

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»
УО «ВГТУ»

УДК 677.027.18

Per. № 20181942

Утверждаю

проректор по научной работе

Е.В.Ванкевич

2020г.



ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе

**Энергоэффективные технологии жидкостной обработки волокнистых
материалов, интенсификация процессов их сушки и термической
обработки с применением ультразвукового кавитационного воздействия**

(Заключительный)

Г/Б-348

Начальник НИЧ

Научный руководитель
д.т.н., проф.

24.12.2020
24.12

С.А. Беликов

А.Г. Коган

Витебск, 2020 г.

Библиотека ВГТУ



Список исполнителей

Научный руководитель:

Проф., д.т.н.


24.12.20

А.Г. Коган(Общее руководство,
1.4 , 2.3.3, 2,4, 3.2)


Исполнители:

Проф., к.т.н.


24.12.2020


В.И. Ольшанский (1.2.3, 2.1, 3.3)

Доц., к.т.н.


24.12.2020

Н.Н. Ясинская (1.3, 2.2.2, 3.3.3)

Доц., к.т.н.


24.12.2020

Н.В. Скобова (1.1,2.2.1,2, 2.2.2.1,
2.2.3.1, 3.3.3)

Доц., к.т.н.


24.12.2020

С.В. Жерносек (1.3, 2.1.1, 3.2)

Доц., к.т.н.


24.12.2020

В.П. Довыденкова (1.3, 2.3, 3.3.1)

Доц., к.т.н.


24.12.2020

С.С. Гришанова (2.3, 3.2.3)

Доц., к.т.н.


24.12.2020

В.Г. Буткевич (3.2.2, 3.4.3)

МНС


24.12.2020

Р.В. Киселев (2.4, 3.1.2)

МНС


24.12.2020

А.О. Кульнев (1.2.1, 2.2.2, 3.3.3)

АСП


24.12.2020

А.С. Марущак (1.1, 2.3, 3.1, 3.4)

АСП


24.12.2020

Т.С. Столярова (1.3.2, 2.1, 3.3.3)

АСП


24.12.2020

О.В. Прохоренко (1.4.1, 2.4, 3.3)

АСП


24.12.2020

С.В. Мацулевич (3.1, 3.3)

Нормоконтроль


24.12.2020

А.О. Кульнев

РЕФЕРАТ

Отчет 320 с., 153 рис., 67 табл., 113 источников, 5 приложений.

ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СУШКА, ПРОПИТКА, УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ, КАПИЛЯРНОСТЬ, КОВРОВЫЕ ПОКРЫТИЯ

Цель работы — комплексные исследования процессов сушки и тепловой обработки капиллярно-пористых материалов с использованием акустических колебаний кавитационного спектра; исследование влияния ультразвукового воздействия на капиллярно-пористую структуру и физико-механические свойства волокнистого материала в процессе сушки и тепловой обработки.

Проведены теоретическо-экспериментальные исследования процессов пропитки, сушки и тепловой обработки капиллярно-пористых материалов с использованием акустических колебаний кавитационного спектра и установлены основные закономерности тепломассопереноса, определяемые волокнистым составом и плотностью текстильного материала.

Проведены теоретические исследования процесса проклеивания ковровых материалов с использованием ультразвукового кавитационного воздействия. Спроектирован и изготовлен опытный лабораторный стенд для моделирования технологического процесса проклеивания (аппретирования) ковровых изделий с использованием ультразвукового излучения.

Разработана экспериментальной установки для исследований процесса сушки и тепловой обработки капиллярно-пористых материалов с использованием акустических колебаний кавитационного спектра. Разработан лабораторный стенд для проклеивания ковровых материалов с использованием ультразвукового излучения



Содержание

Введение.....	8
1 Моделирование капиллярно–пористой структуры волокнистого материала и исследование влияния низкочастотных ультразвуковых волн на структуру текстильных материалов из натуральных и химических волокон; исследование влияния ультразвукового воздействия на физико–химические и реологические свойства технологических растворов.	10
1.1 Моделирование капиллярно–пористой структуры волокнистого материала и исследование влияния низкочастотных ультразвуковых волн на структуру текстильных материалов из натуральных и химических волокон	10
1.1.1 Моделирование капиллярно – пористой структуры текстильного материала.....	10
1.1.2 Экспериментальное исследование пористости текстильных материалов	33
1.2 Исследование влияния ультразвукового воздействия на физико–химические и реологические свойства технологических растворов.....	39
1.2.1 Исследование физико–химических свойств технологических растворов	39
1.2.2 Исследование влияния ультразвукового воздействия на реологические свойства технологических растворов	41
1.3 Теоретическое исследование процессов пропитки капиллярно–пористых материалов технологическими растворами в условиях ультразвукового воздействия.....	45
1.3.1 Исследование кинетики пропитывания капиллярно–пористых материалов	45
1.3.2 Математическое моделирование процесса пропитывания в условиях ультразвукового кавитационного эффекта	49
1.3.3 Анализ влияния кавитационного воздействия на физико–механические свойства капиллярно–пористых материалов.....	61
1.4 Экспериментальные исследования процессов звукохимической жидкостной обработки волокнистых материалов	66
1.4.1 Интенсификация процесса мацерации льняных волокон путем вибрации ультразвукового кавитационного воздействия.....	66
1.4.2 Исследования изменения структуры льняной пряжи в процессе жидкостной обработки в условиях ультразвукового кавитационного воздействия	70
1.5 Выводы по главе 1.....	80
2 Исследование и оптимизация технологических операций звукохимической жидкостной обработки текстильных материалов; разработка рекомендаций по выбору рациональных режимов жидкостных обработок	

волокнистых материалов с применением ультразвукового кавитационно воздействия	82
2.1 Разработка опытно–экспериментальной установки для исследования процессов жидкостной обработки текстильных материалов в условиях ультразвукового воздействия	82
2.1.1 Теоретико–экспериментальные исследования технологических операций звукохимической жидкостной обработки текстильных материалов	91
2.2 Разработка методики исследование процессов жидкостной обработки текстильных материалов в условиях ультразвукового воздействия	103
2.2.1 Оптические методы исследования влияния ультразвуковых колебаний на гранулометрический состав водных дисперсии дисперсного красителя.	103
2.2.2 Исследование влияния ультразвуковых колебаний на пропитку трикотажных полотен водной эмульсией функциональных полисилоксанов	116
2.3 Экспериментальные исследования и оптимизация технологических операций звукохимической жидкостной обработки текстильных материалов.	130
2.3.1 Исследование кинетики пропитки текстильных материалов при ультразвуковой обработке материала в среде дисперсии стирол–акрилата.	130
2.3.2 Подготовка дисперсных систем к пропитке текстильных материалов	134
2.3.3 Оптимизация параметров процесса мацерации волокна с использованием ультразвукового кавитационного воздействия при производстве льняной пряжи	140
2.4 Разработка рекомендаций по выбору рациональных режимов жидкостных обработок волокнистых материалов с применением ультразвукового кавитационного воздействия.	152
2.4.1 Разработка рациональных технологических режимов процесса мацерации волокна с использованием ультразвукового кавитационного воздействия для производства льняной пряжи	152
2.4.2 Рекомендации по выбору рациональных параметров для приготовления дисперсных красителей в условиях воздействия ультразвуковых колебаний.....	155
2.4.3 Рекомендации по выбору рациональных параметров для пропитки текстильных материалов аппретом в условиях воздействия ультразвуковых колебаний.....	156
2.5 Выводы по главе 2.....	157

3	Разработка способа интенсификации процесса сушки и тепловой обработки капиллярно–пористых материалов с использованием акустических колебаний кавитационного спектра; Разработка технологий сушки и тепловой обработки капиллярно–пористых материалов с использованием акустических колебаний кавитационного спектра (Итоги работы в 2020 году).....	160
3.1	Комплексные исследования процессов сушки и тепловой обработки капиллярно–пористых материалов с использованием акустических колебаний кавитационного спектра; исследование влияния ультразвукового воздействия на капиллярно–пористую структуру волокнистого материала в процессе сушки и тепловой обработки.....	160
3.1.1	Теоретические исследования процесса сушки капиллярно–пористых материалов с использованием акустических колебаний кавитационного спектра.....	160
3.1.2	Теоретические исследования процесса проклеивания ковровых материалов с использованием ультразвукового кавитационного воздействия.....	170
3.1.3	Анализ влияния ультразвуковых колебаний на проклеивание двухполотных ковровых покрытий.....	180
3.1.4	Исследование влияния ультразвукового воздействия на капиллярно–пористую структуру волокнистого материала в процессе сушки и тепловой обработки.....	186
3.2	Разработка экспериментальной установки и устройств для экспериментальных исследований процессов сушки и тепловой обработки капиллярно–пористых материалов с использованием акустических колебаний кавитационного спектра; исследование физико–механических свойств текстильных материалов из натуральных и химических волокон после сушки и тепловой обработки в условиях акустических колебаний кавитационного спектра.....	193
3.2.1	Разработка экспериментальной установки для исследований процесса сушки и тепловой обработки капиллярно–пористых материалов с использованием акустических колебаний кавитационного спектра.....	193
3.2.2	Разработка лабораторного стенда для проклеивания ковровых материалов с использованием ультразвукового излучения.....	201
3.2.3	Исследование физико–механических свойств текстильных материалов из натуральных и химических волокон после сушки и тепловой обработки в условиях акустических колебаний кавитационного спектра....	203
3.3	Экспериментальные исследования процессов сушки и тепловой обработки капиллярно–пористых материалов с использованием акустических колебаний кавитационного спектра.....	216
3.3.1	Экспериментальные исследования кинетики сушки и тепловой обработки капиллярно–пористых материалов с использованием акустических колебаний кавитационного спектра.....	216

3.3.2	Экспериментальные исследования пропитки нетканого материала	227
3.3.3	Экспериментальные исследования пропитки нетканого полиэфирных материалов.....	233
3.4	Оптимизация процесса сушки и тепловой обработки капиллярно–пористых материалов с использованием акустических колебаний кавитационного спектра; разработка рекомендаций по выбору рациональных режимов сушки и тепловой обработки; апробация результатов в производственных условиях.	250
3.4.1	Разработка рекомендаций по использованию ультразвука при производстве суровой льняной и оческовой пряжи мокрого способа прядения	250
3.4.2	Определение рациональных режимов сушки и тепловой обработки полиэфирных полотен.....	251
3.4.3	Оптимизация технологии получения ковровых материалов с использование ультразвукового воздействия. Нарботка опытных партий ковровых	253
	Заключение	256
	Список использованных источников.....	260
	Приложение А. Протоколы экспериментальных исследований	273
	Приложение Б. Определение физико–механических свойств нетканых полотен после сушки и тепловой обработки в условиях акустических колебаний кавитационного спектра	288
	Приложение В. Акты о внедрении результатов исследований в производство.....	293
	Приложение Г. Акты о внедрении результатов исследований в учебный процесс	298
	Приложение Д. Справка отчет об использовании уникального оборудования	319