УДК 677.21.027.26.074

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА УДАЛЕНИЯ СОПУТСТВУЮЩИХ ПРИМЕСЕЙ ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА В ПРОЦЕССЕ БЕЛЕНИЯ

А.В. ШИБАШОВ, Ф.Ю. ТЕЛЕГИН

(Ивановский государственный химико-технологический университет)

Одним из перспективных решений вопроса по совершенствованию технологий подготовки и беления текстильных материалов является использование ультразвуковых низкочастотных волн в этих процессах. Одна из задач, которую решает отбеливание тканей, – это достижение наиболее полного удаления сопутствующих и нанесенных примесей волокна при высокой сохранности целлюлозы.

Настоящая работа посвящена изучению влияния ультразвукового низкочастотного воздействия на нецеллюлозные примеси хлопчатобумажной ткани. Одним из факторов получения хлопчатобумажной ткани высокого качества и повышения эффективности процесса беления является эффективная очистка ее от нанесенных шлихтующих материалов. Для оценки эффективности влияния ультразвука на нанесенные примеси в качестве объекта исследования использовали суровую хлопчатобумажную ткань – бязь арт. 262. Опыты проводились на установке с частотой ультразвуковых колебаний 50 кГц и плотностью потока 0,1 Вт/см ^{2}.

На рис.1 (влияние ультразвуковой обработки на степень удаления шлихты хлопчатобумажной ткани: 1 – вода – пероксид водорода – препарат АС – ультразвук; 2 – вода – ПАВ – ультразвук; 3 – вода – ультразвук) представлена кинетика удаления крахмальной шлихты с хлопчатобумажной ткани при ультразвуковой обработке в воде, в растворе поверхностно-активного вещества и в пероксидном растворе.

Из рис. 1 видно, что введение ПАВ увеличивает эффективность воздействия ультразвука на степень удаления шлихты с хлопчатобумажной ткани. Известно, что условие механического равновесия микропузырька радиусом (r) в жидкости можно представить в виде:

$$p_0 + p_н = p_г + 2\sigma / r, \qquad (1)$$

где p_0 – давление газа в пузырьке; $p_н$ – давление насыщенного пара; $p_г$ – гидростатическое давление.

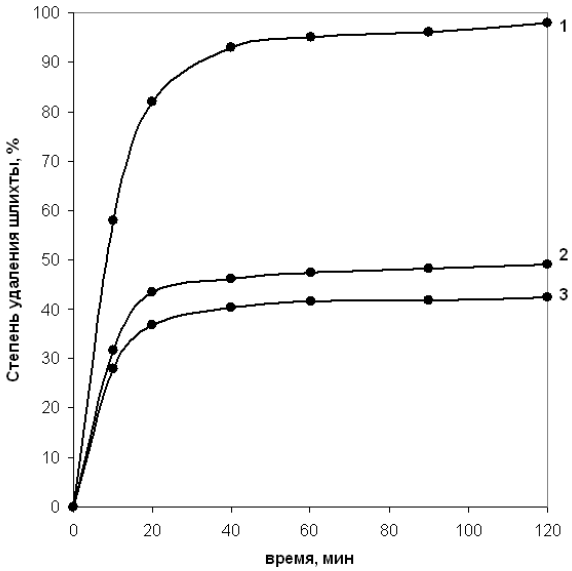

Рис. 1

Присутствие небольших количеств примесей поверхностно-активных веществ может заметно понижать величину поверхностного натяжения (σ) и слагаемое 2 σ/r в формуле (1), что способствует повышению устойчивости микропузырьковых зародышей в жидкости [1]. В пероксидном растворе при воздействии ультразвука на хлопчатобумажной ткани степень удалении шлихты составляет 90 % за 30 мин беления.

Особую трудность при белении целлюлозосодержащих тканей по одностадийному способу представляет удаление остатков хлопковых коробочек, которые явля-

ются основными носителями труднорастворимых лигнинсодержащих примесей.

В связи с этим было исследовано влияние низкочастотных ультразвуковых волн на степень разрушения и удаления лигнинсодержащих примесей из хлопковой шелухи в процессе пероксидного беления. В качестве объекта исследования использовали хлопковую шелуху, которую помещали в пероксидные растворы различного состава и проводили беление в условиях термостатирования при 90°С и при ультразвуковой обработке с частотой 50 кГц в течение 30 мин. Для изучения степени и глубины разрушения лигнина в хлопковой шелухе использовали метод УФ-спектроскопии [2].

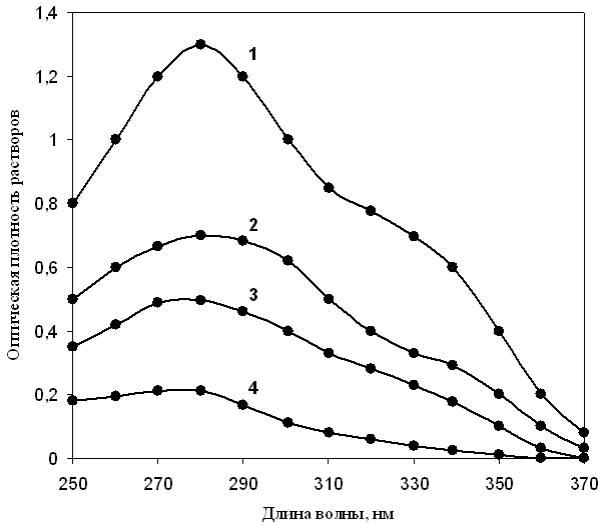

Рис. 2

На рис. 2 (1 – исходная хлопковая шелуха; 2 – хлопковая шелуха, обработанная: пероксид водорода – 10 г/л, едкий натр – 2,5 г/л, силикат натрия – 5 г/л, неонол – 1 г/л; термостатирование при Т=85…90°С; 3 – хлопковая шелуха, обработанная: пероксид водорода – 10 г/л, едкий натр – 2,5 г/л, препарат АС – 5г/л, термостатирование при Т=85…90°С; 4 – хлопковая шелуха, обработанная: пероксид водорода – 10 г/л, препарат АС – 10г/л, ультразвуковая обработка при ν = 50 кГц) представлены УФ-спектры диоксановых экстрактов лигнина хлопковой шелухи, отбеленной в различных условиях. Полученные характеристические кривые позволяют сделать выводы о структурных изменениях в лигнине хлопковой шелухи при пероксидном белении. УФ-спектр исходного лигнина хлопковой шелухи (кривая 1) имеет характерный максимум в области 280 нм и плато в области 320…340 нм. На спектрах лигнина хлопковой шелухи после пероксидного беления в условиях термостатирования (кривая 2,3) наблюдается снижение интенсивности поглощенного ультрафиолетового излучения по всей длине спектра, а при белении с использованием ультразвуковой обработки (кривая 4) происходит не только значительное снижение, но и полное исчезновение максимума на спектре.

Значительное повышение разрушения и удаления лигнина из хлопковой шелухи при воздействии на нее ультразвука можно объяснить тем, что при прохождении через жидкость звуковой волны большой интенсивности возникает акустическая кавитация. В интенсивной звуковой волне во время полупериодов разряжения возникают кавитационные пузырьки, которые резко схлопываются при переходе в область повышенного давления и в кавитационной области возникают мощные гидродинамические возмущения в виде микроударных волн и микропотоков. Кроме того, схлопывание пузырьков сопровождается локальным разогревом вещества. Такое воздействие приводит к разрушению и диспергированию твердых тел и аномально глубокому проникновению белящего раствора в капилляры хлопковой шелухи. Поэтому совместное действие ультразвука и пероксидного раствора приводит к деструкции разветвленной полимерной молекулы лигнина на более мелкие фрагменты, что способствует их последующему легкому удалению с поверхности материала акустическими течениями.

Наличие в суровой хлопчатобумажной ткани воскообразных и пектиновых веществ обусловливает ее гидрофобные свойства и удаление их в процессе пероксидного беления позволяет придать волокну способность поглощать и удерживать воду. Известно, что часть воскообразных веществ – это жирные органические кислоты, которые достаточно легко удаляют-

ся даже в процессе одностадийного беления, другая часть – высокомолекулярные спирты и углеводороды, трудно удаляемые из волокна даже с применением высокоэффективных эмульгаторов в составе белящего раствора. Использование ультразвука в одностадийном белении позволяет интенсифицировать процесс удаления воскообразных и пектиновых веществ.

В табл. 1 (влияние способа беления на изменение содержания сопутствующих примесей хлопчатобумажной ткани) сопоставлены результаты влияния различных способов беления на изменение содержания воскообразных и пектиновых веществ в хлопковом волокне. Из представленных данных наглядно видно, что после одностадийного беления с использованием ультразвука содержание воскообразных и пектиновых веществ соответствует уровню содержания этих веществ в хлопковом волокне после двухстадийного способа беления. Применение ультразвука позволяет повысить капиллярность хлопчатобумажной ткани в 1,5 раза в процессе одностадийного способа беления при сокращении времени обработки в 2 раза.

Таблица 1

Способ беления	Время беления, мин	Содержание воскообразных веществ, %	Содержание пектиновых веществ, %	Капиллярность, мм
Суровая бязь	-	0,73	0,98	0,3
Двухстадийный	60/60	0,32	0,031	125
Одностадийный	60	0,59	0,061	85
Одностадийный с ультразвуковой обработкой	30	0,37	0,035	116

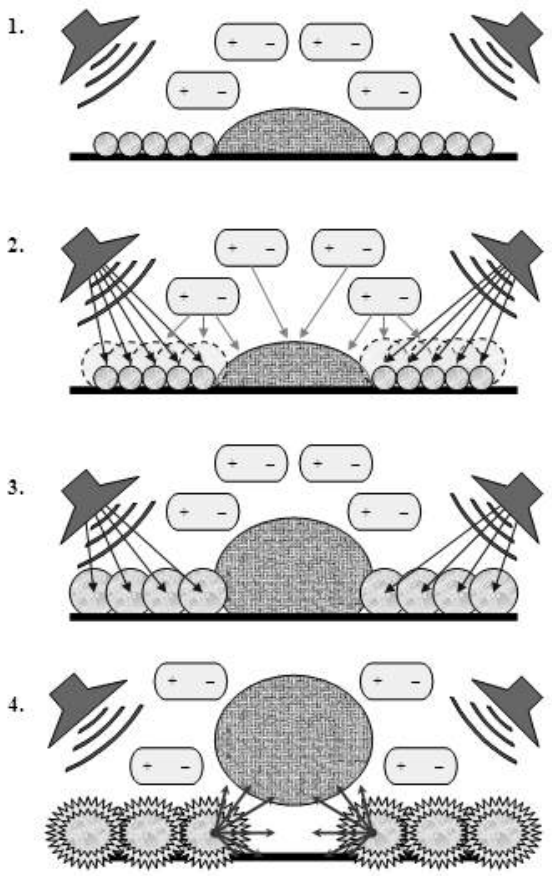

Рис. 3

На рис.3 представлена схема процесса удаления воскообразных веществ с поверхности хлопкового волокна в процессе беления с ультразвуком: 1-я стадия: при помещении суровой хлопчатобумажной ткани в озвучаемый ультразвуком белящий раствор на границе раздела фаз волокно – жидкость образуются микропузырьковые зародыши; 2-я стадия: в результате прохождения через жидкость звуковой волны большой интенсивности возникает акустическая кавитация, которая приводит к постепенному росту микропузырьков за счет диффузии растворенных газов внутрь кавитационной полости. Находящееся в растворе поверхностно-активное вещество во-первых, понижает поверхностное натяжение на границе волокно – белящая жидкость и образует устойчивые адсорбционные слои на поверхности раздела; во-вторых, изменяет характер движения пузырьков, кроме кавитационных пузырьков, совершающих линейные пульсации, появляются "схлопывающиеся" кавитационные пузырьки, которые, в свою очередь, теряя устойчивость, расщепляются, тем самым увеличивают концентрацию

микропузырьков на 2…3 порядка; 3-я стадия: давление газа в пузырьке достигает максимальной величины, тонкие сольватационные слои адсорбированного поверхностно-активного вещества утолщаются между поверхностью стенки волокна и частицами загрязнений; 4-я стадия: при переходе в область повышенного давления пузырьки, достигнувшие максимального размера, резко схлопываются и в кавитационной области возникают мощные гидродинамические возмущения в виде микроударных волн и микропотоков. Тонкие сольватные слои по мере их утолщения оказывают все возрастающее расклинивающее давление. Совместное воздействие кавитационных и эмульгирующих явлений приводит к интенсификации процесса удаления воскообразных веществ с поверхности волокна.

ВЫВОДЫ

Беление хлопчатобумажной ткани с использованием ультразвука в значительной степени интенсифицирует процесс удаления нанесенных и сопутствующих примесей при сокращении времени обработки в два раза и исключении из белящего состава химических активаторов пероксида водорода.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Новицкий Б.Г.* Применение акустических колебаний в химико-технологических процессах. – М., 1983. С.143.

2. *Демин В.А., Давыдов В.Д., Богомолов Б.Д.* Электрохимическая отбелка сульфатной целлюлозы. – Л.: Наука, 1982. С. 28.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 01.04.09.