

УДК 677.21.027.26.074

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ПОЛЕЙ
НА СТЕПЕНЬ ПОВРЕЖДЕНИЯ
ПРИРОДНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ**

**RESEARCH OF LOW-FREQUENCY ULTRASONIC FIELDS INFLUENCE
ON THE DAMAGE RATE
OF NATURAL AND SYNTHETIC POLYMERS**

С.Ю. ШИБАШОВА, А.В. ШИБАШОВ, А.Е. ЗАВАДСКИЙ
S.Yu. SHIBASHOVA, A.V. SHIBASHOV, A.E. ZAVADSKY

(Научно-исследовательский институт термодинамики и кинетики химических процессов
Ивановского государственного химико-технологического университета)
(Research Institute of Thermodynamics and Kinetics of Chemical Processes
of Ivanovo State University of Chemistry and Technology)
E-mail: rector@isuct.ru

В настоящей работе дана оценка степени повреждения хлопкового и полиэфирного волокна смесовой ткани в процессе ультразвукового беления. Химические превращения целлюлозы хлопка определяли по содержанию функциональных групп и окрашиванию волокна красителем – метиленовым голубым, степень деструкции волокна – по изменению степени полимеризации целлюлозы хлопка и структуры поверхности волокна текстильного материала.

The given paper presents the estimation of damage rate of cotton and polyester fiber of a mixed fabric in the process of ultrasonic bleaching. Chemical transformations of cotton cellulose have been defined by functional groups and fiber coloring by dye, and the degree of fibers destruction – by the change of cotton cellulose polymerization degree and surface structure of a textile material fiber.

Ключевые слова: ультразвук, хлопкополиэфирная ткань, беление, степень повреждения хлопкового волокна.

Keywords: ultrasonic, cotton and polyester fabric, bleaching, cotton damage rate.

Особенности подготовки хлопкополиэфирных тканей заключаются в том, что технология должна учитывать свойства индивидуальных компонентов, степень их

загрязненности различными примесями и назначение тканей. При этом необходимо выбирать такие варианты подготовки, при которых требуемый эффект достигался бы

при максимальной сохранности наиболее ценных свойств индивидуальных составляющих ткани.

В настоящей работе дана оценка степени повреждения хлопкового и полиэфирного волокна смесовой ткани в процессе ультразвукового беления. Белиние хлопкополиэфирной ткани осуществляли жидкостным способом в растворе, содержащем, г/л: пероксид водорода – 9, стабилизатор АС – 6. Белиние ткани проводили на промышленной установке УЗВ-28/200 МП, в которой ультразвуковые колебания с частотой $22 \pm 10\%$ кГц создаются пьезокерамическим преобразователем. Мощность ультразвукового воздействия составляла 3 кВт в течение 20 мин. Для сравнения приведены результаты беления хлопкополиэфирной ткани классическим жидкостным способом в течение 60 мин раствором, содержащем, г/л: пероксида водорода – 10, едкого натра – 2,5, силиката натрия – 10, смачиватель – 1.

Химические превращения целлюлозы хлопка определяли по содержанию функциональных (альдегидных и карбоксильных) групп и окрашиванию волокна красителем – метиленовым голубым, степень деструкции волокна – по изменению степени полимеризации целлюлозы хлопка и

структуры поверхности волокна текстильного материала.

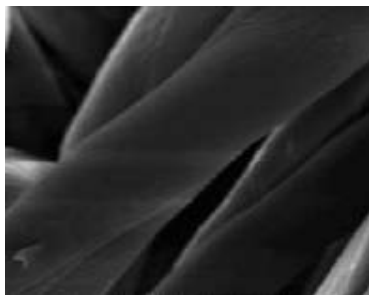
В табл. 1 приведены технические результаты беления хлопкополиэфирной ткани различными способами. Из таблицы видно, что значения степени белизны и капиллярности хлопкополиэфирной ткани, отбеленной с использованием ультразвука, не уступают соответствующим значениям для ткани, подготовленной по классическому способу. Полученные данные по изменению содержания функциональных групп показали, что суммарное содержание альдегидных и карбоксильных групп целлюлозы в процессе ультразвукового беления ниже этих показателей, чем при классическом способе беления. Одним из доказательств сохранности целлюлозы хлопкового волокна является его способность окрашиваться метиленовым голубым красителем. Хлопковая составляющая хлопкополиэфирной ткани, отбеленной с использованием ультразвука, окрашена менее интенсивно, чем у образца, отбеленного по классическому способу. Это свидетельствует о том, что целлюлоза волокна не претерпевает значительных химических превращений, что подтверждается данными по степени полимеризации (СП) целлюлозы хлопкового волокна [1].

Таблица 1

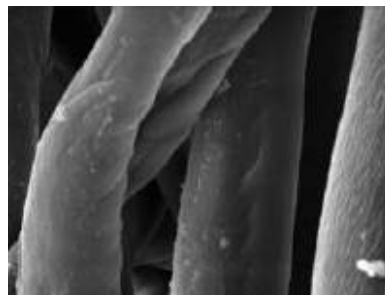
Наименование показателя	Ультразвуковой способ беления	Классический способ беления (с запариванием)
Степень белизны, %	82,5	81,5
Капиллярность, мм	119	115
Содержание карбоксильных групп, %	0,012	0,021
Содержание альдегидных групп, %	0,046	0,064
Степень полимеризации хлопкового волокна	2217	2016
Интенсивность окраски образца (К/С)	0,709	1,243

Для подтверждения сохранности хлопкового и полиэфирного волокон смесовой ткани в процессе ультразвукового беления представлены микрофотографии поверхностей хлопкового (рис. 1: а) – суровое; б)

– отбеленное волокно) и полиэфирного (рис. 2: а) – суровое; б) – отбеленное волокно) волокон. Изменение структуры поверхности волокон исследовали методом электронной растровой микроскопии [2].

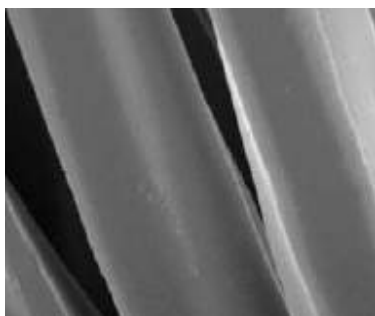


(a)

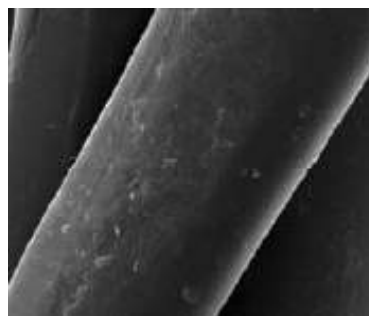


(б)

Рис. 1



(a)



(б)

Рис. 2

Поверхность хлопкового и полиэфирного волокна, подвергаясь ультразвуковому воздействию, обнаруживает неоднородность внешнего вида по сравнению с поверхностью исходного волокна. В некоторых местах поверхности волокна образуются щели, расположенные по направлению оси волокна, и вид поверхности волокна подобен виду, который приобретают поверхности, подвергавшиеся травлению. Причиной таких дефектов поверхности волокна может быть не только прямое действие кавитации, создающее значительное внутреннее напряжение, достаточное для локального разрыва волокна и образования трещины, но и трение молекул воды о поверхность волокна в ходе передачи ультразвуковой энергии.

Результаты исследования поверхности волокон показали, что после беления с ультразвуком волокно имеет поверхностные микродефекты в виде микротрещин и углублений, которые облегчают проникновение пероксидных растворов во внут-

ренние области волокна, но не приводят к деструкции полимера.

Полученные результаты подтверждаются рентгенографическим анализом надмолекулярной структуры волокон хлопкополиэфирной ткани. Рассеяние рентгеновских лучей анализировали на дифрактометре ДРОН-3 с использованием излучения CuK_α , выделенного сбалансированными Ni- и Co-фильтрами. Съемку осуществляли по схеме "на просвет" в диапазоне углов дифракции $2\theta = 8^\circ - 36^\circ$ при одновременном повороте образца и детектора излучения. Плоские образцы готовили из дисков ткани, вырубленных специальным шаблоном. Исследуемые препараты помещали в ячейку, закрепленную на гониометрической приставке для вращения объектов и дополнительного усреднения интенсивности дифракции. Параметры дифракции рассчитывали с учетом фона и дифференциальной фильтрации по уравнениям из работы [3].

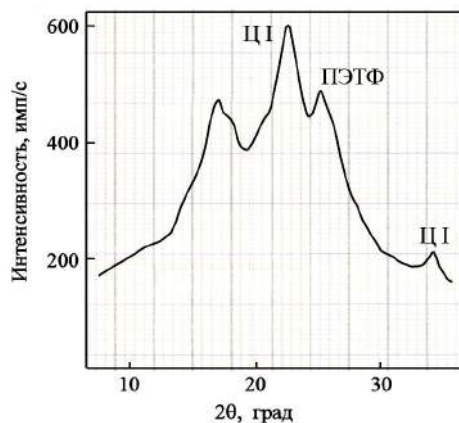


Рис. 3

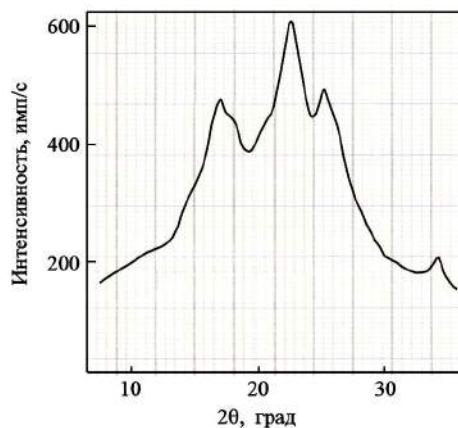


Рис. 4

Кривая интенсивности рассеяния рентгеновских лучей волокнами исходной ткани, представленная на рис. 3, характеризуется набором дифракционных рефлексов, характерных для кристаллитов ПЭТФ (при $2\theta = 25,5^\circ$) и целлюлозы I (при $2\theta = 22,6^\circ$ и $34,6^\circ$) [4]. Дифрактограмма волокон ткани, отбеленной с использованием ультразвука, представленная на рис. 4, свидетельствует о сохранении при этом общего вида картины рассеяния рентгеновских лучей.

Сравнительный количественный анализ различных образцов требует приведения параметров дифракции к единой шкале измерений. Указанную операцию осуще-

ствляли путем нормализации последних по интенсивности рассеяния внешним эталонном и поверхностной плотности образцов [5].

Нормализованная интегральная величина рассеяния образцом $A_{\text{обр}}^n(\Delta 2\theta)$ в исследуемом диапазоне углов дифракции и нормализованные значения интенсивности рефлексов $I_{\text{обр}}^n(2\theta)$ при $2\theta = 22,6^\circ$ и $25,5^\circ$, характерных для целлюлозной и полиэфирной составляющих ткани, приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Вид ткани	$A_{\text{обр}}^n(\Delta 2\theta)$, имп	$I_{\text{обр}}^n(2\theta)$, имп/с	
		$2\theta = 22,6^\circ$	$2\theta = 25,5^\circ$
1. Суровая	309000	602	492
2. Отбеленная с ультразвуком	311000	610	496
Коэффициент вариации, %	2,0		

Количественный анализ показал, что параметры дифракции волокнами ткани в результате беления с применением ультразвука практически не изменяются. Незначительный рост интенсивности и интегральной величины рассеяния волокнами может быть связан с удалением нанесенных и сопутствующих примесей ткани в процессе беления.

ВЫВОДЫ

Таким образом, можно сделать вывод об устойчивости надмолекулярной струк-

туры полиэфирной и целлюлозной составляющих текстильного материала к низкочастотному ультразвуковому воздействию в процессе пероксидного беления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Поздняков В.П., Поперно Т.Я., Смирнова А.А. Физико-химические методы исследования в органической и биологической химии. – М.: Просвещение, 1977.
2. Голдстейн Дж., Яковиц Х. Практическая растровая электронная микроскопия: пер. с англ. – М.: Мир, 1978.

3. *Завадский А.Е.* Решение проблем учета некогерентной составляющей при рентгенографическом анализе степени кристалличности целлюлозных материалов // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2003, т.46. №1. С. 46...49.

4. *Калиновски Е., Урбанчик Г.В.* Химические волокна. – М.: Легкая индустрия, 1966.

5. *Завадский А.Е.* Рентгенографический метод определения степени кристалличности целлюлозных материалов различной анизотропии // Химические волокна. – 2004, № 6. С. 28...32.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 16.04.12.
