УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 677.017.4

Витебский государственный технологический университет

ЖЕРНОСЕК
СЕРГЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ

ФОРМИРОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ИНФРАКРАСНОГО И СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.19.01 – Материаловедение производств
текстильной и легкой промышленности

Витебск, 2016

Работа выполнена в учреждении образования
«Витебский государственный технологический университет»

Научный руководитель: **Ольшанский Валерий Иосифович,** кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии и оборудования машиностроительного производства учреждения образования «Витебский государственный технологический университет»

Официальные оппоненты: **Николаев Сергей Дмитриевич,** доктор технических наук, профессор кафедры проектирования и художественного оформления текстильных изделий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет дизайна и технологии», заслуженный деятель науки Российской Федерации

Дягилев Андрей Степанович, кандидат технических наук, доцент кафедры математики и информационных технологий учреждения образования «Витебский государственный технологический университет»

Оппонирующая организация: Научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие «Центр научных исследований легкой промышленности»
г. Минск, Республика Беларусь

Защита состоится «06» декабря 2016 г. в 13.00 на заседании совета по защите диссертаций К 02.11.01 в учреждении образования «Витебский государственный технологический университет» по адресу:
210035, г. Витебск, Московский проспект, 72.
E-mail: vstu@ vitebsk.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».
Автореферат разослан «01» ноября 2016 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций,
кандидат технических наук, доцент Г.В. Казарновская

Витебский государственный технологический университет

ВВЕДЕНИЕ

Диссертационная работа направлена на решение важных научных и прикладных задач, связанных с исследованием свойств импрегнированных композиционных текстильных материалов (далее КТМ), обладающих улучшенными потребительскими свойствами (эксплуатационными характеристиками и внешним видом), относится к перспективным направлениям развития текстильной отрасли в Республике Беларусь.

В процессе достижения требуемого качества КТМ при формировании способом импрегнирования (пропитывания) существуют проблемы, связанные с необходимостью обеспечения высокого уровня взаимодействия текстильной основы и частиц полимерной композиции (далее ПК), а также равномерного распределения последних в структуре готового материала. К способу решения перечисленных проблем относится целенаправленное изменение структуры и свойств композиционных текстильных материалов за счет специальных видов влажно-тепловой обработки (далее ВТО). Исследования различных способов повышения эффективности взаимодействия текстильной основы и ПК ранее не проводились. В то же время проведение данных исследований способствует созданию материалов с улучшенными потребительскими свойствами и технико-экономическими показателями. При этом большое значение имеет выявление закономерностей регулирования системы «тканая основа – полимерная композиция» посредством улучшения условий взаимодействия ее компонентов в условиях ВТО, что позволяет прогнозировать свойства материала и обеспечивать требуемые значения нормируемых показателей качества.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами (проектами), темами. Диссертационная работа соответствует приоритетным направлениям развития Республики Беларусь на 2016–2020 гг. «Энергетика и энергоэффективность, атомная энергетика», подпрограмма «Энергоэффективные технологии и техника»; «Промышленные и строительные технологии и производство», подпрограмма «Новые многофункциональные материалы, специальные материалы с заданными свойствами». Работа выполнялась в соответствии с заданиями ГПНИ «Энергоэффективность»: 2.1.13 «Энергоэффективные технологии отделочного производства в текстильной промышленности» (№ ГР 20113534), сроки выполнения задания 2011–2013 гг.; 2.1.14 «Разработка технологий влажно-тепловой, термической обработки и сушки изделий и материалов текстильной и легкой промышленности» (№ ГР 20113533), сроки выполнения задания 2011–2013 гг.; 2.2.25 «Интенсификация процессов химической отделки текстильных материалов с использованием электромагнитного излучения инфракрасного и СВЧ-диапазона» (№ ГР 20140990), сроки выполнения задания 2014–2015 гг. В рамках исследований выполнялись аспирантский грант Министерства образования по теме «Интенсификация процесса сушки текстильных композиционных мате-

Витебский государственный технологический университет

риалов» (№ ГР 20141403), срок выполнения 2014 г.; грант БРФФИ на тему «Оценка и прогнозирование показателей теплофизических свойств защитных материалов для пожарных в условиях нестационарной теплопроводности» (№ ГР 20142370), сроки выполнения 2014–2016 гг.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационной работы является повышение качества и конкурентоспособности композиционных текстильных материалов декоративно-отделочного назначения, получаемых по способу импрегнирования в условиях ИК и СВЧ-излучения.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

– выделить комплекс основных потребительских свойств и показателей качества КТМ декоративно-отделочного назначения;

– установить взаимосвязь между условиями формирования КТМ способом импрегнирования и показателями качества;

– разработать методику оценки свойств тканой основы и полимерной композиции в процессе обработки в условиях ИК и СВЧ-излучения;

– определить закономерности изменения теплофизических и электрофизических характеристик для тканой основы в зависимости от условий формирования свойств КТМ с использованием ИК и СВЧ-излучения;

– разработать зависимости для прогнозирования показателей качества КТМ и определения оптимальных параметров формирования свойств способом импрегнирования в условиях воздействия ИК и СВЧ-излучения;

– получить теоретические и экспериментальные данные, отражающие взаимосвязь между параметрами ИК и СВЧ-излучения, диэлектрическими и теплофизическими характеристиками тканой основы и потребительскими свойствами и показателями качества КТМ.

Научная новизна работы заключается в следующем:

– в разработке методов оценки свойств композиционных текстильных материалов в условиях ИК и СВЧ-излучения, включающих: методику оценки капиллярных свойств тканой основы композиционных текстильных материалов при импрегнировании, которая отличается от существующих возможностью определения высоты и скорости капиллярного подъема полимерной композиции в условиях ИК и СВЧ-излучения; оценку капиллярности тканой основы при импрегнировании в условиях ИК и СВЧ-излучения и анализ равномерности структуры композиционных текстильных материалов, полученных способом импрегнирования тканой основы в условиях ИК и СВЧ-излучения;

– впервые проведена комплексная оценка показателей качества композиционных текстильных материалов декоративно-отделочного назначения, полученных способом импрегнирования в условиях ИК и СВЧ-излучения, в результате чего установлены аналитические зависимости для прогнозирования потребительских свойств композиционных текстильных материалов от условий их формирования;

– выполнена оценка теплофизических и диэлектрических свойств тканой основы при нагреве в условиях ИК и СВЧ-излучения, что позволило установить зависимости оптимальных значений температуры и длительности сушки от па-

Витебский государственный технологический университет

раметров ИК и СВЧ-излучения, использование которых на практике позволяет обеспечить высокие показатели качества готовых изделий;

– теоретически обоснована и экспериментально подтверждена эффективность применения СВЧ-излучения при импрегнировании тканой основы полимерной композицией, что позволило предложить способ формирования композиционных текстильных материалов с улучшенными по сравнению с традиционным способом импрегнирования в естественных условиях эксплуатационными и экономическими характеристиками.

Положения, выносимые на защиту:

Методика определения капиллярных свойств тканой основы композиционных текстильных материалов при импрегнировании для определения высоты и скорости капиллярного подъема полимерной композиции в условиях ИК и СВЧ-излучения.

Экспериментальные зависимости для оценки капиллярности тканой основы при импрегнировании полимерной композицией в условиях ИК и СВЧ-излучения, позволяющие прогнозировать качественные и экономические показатели и равномерность структуры композиционных текстильных материалов, полученных способом импрегнирования тканой основы в условиях ИК и СВЧ-излучения.

Закономерности изменения теплофизических и электрофизических характеристик тканой основы при нагреве пропитанной тканой основы, позволяющие определить температуру и длительность нагрева композиционных текстильных материалов при импрегнировании для предотвращения структурных изменений и снижения качества материалов в результате термической деструкции.

Математические зависимости потребительских свойств композиционных текстильных материалов, полученных при импрегнировании тканой основы в условиях ИК и СВЧ-излучения, от концентрации полимерной композиции, позволяющие регулировать потребительские свойства композиционных текстильных материалов декоративно-отделочного назначения с учетом требований системы показателей качества.

Оптимальные технологические параметры формирования композиционных текстильных материалов, позволяющие предотвратить структурные изменения и ухудшение качества материала в результате термической деструкции, и обеспечивающие повышение эксплуатационных и экономических характеристик.

Способ формирования композиционных текстильных материалов импрегнированием тканой основы в условиях СВЧ-излучения, обеспечивающий улучшение эксплуатационных и экономических характеристик.

Личный вклад соискателя ученой степени. Соискателем лично:

– выполнен анализ свойств, структурного строения и качественных показателей композиционных текстильных материалов декоративно-отделочного назначения, сформирован комплекс основных потребительских свойств и выполнено априорное ранжирование показателей качества материалов декоративно-отделочного назначения;

Витебский государственный технологический университет

– проведены экспериментальные исследования и получены зависимости потребительских свойств композиционных текстильных материалов, полученных способом импрегнирования тканой основы в условиях ИК и СВЧ-излучения, от концентрации полимерной композиции;

– выполнена оценка равномерности структуры композиционных текстильных материалов при формировании в условиях ИК и СВЧ-излучения;

– проведены экспериментальные исследования и установлены закономерности изменения теплофизических и электрофизических показателей тканой основы при нагреве в условиях воздействия электромагнитного излучения ИК и СВЧ-диапазона;

– выполнен расчет экономического эффекта.

При непосредственном участии автора выполнены все теоретические и экспериментальные расчеты, выбраны и разработаны методы и средства экспериментальных исследований и обработки данных, осуществлена промышленная апробация и внедрение результатов исследований, сформулированы теоретические положения и выводы диссертации.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты выполнения диссертационных исследований доложены и получили положительную оценку на международных и республиканских конференциях: Международной научно-технической конференции молодых ученых «Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности» (г. Могилев, 2012); Республиканской научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной году книги (г. Витебск, 2012); Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов УО «Витебский государственный технологический университет» (г. Витебск, 2013, 2014, 2015); Международной научно-технической конференции «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности» (г. Москва, 2013); Международной научно-технической конференции «Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности» (г. Витебск, 2013, 2015); IX Международной научно-технической конференции «Динамика систем, механизмов и машин» (г. Омск, 2014); Международном форуме «Инновации в энергосбережении – инвестиции в будущее» (г. Витебск, 2015).

Проведена производственная апробация результатов исследований и составлены рекомендации по их внедрению в производство. Оптимальные режимные параметры формирования текстильных материалов внедрены и используются производственными предприятиями: РУП «Минская обойная фабрика» (г. Минск, 2015 г.), ОАО «Витебский комбинат шёлковых тканей» (г. Витебск, 2013 г.). Проведена апробация разработанных методов на базе «Научно-исследовательского центра Витебского областного управления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь» (г. Витебск, 2015 г.). Результаты диссертационной работы внедрены и используются в учебном процессе УО «Витебский государственный технологический университет».

Опубликование результатов диссертации. По теме исследований опубликовано 26 печатных работ объемом 9,2 авторских листа, в том числе 14 статей объемом 7,4 авторских листа в научных изданиях, включенных в перечень,

Витебский государственный технологический университет

утвержденный ВАК РБ; из них 4 статьи объемом 2,5 авторских листа опубликованы в международных изданиях, включенных в базу данных Scopus.

Структура и объем диссертации. Работа содержит введение, общую характеристику работы, основную часть, включающую шесть глав, заключение, библиографический список и приложения. Общий объем работы составляет 228 страниц, в том числе 121 страница текста. Объем, занимаемый 68 рисунками, 31 таблицей и 6 приложениями, составляет 94 страницы. В работе использовано 174 библиографических источника, список которых изложен на 13 страницах.

Витебский государственный технологический университет

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе проведен аналитический обзор литературных источников по теме диссертации. Установлено, что подходящими характеристиками при выборе материала тканой основы для изготовления КТМ обладают целлюлозные и гидратцеллюлозные волокна. При формировании КТМ по способу импрегнирования ткань выступает в роли армирующей основы, которая имеет волокнистую капиллярно-пористую структуру и подвергается процессам ВТО: пропитыванию специальным полимерным составом плюсовочным способом с последующей термофиксацией и сушкой.

В результате анализа литературы установлено, что для повышения качества КТМ первостепенное значение имеет выбор эффективных методов для активации процесса химической модификации свойств. Установлено, что применение ИК и СВЧ-излучения способствует уменьшению деструкции и короблению материала, снижению уровня миграции полимерной композиции, улучшению качества готовых изделий [13]. При импрегнировании посредством выбора пропитывающих препаратов происходит формирование потребительских свойств КТМ (мягкость или жесткость, несминаемость, формоустойчивость, малоусадочность), кроме того материалы могут приобретать специальные свойства: водо-, масло- и грязеотталкивание, огнестойкость, биозащита и другие.

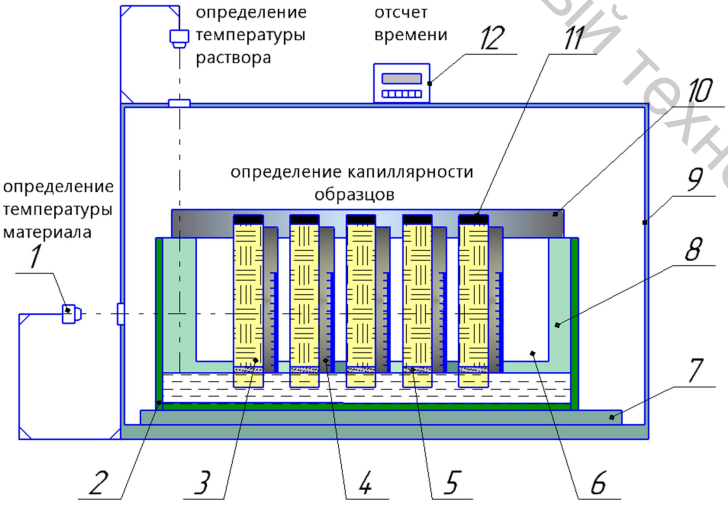
Во второй главе представлены основные характеристики объектов и методов экспериментальных исследований, выбраны и разработаны средства измерений, обработки данных и экспериментальные установки. Исследования проводились на базе научно-исследовательских лабораторий УО «ВГТУ». Для исследования механизма формирования КТМ в рамках работы использованы общие положения текстильного материаловедения, коллоидной химии, теплофизики и электрофизики, интегрального и дифференциального исчислений, теории планирования, математической статистики. Развиты и обоснованы методы: определения эффективного радиуса капилляров для описания полноты протекания процесса пропитывания тканой основы; определения краевого угла смачивания, метод регулярного режима для исследования теплофизических свойств текстильных материалов; графоаналитический метод исследования теплообмена для определения оптимальных параметров нагрева материалов.

Для проведения экспериментальных исследований использовались разработанные установки и экспериментально исследовательское оборудование

УО «Витебский государственный технологический университет». Использовались программные средства: MS Office, Maple, Statistica for Windows, АСКОН Компас 3D.

Следует отметить, что для всех представленных математических зависимостей коэффициент детерминации составляет 0,92 – 0,97, что свидетельствует об их высокой точности.

В диссертационной работе представлены результаты экспериментальных исследований структуры и свойств КТМ. Основной стадией формирования КТМ способом импрегнирования является процесс нанесения полимерной композиции. В условиях ИК и СВЧ-излучения механизм проникания полимерной композиции в структуру КТМ ранее не исследован, и, следовательно, не существует точных методов описания процессов заполнения капиллярно-пористой структуры тканой основы. Движение жидкой полимерной композиции в системе смежных и сообщающихся капилляров ткани при пропитывании достаточно точно описывается на основании исследований термодинамических характеристик процесса пропитывания: капиллярности тканой основы (высоты капиллярного подъема) h (м); поверхностного натяжения ПК $\sigma_{\text{апп}}$ (Н / м); краевого угла θ (град); радиуса капилляра R (м); вязкости ПК $\eta_{\text{апп}}$, $(\text{Па} \cdot \text{с})$. Для определения высоты капиллярного подъема полимерной композиции при импрегнировании в условиях ИК и СВЧ-излучения разработана лабораторная установка (рисунок 1).



***1* – пирометры; *2* – пропиточная ванна с раствором; *3* – элементарные пробы; *4* – измерительные линейки; *5* – стеклянные палочки; *6* – смотровое окно; *7* – стол; *8* – рама; *9* – камера нагрева; *10* – планка; *11* – фиксаторы; *12* – секундомер**

Рисунок 1. – Схема лабораторной установки

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований процесса формирования потребительских свойств КТМ.

Условия формирования КТМ определяют комплекс потребительских свойств, соответственно область применения и условия эксплуатации. В соответствии с конкретным назначением декоративно-отделочных материалов согласно ГОСТ 4.3, ГОСТ 4.51, ГОСТ 4.34, ГОСТ 4.116, РД 17-05-038-90 сформирован комплекс показателей качества, включающий 15 основных показателей. В результате априорного ранжирования сформирован перечень потребительских свойств, определяемых эффективностью импрегнирования армирующей тканой основы дисперсией стирол-акрилата в условиях ИК и СВЧ-излучения: 1) износостойкость; 2) разрывная нагрузка; 3) жесткость; 4) разрывное удлинение.

Витебский государственный технологический университет

Высокий уровень качества и потребительских свойств КТМ является результатом оптимизации условий импрегнирования, обеспечивающей равномерность распределения полимерной композиции в структуре тканой основы, качественную термическую фиксацию, эффективное удаление влаги в процессе сушки при отсутствии деструкции. Таким образом, формирование потребительских свойств КТМ при импрегнировании обеспечивается явлениями, представленными на рисунке 2 [4].

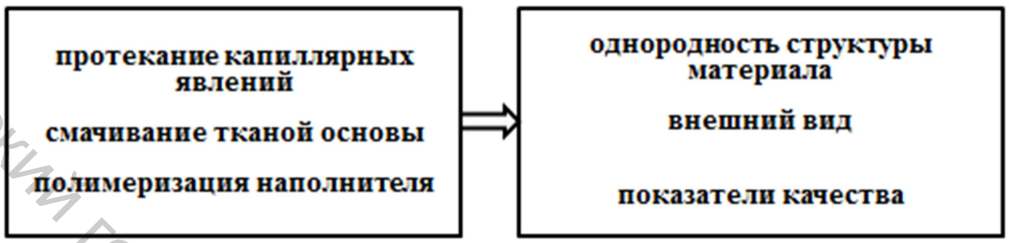


Рисунок 2. – Механизм повышения качества КТМ

Для исследований механизма формирования КТМ рассмотрена льнохлопковая ткань поверхностной плотности 380 г/м^2 (арт. 10С–768–ШР). В качестве полимерной композиции применялся полимерный раствор Clariant Appretan № 9616 (назначение – придание формоустойчивости и жесткости); концентрация (C) 100, 200 и 300 г/л. Режимные параметры ИК-обработки: мощность (P) 1,8, 2,2 и 2,6 кВт, время обработки (τ) от 10 до 600 с; СВЧ-обработки – частота 2450 МГц; мощность 300, 450 и 600 Вт; время от 10 до 90 с.

После обработки и сравнительного анализа экспериментальных данных совместно с Н. Н. Ясинской и А. Н. Бизюком установлены зависимости высоты подъема (капиллярности) от времени и мощности воздействия ИК ($h_{ИК}$) и СВЧ-излучения ($h_{СВЧ}$) и концентрации ПК [6]:

$$h_{ИК} = \frac{(1{,}091\cdot 10^{-5}P + 0{,}0398)\cdot(-6{,}92\cdot 10^{-4}C + 0{,}606)\cdot\tau}{3{,}63\cdot 10^{-4}\tau + 0{,}082}, \text{мм}; \quad (1)$$

$$h_{СВЧ} = \frac{\tau\cdot C}{(0{,}763\tau + 82{,}5)\cdot(-0{,}121P + 281)\cdot(7{,}68\cdot 10^{-5}C - 2{,}55\cdot 10^{-3})}, \text{мм}. \quad (2)$$

В случае ИК-нагрева рассматривается эквивалентная мощность, определяемая с поправкой на различные геометрические размеры экспериментальных установок. Зависимости (1) и (2) позволяют определить высоту капиллярного подъема ПК при заданных режимах: концентрация полимерной композиции, мощность и продолжительность воздействия ИК и СВЧ-излучения [5]. Полученные зависимости позволяют путем дифференцирования по времени достаточно точно определить скорость проникания полимерной композиции (υ) в структуру тканой основы, которая при импрегнировании $\upsilon \to 0$ [4].

В работе определены также вязкость и поверхностное натяжение ПК в соответствии со стандартными методами: вязкость измерялась вискозиметром ВПЖ-3, поверхностное натяжение – сталагмометром. Установлено, что в рабочем диапазоне температур от 20 до 50 $^{\circ}C$ поверхностное натяжение, вязкость и

Витебский государственный технологический университет

плотность практически не зависят от мощности излучения, а зависят от температуры и концентрации ПК [4].

Смачивание тканой основы характеризуется работами смачивания и величиной краевого угла. При определении работ смачивания рассматривается краевой угол и поверхностное натяжение. Для определения краевого угла смачивания использовано уравнение Жюрена [4, 6]:

$$\cos\theta = \frac{h_{\max} R_{эт}\, g\, \rho_{ПК}}{2\sigma_{ПК}}, \qquad (3)$$

где θ – краевой угол, рад; $h_{\max}$ – максимальная высота капиллярного подъема, м; $R_{эт}$ – радиус эталонного капилляра, м; g – ускорение свободного падения, м/с^2; $\rho_{ПК}$ – плотность ПК, кг/м^3; $\sigma_{ПК}$ – поверхностное натяжение ПК, Дж/м^2.

Обобщенные результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1. – Влияние параметров ИК и СВЧ-излучения на показатели тканой основы и полимерной композиции

Концентрация полимерной композиции	**Капиллярность тканой основы, мм**	**Краевой угол смачивания, град**	**Поверхностное натяжение, мН / м**	**Вязкость полимерной композиции, мПа с**
ИК-обработка (600 Вт, 120 с)				
100	23,8	20,6	61,8	2,41
200	20,7	27,8	64,8	2,82
300	17,6	35,1	67,9	2,96
СВЧ-обработка (600 Вт, 120 с)				
100	64,5	0,0	9,6	2,57
200	51,6	0,0	9,8	2,93
300	48,4	0,0	10,1	7,77

Как видно из таблицы 1, по значению краевого угла смачивания, при воздействии ИК-излучения при рассматриваемых режимах не происходит полного смачивания тканой основы КТМ полимерным составом. Для улучшения смачивания в условиях ИК-нагрева необходимо значительно снижать концентрацию ПК или увеличивать мощность и продолжительность нагрева. При обработке в условиях СВЧ-излучения через 80–90 секунд при мощности 600 Вт наблюдается полное смачивание тканой основы полимерным составом при всех рассматриваемых концентрациях ($\cos\theta \to 1$). Даже при мощности СВЧ-излучения 300 Вт при небольшом увеличении продолжительности воздействия (до 150 с) происходит полное смачивание тканой основы при всех рассмотренных концентрациях ПК [4].

Таким образом, применение СВЧ-излучения является эффективным способом увеличения смачивания тканой основы. При этом сокращается продол-

Витебский государственный технологический университет

жительность обработки (в 10 раз) по сравнению с обработкой в условиях ИК-нагрева и достигается более эффективное пропитывание тканой основы при меньшей (в 2,5 раза) мощности излучения. Для исследования механизма удаления влаги из материала и полимеризации ПК в условиях воздействия ИК и СВЧ-излучения выполнен анализ теплофизических и электрофизических свойств КТМ.

В четвертой главе приведены исследования теплофизических свойств КТМ и механизма удаления влаги в условиях инфракрасного излучения.

Ухудшение качества материалов при нагреве происходит в результате термодеструкции и коробления материала, которые вызваны структурными изменениями в волокне. Высокотемпературная обработка льняных и вискозных тканей при температурах 160–180 $^{\circ}C$ вызывает термодеструкцию целлюлозы (деструкция ПК происходит при температурах свыше 390 $^{\circ}C$). Прочность льняных и вискозного волокон начинает снижаться при 120 $^{\circ}C$. Сделаны выводы о массообменных процессах, протекающих при воздействии ИК-излучения на пропитанный полимерной композицией материал. Максимальная глубина проникновения инфракрасного излучения при нагреве КТМ зависит от свойств материала. Влажность материала снижает глубину проникновения только в периоде постоянной скорости сушки, и поглощение излучения происходит поверхностью материала [9, 12].

Для определения теплофизических показателей пропитанной тканой основы в условиях ИК-излучения проведены экспериментальные исследования. Для исследований рассмотрены вискозная ткань поверхностной плотности 410 г/м^2 и льняная ткань поверхностной плотности 238 г/м^2. Экспериментальные исследования проводились с помощью опытно-экспериментальной установки для ИК-нагрева при следующих режимах: 1) температура среды $t_{\text{с}} = 80\,^{\circ}C$; температура излучателя $t_{\text{изл}} = 150\,^{\circ}C$; скорость воздуха $\upsilon \approx 0{,}9 - 1{,}2$ м/с; 2) $t_{\text{с}} = 100\,^{\circ}C$; $t_{\text{изл}} = 190\,^{\circ}C$; $\upsilon \approx 0{,}9 - 1{,}2$ м/с; 3) $t_{\text{с}} = 120\,^{\circ}C$; $t_{\text{изл}} = 250\,^{\circ}C$; $\upsilon = 0$ м/с. Исследуемые ткани пропитывались полимерной композицией Clariant Appretan № 9616, концентрация (C) 150 г/л.

По результатам исследований определены значения теплофизических констант для тканой основы КТМ. Для сухого КТМ на вискозной армирующей основе теплопроводность составляет $\lambda_0 = 0{,}058\,\text{Вт}/\text{м}\,^{\circ}C$; теплоемкость – $c_0 = 1600\,\text{Дж}/\text{кг}\,^{\circ}C$; при использовании льняной основы – $\lambda_0 = 0{,}046\,\text{Вт}/\text{м}\,^{\circ}C$; $c_0 = 1500\,\text{Дж}/\text{кг}\,^{\circ}C$ [7, 9, 14].

Установлено, что влияние влагосодержания на теплопроводность и теплоемкость вискозной и льняной основы выражается зависимостями [9]

$$\lambda_{\text{вл}} = \lambda_0 + 0{,}00145W,\ \text{Вт}/\text{м}\,^{\circ}C;\ c_{\text{вл}} = \left(c_0 + c_{\text{в}}\,\overline{u}\right)/\left(1+\overline{u}\right),\ \text{Дж}/\text{кг}\,^{\circ}C, \qquad (4)$$

где $\lambda_{\text{вл}}$ – теплопроводность влажного материала; W и $\overline{u}$ – абсолютное и относительное текущее влагосодержание материала; $c_{\text{вл}}$ и $c_{\text{в}}$ – теплоемкость влажного материала и теплоемкость воды.

Витебский государственный технологический университет

Проведен анализ связи теплофизических характеристик, теплообменных критериев подобия и качественных показателей КТМ. Критерий Фурье Fo представляет обобщенное время, определяемое через сочетание свойств КТМ в виде комплекса $\mathrm{Fo} = a\tau / \delta^2$, где $a = \lambda_{\text{вл}} / c_{\text{вл}}\rho$ – коэффициент температуропроводности, $\text{м}^2/\text{ч}$; ρ – плотность материала, $\text{кг}/\text{м}^3$; δ – толщина материала, м. Толщина исследуемых материалов определена стандартным методом и составляет 0,8–1,2 мм. Критерий Био $\mathrm{Bi} = \overline{\alpha} R_V / \lambda_{\text{вл}}$ ($R_V = \delta$ – характерный размер) для КТМ для всех режимов оказался равным $\mathrm{Bi} \approx 0{,}04 - 0{,}1$ (коэффициент теплообмена $\overline{\alpha} \approx 24 - 9\,\text{Вт}/\text{м}^2\,{}^{\circ}C$) [9, 10, 12].

Для предотвращения термодеструкции и коробления КТМ в процессе ВТО определены значения критерия Ребиндера $\mathrm{Rb} = c_{\text{вл}} b / r$, где $b = \mathrm{d}\overline{t} / \mathrm{d}\overline{u}$ – температурный коэффициент, ${}^{\circ}C$; r – теплота парообразования, Дж / кг. Критерий Ребиндера $\mathrm{Rb} \approx 0{,}1 \div 0{,}35$ указывает на необходимость прекращения обработки. Получена аналитическая зависимость критерия Ребиндера от влагосодержания тканой основы [9]:

$$\mathrm{Rb} = 0{,}1\exp(-1{,}4\,(\overline{u} - u_{\text{р}}))\,, \qquad (5)$$

где $u_{\text{р}}$ – равновесное влагосодержание материала. Для вискозных и льняных тканей равновесное влагосодержание при рассматриваемых температурах составляет $W_{\text{р}} \approx 0$ ($u_{\text{р}} \approx 0$).

Из уравнения (5) можно сделать вывод, что в условиях ИК-излучения ухудшение качества КТМ может происходить в результате «пересушивания» материала при $\overline{u} \to 0$. В условиях ИК-излучения с уменьшением влагосодержания КТМ критерий Rb увеличивается, а обратная величина (критерий Коссовича Ko) уменьшается. При этом скорость прогрева материала определяется комбинированным отношением критериев $\mathrm{Bi} / \mathrm{Ko} = f(\mathrm{Fo})$ [9]. Совместно с А. И. Ольшанским и В. И. Ольшанским определены аналитические зависимости температуры и времени от режимов нагрева в условиях воздействия ИК-излучения КТМ [9, 14]:

$$\overline{t} = t_{\text{с}} - \frac{t_{\text{с}} - t_{\text{о}}}{\exp(1{,}15\, m_t \tau)};\ \tau = \frac{1}{m_u}\ \ln\frac{W_0 - W}{0{,}17\,(W_0 - W_{\text{р}})}, \qquad (6)$$

где $m_t \approx 0{,}24$, $m_u = 8{,}7 \cdot 10^{-3}\left(dW / d\tau\right)_{\max}$ – темпы нагрева влажного материала и убыли влагосодержания, мин^{-1}.

В пятой главе приведены результаты исследования электрофизических и теплофизических характеристик тканой основы в условиях СВЧ-излучения.

Диэлектрические свойства тканой основы и параметры СВЧ-излучения (частота и напряженность электрического поля) при обработке в условиях СВЧ-излучения оказывают основное влияние на перенос влаги. Для вискозной ткани поверхностной плотности 410 $\text{г}/\text{м}^2$ и льняной ткани поверхностной плотности 238 $\text{г}/\text{м}^2$ проведен анализ механизма удаления влаги в условиях воздействия

Витебский государственный технологический университет

СВЧ-излучения. Экспериментальные исследования выполнены с использованием опытно-экспериментальной СВЧ-установки с максимальной мощностью 850 Вт и частотой 2450 МГц. Исследования проводились при трех уровнях мощности (P): 300, 600 и 850 Вт, время обработки (τ) от 10 до 270 с. Ткани пропитывались полимерной композицией Clariant Appretan № 9616, концентрация 150 г/л. Экспериментальные исследования показали, что в условиях СВЧ-излучения происходит интенсивное объемное испарение влаги из пропитанной тканой основы. Отличительной особенностью СВЧ-нагрева КТМ является быстрый прогрев до температуры $50-60\,^{\circ}C$, а затем замедленное повышение температуры до $90\,^{\circ}C$. Анализ электрофизических характеристик КТМ позволил получить зависимость тангенса угла диэлектрических потерь tgδ от влагосодержания (W) и температуры (t) (рисунок 3) [8, 13].

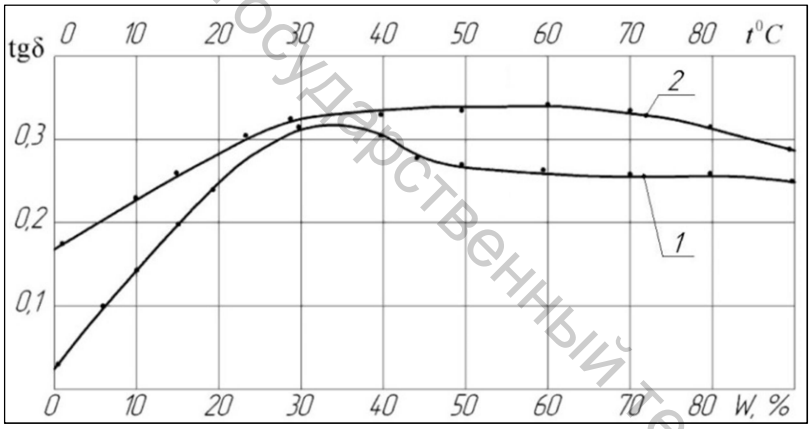


Рисунок 3. – Зависимость tgδ от влагосодержания (1) и температуры (2)

Установлено, что при СВЧ-нагреве влажного материала происходит увеличение тангенса угла потерь, что оказывает существенное влияние на активное выделение теплоты внутри объема, вызывает интенсивный прогрев материала, испарение влаги во всем объеме КТМ и сокращение времени сушки в несколько раз. При этом испарение влаги в центре материала больше, чем на поверхности, что приводит к возникновению градиента давления, определяющего более равномерное протекание процесса тепломассопереноса по сравнению с конвективным и инфракрасным нагревом [8, 13].

В результате анализа литературы установлено, что при частоте колебаний электромагнитного поля 2450 МГц полимерная композиция представляет собой адсорбированный монослой жидкости, диэлектрическая проницаемость которого $\varepsilon_{ПК} \approx 2-2{,}5$.

Как показали результаты экспериментальных исследований, в результате деструкции значительно ухудшаются потребительские свойства текстильных материалов, в том числе из целлюлозных и гидратцеллюлозных волокон [1, 3]. Для исследуемых вискозных и льняных тканей равновесное влагосодержание при ВТО в условиях СВЧ-излучения при рассматриваемых условиях составляет $W_р \approx 15\%$ ($u_р \approx 0{,}15$) при относительной влажности воздуха $\varphi = 50 \div 70\%$ и температуре окружающей среды $t_с = 20\,^{\circ}C$ [8, 13].

В результате обработки экспериментальных данных получено уравнение

Витебский государственный технологический университет

для определения температуры КТМ в условиях СВЧ-излучения [8]:

$$\overline{t} = (t_c + \Delta t) + t_c \cdot (\mathrm{Po} / \mathrm{Bi}), \qquad (7)$$

где $\Delta t = 7\exp(2\tau / \tau_0)$, критерий Померанцева $\mathrm{Po} = n \cdot \exp(-1{,}6 \cdot 10^{-2} W)$, $n = 10^{-4} P - 0{,}015$.

Зависимости для определения длительности обработки КТМ до заданного влагосодержания W в заданном диапазоне мощностей СВЧ-излучения (на 50 г влажного материала) [8]

$$\tau = -\frac{1}{k_1} \ln \frac{W - W_p}{W_0 - W_p};\ \tau = -\frac{1}{k_2} \lg \frac{W - W_p}{W_0 - W_p}, \qquad (8)$$

где коэффициенты k_1 и k_2 выражаются линейными зависимостями: $k_1 = 4 \cdot 10^{-5} P;\ k_2 = 1{,}7 \cdot 10^{-5} P$.

Зависимости (8) представляют собой рекомендации по выбору режимов влажно-тепловой обработки в условиях СВЧ-излучения, позволяющие обеспечить требуемые потребительские свойства КТМ при высоких технико-экономических показателях [1, 3].

В шестой главе проведен анализ изменения микроструктуры и потребительских свойств КТМ при формировании в условиях ИК и СВЧ-излучения; выполнена оптимизация режимных параметров импрегнирования.

В результате проведения многокритериальной оптимизации получены зависимости для определения оптимальных режимов импрегнирования в условиях ИК и СВЧ-излучения, обеспечивающие наиболее эффективное сочетание качественных и экономических показателей (комбинаций мощности P, Вт; времени τ, с; концентрации раствора ПК C, г/л) [6]:

$$\tau_{\text{ИК}} = (225428 - 114{,}3C) / (-7{,}05 + P_{\text{ИК}}); \qquad (9)$$

$$\tau_{\text{СВЧ}} = (6400 + 6{,}36C) / (25{,}1 + P_{\text{СВЧ}}). \qquad (10)$$

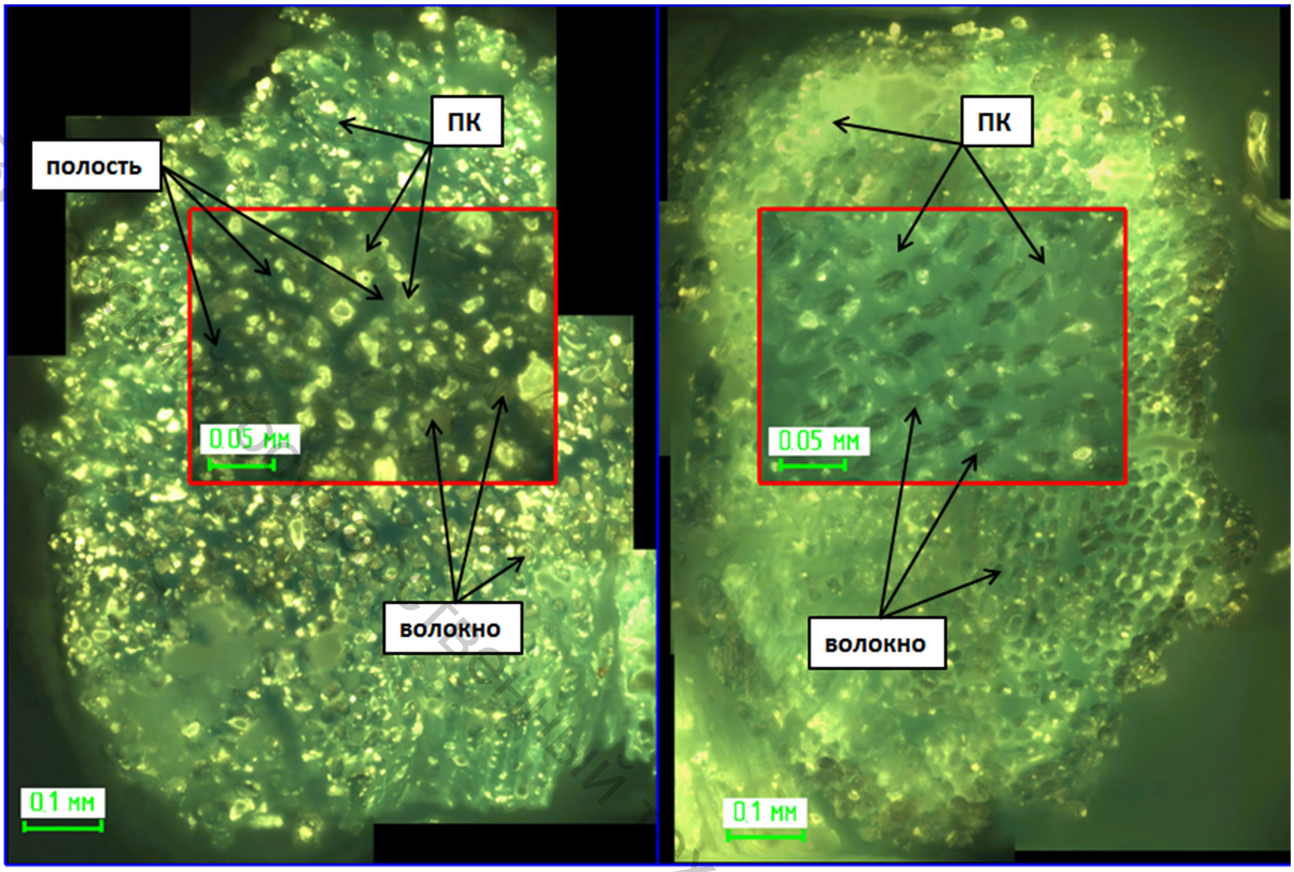
На основании полученных зависимостей проведен расчет экономических показателей КТМ, отмечено большое преимущество применения СВЧ-излучения при формировании КТМ способом импрегнирования [6].

С помощью микроскопа МИ-1 выполнен анализ равномерности структуры КТМ при формировании в условиях ИК и СВЧ-излучения. Обработка в условиях ИК-излучения проводилась при режимах: температура ПК – 20 $^{\circ}C$, продолжительность пропитывания – 15 минут; термофиксация – 30 с при температуре 160 $^{\circ}C$ (мощность 1000 Вт); сушка – 5 минут при температуре 120 $^{\circ}C$; режимы с использованием СВЧ-излучения в процессе термофиксации: продолжительность пропитывания – 120 с при мощности СВЧ-излучения 450 Вт; термофиксация и сушка при мощности – 1000 Вт в течение 2 минут. Концентрация полимерной композиции – 300 г/л. Отжим пропитанного материала до влагосодержания – 95–100 %.

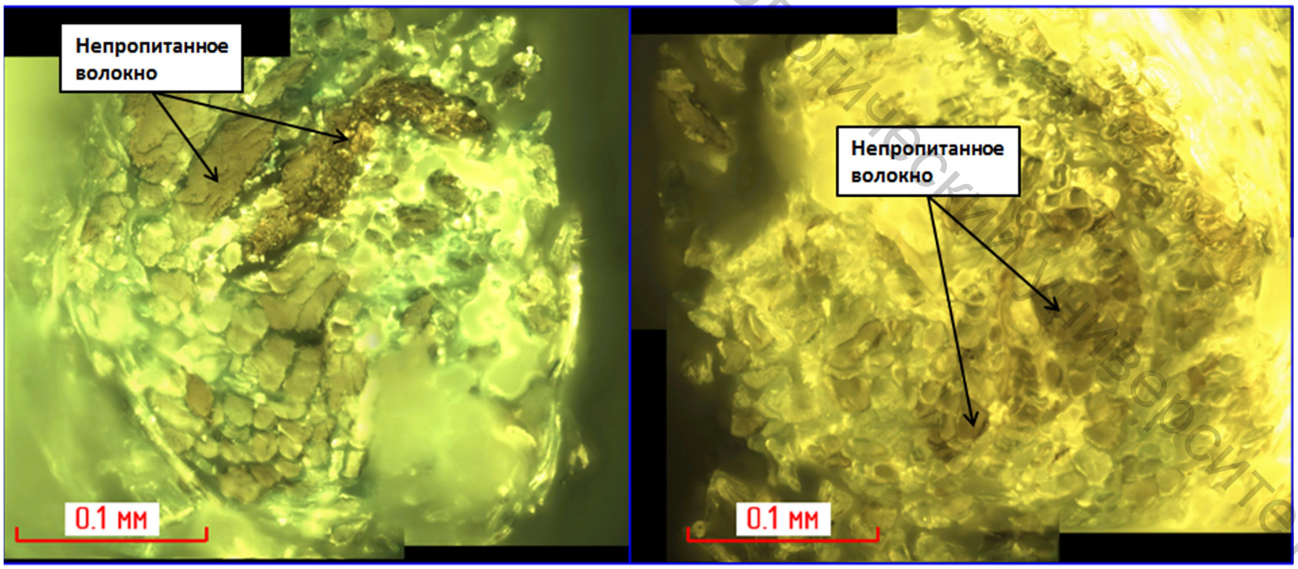
Установлено, что распределение ПК после ИК-нагрева – в виде множества кристаллических образований на поверхности волокнистого материала

Витебский государственный технологический университет

(рисунок 4 *а*, *в*), а образцы, обработанные с использованием СВЧ-излучения, имеют более равномерное заполнение полимерной композицией волокнистой структуры (рисунок 4 *б*, *г*).



а *б*



в *г*

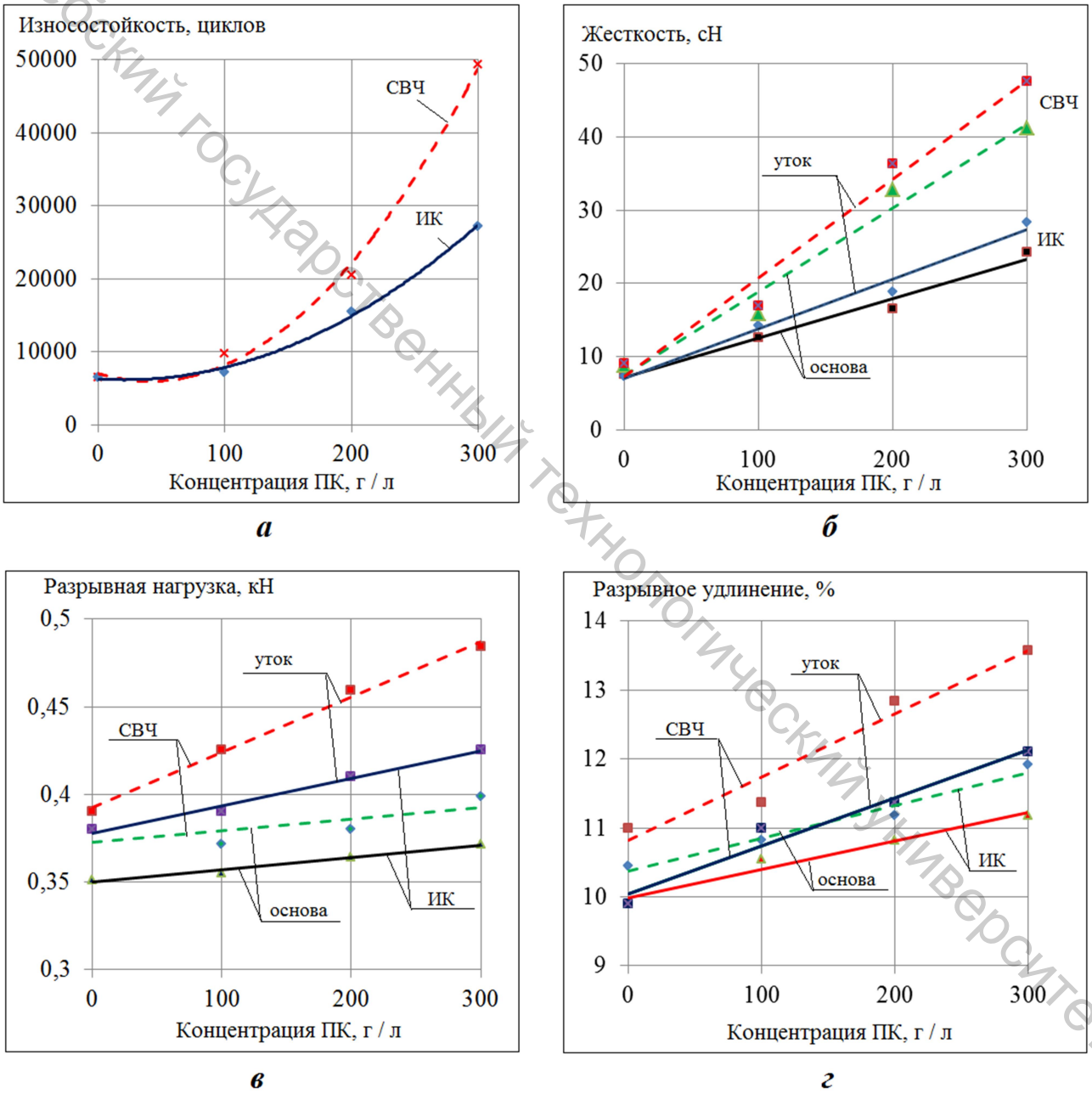
***а*, *в* – применение ИК-излучения; *б*, *г* – применение СВЧ-излучения**

Рисунок 4. – Микрофотографии среза КТМ на вискозной (*а*, *б*) и льнохлопковой (*в*, *г*) основе

Выполнены экспериментальные исследования и анализ изменений потре-

бительских свойств, входящих в установленный ранее перечень. На рисунке 5 приведены результаты исследования эксплуатационных свойств КТМ на льняной основе, импрегнированных в условиях ИК и СВЧ-излучения при различной концентрации полимерной композиции. Износостойкость (стойкость к истиранию по плоскости) определялась в соответствии с ГОСТ 18976 с использованием прибора ДИТ-2М; жесткость – методом кольца на приборе ПЖУ–12 М в соответствии с ГОСТ 8977, ГОСТ 10550; разрывная нагрузка и удлинение – на разрывной машине WDW-20E в соответствии с ГОСТ 3813 и ГОСТ 16218.5, ISO 13934.

Витебский государственный технологический университет



***а* – износостойкость; *б* – жесткость; *в* – разрывная нагрузка, *г* – разрывное удлинение**

Рисунок 5. – Изменение потребительских свойств КТМ при формировании в условиях ИК и СВЧ-излучения

Согласно представленным на рисунке 5 графикам, наибольшие значения

стойкости к истиранию, прочностных характеристик и жесткости соответствуют максимальной концентрации ПК как в условиях ИК, так и в условиях СВЧ-излучения. Полученные зависимости можно использовать для прогнозирования потребительских свойств КТМ. Следует заметить, что в условиях СВЧ-излучения эксплуатационные характеристики КТМ уже при концентрации 200 г/л отвечают повышенным требованиям эксплуатации, предъявляемым к обивочным мебельным материалам; при концентрации 300 г/л КТМ соответствуют жестким условиям эксплуатации материалов коммерческого использования (ГОСТ 18976, EN 14465). Обобщенные результаты изменения потребительских свойств КТМ при импрегнировании представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние условий импрегнирования на показатели КТМ

ИК-обработка							
Концентрация ПК, г/л	**Износостойкость, циклов**	**Разрывная нагрузка, кН**		**Разрывное удлинение, %**		**Жесткость, сН**	
		основа	**уток**	**основа**	**уток**	**продольн.**	**попер.**
0	6266,1	0,350	0,378	9,99	10,0	7,16	7,09
100	7871,2	0,357	0,398	10,4	10,8	12,6	13,8
200	14902,3	0,364	0,418	10,8	11,5	18,0	20,6
300	27359,4	0,371	0,438	11,2	12,1	23,4	27,3
СВЧ-обработка							
0	7009,6	0,359	0,392	10,4	10,0	7,53	7,29
100	8200,3	0,369	0,422	10,9	11,3	18,9	20,7
200	22149,0	0,379	0,452	11,3	12,6	30,3	34,2
300	48855,7	0,389	0,482	11,8	13,8	41,7	47,6

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации.

1. Разработана методика и лабораторная установка для определения капиллярных свойств тканой основы при импрегнировании, отличающаяся от существующих тем, что позволяет проводить оценку свойств тканой основы и полимерной композиции, измерять высоту и скорость капиллярного подъема полимерной композиции в условиях ИК и СВЧ-излучения [4, 5, 6].

2. Впервые установлены экспериментальные зависимости капиллярности тканой основы от параметров импрегнирования в условиях ИК и СВЧ-излучения, позволяющие проводить оценку эффективности импрегнирования и с высокой точностью прогнозировать формирование композиционных текстильных материалов, отличающихся равномерной структурой; определены оптимальные параметры формирования композиционных текстильных материа-

Витебский государственный технологический университет

лов способом импрегнирования [4, 5, 15, 16].

3. Определены экспериментальные зависимости потребительских свойств (износостойкости, разрывного удлинения, жесткости и удлинения при разрыве) композиционных текстильных материалов от концентрации стиролакрилата 100–300 г/л при формировании способом импрегнирования армирующей тканой основы в условиях ИК и СВЧ-излучения, позволяющие регулировать свойства материалов с учетом нормативных требований системы показателей качества [4, 5, 6, 19].

4. Впервые выполнена оценка теплофизических и диэлектрических свойств тканой основы при нагреве в условиях ИК и СВЧ-излучения, получены зависимости температуры и продолжительности обработки тканой основы в условиях ИК и СВЧ-нагрева и установлены оптимальные параметры нагрева КТМ, позволяющие предотвратить структурные изменения и снижение качества материала в результате термической деструкции [7, 9, 10, 12, 13, 14].

5. Разработаны композиционные текстильные материалы с улучшенными по сравнению с традиционным способом импрегнирования в естественных условиях эксплуатационными характеристиками (износостойкость увеличена на 80 %, разрывная нагрузка – на 10 %; жесткость – на 75 %), которые соответствуют жестким условиям эксплуатации и отвечают требованиям интенсивного использования согласно ГОСТ 18976, EN 14465.

Рекомендации по практическому использованию результатов.

1. Разработанные рекомендации по формированию структуры и потребительских свойств композиционных текстильных материалов декоративно-отделочного назначения могут быть использованы для улучшения эксплуатационных и экономических характеристик изделий. Результаты стендовых и эксплуатационных исследований композиционных текстильных материалов, полученных способом импрегнирования в условиях ИК и СВЧ-излучения, апробированы при определении оптимальных параметров формирования геосеток на ОАО «Витебский комбинат шелковых тканей», экономический эффект составил 230,5 млн. бел. руб. (в ценах на 01.11.2013 г); при получении текстильных многослойных материалов на предприятии ПУП «Минская обойная фабрика» экономический эффект составил 86,9 млн. бел. руб. (в ценах на 01.12.2015 г.) [Акты внедрения в производство].

2. На основе разработанной методики и полученных экспериментальных зависимостей проведена многокритериальная оптимизация и предложены аналитические зависимости для определения рациональных режимов процесса импрегнирования тканой основы, которые обеспечивают эффективное сочетание качественных и экономических показателей (комбинаций мощности, времени и концентрации полимерной композиции) [6, 15].

3. Установленные закономерности определения теплофизических свойств успешно апробированы при испытаниях термостойких материалов и пакетов материалов на базе «Научно-исследовательского центра Витебского областного управления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь» [Акт апробации].

4. Результаты работы внедрены в учебный процесс УО «ВГТУ» в курсы:

Витебский государственный технологический университет

«Теплотехника и теплоэнергосбережение», «Основы энергосбережения», «Основы энергосбережения и энергетический менеджмент», «Теплотехника» [Акты внедрения в учебный процесс]. Подготовлено 3 работы для участия в Республиканском конкурсе научных работ студентов высших учебных заведений Республики Беларусь (2013–2015 гг.).

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Статьи:

1. Бизюк, А. Н. Влияние СВЧ-излучения на физико-механические свойства текстильных материалов / А. Н. Бизюк, С. В. Жерносек, В. И. Ольшанский, Н. Н. Ясинская // Известия вузов. Технология легкой промышленности / Санкт-Петербургский университет технологии и дизайна (Санкт-Петербург). – 2013. – Т. 20, № 2. – С. 16–18.

2. Бизюк, А. Н. Интенсификация процесса термообработки химических высокоусадочных нитей / А. Н. Бизюк, С. В. Жерносек, В. И. Ольшанский, Н. Н. Ясинская, А. Г. Коган // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2014. – Вып. 27. – С. 9–17.

3. Бизюк, А. Н. Исследование влияния СВЧ-излучения на показатели качества тканых полотен / А. Н. Бизюк, С. В. Жерносек, В. И. Ольшанский, Н. Н. Ясинская // Известия вузов. Технология текстильной промышленности / Ивановская государственная текстильная академия (Иваново) – 2014. – № 2 (350). – С. 17–20.

4. Бизюк, А. Н. Исследование пропитки текстильных материалов в поле СВЧ-излучения / А. Н. Бизюк, С. В. Жерносек, В. И. Ольшанский, Н. Н. Ясинская // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2014. – Вып. 26. – С. 21–28.

5. Бизюк, А. Н. Моделирование процесса пропитки текстильных материалов под действием СВЧ-излучения / А. Н. Бизюк, С. В. Жерносек, В. И. Ольшанский, Н. Н. Ясинская // Известия вузов. Технология легкой промышленности / Санкт-Петербургский университет технологии и дизайна (Санкт-Петербург). – 2014. – Т. 23, № 1. – С.16–18.

6. Бизюк, А. Н. Оптимизация технологического процесса формирования текстильных композиционных материалов в условиях воздействия электромагнитных волн СВЧ- и ИК-диапазона / А. Н. Бизюк, С. В. Жерносек, В. И. Ольшанский, Н. Н. Ясинская // Химическая технология (Москва). – 2015. – Т. 16, № 1. – С. 6–12.

7. Ольшанский, А. И. Графоаналитический метод расчета конвективно-терморадиационной сушки технических тканей / А. И. Ольшанский, С. В. Жерносек, В. И. Ольшанский // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2014. – Вып. 26. – С. 74–84.

8. Ольшанский, А. И. Исследование влагообмена при сушке натуральных тканей в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / А. И. Ольшанский, В. И. Ольшанский, С. В. Жерносек // Инженерно-физический журнал. – 2013. – Т. 86, №. 5. – С. 1041–1048.

Витебский государственный технологический университет

9. Ольшанский, А. И. Исследование влияния критериев подобия теплообмена на процесс сушки технических тканей термоизлучением / А. И. Ольшанский, С. В. Жерносек // Инженерно-физический журнал. – 2015. – Т. 88, № 1. – С. 63–74.

10. Ольшанский, А. И. Исследование процесса конвективно-радиационной сушки технических тканей методом регулярного режима / А. И. Ольшанский, С. В. Жерносек // Инженерно-физический журнал. – 2014. – Т. 87, № 5. – С. 1113–1122.

11. Ольшанский, А. И. Исследование процесса сушки текстильных и обувных влажных материалов методом регулярного режима / А. И. Ольшанский, В. И. Ольшанский, С. В. Жерносек // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2015. – Вып. 28. – С. 95–102.

12. Ольшанский, А. И. Исследование радиационно-конвективной сушки технических тканей критериями подобия теплообмена / А. И. Ольшанский, В. И. Ольшанский, С. В. Жерносек // Известия НАН РБ. Серия физико-технических наук. – 2014. – № 4 . – С. 56–65.

13. Ольшанский, А. И. Исследование СВЧ сушки тканей / А. И. Ольшанский, В. И. Ольшанский, С. В. Жерносек // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2013. – Вып. 24. – С. 55–65.

14. Ольшанский, А. И. Исследование терморадиационной сушки технических тканей с использованием комплексных безразмерных критериев теплопломассобмена / А. И. Ольшанский, В. И. Ольшанский, С. В. Жерносек // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2014. – Вып. 27. – С. 70–82.

Материалы конференций:

15. Бизюк, А. Н. Интенсификация процесса пропитки текстильных материалов с использованием энергии СВЧ / А. Н. Бизюк, С. В. Жерносек, В. И. Ольшанский, Н. Н. Ясинская // Материалы докладов 46 республиканской научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО "ВГТУ". – Витебск, 2013. – С. 402–403.

16. Бизюк, А. Н. Компьютерное моделирование процессов пропитки текстильных материалов / А. Н. Бизюк, С. В. Жерносек, В. И. Ольшанский, Н. Н. Ясинская // Материалы докладов 46 республиканской научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО "ВГТУ". – Витебск, 2013. – С. 149–150.

17. Жерносек, С. В. Исследование процессов сушки текстильных материалов / С. В. Жерносек // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : материалы международной научно-технической конференции / УО «ВГТУ». – Витебск, 2013. – С. 31–33.

18. Жерносек, С. В. Методы определения теплофизических характеристик КТМ / С. В. Жерносек, В. И. Ольшанский // Материалы докладов 45 республиканской научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной году книги / УО "ВГТУ". – Витебск, 2012. – С. 551–554.

19. Жерносек, С. В. Применение обобщенного критерия при оптимизации процесса пропитки КТМ / А. Н. Бизюк, С. В. Жерносек, В. И. Ольшанский,

Витебский государственный технологический университет

Н. Н. Ясинская А. О. Кульнев // Материалы докладов 47 научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО "ВГТУ". – Витебск, 2014. – С. 526–528.

20. Жерносек, С. В. Установка для СВЧ-обработки материалов / С. В. Жерносек, А. О. Кульнев, С. С. Марецкий, В. И. Ольшанский // Материалы докладов 48 научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО "ВГТУ". – Витебск, 2015. – С. 367–368.

21. Жилинский, К. В. Применение современных технологий обработки в текстильной и легкой промышленности / К. В. Жилинский, С. В. Жерносек, В. И. Ольшанский // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : материалы международной научно-технической конференции / УО «ВГТУ». – Витебск, 2015. – С. 228–229.

22. Ольшанский, В. И. Энергоэффективные технологии в текстильной и легкой промышленности / В. И. Ольшанский, С. В. Жерносек // Инновации в энергосбережении – инвестиции в будущее : материалы Международного форума. – Витебск, 2015. – С. 59–60.

Тезисы докладов:

23. Бизюк, А. Н. Определение эффективного радиуса капилляров текстильных материалов в процессе пропитки / А. Н. Бизюк, С. В. Жерносек // Международная научно-техническая конференция «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности». – Москва : ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2013. – С. 32–33.

24. Бизюк, А. Н. Экспериментальные исследования процесса пропитки текстильных материалов при воздействии СВЧ-излучения / А. Н. Бизюк, С. В. Жерносек, В. И. Ольшанский // Международная научно-техническая конференция «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности». – Москва : ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2013. – С. 21–22.

25. Жерносек, С. В. Интенсификация процесса сушки композиционных материалов / С. В. Жерносек, В. И. Ольшанский // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы междунар. науч.-техн. конф. молод. ученых / М-во образования Респ. Беларусь, М-во образования и науки Рос. Федерации, Белорус.-Рос. ун-т ; редкол. : И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2012. – С. 67.

26. Жерносек, С. В. Исследование влагообмена при сушке натуральных тканей в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / С. В. Жерносек, Д. А. Ковалев, А. С. Давыдовский, В. И. Ольшанский, А. И. Ольшанский // Тезисы докладов 46 Республиканской научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО "ВГТУ". – Витебск, 2013. – С. 172.

Витебский государственный технологический университет

РЕЗЮМЕ

Жерносек Сергей Васильевич

Формирование свойств композиционных текстильных материалов в условиях инфракрасного и сверхвысокочастотного излучения

Ключевые слова: декоративно-отделочные композиционные текстильные материалы, эксплуатационные показатели, качество, потребительские свойства, теплофизические и электрофизические характеристики, режимные параметры, ИК и СВЧ-нагрев, пропитывание.

Объектом исследований являются свойства композиционных текстильных материалов декоративно-отделочного назначения, полученных способом импрегнирования армирующей тканой основы полимерной композицией с применением ИК и СВЧ-излучения.

Цель работы – повышение качества и конкурентоспособности композиционных текстильных материалов декоративно-отделочного назначения, получаемых по способу импрегнирования в условиях ИК и СВЧ-излучения.

Методология исследования: в рамках работы применены общие положения текстильного материаловедения, товароведения, коллоидной химии, теплофизики, интегрального и дифференциального исчислений, теории планирования, математической статистики, а также предложенные методы: определения капиллярности тканой основы в условиях инфракрасного и сверхвысокочастотного излучения, графоаналитический метод определения режимных параметров обработки материалов.

Полученные результаты и их новизна: разработана методика и лабораторная установка для определения капиллярности тканой основы при импрегнировании; установлены зависимости капиллярности тканой основы от параметров импрегнирования в условиях ИК и СВЧ-излучения; определены зависимости потребительских свойств и эксплуатационных характеристик композиционных текстильных материалов от концентрации стирол-акрилата; предложены оптимальные режимы формирования композиционных текстильных материалов и разработаны материалы декоративно-отделочного назначения с улучшенными по сравнению с традиционным способом импрегнирования в естественных условиях эксплуатационными характеристиками.

Рекомендации по использованию: установленные закономерности и зависимости апробированы на промышленных предприятиях при определении оптимальных режимных параметров и внедрены в технологические процессы производства геосеток на ОАО «Витебский комбинат шелковых тканей»; получения текстильных многослойных материалов на предприятии ПУП «Минская обойная фабрика»; апробированы при определении изменения теплофизических показателей термостойких пакетов и материалов для изготовления специальной защитной одежды пожарных на базе «НИЦ Витебского областного управления МЧС РБ».

Область применения: производство текстильных материалов.

Витебский государственный технологический университет

РЕЗЮМЭ

Жарнасек Сяргей Васіль’евіч

Фармаванне ўласцівасцяў кампазіцыйных тэкстыльных матэрыялаў ва ўмовах інфрачырвонага і звышвысокачастотнага выпрамянення

Ключавыя словы: дэкаратыўна-аздабленчыя кампазіцыйныя тэкстыльныя матэрыялы, эксплуатацыйныя паказчыкі, якасць, спажывецкія ўласцівасці, цеплафізічныя і электрафізічныя характарыстыкі, рэжымныя параметры, ІЧ і ЗВЧ-нагрэў, прамочванне.

Аб'ектам даследаванняў з'яўляюцца ўласцівасці кампазіцыйных тэкстыльных матэрыялаў дэкаратыўна-аздабленчага прызначэння, атрыманых спосабам прамочвання армавальнай тканай асновы палімернай кампазіцыяй з ужываннем ІЧ і ЗВЧ-выпрамянення.

Мэта работы – павышэнне якасці і канкурэнтаздольнасці кампазіцыйных тэкстыльных матэрыялаў дэкаратыўна-аздабленчага прызначэння, якія атрымліваюцца па спосабе прамочвання ва ўмовах інфрачырвонага і звышвысокачастотнага выпрамянення.

Метадалогія даследавання: у рамках работы скарыстаны агульныя палажэнні тэкстыльнага матэрыялазнаўства, таваразнаўства, калоіднай хіміі, цеплафізікі, інтэгральнага і дыферэнцыяльнага вылічэнняў, тэорыі планавання, матэматычнай статыстыкі, а таксама прапанаваныя метады: вызначэнні капілярнасці тканай асновы ва ўмовах інфрачырвонага і звышвысокачастотнага выпрамянення, графааналітычны метад вызначэння рэжымных параметраў апрацоўкі матэрыялаў.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: распрацавана методыка і лабараторнае ўсталяванне для вызначэння капілярнасці тканай асновы пры импрэгніраванні; вызначаны залежнасці капілярнасці тканай асновы ад параметраў импрэгніравання ва ўмовах ІЧ і ЗВЧ-выпрамянення; вызначаны залежнасці спажывецкіх уласцівасцяў і эксплуатацыйных характарыстык кампазіцыйных тэкстыльных матэрыялаў ад канцэнтрацыі стырол-акрылату; прапанаваны аптымальныя рэжымы фармавання кампазіцыйных тэкстыльных матэрыялаў і распрацаваны матэрыялы дэкаратыўна-аздабленчага прызначэння з палепшанымі ў параўнанні з традыцыйным спосабам импрэгніравання ў натуральных умовах эксплуатацыйнымі характарыстыкамі.

Рэкамендацыі па выкарыстанні: установленыя заканамернасці і залежнасці апрабаваны на прамысловых прадпрыемствах пры вызначэнні аптымальных рэжымных параметраў і ўкаранёныя ў тэхналагічныя працэсы вытворчасці геасетак на ААТ «Віцебскі камбінат шаўковых тканін»; атрымання тэкстыльных шматпластовых матэрыялаў на прадпрыемстве ВУП «Мінская шпалерная фабрыка»; апрабаваны на базе «НДЦ Віцебскага абласнога кіравання МНС РБ» пры вызначэнні змянення цеплафізічных паказчыкаў тэрмаўстойлівых пакетаў і матэрыялаў для вырабу спецыяльнага ахоўнага адзення пажарных.

Галіна выкарыстання: вытворчасць тэкстыльных матэрыялаў.

Витебский государственный технологический университет

SUMMARY

Zharnasek Siarhei Vasilevich

Formation of properties of composite textile materials under infrared and microwave radiation

Keywords: ornamental composite textile materials, operating characteristics, quality, consumer properties, thermal and electrical properties, operating parameters, infrared and microwave heating, impregnation.

The object of research are the properties of composite textile materials ornamental destination which are made by impregnating a basis for reinforcement from the fabric by means of a polymer composition using infrared and microwave treatment.

The Purpose of research work: improvement of the quality and competitiveness of composite textile materials ornamental destination which are made by impregnating a basis for reinforcement from the fabric by means of a polymer composition using infrared and microwave treatment.

Methods of research: within the work used the general principles of textile materials science, Commodity Research, of colloid chemistry, of Thermal Physics and electrophysics, of integral and differential calculus, experiment planning theory, of mathematical statistics, as well as the proposed methods: methods for determining the capillarity a basis for reinforcement from the fabric by means of a polymer composition using infrared and microwave treatment, graphic-analytical method for the calculation of regime parameters of heating materials.

The results and their novelty: developed the method and laboratory equipment for determining the capillarity a basis for reinforcement from the fabric by means of a polymer composition during impregnation; equations on basis for determining the capillarity of the fabric for reinforcing the impregnation parameters using infrared and microwave treatment; equations consumer properties and operational characteristics of composite textiles on the concentration of styrene-acrylate; the optimal regimes proposed formation textile materials and composite materials designed for decorative purposes with improved compared with the conventional impregnation method in natural conditions operating characteristics.

Recommendations for application established the basic regularities and dependencies were tested at the industrial enterprises in obtaining the optimal regime parameters and implemented into technological processes the production of geogrids at JSC "Vitebsk factory of of silk fabrics"; producing textile multilayered materials under PUE "Minsk wallpaper factory"; approved on the basis of "SIC Vitebsk regional MOE RB Management" in determining the change in thermal properties of heat-resistant packages and materials for the production of special protective clothing for firefighters.

Fields of Application: production of textile materials.

Витебский государственный технологический университет

ЖЕРНОСЕК
СЕРГЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ

Витебский государственный технологический университет

ФОРМИРОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ИНФРАКРАСНОГО И СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать 24.10.16. Формат 60×90 1/16. Печать ризографическая. Уч.-изд. л. 1.8. Усл. печ. л. 1.75. Тираж 90 экз. Заказ 330.

Отпечатано на ризографе ЦИТ УО «ВГТУ».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 года.

210035, г. Витебск, Московский пр-т, 72