

Как указывалось выше, в процессе печати использовалась краска на водной основе MANOKIAN-ARGON серии TEXILAC.

Для получения текстильного материала с терморегулирующей способностью также необходимо ввести в его структуру вещества с фазовым переходом (PCM). Они представлены в виде водной дисперсии с 40%-ным содержанием активных веществ (микрокапсул PCM). PCM были введены в состав краски таким образом, что их удельный вес в общей массе готового раствора составил 10%.

– **нанесение фотоэмульсии на печатную сетку, изготовление печатного трафарета.**

Для получения оптимального результата перед нанесением эмульсии трафаретная сетка была очищена и обезжирена. Далее, изображение было выведено в позитиве на прозрачную пленку, после чего пленку вместе с печатной сеткой, покрытой специальным фоточувствительным раствором, поместили в экспозиционную камеру. Лампы ультрафиолетового свечения, расположенные в камере, освещают сетку сквозь пленку, вследствие чего раствор на незакрытых участках затвердевает. После экспонирования водоструйным агрегатом были вымыты незатвердевшие остатки раствора. В результате такой обработки печатная сетка представляет собой трафарет с необходимым изображением.

– **печать изображения.** Полученный печатный трафарет был закреплен на шелкотрафаретном станке над запечатываемой поверхностью. Далее полученный раствор краски с PCM продавливался плотно прижимаемым ракелем сквозь мельчайшие отверстия в сетке. После нанесения изображения краска высыхала естественным путем.

Таким образом, были получены образцы текстильного материала, содержащие в своем составе вещества с изменяемым фазовым состоянием (PCM), придающие материалу терморегулирующую способность. Для введения активных веществ в структуру материала была использована технология шелкографии. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение теплофизических свойств модифицированных текстильных материалов, а также выбор оптимального способа модификации, исходя из имеющихся возможностей и полученных результатов испытаний.

#### Список использованных источников

1. Elias Khalil. Application of phase change materials: a review // International journal of research and review. 2015. №5. P. 281-294.

УДК 677.027.18

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДИАПАЗОНА В ПРОЦЕССАХ СУШКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Марущак А.С., маг., Жерносек С.В., к.т.н., Ольшанский В.И., к.т.н., проф.  
Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: ультразвук, интенсификация, влажность, сушка, акустическое давление, скорость сушки, частота колебаний.

Реферат. Современные методы сушки текстильных материалов характеризуются следующими недостатками:

1. Процесс чрезвычайно энергозатратен и длителен;
2. Применяемые сушильные установки крупногабаритны;
3. Для предотвращения деструкции высушиваемых материалов при высоких температурах требуется применение сложной и дорогостоящей системы управления.

Перспективным вариантом замены или дополнения, например, конвективного способа сушки является сушка в акустических полях высокой интенсивности, что связано со следующими достоинствами метода:

1. Высокая интенсивность процесса;
2. Возможность обеспечения качественной и эффективной сушки при низких температурах, что очень важно при сушке с термолабильными материалами.

В статье рассматриваются перспективы применения акустических колебаний ультразвуковым диапазоном при сушке различных текстильных материалов.

На многих предприятиях легкой и текстильной промышленности сушильное оборудование потребляет приблизительно до 30% электроэнергии и до 40% всего расходуемого тепла. Большое распространение получили конвективные (тепловые) сушилки, характеризующиеся низкой эффективностью, вызывают ухудшение качества материала за счёт перегрева или неравномерного высушивания [1–3]. Одним из наиболее эффективных способов повышения эффективности процесса сушки является организация комбинированного энергетического воздействия с использованием ультразвуковых колебаний высокой интенсивности [3].

Ультразвуковое воздействие не приводит к нагреву высушиваемого материала, что значительно уменьшает износ, полностью исключает изменение структуры в следствие термодеструкции, образование ворса, усадки. Благодаря этому ультразвуковая сушка является единственно возможным способом сушки термочувствительных, термолабильных и легко окисляющихся продуктов [4].

Существует ряд исследований, свидетельствующих о неэффективности сушки УЗ колебаниями в бесконтактном режиме (без прямого контакта излучателя с высушиваемым материалом), однако есть предположение, что причина этих результатов обусловлена несовершенством конструкций используемых излучателей и отсутствием специализированных сушильных камер. Многочисленные исследования подтверждают, что акустическая сушка эффективна при давлении свыше 130-135 дБ. В работах [5, 6] доказано, что использование камеры специальной формы позволяет получить резонансное усиление и равномерное распределение ультразвуковых колебаний в области сушки.

Интенсификация процесса сушки и тепловой обработки посредством ультразвуковых колебаний вызвана тем, что при прохождении через влажный материал акустических волн происходит выдавливание жидкости в виде жидкой или парообразной фазы [7]. При высокой влажности капиллярно-пористых материалов (свыше 100 %) имеет место чисто механическое удаление влаги, которое сводится к «вытряхиванию» жидкости из капилляров.

Процесс акустического воздействия в первый период сушки начинается с некоторого порогового значения акустического давления, зависящего от конфигурации тела, типа возникающих акустических потоков и разности концентраций жидкости на поверхности материала  $C_0$  и в окружающей среде  $C_\infty$ .

Во втором периоде сушки, когда влажность материала мала происходит увеличение коэффициента диффузии жидкости в результате её нагрева при поглощении ультразвука в макрокапиллярах и порах. Нагрев материала в звуковом поле не значителен, и существенное ускорение сушки на этой стадии не наблюдается [1].

Механическое воздействие зависит от интенсивности акустической волны, сильно возрастающая при увеличении её уровня выше 165 дБ, и ослабевает с повышением частоты. При этом на частотах до 10-15 кГц сушка представляет чрезвычайную опасность для человека и практически не рассматривается, поэтому большой практический интерес представляет создание установок для предварительной сушки текстильных материалов, способных создать равномерно распределенные по всему объему сушильной камеры УЗ колебания с уровнем звукового давления до 145-150 дБ на частотах более 20 кГц [1, 5, 6].

При умеренной влажности капиллярно-пористого материала (10-70%) воздействие акустических колебаний на сушку проявляются по-разному на различных её стадиях. В первый период, когда скорость сушки постоянна, удаляемая с поверхности влага непрерывно восполняется поступающей из внутренних слоёв материала. Скорость сушки определяется в этот период градиентом концентрации жидкости в диффузионном пограничном слое.

Сушка в УЗ поле происходит без нагрева материала. Именно поэтому это единственный способ сушки термочувствительных и легко окисляющихся материалов. Это способ по скорости отличается от обычных методов. На рисунке 1 представлены зависимости по производительности процесса сушки (кривые сушки) этилцеллюлозы [6].

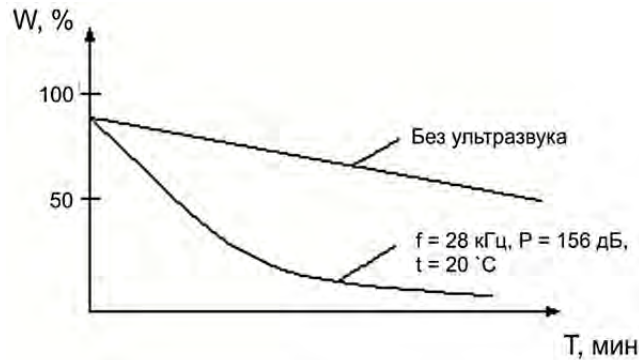


Рисунок 1 – Кривые сушки

Для сравнения с вакуумной сушкой и конвективной ( $92^{\circ}\text{C}$ ): за это же время возможно удалить только 10–15 % содержащейся влаги.

В результате анализа перспектив применения акустических колебаний ультразвукового диапазона в процессах сушки текстильных материалов установлено, что наибольшая эффективность УЗ воздействия реализуется в случае продува нагретого сушильного воздуха с одновременным воздействием ультразвуковыми колебаниями высокой интенсивности [8–11].

Для интенсификации процесса сушки текстильных материалов необходимо обеспечить равномерно распределенные по всему объему сушильной камеры УЗ колебания с уровнем звукового давления не ниже 135 дБ на частотах 22–35 кГц. При этом высокая степень интенсификации процесса сушки ультразвуковыми колебаниями позволяет снизить температуру сушащего агента, без потери в качестве и скорости сушки. Последнее особенно важно для производств, где нагрев высушиваемого продукта недопустим или нежелателен. К достоинствам такой сушки можно отнести ускорение процесса в 2–6 раза без существенного повышения температуры материала [8].

#### Список использованных источников

1. Ультразвук : Маленькая энциклопедия / Гл. ред. И. П. Голямина. – Москва : Советская энциклопедия, 1979. – 400 с.
2. Сафонов, В. В. Интенсификация химико-текстильных процессов отделочного производства. Москва : МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006. – 405 с.
3. 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.
4. Лебедев, А. Н. Малогабаритная ультразвуковая сушилка с пьезоэлектрическим излучателем и резонансным технологическим объемом / А. Н. Лебедев, А. В. Шалунов, В. Н. Хмелев : Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск.
5. Khmelev, V.N. Studies of ultrasonic dehydration efficiency / V.N. Khmelev, A.V. Shalunov, R.V. Barsukov, D. S. Abramenko, A.N. Lebedev // Journal of Zhejiang University SCIENCE A (Applied Physics & Engineering). – 2011. – 12. – 4. – P. 247–354.
6. 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.
7. Хмелев, В. Н. Интенсификация процесса сушки ультразвуковыми колебаниями / В. Н. Хмелев, А. В. Барсуков, Д. С. Абраменко, Д. В. Генне : Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск.
8. Хмелев, В.Н. Экспериментальное исследование эффективности процесса сушки ультразвуковыми колебаниями высокой интенсивности / В. Н. Хмелев, А. В. Шалунов, А. Н. Лебедев, Р. В. Барсуков, С. Н. Цыганок: Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск.
9. Беззубцева, М. М. Интенсификация технологических процессов АПК ультразвуковой кавитацией / М. М. Беззубцева, А. Е. Сапрыкин, И. Г. Пилуков // Успехи современного естествознания. – 2014. – №. 12. – С. 180.

10. Кошелева, М. К. Ультразвуковая сушка текстильных материалов / М. К. Кошелева, Р. Н. Голых [и др.] // Материалы 18 Международной конференции - семинара молодых специалистов по микро- и нанотехнологиям и электронным устройствам EDM. – 2017. – С.
11. Куничан, А. В. Интенсификация массообмена применительно к процессам сушки с использованием акустических колебаний кавитационного спектра : автореф. дис. ... канд. технических наук : 05.17.08 / А. В. Куничан. – Бийск, 2011. – 23 с.

УДК 677. 021.28

**ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИЕМНОГО  
БАРАБАНА ЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЫ НА  
НЕРОВНОТУ ПОЛУФАБРИКАТОВ  
ХЛОПКОПРЯДИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**  
*Матисмаилов С.Л., доц., Ражапов О.О., с.н.с., Валиева З.Ф., асс.  
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,  
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Ключевые слова: чесальная машина, лента, неровнота, коэффициент вариации, частота вращения приёмного барабана, линейная плотность

Реферат. В данной работе приводятся при экспериментальных исследованиях влияния параметров приемного барабана на чесальной машине DK 903 (Германия) на качество пряжи, одновременно были рассмотрены вопросы определения неровноты чесальной ленты. Параметрами оптимизации являются квадратическая неровнота по сечению ленты, коэффициент, характеризующий процесс сечения. Анализ результатов исследований показал, что регулируя указанные параметры приемного барабана можно снизить засоренность и внутреннюю неровноту готовой продукции, повысить разрывную нагрузку и равномерность по ней, увеличить коэффициент использования прочности волокна в прочности пряжи. Представлены результаты испытаний чесальной ленты по вариантам.

В формировании и развитии промышленного комплекса Узбекистана большое место отводится легкой и текстильной промышленности.

Важнейшим направлением реализации наших внутренних резервов и возможностей должно стать поэтапное увеличение глубины переработки отечественных сырьевых ресурсов минерального и растительного происхождения, которыми богата наша земля, а также расширение объемов и номенклатуры производства продукции с высокой добавленной стоимостью. Иначе говоря, само время требует перейти на последовательные 3-4-стадийные циклы переработки сырья в востребованную на мировом рынке продукцию по схеме: базовое сырье – первичная переработка (полуфабрикаты) – готовые материалы для промышленного производства – готовая продукция для конечного потребления. При этом возникает необходимость при разработке и реализации программ проследить полный цикл глубокой переработки по каждому виду первичного сырья – полуфабриката вплоть до готовой продукции конечного потребления.

Все более строгие требования к качеству продукции, которые диктует рынок, заставляют предприятия текстильной и легкой промышленности обращать внимание на качества сырья и полуфабрикатов по переходам прядильного производства.

Определяющим фактором в формировании качественных показателей питающего полуфабриката является процесс кардочесания как основной процесс разделения комплексов волокон на отдельные волокна и очистки их от сорных примесей. Процесс чесания приобретает особо важное значение в кардной системе прядения, где чесальная машина является последней машиной, на которой происходит очистка волокнистого материала.

В результате теоретических и экспериментальных исследований выбраны оптимальные параметры приемного барабана при высокоскоростном чесании на чесальных машинах типа DK 903.