

УДК 677.674

## **ПЛАЗМЕННАЯ ОБРАБОТКА КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ТКАНЕЙ**

*И.Ш.АБДУЛЛИН, Р.Е.КАМАЕВА, И.Б.ПУГАЧЕВА, В.В. ХАММАТОВА*

**(Костромской государственный технологический университет,  
Казанский государственный технологический университет)**

В настоящее время весь мир, не так давно отказавшийся от изделий из натуральных материалов ввиду их непрактичности и ненадежности, снова акцентирует свое внимание на хлопчатобумажных и льняных тканях. Но теперь к этим материалам предъявляются более высокие требования, в том числе и повышение прочностных показателей, привлечение энергоэкономических и химически безопасных технологий, а также создание замкнутых циклов утилизации и очистки выбросов, стоков и отходов [1].

Традиционные методы модификации (физико-механический, химический и т.п.) не позволяют комплексно улучшить по-

требительские, технологические и эксплуатационные свойства тканей из целлюлозосодержащих волокон. Они требуют больших энерго-, трудо- и экономоемких затрат, связанных с обеспечением надлежащих безопасных условий производства и утилизации. Поэтому целесообразным является применение новых современных методов обработки тканей с помощью высокочастотной (ВЧ) плазмы пониженного давления. Плазменная модификация относится к сухим, экологически чистым процессам, не требующим использования химических растворов.

Результат воздействия зависит от трех основных процессов, протекающих при

взаимодействии волокнистых материалов с ВЧ плазмой: рекомбинации ионов, бомбардировки ионами и термического воздействия плазмы, а также от природы плазмообразующего газа, природы и структуры обрабатываемого образца.

Целью работы являлось исследование влияния ВЧ плазмы пониженного давле-

ния на прочностные свойства тканей из целлюлозосодержащих волокон; объект исследования – полульняные суровые ткани технического назначения и костюмные хлопчатобумажные, чистольняные и полульняные ткани, характеристики которых представлены в табл.1.

Т а б л и ц а 1

Наименование характеристик	Наименование материалов, артикул			
	4С4Ля4	10СО-1990	161277	2304010
Волокнистый состав, %	ВЛ-52 ВХл - 48	ВЛ-100	ВЛ-52 ВХл - 48	ВХл - 97 ВПЭ -3
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	560	242	148	378
Плотность ткани, число нитей на 10 см: основа,	92,5*4	160	240	280
уток	85	130	145	170
Переплетение	полотняное	полотняное	полотняное	саржевое

С целью установления закономерностей взаимодействия ВЧ плазмы пониженного давления с тканями из целлюлозосодержащих волокон использовались методика и ВЧ плазменная установка, настроенная на емкостную нагрузку, функциональная схема которой представлена в [2]. Входные параметры установки варьировались в следующих диапазонах: расход плазмообразующего газа от 0 до 0,3 г/с; мощность разряда от 0,3 до 4 кВт; частота генератора от 1,76 до 18 МГц; расход плазмообразующего газа от 0 до 0,3 г/с; давление в вакуумной камере от 26 до 100 Па. Частота работы генератора принята постоянной и равна 13,56±10% МГц. Составлен план для четырехфакторного эксперимента. В качестве основных параметров плазменной обработки приняты:  $X_1$  – расход плазмообразующего газа  $G_{аргон}$ , г/с;  $X_2$  – рабочее давление в вакуумной камере  $P$ , Па;  $X_3$  – мощность разряда  $W_p$ , кВт;  $X_4$  – продолжительность плазменной обработки  $t$ , мин.

В табл. 2 приведены уровни исследуемых факторов и интервалы их варьирования.

Т а б л и ц а 2

Фактор	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
Нижний уровень $X = -1$	0,00	13	1,1	1
Основной уровень $X_0 = 0$	0,04	33	1,5	3
Верхний уровень $X = +1$	0,08	53	1,9	5
Интервал варьирования	0,04	20	0,5	2

Выходным параметром является разрывная нагрузка  $P_p$ ,%, которая определяется по стандартной методике (ГОСТ 29104.4–91) на разрывной машине марки РТ-250М-2 с постоянной скоростью опускания нижнего зажима.

Обработку результатов экспериментов проводили с помощью программы "Statistica 5.5 А".

Экспериментальные значения разрывной нагрузки после плазменной обработки носили экстремальный характер; происходит как улучшение, так и ухудшение физико-механических свойств по сравнению с контрольными образцами. Это обусловлено изменением распределения доли мощности, вкладываемой в разряд, на уве-

личение энергии ионов, плотности ионного тока или теплосодержания плазмы, являющимися основными факторами,

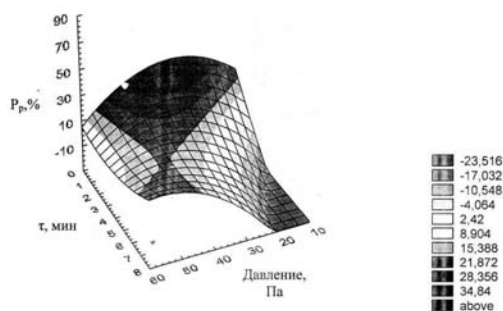


Рис. 1

На рис.1 представлен трехмерный график зависимости разрывной нагрузки ткани ( $P_p, \%$ ) арт. 4С4Ля4 по утку от продолжительности плазменной обработки ( $\tau$ , мин) и давления в вакуумной камере ( $P$ , Па); на рис.2 – график зависимости разрывной нагрузки ткани по основе ( $P_p, \%$ ) арт. 4С4Ля4 от продолжительности плазменной обработки ( $\tau$ , мин) и мощности разряда ( $W_p$ , кВт).

Как видно из рис. 1 и 2, зависимость разрывной нагрузки полульняной ткани арт. 4С4Ля4 от продолжительности плазменной обработки носит локальный экстремальный характер. С помощью объемных изображений удастся выделить области параметров плазменной установки, после обработки в которых материал приобретает наибольшую прочность. На плоскости зависимости выглядят более выразительно (рис. 3 – влияние продолжительности плазменной обработки на прочность полульняной ткани арт. 4С4Ля4 по основе при расходе газа аргона 0,04 г/с и давлении 33 Па).

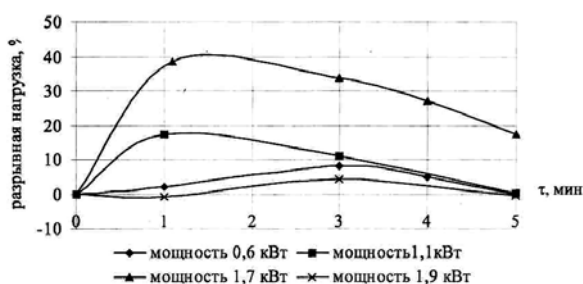


Рис. 3

влияющими на свойства обрабатываемого материала [2].

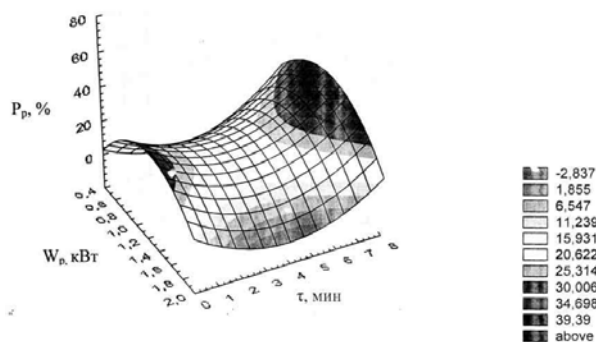


Рис. 2

Анализ графиков позволяет сделать вывод, что при расходе  $G=0,04$  г/с и давлении в рабочей камере  $P=33$  Па, изменяя продолжительность обработки и мощность разряда, можно получить самые разные результаты. При мощности 0,6 кВт концентрации и энергии заряженных частиц не достаточно для достижения наилучшего эффекта обработки. Дальнейшее увеличение мощности приводит к увеличению прочности ткани и достигает наилучшего значения при мощности 1,7 кВт и продолжительности воздействия 1 мин. При последующем увеличении мощности разряда прочность ткани не увеличивается, что, возможно, связано с чрезмерным разволокнением структуры волокна и термическим воздействием, вызывающим деструкцию.

Наилучшие результаты увеличения прочности на разрыв наблюдаются в режимах:  $G_{Ar}=0,04$  г/с,  $P=33$  Па,  $W_p=1,7$  кВт,  $\tau=1$  мин – на 38,86 % по основе и на 35,70% по утку; и в безрасходном режиме, когда аргон подается в начале обработки для загорания плазмы, при  $P=33$  Па,  $W_p=1,7$  кВт,  $\tau=3$  мин – на 34,06 % по основе и на 42,79% по утку. Результаты исследований костюмных тканей подтверждают найденные режимы плазменной обработки, в которых материалы становятся прочнее по основе на 35...40% и по утку на 36...43% по сравнению с исходными. При обработке костюмных тка-

ней изменяется лишь продолжительность воздействия инструмента модификации.

При всех прочих равных условиях обработки, но в среде смеси газов воздуха и аргона и воздуха в чистом виде, прочность целлюлозосодержащих тканей не повышается, по сравнению с обработкой в среде аргона, поэтому для увеличения прочности тканей целесообразно использовать газ – аргон.

## ВЫВОДЫ

1. Плазменная модификация является эффективным и экономичным способом для повышения эксплуатационных и технологических свойств текстильных материалов. На основании многофакторного планирования эксперимента выявлены области критических значений параметров работы установки.

2. Для повышения прочности хлопчатобумажных и льняных тканей по основе на 35...40% рекомендуются следующие

параметры обработки:  $G_{Ar}=0,04$  г/с,  $P = 33$  Па,  $W_p = 1,7$  кВт,  $\tau = 1$  мин.

3. Для повышения прочности хлопчатобумажных и льняных тканей по утку на 36...43 % рекомендуются следующие параметры обработки:  $G_{Ar}=0,04$  г/с,  $P=33$  Па,  $W_p=1,7$  кВт,  $\tau=1$  мин.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Артемов А.В., Фролов С.В.* Льняной комплекс России: наука и практика, проблемы и перспективы // Текстильная промышленность. – 2005, №10. С.38...41.

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

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 16.06.07.