

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

На правах рукописи
УДК 677.017.4

**ЖЕРНОСЕК
СЕРГЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ**

**ФОРМИРОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ
ИНФРАКРАСНОГО И СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ**

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

Научный руководитель:
кандидат технических наук,
профессор Ольшанский В.И.

Библиотека ВГТУ



Витебск, 2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	5
ВВЕДЕНИЕ	9
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ	10
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЙ	14
1.1. Общие сведения о композиционных текстильных материалах	14
1.2. Модификация свойств композиционных текстильных материалов.....	17
1.2.1. Классификация способов модификации свойств	17
1.2.2. Современные способы влажно-тепловой обработки, применяемые для модификации свойств текстильных материалов	22
1.2.3. Общая характеристика структуры армирующей тканой основы	33
1.2.4. Механизм пропитывания тканой основы	37
Выводы по главе 1	41
ГЛАВА 2. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	42
2.1. Характеристика исследуемых материалов	42
2.2. Исследование процесса пропитывания тканой основы	44
2.2.1. Лабораторная установка для определения капиллярности в условиях воздействия ИК и СВЧ-излучения	44
2.2.2. Методика определения капиллярности	46
2.2.3. Определение зависимости температуры полимерной композиции от режимов СВЧ и ИК-нагрева	48
2.2.4. Определения высоты и скорости капиллярного подъема полимерной композиции.....	48
2.2.5. Определение поверхностного натяжения	49
2.2.6. Оценка эффективности распределения полимерной композиции и определение объемной скорости пропитки КТМ.....	50
2.2.7. Определение вязкости полимерной композиции	51
2.2.8. Определение эффективного радиуса капилляров	53
2.2.9. Определение краевого угла смачивания	53
2.3. Исследование теплофизических свойств тканой основы в процессе влажно- тепловой обработки в условиях ИК-нагрева.....	54
2.3.1. Метод регулярного режима	54
2.3.2. Описание методики и оборудования для ИК-нагрева тканой основы	57
2.3.3. Определение влагосодержания	57
2.3.4. Определение теплоемкости	58
2.3.5. Определение коэффициента температуропроводности.....	58
2.3.6. Определение коэффициента теплопроводности.....	58
2.4. Исследования электрофизических и теплофизических свойств тканой основы в условиях диэлектрического нагрева	60
2.4.1. Лабораторная установка для СВЧ-нагрева	60
2.4.1. Определение температуры.....	62
2.5. Анализ качества и потребительских свойств КТМ	63

2.5.1. Лабораторная установка для химической модификации	63
2.5.2. Определение износостойкости	64
2.5.3. Определение разрывной нагрузки и разрывного удлинения	64
2.5.4. Методика определения равномерности структуры композиционных текстильных материалов	65
2.5.5. Определение жесткости КТМ.....	66
Выводы по главе 2	66
ГЛАВА 3. ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССЕ ПРОПИТЫВАНИЯ ТКАНОЙ ОСНОВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ИК И СВЧ-ДИАПАЗОНА.....	
3.1. Номенклатура потребительских свойств композиционных текстильных материалов декоративно-отделочного назначения	67
3.2. Анализ капиллярно-пористой структуры тканой основы при импрегнировании	74
3.2.1. Влияние капиллярности тканой основы на качество композиционных текстильных материалов	74
3.2.2. Зависимость поверхностного натяжения полимерной композиции от параметров ИК и СВЧ-воздействия	82
3.2.3. Изучение краевого угла смачивания при импрегнировании тканой основы	84
3.2.4. Оценка влияния режимов обработки на вязкость полимерной композиции	87
3.3. Распределение полимерной композиции в тканой основе в условиях воздействия СВЧ-излучения.....	89
Выводы по главе 3	92
ГЛАВА 4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТКАНОЙ ОСНОВЫ В ПРОЦЕССЕ ВЛАЖНОТЕПЛОЙ ОБРАБОТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИК-ИЗЛУЧЕНИЯ... 94	
4.1. Общие закономерности изменения теплофизических свойств текстильных материалов	94
4.2. Применение теории регулярного режима А.В. Лыкова для исследования закономерностей инфракрасного нагрева тканой основы.....	100
4.2.1. Экспериментальные исследования теплофизических свойств тканой основы при инфракрасном нагреве в процессе сушки	100
4.2.2. Определение основных закономерностей регулярного режима нагрева тканой основы	102
4.2.3. Применение обобщенных комплексных переменных для определения режимных параметров влажно-тепловой обработки тканой основы	104
4.3. Графоаналитический метод расчета режимов ИК-обработки тканой основы	106
4.3.1. Исследование критериев подобия теплообмена при ИК-нагреве тканой основы	106
4.3.1. Разработка графоаналитического метода расчета режимов ИК-обработки	115
4.3.2. Оценка точности эмпирических уравнений.....	117
Выводы по главе 4	117
ГЛАВА 5. ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТКАНИ В ПРОЦЕССЕ	

ВЛАЖНОТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ.....	119
5.1. Теоретический анализ электрофизических и теплофизических свойств КТМ в процессе диэлектрического нагрева	119
5.2. Экспериментальные исследования диэлектрического нагрева тканой основы	124
Выводы по главе 5	131
ГЛАВА 6. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И АПРОБАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	133
6.1. Оптимизация параметров и выбор рациональных режимов импрегнирования тканой основы в условиях воздействия электромагнитных волн ИК и СВЧ-диапазона	133
6.2. Анализ качества и потребительских свойств композиционных текстильных материалов	141
6.3. Апробация и внедрение результатов исследований.....	150
6.3.1. Применение результатов исследований при разработке новых текстильных материалов	150
6.3.2. Оптимизация технологии формирования геосеток.....	151
6.3.3. Совершенствование технологии формирования многослойных текстильных материалов	153
6.3.4. Рекомендации по проектированию СВЧ-установок для влажно-тепловой обработки текстильных материалов	154
Выводы по главе 6	159
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	160
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	162
ПРИЛОЖЕНИЕ А. АКТЫ О ВНЕДРЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС УО «ВГТУ» И АКТЫ ВВОДА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ.....	176
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТКАНОЙ ОСНОВЫ И ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИИ ПРИ ПРОПИТЫВАНИИ В УСЛОВИЯХ ИК И СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ.....	189
ПРИЛОЖЕНИЕ В. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	216
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. АКТ ВНЕДРЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС ОАО «ВИТЕБСКИЙ КОМБИНАТ ШЕЛКОВЫХ ТКАНЕЙ»	221
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. АКТ ВНЕДРЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС ПУП «МИНСКАЯ ОБОЙНАЯ ФАБРИКА»	224
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. АКТ АПРОБАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ НА БАЗЕ «НИЦ ВИТЕБСКОГО ОБЛАСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ МЧС»	227

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.