

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАЗМЫ ВЧЕ-РАЗРЯДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФОРМОУСТОЙЧИВЫХ ГОЛОВНЫХ УБОРОВ

В.В. ХАММАТОВА

(Казанский государственный технологический университет)

В настоящее время имеется широкий ассортимент материалов для изготовления головных уборов, однако большинство из них плохо сохраняют форму изделия. Обзор существующих способов получения текстильных материалов с определенными свойствами показывает, что способы эти достаточно трудоемки, требуют использования большого количества химических реагентов, с одной стороны, а с другой – имеют высокую вероятность усложнения технологических цепочек [1], [2].

Достижение одновременно улучшения определенных свойств таких материалов и тем самым существенной оптимизации технологического процесса производства тканей – сложная задача, требующая нахождения специальных методов модификации полимеров [3], [4].

Вместе с тем имеется разновидность плазменной обработки, которая используется для воздействия на полимеры, без плазмохимических реакций – физическая модификация в плазме высокочастотного разряда.

Актуальность модифицирования с помощью потока плазмы ВЧ-разряда продиктована необходимостью комплексного и направленного изменения свойств текстильных материалов, создания требуемых показателей качества для композиционных материалов, применяемых при изготовлении головных уборов, а также необходимостью технологического целенаправленного регулирования параметров обработки.

Цель данной работы заключалась в получении композиционного материала из натуральных волокон с комплексом улучшенных физико-механических свойств, в

наибольшей степени влияющих на формоустойчивость головных уборов, на основе использования потока плазмы высокочастотного емкостного (ВЧЕ)-разряда.

Обработка текстильных материалов электрофизическим методом модификации – плазмой ВЧЕ-разряда осуществлялась на экспериментальной установке, функциональная схема которой описана в [5].

Режимы обработки варьировались в следующих пределах: мощность разряда  $W_p = 1,2 \dots 2,5$  кВт; время обработки  $\tau = 120 \dots 720$  с; давление в вакуумной камере  $P = 40 \dots 80$  Па; расход плазмообразующего газа  $G = 0 \dots 0,08$  г/с, виды плазмообразующих газов – аргон и воздух. В качестве источника питания использовали генератор, работающий на частоте 13,56 МГц.

Оценку эффективности воздействия низкотемпературной плазмы на механические свойства проводили по показателю деформации изгиба, а на физические свойства – по изменению линейных размеров тканей (усадке) согласно методикам, описанным в [6].

Жесткость нитей по мере их удлинения оценивали по модулю  $a_{ж}$ , рад, начальной жесткости:

$$a_{ж} = \arctg (P_n / E_n), \quad (1)$$

где  $P_n$  – относительная разрывная нагрузка, %;  $E_n$  – удлинение при разрыве, %.

Показатели модуля начальной жесткости целлюлозосодержащих нитей в зависимости от времени воздействия низкотемпературной плазмы представлены на рис. 1.

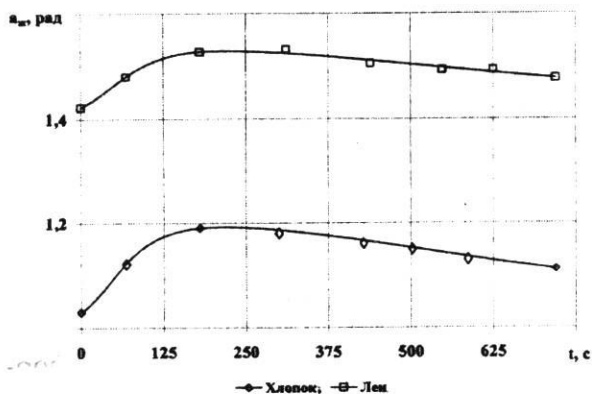


Рис. 1

Из рис. 1 следует, что наибольшие показатели модуля начальной жесткости достигаются при обработке нитей в течение 180 с:  $a_{ж} = 1,18$  рад – для хлопка и  $a_{ж} = 1,53$  рад – для льна. При увеличении времени воздействия плазмой (до 720 с) модуль начальной жесткости нитей уменьшается, однако он остается больше жесткости необработанных нитей.

Результаты исследования начального модуля жесткости показывают, что у пря-

жи из хлопковых волокон после обработки он увеличивается в 1,5 раза, из льняных – в 1,7 раз. Начальный модуль жесткости зависит от характеристик надмолекулярной структуры волокна, размера структурных элементов и их подвижности.

Как показали исследования, плазменная обработка существенно влияет на показатели модуля начальной жесткости текстильных нитей, а следовательно, и на жесткость тканей при изгибе. Максимальный эффект воздействия ВЧЕ-плазмы наблюдается в режиме плазмообразующего газа аргон при  $W_p = 1,70$  кВт;  $G = 0,04$  г/с;  $P = 50$  Па;  $\tau = 180$  с.

В табл. 1 представлены результаты изменения коэффициента жесткости ткани при изгибе до и после плазменного воздействия ВЧЕ-разрядом в режиме плазмообразующего газа – воздух:  $W_p = 1,07$  кВт;  $G = 0,04$  г/с;  $P = 53,2$  Па.

Таблица 1

Вид обработки	Коэффициент жесткости, $K_p$			
	хлопок + лен (500 г/м <sup>2</sup> )*	хлопок + лен (360 г/м <sup>2</sup> )	хлопок + лен (650 г/м <sup>2</sup> )	лен + льноджутокенаф
До НТП	0,37	0,14	0,70	0,41
После НТП	0,40	0,17	0,73	0,45

Примечание. \* – поверхностная плотность, г/м<sup>2</sup>.

Коэффициент жесткости ткани находят по формуле:

$$K_p = R_{\text{прод}} / R_{\text{попер}}, \quad (2)$$

где  $R_{\text{прод}}$ ,  $R_{\text{попер}}$  – нагрузки, необходимые для прогиба кольца из образца ткани на заданную величину в продольном и поперечном направлениях.

Данные из табл. 1 свидетельствуют, что коэффициент жесткости ткани при изгибе

после плазменного воздействия повышается на 5% по сравнению с образцом без обработки низкотемпературной плазмой (НТП).

Сравнительные результаты изменения параметров механических свойств, а именно относительного изменения жесткости целлюлозосодержащих тканей по основе и утку после воздействия потоком плазмы ВЧЕ-разряда приведены в табл. 2.

Таблица 2

Направление воздействия	Относительное увеличение жесткости $\Delta B$ , %			
	хлопок + лен (500 г/м <sup>2</sup> )*	хлопок + лен (360 г/м <sup>2</sup> )	хлопок + лен (650 г/м <sup>2</sup> )	лен + льноджутокенаф
По основе	12,5	10,3	11,2	15,4
По утку	13,1	11,2	14,2	19,7

Примечание. \* – поверхностная плотность, г/м<sup>2</sup>.

Относительное изменение жесткости  $\Delta B$ , %, при изгибе текстильных материалов определяли согласно формуле:

$$\Delta B_{\text{нпп}} = \frac{B_{\text{нпп}} - B_0}{B_0} \times 100, \quad (3)$$

где  $B_0$ ,  $B_{\text{нпп}}$  – жесткость при изгибе до и после обработки низкотемпературной плазмой соответственно, мм.

Как видно из данных табл.2, относительное увеличение жесткости тканей по основе составляет от 10 до 15,3%, по утку – от 11 до 19,7% и зависит от волокнистого состава и структуры тканей.

Важную роль при оценке физических свойств тканей играет усадка текстильных

материалов, поскольку она связана с рядом трудностей в технологическом процессе производства изделий, а в дальнейшем влияет и на формоустойчивость головных уборов.

В связи с этим нами были проведены исследования влияния обработки плазмой ВЧЕ-разряда на линейные размеры тканей под действием тепла и влаги.

Влияние потока низкотемпературной плазмы на изменение линейных размеров  $У$ , %, суровых тканей показано в табл. 3 при параметрах обработки:  $W_p=1,07$  кВт;  $G=0,04$  г/с;  $\tau=180$  с;  $P=53,2$  Па. В качестве рабочего плазмообразующего газа использовали аргон и воздух.

Таблица 3

Направление воздействия	Плазмообразующая среда	Уменьшение линейных размеров $У$ , %, для различных видов тканей		
		хлопок + хлопок (360 г/м <sup>2</sup> )	хлопок + лен (500 г/м <sup>2</sup> )	лен + лен (650 г/м <sup>2</sup> )
По основе	аргон	5,6	16,6	61,1
	воздух	4,7	12,6	52,8
По утку	аргон	24,4	34,6	50,0
	воздух	17,1	32,7	50,0

Из табл. 3 видно, что линейные размеры суровых тканей уменьшаются до 10% в зависимости от волокнистого состава и природы плазмообразующей среды. Как показали исследования, в качестве плазмообразующей среды целесообразнее использовать аргон.

Таким образом, в ходе обработки текстильных материалов в потоке плазмы ВЧЕ-разряда наблюдается стабилизация линейных размеров тканей.

Анализ результатов экспериментов позволяет заключить, что после воздействия потока плазмы ВЧЕ-разряда наибольшая способность материалов сопротивляться изменению формы при действии внешней изгибающей силы и снижению усадки наблюдается в режиме:  $G=0,04$  г/с;  $P=53,2$  Па;  $W_p=1,07$  кВт;  $\tau=180$  с.

На основании экспериментально полученных оценок технологических параметров модификации ВЧЕ-разрядом проведен анализ взаимодействия потока плазмы с текстильными материалами. Исследования показали, что важнейшим эффектом обра-

ботки природных полимерных материалов низкотемпературной плазмой является их объемная модификация с целью придания им заданных свойств.

Плазменная обработка позволяет повышать жесткость и уменьшать линейные размеры тканей за счет регулирования параметров воздействия плазмой. Для пряжи или нитей из целлюлозосодержащих волокон, которые имеют сложную многослойную фибриллярную структуру, основными процессами, ответственными за модификацию поверхности полимерных материалов, являются рекомбинация ионов на поверхности низкоэнергетическими частицами и незначительное тепловое воздействие (средняя температура образцов, обрабатываемых в ВЧЕ-разряде, не превышает 50°С).

## ВЫВОДЫ

1. С помощью экспериментов получены оптимальные технологические параметры воздействия плазмы ВЧЕ-разряда:  $G=0,04$  г/с;

$P=53,2$  Па;  $W_p=1,07\dots1,70$  кВт;  $\tau=180$  с, способствующие улучшению формоустойчивости композиционного материала.

2. Доказано, что внедрение метода ВЧЕ-плазменной обработки повышает жесткость тканей при изгибе от 15 до 20% как по основе, так и по утку.

3. Установлено, что в процессе обработки композиционных материалов в потоке плазмы ВЧЕ-разряда происходит стабилизация линейных размеров тканей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алахова С.С., Коган А.Г. Текстильная химия – 2004. – Иваново: ИГТА, 2004. С. 46.

2. Кундий С.А., Чешкова А.В., Хан Т.Б. Теория и практика разработки оптимальных технологических процессов и конструкций в текстильном производстве. – Иваново: ИГТА, 1996. С.26...28.

3. Максимов А.И. // Химическое волокно. – 2004, №5. С. 22...25.

4. Pol H.U., Schreiter S. // Melliand Textilber. – №6, 1988. S. 466...468.

5. Абдуллин И.Ш., Желтухин В.С., Кашипов Н.Ф. Высокочастотная плазменно-струйная обработка материалов при пониженных давлениях. Теория и практика применения. – Казань: Изд-во КГУ, 2000.

6. Жихарев А.П., Краснов Б.Я., Петропавловский Д.Г. Практикум по материаловедению в производстве изделий легкой промышленности: Учебное пособие для студентов высшего учебного заведения. – М.: Издат. центр «Академия», 2004.

Рекомендована кафедрой дизайна. Поступила 04.07.05.