

УДК 677.494.742.3

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ  
ГИДРОФИЛИЗАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ТКАНЕЙ  
НА ОСНОВЕ ВОЛОКОН ИЗ СВМПЭ,  
МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВЧ-РАЗРЯДОМ**

**MODELING OF PROCESSES  
OF A GIDROFILIZATION OF A SURFACE OF FABRICS  
ON THE BASIS OF THE FIBERS FROM HMPE  
MODIFIED BY HF THE DISCHARGE**

*Е.А. СЕРГЕЕВА, К.Д. КОСТИНА*  
*E.A. SERGEEVA, K.D. KOSTINA*

**(Казанский национальный исследовательский технологический университет)**  
**(Kazan National Research Technological University)**  
E-mail: katserg@rambler.ru, karikostina@mail.ru

*Работа направлена на решение актуальной проблемы модификации СВМПЭ волокон и ткани из них путем обработки в плазме ВЧЕ-разряда пониженного давления, позволяющей повышать их гидрофильность. Установлено, что максимальная активация поверхности достигается при обработке СВМПЭ волокон и тканей из СВМПЭ в режиме  $J_a=0,7$  А;  $U_a=5$  кВ;  $\tau=180$  с;  $P=26,6$  Па;  $G=0,04$  г/с, плазмообразующий газ – аргон.*

*Work is directed on the solution of an actual problem of modification of HMPE of fibers and fabric from them by processing in the HF plasma of the category of the lowered pressure allowing to increase their hydrophily. It is established that the maximum activation of a surface is reached when processing HMPE of fibers, and fabrics from HMPE in the  $J_a=0,7$  A;  $U_a=5$  of kV;  $\tau = 180^\circ\text{C}$ ;  $P=26,6$  Pa;  $G=0,04$  g/c, plasma-forming gas – argon.*

**Ключевые слова:** СВМПЭ волокно, ткань, капиллярность, плазменная обработка.

**Keywords:** HMPE fiber, fabric, capillarity, plasma processing.

В настоящей работе проведена оптимизация параметров эксперимента по исследованию капиллярности ткани на основе волокон из сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ). Выявленный режим плазменной обработки способствует достижению максимальной гидрофильности поверхности.

Известно, что технологические процессы текстильной и легкой промышленности, а также ряда других отраслей-потребителей синтетических волокон и нитей имеют своей целью модифицирование свойств поверхности волокон и нитей, улучшения их физико-механических показателей, например капиллярности и смачиваемости, при

сохранении других характеристик. Для модификации синтетических волокнистых материалов все чаще применяют высокочастотные (ВЧ) разряды [1]. Для построения двухфакторной модели экспериментально выявлена зависимость значений капиллярности от режимов ВЧЕ-обработки ткани из СВМПЭ волокна. Получено, что в результате обработки ткани из СВМПЭ волокна в потоке ВЧЕ-разряда пониженного давления высота подъема жидкости по капиллярам увеличивается от 0,0 до 14,2...27,4 см. Поверхность отклика и контуры поверхности отклика на плоскости представлены на рис. 1 и 2 соответственно; ткань из СВМПЭ волокна,  $\tau=180$  с (постоянное значение).

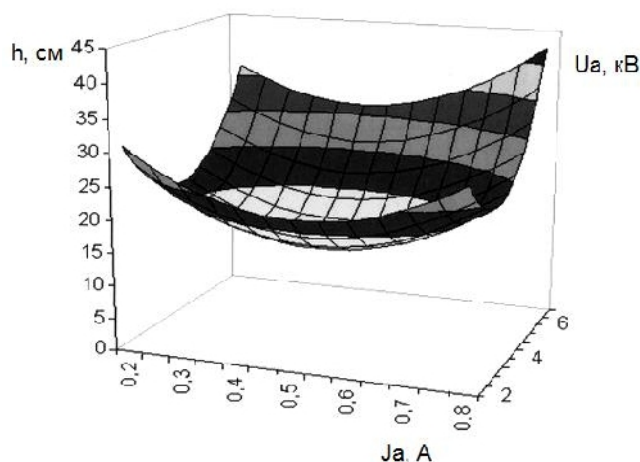


Рис. 1

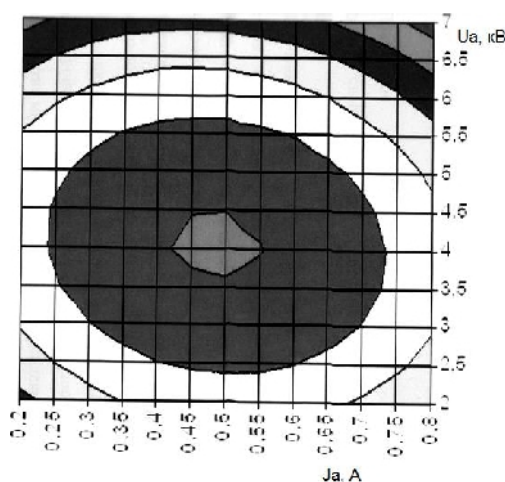


Рис. 2

Из рис. 2 видно, что экстремум лежит в области эксперимента. Точке экстремума соответствует минимальное значение капиллярности, так при силе тока  $J_a = 0,48$  А и напряжении  $U_a = 4,1$  кВ капиллярность составляет 14,49 см. С удалением от точки экстремума в обе стороны увеличивается значение капиллярности.

В наиболее гидрофильных режимах, найденных по результатам моделирования влияния неравновесной низкотемпературной плазменной (ННТП) обработки на изменение поверхностных свойств тканей на

основе СВМПЭ волокон, произведена экспериментальная оценка времени растекания капли воды по поверхности ткани [2].

Для контрольного образца ткани, который не подвергается плазменному воздействию, среднее значение краевого угла смачивания  $\theta$  составляет  $87,5^\circ$ , то есть поверхность исходной ткани из волокон СВМПЭ является гидрофобной (рис. 3-а). Рис. 3 – растекание капли по СВМПЭ поверхности до обработки в ВЧЕ-разряде (а) и после (б) обработки при  $J_a=0,7$  А,  $U_a=5$ кВ ( $\tau=180$  с;  $P=26,6$  Па;  $G_{аргон}=0,04$  г/с).



а)



б)

Рис. 3

При нанесении капли на ткань, обработанную в плазме ВЧЕ-разряда пониженного давления, капля жидкости растекается в тонкую пленку на поверхности ткани. Равновесный краевой угол в этом случае не устанавливается, что свидетельствует о полном смачивании или растекании капли (рис. 3-б).

Экспериментальные данные влияния потока ВЧЕ-разряда на гигроскопические свойства образца ткани, оцениваемые по

времени растекания капли жидкости, представлены в табл. 1, по высоте поднятия жидкости по волокну – в табл. 2.

Согласно табл. 1, 2 после ННТП обработки, в режиме:  $J_a=0,7$  А;  $U_a=5$  кВ;  $\tau=180$  с;  $P=26,6$  Па;  $G_{аргон}=0,04$  г/с происходит наиболее быстрое смачивание поверхности ткани и наибольший подъем жидкости по волокну является оптимальным.

Таблица 1

Параметры обработки		Время растекания капли
$J_a$ , А	$U_a$ , кВ	
0,30	3,0	$\tau$ , с
0,30	3,0	7,94
0,70	3,0	8,88
0,30	6,0	11,56
0,70	5,0	7,44

## ВЫВОДЫ

Таким образом, результаты моделирования влияния параметров ННТП на поверхностные свойства волокон и тканей из СВМПЭ позволили установить наиболее оптимальный режим обработки как СВМПЭ волокон, так и тканей из СВМПЭ ( $J_a=0,7$  А;  $U_a=5$  кВ;  $\tau=180$  с;  $P=26,6$  Па;  $G=0,04$  г/с, плазмообразующий газ – аргон), способствующий максимальной активации поверхности, что необходимо для улучшения физико-химического взаимодействия между СВМПЭ волокном или тканью с полимерными матрицами при создании сверхлегких высокопрочных композиционных материалов.

Таблица 2

Параметры обработки		Значение капиллярности
$J_a$ , А	$U_a$ , кВ	
0,30	3,0	$h$ , см
0,30	3,0	20,5
0,70	3,0	19,6
0,30	6,0	25,5
0,70	5,0	27,4

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сергеева Е.А., Абдуллин И.Ш. Повышение прочности соединения волокон ткани из сверхвысокомолекулярного полиэтилена с матрицей при получении композиционных материалов // Дизайн. Материалы. Технология. – 2009, № 2. С. 11...15.
2. Сергеева Е.А., Илюшина С.В. Влияние низкотемпературной плазмы на физико-механические свойства высокомолекулярных полиэтиленовых волокон // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2011, Т. 12. № 2. С. 14...16.

## REFERENCES

1. Sergeeva E.A., Abdullin I.Sh. Povyshenie prochnosti soedinenija volokon tkani iz sverhvyssokomolekuljarnogo polijetilena s matricej pri poluchenii kompozicionnyh materialov // Dizajn. Materialy. Tehnologija. – 2009, № 2. С. 11...15.

2. Sergeeva E.A., Iljushina S.V. Vlijanie nízkotemperaturnoj plazmy na fiziko-mehaničeskie svojstva vysokomodul'nyh polijetilenovyh volokon // Izv. vuzov. Tehnologija legkoj promyšlennosti. – 2011, T. 12. № 2. S. 14...16.

Рекомендована кафедрой плазмохимических и нанотехнологий высокомолекулярных материалов.  
Поступила 18.09.15.

---