплекса проведенных исследований и математического моделирования процесса обработки текстильных и кожевенных материалов в потоке ННТП пониженного давления доказано, что наномодификация таких образцов композиционной пропиткой (КРНС и фторсодержащими составами), обеспечивает заполнение пористой структуры материалов композиционной пропиткой и повышает устойчивость к агрессивным средам (кислотам, щелочам), уменьшает проницаемость, бактерицидные свойства сохраняются в 1,5-2 раза дольше.

Шестая глава содержит результаты апробации опытных образцов спецодежды из разработанных модифицированных текстильных и кожевенных материалов с учетом требований ГОСТ и пожеланий заказчиков. Изложены основные результаты комплексной оценки качества спецодежды из новых материалов в процессе их опытных носок в производственных условиях. На основе определения уровня единичных показателей качества изделий, а также итогового показателя качества образцов спецодежды после опытных носок в течение 24 месяцев и химчисток, дана комплексная оценка уровня качества полученных наноструктурированных и наномодифицированных материалов. Представлены результаты проведенного мониторинга комплексной оценки уровня качества разработанных образцов материалов в условиях строительного, нефтяного, нефтеперерабатывающего производств, после 6, 18 и 24 месяцев

опытных носок и химчисток спецодежды. Представлены технические характеристики и технико-экономическое обоснование эффективности практического использования разработанной технологии и материалов.

Заключение содержит основные выводы диссертационной работы.

Приложения включают: технологическую последовательность метода наноструктурирования экспериментальных образцов материалов; фотографии моделей изготовленной спецодежды для опытных носок; акты внедрения и испытания многофункциональных ТМС и КМС, а также спецодежды.

Характеристика содержания и оформления диссертации.

Диссертационная работа Гайнутдинова Р.Ф. «Научно-технологические основы управления показателями качества материалов для одежды специального назначения» оформлена в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011. Материал диссертационного исследования изложен научным языком, соответствует логике научного исследования, отражает авторские теоретические, методологические и технологические разработки в рамках выбранной темы исследования. Автореферат полностью отражает содержание материала диссертации, соответствует структуре изложения материала в работе. Выводы и положения, выносимые на защиту, имеют научно-практическое обоснование и соответствуют поставленной цели и задачам. Основные положения работы изложены в публикациях.

Диссертация Гайнутдинова Р.Ф. соответствует паспорту научной специальности 2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности, а именно: п.2 – Проектирование структуры и прогнозирование показателей свойств и качества волокон, нитей, материалов и ИТЛП; п.3 – Технологии (в том числе, нанотехнологии) волокон, нитей, материалов и ИТЛП; п.10 – Развитие теоретических основ проектирования и технологий переработки волокон, производства нитей, материалов и ИТЛП; п.19 – Разработка новых материалов, обеспечивающих высокие эксплуатационные свойства ИТЛП; п. 20 – Воздействие излучений и плазмы на волокнообразующие полимеры природного и синтетического происхождения, волокна, ткани, кожевенно-меховые и другие ИТЛП.

Вместе с тем, при анализе диссертационной работы возник ряд **замечаний и вопросов**:

1. В главе 1, посвященной обзору научно-технической литературы, содержится много информации представляющей научный интерес, однако не выделены основные факторы, повышающие показатели качества текстильных и кожевенных материалов для спецодежды.

2. На стр.106 диссертации приведена номенклатура комплекса показателей качества (рис. 2.5), которая выбрана для обоснования принятия решения.

На чем основан данный выбор?

3. Из текста не ясно, гидрофобную отделку текстильным материалам спецодежды придает автор, или использует уже отделанную ткань? Если так, то как объяснить факт повышения водоупорности после обработки в плазме? Если гидрофобную отделку проводит сам, то, как наносится аппрет, контролируется ли его привес?

4. На стр. 377, вывод 4 утверждает, что «наноструктурирование ТМС повышает износостойкость полульняных тканей в 5,2 раза и на 30,4% полотен из сукна, что приводит к повышению поверхностной плотности ...». Поясните пожалуйста, каким образом повышение износостойкости приводит к повышению поверхностной плотности?

5. Из текста не ясно, за счет чего в случае наноструктурирования кожаного спилка общая пористость возрастает до 78,9%, а сукна лишь до 19,5%, по сравнению с контрольными образцами (стр. 398)?

6. Для исследования процесса инъекции заряженных частиц в капиллярно-пористые материалы, разработана математическая модель на основе метода Монте-Карло (стр. 415). Почему выбрали именно этот метод и какова ошибка эксперимента?

7. Почему в качестве показателя качества, характеризующего стойкость спецодежды, выбраны агрессивные среды щелочь и кислота?

Приведенные замечания не изменяют общего положительного мнения о диссертационной работе Р.Ф. Гайнутдинова, результаты которой, несомненно, имеют научную, теоретическую и практическую значимость.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Заключение

Диссертационная работа Гайнутдинова Руслана Фаридовича на тему «Научно-технологические основы управления показателями качества материалов для одежды специального назначения» является законченной научной квалификационной работой, обладает научной новизной, теоретической и практической значимостью. На основании выполненных автором исследований разработаны теоретические и методологические основы управления показателями качества материалов спецодежды, разработаны технологии наноструктурирования и наномодифицирования материалов спецодежды, получены новые данные о структуре и свойствах новых текстильных и кожаных материалов, обладающих комплексом эксплуатационных свойств, делающих его конкурентоспособным. Результаты диссертационной работы имеют существенное значение для развития текстильной и легкой промышленности страны.

Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденно-го Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (в действующей редакции), а автор диссертации Гайнутдинов Руслан Фаридович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности.

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры материаловедения
и товарной экспертизы
ФГБОУ ВО «Российский государственный
университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

В.И. Бесшапошникова

« 23 » 09 2024 года

Бесшапошникова Валентина Иосифовна, доктор технических наук (05.19.01 – Материаловедение производств текстильной и легкой промышленности), профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» (РГУ им. А.Н. Косыгина), профессор кафедры материаловедения и товарной экспертизы, 117997, г. Москва, ул. Садовническая, д. 33, стр. 1, Тел.: +7(909)161-03-52. E-mail: vibesvi@yandex.ru

Подпись д.т.н., проф. Бесшапошниковой Валентины Иосифовны заверяю:



О.В. Сироткина

Вход. № 05-8938
« 25 » 09 2024 г
подпись