

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

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Гайсина Азата Фивзатовича

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 диссертационной работы связана со стратегией развития легкой промышленности, направленной на разработку и внедрение отечественных инновационных текстильных и кожевенных материалов, и изделий из них. Поэтому комплексное исследование полученных многофункциональных текстильных и кожевенных материалов, а также спецодежды из них, прогнозирование свойств материалов, как на стадии проектирования, так и их изменения в процессе опытных носок и химчисток, является одним из перспективных направлений развития материаловедения текстильной и легкой промышленности.

Достоверность и новизна научных положений.

Достоверность основных научных положений, изложенных в работе, не вызывает сомнений. Диссертационная работа оригинальна, содержит новые подходы к решению задач расширению ассортимента конкурентоспособных инновационных материалов и изделий из них, и дает достоверную и всестороннюю информацию о свойствах текстильных материалов и спилка кожевенного материала нового поколения.

Научная новизна работы состоит:

– в реализации научно–обоснованного подхода модификации материалов для текстильной и легкой промышленности путем пропитки новым композитным составом с использованием комплексной технологии наноструктурирования МТКМС потоком ННТП пониженного давления и наномодифицирования коллоидным раствором наночастиц серебра (КРНС),

направленный на улучшение показателей качества и конкурентоспособности отечественной продукции;

– в регулирования параметров плазменного потока, прогнозирования и оценки качественных показателей образцов, приводящих к улучшению эксплуатационных и защитных свойств материалов, где впервые установлено, что использование наноструктурированных и наномодифицированных многофункциональных текстильных и кожевенных материалов для спецодежды (МТКМС) увеличивает срок их опытной носки в 1,5–2,0 раза, что подтверждено результатами проведенного мониторинга комплексной оценки материалов для спецодежды;

– в установлении взаимосвязи показателей структуры и качества исходных компонентов новых МТКМС, позволяющих определить количественные характеристики продукции и обеспечить высокие показатели качества МТКМС и готовых изделий;

– в интенсифицирующем действии потока ННТП пониженного давления, приводящее к изменению пористой структуры МТКМС из натуральных волокнообразующих полимеров. Установлены оптимальные параметры плазменного воздействия, приводящие к повышению показателей качества новых МТКМС;

– в новом техническом решении пропитки комплексным составом (МВО+ООП+КРНС), одновременно повышающим как гидрофобность и огнестойкость материалов спецодежды, так и их гигроскопичность и бактерицидность;

– в установленном воздействии 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;

– в новом методе оценки общей пористости многофункциональных текстильных материалов и спилка кожевенного материала с использованием объемно-взвешенного метода определения кажущейся и истинной плотности, а также толщины материалов. Разработанный метод подтвердил увеличение общей пористости от 41% до 61 % и средней толщины материалов от 15 до 20 % по сравнению с контрольными образцами;

– в разработке физико-математической модели процесса наноструктурирования и наномодифицирования многофункциональных текстильных материалов для спецодежды с использованием потока ННТП пониженного давления, где максимальная глубина проникновения атомов плазмообразующего газа в поверхностный слой гидрофобной и

бактерицидной пленки, состоящей из комплексной (ООП, МВО и КРНС) пропиток, что 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.

Впервые на основе экспериментальных исследований 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.

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы заключается в том, что:

- решена научная проблема разработки нового подхода к управлению показателями качества МТКМС за счет комбинированной технологии наноструктурирования потоком ННТП пониженного давления и воздействия комплексного состава пропитки (МВО+ООП+КРНС) на капиллярно-пористую структуру материалов;
- сформулированы теоретические представления эффективной адсорбции комплексного состава пропитки при отделочных операциях;
- разработана математическая модель прогнозирования поведения современных ТМС и КМС различных структур под действием условий обработки потоком ННТП пониженного давления и КРНС;
- представлены процессы наноструктурирования и наномодифицирования МТКМС, которые воздействуют не только на поверхность тканей и спилка кожи, 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 диссертационной работы заключается в том, что:

- разработаны технологические процессы производства новых наноструктурированных и наномодифицированных МТКМС, обоснован выбор режимов воздействия потока ННТП пониженного давления и КРНС, позволяющих повысить показатели качества образцов спецодежды;
- разработаны наноструктурированные и наномодифицированные МТКМС, которые обеспечивают комбинированную защиту работников не только от теплового потока и расплава металла, но и брызг агрессивных кислот, щелочей, а также действия бактерий и грибов;

– разработан новый ассортимент отечественных МТКМС с показателями качества, превышающими в 1,5 раза контрольные образцы. Установлено, что наноструктурированные и наномодифицированные МТКМС сохраняют водоотталкивающие свойства поверхности тканей и кожи, а также гигроскопические свойства спецодежды в течение двух лет их эксплуатации;

– получены аналитические показатели надежности и эксплуатационные показатели наноструктурированных текстильных материалов для спецодежды, а также определены показатели стойкости к воздействию агрессивных сред, где 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%, по сравнению с контрольными образцами;

– установлено повышение предела прочности КМС на 33%, удлинения при растяжении под напряжением 10 МПа на 36%, стойкость к истиранию на 16%, влагоотдача и гигроскопичность на 30%, устойчивость окраски к сухому и мокрому трению на 100%, по сравнению с контрольными образцами спилка кожаного материала, за счет варьирования параметрами обработки;

– впервые установлено, что использование наноструктурированных и наномодифицированных МТКМС позволяет продлить срок службы спецодежды с одного года до двух лет, в производственных условиях, при этом уровень качества разработанных МТКМС по надежности и эксплуатационным показателям в 5-7 раз превышает аналоги, что подтверждается результатами мониторинга комплексной оценки качества образцов;

– разработаны технологии наноструктурирования потоком ННТП пониженного давления и наномодифицирования КРНС, позволяющие обеспечить высокие показатели качества готовых изделий спецодежды;

– экспериментально подтверждены результаты мониторинга комплексных оценок качества спецодежды из наноструктурированных и наномодифицированных МТКМС в производственных условиях, где установлено, что новый ассортимент материалов позволяет продлить срок службы спецодежды до двух лет.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе Гайнутдинова Р.Ф., подтверждается большим объемом согласованных данных теоретических и экспериментальных исследований, полученных с использованием современного исследовательского оборудования, и сомнений не вызывает.

Научные положения базируются на использовании структурно-системного анализа, принципов классификации, современных методов физико - математического моделирования и экспертных методов анализа. В работе выполнен большой объем экспериментальных исследований. Обработку результатов экспериментов осуществляли статистическими методами, математическим и аналитическим пакетом прикладных программ «Statistica», «MatLab» и MS Excel.

Теоретические и экспериментальные результаты работы успешно прошли 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 на ООО «Швейная мастерская Ирэн» (г. Казань) в количестве 200 единиц, которые прошли опытную носку на ООО «Меткас» и ООО «ДороТех» (г. Казань).

Ожидаемый суммарный экономический эффект от внедрения наноструктурированных и наномодифицированных материалов для рабочей спецодежды в первые два года составляет 22,6 млн. рублей (18038 пог. метров ТМС и 7454 м² КМС) за счет повышения уровня качества образцов спецодежды. Планируемый срок окупаемости производства и реализации многофункциональной спецодежды составляет три года.

Результаты экспериментов широко апробированы в 59 научных трудах, что не вызывает сомнений.

Анализ содержания диссертационной работы.

Структура диссертационной работы отражает общую логическую схему, проведенных автором исследований. По своей структуре диссертационная работа состоит из введения, шести глав, выводов, списка литературы и приложения. Диссертационная работа завершается выводами и рекомендациями по работе.

Объем диссертации на 541 страницах машинописного текста и содержит 213 рисунка и 101 таблицу. Список литературы включает 445 наименований. Приложения представлены на 31 странице.

По результатам диссертационного исследования опубликовано 59 работ, из них 22 статьи в рецензируемых научных изданиях из «Перечня ВАК Министерства образования и науки РФ», 6 монографиях. Среди публикаций 3 статьи в журналах, цитируемых в международных базах научного цитирования «Scopus» или «Web of Science».

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цель и основные задачи исследования. Дана общая характеристика, научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов работы, методология и методы исследований, основные положения, выносимые на защиту, сведения об апробации результатов диссертации и ее структура.

В первой главе приведен анализ и систематизация современного состояния рынка текстильных материалов для спецодежды, и охарактеризованы показатели их качества. На основе системного анализа представлены методы оценки показателей качества текстильных и кожаных материалов и изделий из них; анализ требований к текстильным и кожаным материалам и показателям их качества. Описаны традиционные и электрофизические методы повышения показателей качества текстильных и кожаных материалов для спецодежды, преимущества и недостатки различных плазменных технологий при обработке текстильных и кожаных материалов. Представлены задачи диссертации.

Во второй главе представлен обоснованный выбор и характеристика объектов исследования – текстильных материалов и спилка кожаного материала для спецодежды. Описаны стандартные и известные методы определения их физико-механических, гигиенических и защитных свойств, а также методы и оборудование для исследования состава и структуры материалов. Приведено описание конструкции плазменных установок для наноструктурирования текстильных и кожаных материалов. Охарактеризован порядок оценки параметров воздействия потоком ННТП пониженного давления для наноструктурирования текстильных и кожаных материалов спецодежды.

В третьей главе предложен технологический процесс производства текстильных и кожаных материалов для спецодежды с улучшенными показателями качества с помощью потока ННТП пониженного давления в плазмообразующей газовой среде аргон и воздух, а также смеси аргон: пропан/бутан (70:30) в определенных режимах обработки. Приводятся результаты экспериментальных исследований текстильных материалов и спилка кожаного материала для спецодежды по показателям физико-механических, гигиенических и защитных свойств материалов до и после воздействия потоком ННТП пониженного давления. Представлены изменения структуры инновационных текстильных материалов и спилка кожаного материала для спецодежды. Приводится многосторонний анализ химического состава многофункциональных текстильных материалов и спилка кожаного материала для спецодежды на основе применения сканирующей 3D электронной микроскопии, атомно-силовой микроскопии,

ИК- спектроскопии, рентгеноструктурного и ионно-пучкового метода анализа структуры экспериментальных образцов.

Четвертая глава посвящена исследованию МТКМС после применения технологического процесса наномодифицирования КРНС, включающей наноструктурирование в потоке ННТП пониженного давления с последующей обработкой коллоидным раствором наночастиц серебра с целью придания им антибактерицидных свойств и улучшения показателей качества спецодежды, путем применения композиционной пропитки с добавлением КРНС в ООП, МВО, СКПВО пропитки. Представлены результаты экспериментальных исследований показателей качества спецодежды из МТКМС: биостойкости, надежности, стойкости к агрессивным средам, огнестойкости, эксплуатационным показателям, а также устойчивости окраски к сухому и мокрому трению на спилке кожаного материала после их опытных носок и стирок. Кроме того, представлены результаты исследования химического состава волокнообразующих полимеров методом ИК–спектроскопии, до и после плазменной обработки и наномодифицирования КРНС.

Пятая глава посвящена разработке математической модели пористой структуры поверхности МТКМС, определению проницаемости гидрофобных пропиток после наноструктурирования потоком ННТП пониженного давления. Представлены экспериментальные исследования пористости образцов МТКМС с использованием объемно-весового метода определения кажущейся плотности; метода низкотемпературной адсорбции и десорбции паров азота для определения пористости и удельной поверхности образцов и флотационного метода для нахождения истинной плотности.

В шестой главе представлены модели спецодежды из многофункциональных текстильных материалов и спилка кожаного материала, технические требования и рекомендация к опытным образцам, а также приведены технические характеристики разработанных материалов для спецодежды. Приводятся результаты исследований показателей качества спецодежды сварщиков из МТКМС до и после опытных носок в производственных условиях в течение 24 месяцев, а также представлены результаты оценки уровня качества повседневной рабочей одежды. Представлены результаты исследований итогового уровня комплексной оценки показателей качества многофункциональных текстильных материалов после 24 месяцев опытных носок и химчисток спецодежды. Приводится экономическое обоснование от внедрения технологии производства новых МТКМС на основе наноструктурирования потоком ННТП пониженного давления и наномодифицирования КРНС.

В заключении диссертационной работы представлены выводы,

которые полностью согласуются с результатами экспериментальных исследований.

В приложениях имеется технологическая последовательность метода наноструктурирования экспериментальных образцов суровых ТМС, фотографии моделей спецодежды для опытных носок в условиях промышленных предприятий, а также акты внедрений и испытаний многофункциональных текстильных и кожевенных материалов для спецодежды.

Соответствие паспорту специальности.

Диссертация в полной мере соответствует паспорту научной специальности 2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности: 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.

Замечания по содержанию и оформлению диссертации

Диссертационная работа Гайнутдинова Р.Ф. «Научно-технологические основы управления показателями качества материалов для одежды специального назначения», оформлена в соответствии с требованиями с ГОСТ Р 7.0.11-2011. Автореферат и диссертационная работа Гайнутдинова Р.Ф. написаны грамотно, стиль изложения доказательный, с использованием научно-технической терминологии, обладают внутренним единством, выполнены на достаточно высоком теоретическом и экспериментальном уровне. В диссертационной работе отсутствует заимствованный материал без ссылки на автора или источник заимствования. Автореферат отражает содержание диссертационной работы.

По диссертации имеются следующие **вопросы и замечания**:

1. В первой главе диссертации рассматривается актуальность работы. Проводился ли мониторинг экономической целесообразности развития прикладного научного направления наноструктурирования и наномодифицирования МТКМС потоком ННТП пониженного давления. Необходимо более четко охарактеризовать в работе и автореферате

преимущества плазменного наноструктурирования, наномодифицирования КРНС и ограничения других методов обработки.

2. По результатам первой главы не выделены основные производственные факторы, приводящие к износу материалов спецодежды. Какие факторы Вы можете выделить и все ли они рассмотрены в работе?

3. В методической части приводятся описание плазменных установок как для наноструктурирования текстильных материалов, так и для плазменной обработки спилка кожевенного материала. Почему применяли две разные установки, и чем они отличаются?

4. В качестве плазмообразующих газов в работе применяется аргон, либо воздух, либо смесь газов аргон-пропан/бутан (70/30). В обсуждении автор отмечает, что эффект обработки зависит от состава газа, хотя не приводит объяснений характера этого влияния.

5. Влияние плазменного воздействия на прочностные свойства оценено в относительных единицах, что не всегда оправдано. Дело здесь, видимо, в определении падения прочностных свойств по сравнению с контрольными образцами?

6. На рис.1.5 (с.50) представлена иерархическая структура стандартных показателей качества МТКМС. Почему не проводилась оценка показателей качества по эргономическим показателям комфортности спецодежды?

Отмеченные замечания относятся в большей степени к недочетам частного характера, не опровергают основные теоретические положения, выводы и практические результаты, и не снижают общей значимости диссертации для науки и практики.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Гайнутдинова Руслана Фаридовича «Научно-технологические основы управления показателями качества материалов для одежды специального назначения» выполнена на высоком научном уровне и является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения по формированию научно-технологических основ управления показателями качества материалов для одежды специального назначения с использованием потока ННТП пониженного давления, что позволит улучшить физико-механические, гигиенические и эксплуатационные свойства спецодежды, увеличить срок их эксплуатации, тем самым внести существенный вклад в развитие текстильной и легкой промышленности страны. Диссертационная работа содержит совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для публичной защиты, имеет внутреннее единство и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в материаловедение

производств текстильной и легкой промышленности и соответствует научной специальности 2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности.

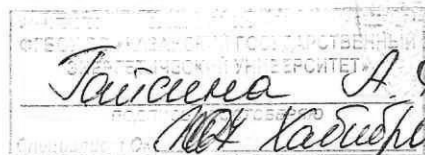
На основании вышеизложенного, учитывая актуальность, достоверность результатов исследований, научную новизну, обоснованность научных положений и выводов, значимость результатов работы для науки и практики считаю, что диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (в действующей редакции), а ее автор, 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 «Физика»
ФГБОУ ВО «Казанский государственный
энергетический университет»



А.Ф. Гайсин
02.10.2024

Гайсин Азат Фивзатович, доктор технических наук (01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы), профессор, профессор кафедры «Физика» государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», 420066, г. Казань, ул. Красносельская, д.51, тел.: +7 (843) 519-42-82, адрес электронной почты: gaysinazat@mail.ru



Гайсина А.Ф.
Хабибрахманова О.А.

Вход. № 05-8147
«03» 10 2024 г.
ПОДПИСЬ