

# ИЗМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПЛАЗМЫ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА

Е.В.ПАНКРАТОВА, С.Ф.САДОВА

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина)

Физические и физико-химические процессы, используемые в отделочном производстве, приобретают все большую практическую значимость. Низкотемпературная плазма – один из наиболее эффективных и экологически безопасных способов модификации поверхности различных материалов с ограниченным действием на более глубокие их слои.

Ряд важнейших технологических и потребительских свойств волокон обусловлен в значительной мере строением их поверхности. Показано, что воздействие активных частиц плазмы (электронов, возбужденных молекул и атомов плазмообразующего газа, различных ионов и квантов ультрафиолетового излучения) на льняные материалы позволяет значительно повысить смачиваемость (капиллярность) [1] и обеспечить быстрое и равномер-

ное пропитывание его технологическими растворами, а также интенсифицировать процессы крашения и печатания [2].

В работе были исследованы льняные материалы, прошедшие обработку плазмой тлеющего разряда в среде воздуха на промышленной установке КГР-180Ш при  $P=80$  Па, время обработки ткани в реакторе составляло 15 с.

Плазмохимическая обработка оказывает значительное влияние на поверхность льняных материалов. Электронно-микроскопические исследования поверхности волокон как исходных, так и плазмообработанных, выполненные на сканирующем электронном микроскопе Cam Scan S<sub>2</sub> ф. Cambridge Instruments (Англия), показало, что на поверхности волокон можно наблюдать видимые изменения (рис. 1).

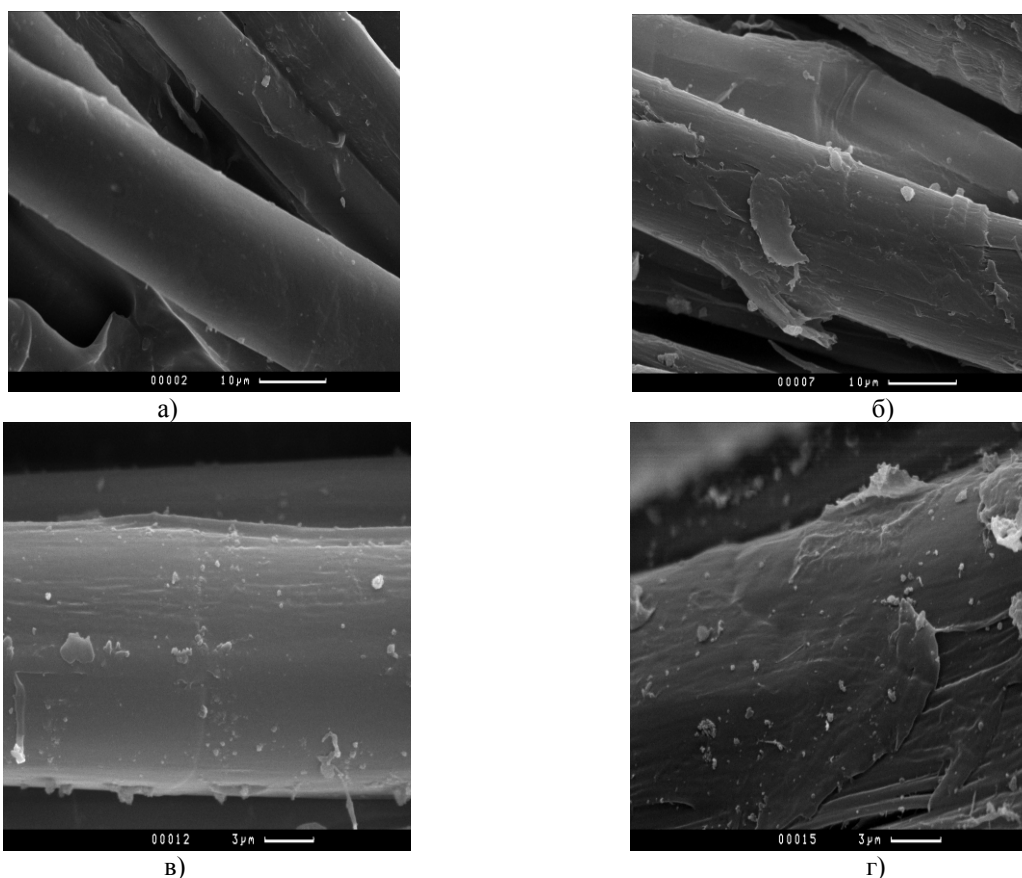


Рис. 1

На рис. 1-а, б представлены микрофотографии сурового (а) и плазмообработанного (б) льняных волокон, увеличение 2000. На рис. 1-в, г показаны микрофотографии отбеленного (в) и плазмообработанного (г) льняных волокон, увеличение 5000. Учитывая, что лен – волокно, имеющее клеточное строение, а как у любого биологического объекта, клетки льна окружены поверхностной мембраной [3], можно полагать, что видимые на микрофотографиях поверхностные отщепления являются нарушением целостности поверхностных мембран. Это, по-видимому, и может приводить к повышению смачиваемости и капиллярности.

Поверхностные мембраны, которые окружают клетки природных волокон, обязательно содержат липиды, которые подвергаются деструкции в процессе плазмообработки [4]. Нами было проведено исследование общего содержания липидов в исследуемых образцах. Липиды выделяли по методу Фолча (двукратной экстракцией бинарным растворителем – хлороформ:метанол в соотношении 2:1). Результаты определения приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, плазмохимическая обработка как суровых, так и отбеленных льняных тканей приводит к разрушению

липидов и соответственно к снижению их общего содержания примерно на 20...23%.

Таблица 1

Характеристика образца	Общее содержание липидов, %
Суровая льняная ткань	0,9
Суровая плазмообработанная льняная ткань	0,7
Отбеленная льняная ткань	0,5
Отбеленная плазмообработанная льняная ткань	0,4

Необходимо отметить, что процесс белины также приводит к значительному снижению содержания липидов на 45%.

В работе был исследован фракционный состав липидов льняного волокна. Определение проводили методом тонкослойной хроматографии на высокоэффективных пластинках с Кизильгелем (10×10 см); хроматографию проводили в системе гексан – диэтиловый эфир – муравьиная кислота (80:20:2). Пластинки проявляли в 5%-ном растворе фосфорномолибденовой кислоты в изо-пропиловом спирте. Пластинки сканировали на сканере фирмы Шимадзу (Япония) при длине волны 540 нм. Результаты исследования приведены в табл. 2.

Таблица 2

Компонент	Содержание компонента г/100 г волокна			
	суровая	суровая плазмообработанная	отбеленная	отбеленная плазмообработанная
Моноглицериды	0,1368	0,1848	0,369	0,2716
Диглицериды	0,1413	0,2002	0,0405	0,026
Стерины	0,3906	0,2065	0,016	0,0052
Высшие алифатические спирты	0,0234	0,0329	0,025	0,03
Свободные жирные кислоты	0,0135	0,0182	0,043	0,066
Воски	0,0954	0,0126	-	-
Эфиры стерин	0,0387	0,0294	0,0055	-
Углеводороды	0,0567	0,014	-	-

Для сурового льна отмечалось повышение содержания моноглицеридов, диглицеридов, высших алифатических спиртов и свободных жирных кислот. Содержание остальных компонентов (стерин, восков, эфиров стерин, углеводов) существенно снижается, что связано с их деструкцией под воздействием активных час-

тиц плазмы.

Увеличение содержания соединений, содержащих гидроксильные и карбоксильные группы (моноглицериды, диглицериды, высшие алифатические спирты, свободные жирные кислоты) может быть объяснено протеканием окислительных процессов в воздушной плазме.

Сравнение фракционного состава липидов сурового и отбеленного волокна показало, что в процессе беления возрастает количество моноглицеридов и свободных жирных кислот, а содержание других компонентов (диглицеридов, стерина, эфиров стерина) значительно снижается. Содержание высших алифатических спиртов остается таким же. Наблюдается полное исчезновение восков и углеводов. Происходящие изменения свидетельствуют о значительном влиянии процесса беления на фракционный состав липидов.

Последующая плазмообработка отбеленной льняной ткани вызывает снижение количества моноглицеридов, диглицери-

дов, стерина и вызывает возрастание в 1,5 раза количества свободных жирных кислот и незначительное повышение содержания алифатических спиртов, что также свидетельствует об окислительном характере процессов, протекающих в воздушной плазме тлеющего разряда.

Данные исследований изменения поверхности льняного волокна под действием плазмы подтверждены химическими методами исследования содержания карбоксильных и альдегидных групп в исходной и плазмообработанной льняной ткани (табл. 3). Определение и расчет количества данных групп проводились согласно методике [5].

Т а б л и ц а 3

Характеристика образца	Количество альдегидных групп, %	Количество карбоксильных групп, %
Суровая льняная ткань	0,049	0,209
Суровая плазмообработанная льняная ткань	0,091	0,228
Отбеленная льняная ткань	0,095	0,065
Отбеленная плазмообработанная льняная ткань	0,115	0,125

Как видно из табл. 3, и учитывая, что НТП действует на тонкий слой, количество альдегидных и карбоксильных групп в поверхностном слое льняного волокна значительно увеличивается, что свидетельствует о высоком уровне изменений, происходящих на поверхности льняного волокна, о высокой эффективности окислительных и других процессов, протекающих под воздействием активных частиц воздушной плазмы тлеющего разряда в поверхностном слое льняного волокна.

## ВЫВОДЫ

1. Методом РЭМ установлены изменения, происходящие в поверхностном слое льняного волокна в результате воздействия плазмы тлеющего разряда, выражающиеся в частичном нарушении целостности поверхностных мембран.

2. Установлено, что в результате плазмообработки происходит частичная деструкция липидов, присутствующих в поверхностном слое льняного волокна. Увеличивается содержание компонентов, со-

держащих гидроксильные и карбоксильные группы, что подтверждено химическими методами анализа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Волков В.А., Садова С.Ф., Панкратова Е.В., Плахотник Т.В. Влияние плазменной обработки на смачивание и капиллярность льняной ткани // Сб. научн. труд.: Фагран-2006. – Воронеж: ВГУ, 2006.
2. Панкратова Е.В., Садова С.Ф. Воздействие плазменной обработки на крашение льняных тканей. Перспективы колорирования текстильных материалов / Сб. научн.-исслед. раб. (Под ред. В.В.Сафонова) – М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2005. – С.83...87.
3. Фридлянд Г.И. Отделка льняных тканей. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
4. Садова С.Ф. Особенности каналов плазмолитиза кутикулы шерстяного волокна // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 1992. Т.35, №3.
5. Булушева Н.Е. и др. Базовый лабораторный практикум по ХТТМ. – 2000.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 01.12.06.