

Министерство образования Республики Беларусь
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(УО «ВГТУ»)

УДК 677.027.4; 677.01; 05.19.00
Рег. № 20211469



УТВЕРЖДАЮ
проректор по научной работе
Е.В.Ванкевич
_____ 2021г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

ТЕХНОЛОГИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ КАПИЛЛЯРНО-
ПОРИСТЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
(заключительный)
2021-ГБ-378

Руководитель НИР,
Зав. кафедрой «Теплоэнергетика»,
профессор, канд. техн. наук.


« 10 » _____ 2021
г.

И.о. начальника НИЧ, инженер


« 10 » _____ 2021 г.

Витебск 2021

Библиотека ВГТУ



СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

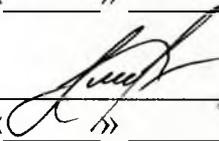
Руководитель НИР,
Зав. кафедрой «Теплоэнергетика»,
профессор, канд. техн. наук.


_____ В.И. Ольшанский
« _____ » _____ 2021 г.

Исполнитель:
мл. научн. сотр., аспирант


_____ А.С. Марущак
« _____ » _____ 2021 г.

Нормоконтроль


_____ А.С. Марущак
« _____ » _____ 2021 г.

РЕФЕРАТ

Отчет 76 с., 25 рис., 10 табл., 36 источн.

ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ, УСТАНОВКА, АППРЕТИРОВАНИЕ, ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА.

Цель работы – разработка технологических процессов отделки и сушки материалов, изделий легкой и текстильной промышленности с использованием современных способов интенсификации химико-текстильных процессов энергией ультразвуковых колебаний.

Проведены теоретические исследования процессов сушки материалов и изделий легкой и текстильной промышленности с использованием энергии ультразвуковых колебаний: теоретический анализ процессов, протекающих при аппретировании, сушка после крашения текстильных материалов; исследовано влияние ультразвуковых волн частотой 20-40 кГц на скорость сушки; экспериментально исследовано влияние ультразвуковых волн на изменение структуры и физико-механических свойств натуральных и химических текстильных материалов (тканей, нитей, волокон) в процессе сушки и аппретирования полимерными композициями.

Разработана компоновочная схема ультразвуковой установки для интенсификации процессов сушки, крашения, аппретирования и других видов влажнотепловой обработки. Определены основные технические характеристики, обеспечивающие возможность применения установки для процессов сушки текстильных материалов в условиях воздействия ультразвуковых колебаний.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Аналитический обзор известных технологий и методов обработки капиллярно-пористых текстильных материалов	6
1.1 Формы связи влаги с материалом	6
1.2 Конвективная сушка	9
1.3 Радиационно-конвективная сушка	13
1.4 Кондуктивная сушка	15
1.5 Сушка в высокочастотном электромагнитном поле	16
1.6 Плазменная сушка	17
2 Исследование основных закономерностей при обработке капиллярно-пористых текстильных материалов в условиях узкоколебаний	19
2.1 Классификация форм связи капиллярно-пористых тел	19
2.2 Анализ нетканых текстильных материалов как объектов сушки	22
2.3 Исследование кинетики пропитывания капиллярно-пористых материалов	25
2.4 Математическое моделирование процесса пропитывания в условиях ультразвукового кавитационного эффекта	30
2.5 Анализ влияния кавитационного воздействия на физико-механические свойства капиллярно-пористых материалов	42
3 Экспериментальные исследования процесса сушки и тепловой обработки капиллярно-пористых материалов с использованием акустических колебаний кавитационного спектра	47
3.1 Разработка экспериментальной установки для исследований процесса сушки и тепловой обработки капиллярно-пористых материалов с использованием акустических колебаний кавитационного спектра	47
3.2 Характеристика объектов исследования.	55

3.3 Экспериментальные исследования кинетики сушки и тепловой обработки капиллярно-пористых материалов с использованием акустических колебаний кавитационного спектра	56
3.4 Определение рациональных режимов сушки и тепловой обработки полиэфирных полотен	67
Заключение	70
Список использованной литературы	73

1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ИЗВЕСТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

1.1 Формы связи влаги с материалом

Большое значение в теории сушки коллоидных капиллярно-пористых объектов имеет вид связи поглощенной воды с веществом скелета тела. Это знание дает возможность глубже понять физику процессов переноса тепла и влаги и позволяет осмысленно выбрать сушильную установку и способ сушки. Классификация форм связи влаги с материалом строится на основе величины энергии связи. Все формы связи делятся на химическую, физико-химическую и физико-механическую. Химическая связь воды и материала характеризуется точными количественными соотношениями (стехиометрическими соотношениями). Она имеет ионную или молекулярную природу. Причинами, обуславливающими данную форму связи, являются основная и побочная валентности атомов, где под валентностью понимается число электронных пар, которыми данный атом связан с другими атомами. Создается такая связь в результате химических реакций или кристаллизации из раствора с образованием кристаллогидратов. Вследствие химических реакций образуется новое вещество, в состав которого входит вода. При образовании кристаллогидратов вода входит в структуру кристалла, а тело сильно меняет свои свойства. Химически связанная вода имеет большую величину энергии связи с веществом и не выводится из материала при его нагревании вплоть до 150 °С. Она может быть удалена при химическом взаимодействии с некоторым веществом или при прокаливании. В процессе сушки такая вода из тела не удаляется.

Физико-химическая связь между влагой и материалом образуется в различных не строго определенных соотношениях в отличие от химической. Физико-химическая связь разделяется на адсорбционную и осмотическую. Образование адсорбционной связи обусловлено растворением составляющих материал элементов в воде, образованием сольватных оболочек и

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перник, А. Д. Проблемы кавитации / А. Д. Перник. – Ленинград : Судостроение, 1966. – 439 с.
2. Пирсол, И. Кавитация / И. Пирсол. – Москва : Мир, 1975. – 95 с.
3. Рождественский, В. В. Кавитация / В. В. Рождественский. – Ленинград : Судостроение, 1977. – 248 с.
4. Новицкий, Б. Г. Применение акустических колебаний в химико-технологических процессах / Б. Г. Новицкий. – Москва : Химия, 1983. – 192 с.
5. Сандуляк, А. В. Очистка жидкостей в магнитном поле / А. В. Сандуляк. – Львов: Вища школа, 1984. – 166 с.
6. Константинов, Б. П. Гидродинамическое звукообразование и распространение звука в ограниченной среде / Б. П. Константинов. – Ленинград : Наука, 1974. – 144 с.
7. Грановский, М. Г. Электрообработка жидкостей / М. Г. Грановский, И. С. Лавров, О. В. Смирнов. – Ленинград : Химия, 1976. – 215 с.
8. Рубашов, И. Б. Электрогазодинамика / И. Б. Рубашов, Ю. С. Бортников. – Москва : Атомиздат, 1971. – 167 с.
9. Оборудование и технологические процессы с использованием электрогидравлического эффекта / Под ред. Г.А. Гулого. – Москва : Машиностроение, 1977. – 320 с.
10. Кафаров, В. В. Системный анализ процессов химической технологии / В. В. Кафаров, И. М. Дорохов, С. Ю. Арутюнов. – Москва : Наука, 1985. – 440 с.
11. Логвиненко, Д. Д. Интенсификация технологических процессов в аппаратах с вихревым слоем / Д. Д. Логвиненко, О. П. Шеляков. – Киев : Техника, 1976. – 144 с.

12. Теоретические основы сушки: методическое пособие для студентов специальности 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» / В.А. Сычевский. – Минск: БНТУ, 2017. – 43 с.

13. http://www.chinkopack.ru/articles/postprinting_technologies/postprinting_technologies-1-3.php - Электронный ресурс, дата доступа 15.06.2021

14. Флинн Г. Физика акустической кавитации в жидкостях / Г. Флинн // Физическая акустика / Под ред. У. Мезона. – Москва : Мир, 1967. – Т. 1, Ч. Б. – С. 7 – 138.

15. Промтов, А. В. Кавитация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tstu.ru/r.php?r=struct.structure.inst&id=10&v=1&t=1&f=eito>. – Дата доступа: 25.11.2018.

16. Леонов, Г. В., Савина, Е. И. Информационное моделирование кавитационных процессов, инициированных ультразвуковыми осцилляторами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://u-sonic.ru/downloads/edm06/modeling_rus.pdf. – Дата доступа: 01.12.2018.

17. Шутилов, В. А. Основы физики ультразвука: Учеб. Пособие / В. А. Шутилов. – Ленинград : Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. – 280 с.

18. Neppiras E.A. Acoustic cavitation // Phys. Repts. – 1980. – V. 61, N 3. – P. 159 – 251.

19. Сиротюк, М. Г. Экспериментальные исследования ультразвуковой кавитации / М. Г. Сиротюк // Мощные ультразвуковые поля / Под ред. Л. Д. Розенберга. – Москва : Наука, 1968. – Ч. 5. – С. 168 – 220.

20. Арзуманов, З. С. Кавитация в местных гидравлических сопротивлениях. – Москва : Энергия, 1978. – 303 с

21. Гаспарян, Г. Д. Моделирование кавитационного эффекта при ультразвуковой окорке лесоматериалов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-protssessa-ultrazvukovoy-okorki-lesomaterialov-1>. – Дата доступа: 19.11.2018.

22. Акуличев, В. А. Пульсации кавитационных полостей / В. А. Акуличев // Мощные ультразвуковые поля / Под ред. Л. Д. Розенберга. –

Москва : Наука, 1968. – Ч. 4. – С. 129 – 166

23. Агранат, Б. А. Основы физики и техники ультразвука : Учеб. пособие для вузов / Б. А. Агранат, М. Н. Дубровин, Н. Н. Хавский и др. – Москва : Высш. шк., 1987. – 352 с.

24. Kuratani, Y., Miki, A., Nanami, N., Nakatani, H. and Hamada, H. (2018) Effects of Ultrasonic Waves during Resin Impregnation on the Mechanical Properties of Unidirectional Composite Materials. Open Journal of Composite Materials [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.4236/ojcm.2018.81001>.

25. Лыков, А. В. Теория сушки / А. В. Лыков. – Москва : Энергия, 1968. – 472 с.

26. Кошелева, М. К. Нетканые текстильные материалы / М. К. Кошелева, М. Ф. Малышева, В. А. Реутский, Б. С. Сажин. – Москва : Московский текстильный институт имени А.Н.Косыгина, 1990 – 41 с.

27. Хмелев В.Н., Кошелева М.К., Доровских Р.С., Голых Р.Н., Шалунов А.В., Нестеров В.А., Новикова Т.А. Ультразвуковая сушка текстильных материалов// Химическая технология. 2018. Т. 19. №4. С. 178-185.

28. Рудобашта, С. В. Теплотехника / С. В. Рудобашта. – Москва : Колос, 2010. – 600 с.

29. Khmelev, V.N. Research the Acoustic Cloth Drying Process in Mock-Up of Drum-Type Washing Machine / V.N. Khmelev, I.I. Savin, D.S. Abramenko, S.N. Tsyganok, R.V. Barsukov, A.N. Lebedev // International Workshops and Tutorials on Electron Devices and Materials EDM'2006: Workshop Proceedings. - Novosibirsk: NSTU, 2006. – P.223–228.

30. Анализ возможностей и выработка предложений для реализации малогабаритной системы акустической сушки для стиральных машин // ООО «Центр ультразвуковых технологий» [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа : http://u-sonic.ru/downloads/issled/Acoustic_Drying_Cloth_1.pdf. – Дата доступа : 08.12.2020.

31. Хмелев, В. Н. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности / В. Н. Хмелев, А. Н. Сливин, Р. В. Барсуков, С. Н. Цыганок, А. В. Шалунов ; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск : Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 203с.

32. Сажин, Б. С. Процессы сушки и промывки текстильных материалов / Б. С. Сажин, М. К. Кошелева, М. Б. Сажина – Москва : МГУДТ. – 2013. – 301 с.

33. Технология и оборудование ультразвуковой очистки электроники // Технология в электронной промышленности [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа : http://www.tech-e.ru/2007_8_60.php. – Дата доступа : 08.12.2020.

34. Акулич, П. В. Расчеты сушильных и теплообменных установок / П. В. Акулич. – Минск : Белорусская наука, 2010. – 444 с.

35. Лыков, А. В. Теория сушки / А. В. Лыков. – Москва : Энергия, 1968. – 472 с.

36. Ольшанский, А. И. Некоторые закономерности кинетики сушки пищевых продуктов / А. И. Ольшанский, П. С. Куц // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 1977. – №. 5. – С. 97–101.

Библиотека ВГТУ

