

УДК 677.014

ОСОБЕННОСТИ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА

FEATURES OF LINEN FIBER PLASMA TREATMENT

А.А. АЗАНОВА, Л.Н. АБУТАЛИПОВА, Н.В. ТИХОНОВА, Л.Г. ХИСАМИЕВА,
Р.Г. МИННЕБАЕВА, Я.В. ИВШИН

A.A. AZANOVA, L.N. ABUTALIPOVA, N.V. TIKHONOVA, L.G. KHISAMIEVA,
R.G. MINNEBAEVA, Y.V. IVSHIN

(Казанский национальный исследовательский технологический университет)

(Kazan National Research Technological University)

E-mail: azanovlarn@mail.ru

В статье рассмотрено влияние плазменной обработки на нецеллюлозные примеси льняного волокна. Полученные результаты свидетельствуют об относительной устойчивости лигнина к воздействию плазмы и обуславливают его защитную функцию по отношению к целлюлозе.

The article discusses the effect of plasma treatment on non-cellulose impurities of flax fiber. The results show the relative resistance of lignin to plasma and determine its protective function against cellulose.

Ключевые слова: нецеллюлозные примеси льняного волокна, плазменная обработка, устойчивость лигнина, защитная функция.

Keywords: non-cellulose impurities of flax fiber, plasma treatment, lignin stability, protective function.

Лен является природным целлюлозным волокном, имеющим сложное строение. Текстильное льняное волокно представляет собой комплекс элементарных волокон (по 10...40), скрепленных между собой связующими веществами [1], которые состоят преимущественно из пектиновых веществ, гемицеллюлоз и лигнина. Связующие вещества разделяют на три вида образований: срединные пластинки – тонкие прослойки между плотно прилегающими клетками

элементарных волокон; межклеточные связующие вещества в зонах некомпактного расположения волокон, а также инкрусты – покровный слой остатков паренхимных тканей, окружавших лубяные пучки в стебле, которые препятствуют прядению и поэтому должны удаляться. Присутствие в волокне нецеллюлозных спутников усложняет процессы облагораживания льняных текстильных материалов, но в то же время способствует повышению гибкости и проч-

ности волокна [2]. Лигнин, к примеру, придает ему жесткость, хрупкость, ломкость, трудность окрашивания и вместе с тем высокую устойчивость к действию влаги, температуры, микроорганизмов, света и непогоды.

Повышение эффективности промышленной переработки льна связано с совершенствованием химических методов разрушения примесей волокнистого материала, разработкой интенсифицированных экологических методов облагораживания льняных полуфабрикатов, использованием нетрадиционных физико-химических воздействий [2]. Авторами статьи изучено воздействие на льняное волокно низкотемпературной плазмы, создаваемой высокочастотным емкостным (ВЧЕ) разрядом при пониженном давлении, которая все больше находит применение при обработке различных материалов.

Основным объектом исследования являлась вареная и беленая льняная пряжа по ГОСТ 10078–85 "Пряжа чистольняная, льняная и льняная с химическими волокнами. Общие технические условия"; в сравнительных целях использовали также очищенную целлюлозу [3]. Обработку образцов проводили в плазме воздуха на ВЧЕ-установке при пониженном давлении (10...12 Па). Содержание лигнина в льняных волокнах оценивали по УФ-спектрам его диоксановых растворов по общепринятой методике [1] и гидролитическим способом по стандартной методике [4]. Содержание лигнина определяли непосредственно после плазменной обработки пряжи и после ее обработки в горячей воде (кипячением в течение 10 мин). Изменение целлюлозной составляющей волокон определяли по удельной вязкости медно-аммиачных растворов по стандартной методике [5].

Известно [6], что по соотношению интенсивностей характерного сигнала в области λ 280 нм в УФ-спектрах диоксан-лигнина можно судить о его удалении из материала после различных обработок. УФ-спектры диоксановых экстрактов лигнина, полученные до и после плазменной обработки льняной пряжи, представлены на

рис. 1 (УФ-спектры диоксановых экстрактов льняной вареной (а) и беленой (б) пряжи: 1 – контрольный образец; 2 – образец, обработанный ВЧЕ-плазмой; 3 – контрольный образец после обработки в горячей воде; 4 – образец, обработанный ВЧЕ-плазмой после обработки в горячей воде).

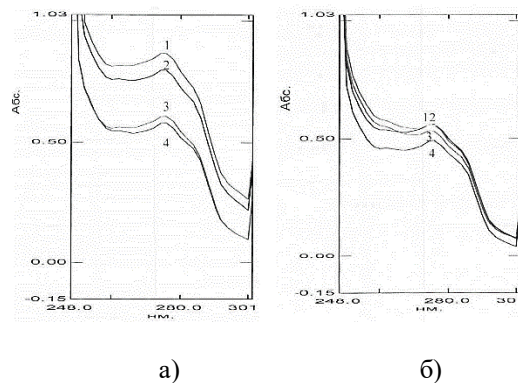


Рис. 1

Интенсивность сигнала УФ-спектра ($\lambda=280$ нм) вареной пряжи выше, чем беленой, что свидетельствует о большем содержании в ней органорастворимого лигнина. После плазменной обработки интенсивность сигнала для контрольного и модифицированного образцов аналогичная (рис. 1-а, б) – то есть плазменная обработка не влияет на содержание диоксан-лигнина в льняной пряже. Лигнин, как известно [1], является ароматическим сетчатым полимером, нерастворимым в воде и водных растворах кислот и щелочей, поэтому из всех нецеллюлозных компонентов льняного волокна он наиболее устойчив к физико-химическим воздействиям, в том числе, по-видимому, и к плазменной обработке при рассматриваемых параметрах.

Рис. 1 позволяет заключить, что обработка льняной пряжи в горячей воде приводит к уменьшению количества лигнина, причем в большей степени в вареной пряже, чем в беленой. В то же время интенсивность спектров модифицированных образцов при $\lambda=280$ нм после обработки в горячей воде меньше, чем интенсивность спектров контрольных (без обработки) образцов. Полученные данные позволяют предположить, что плазменное воздействие не приводит к удалению органораствори-

мого лигнина из льняного волокна, а способствует облегчению его перевода в водорастворимое состояние и извлечению из пряжи при последующей промывке [6].

Далее гидролитическим методом установлено, что относительное содержание в льняном волокне кислотного лигнина после ВЧЕ-плазменной обработки не снижается, а напротив – увеличивается. Это может быть связано с удалением других составных компонентов волокна, в том числе целлюлозы, и, следовательно, уменьшением их относительного содержания. После обработки контрольной беленой пряжи в горячей воде количество лигнина не изменяется, в обработанной ВЧЕ-плазмой – снижается на 58,8 %. Обработка в горячей воде

контрольного образца отваренной пряжи приводит к уменьшению содержания лигнина в волокне на 24,5%. обработанной ВЧЕ-плазмой – на 27,1%. Таким образом, степень удаления лигнина при промывке плазмообработанной пряжи выше, чем контрольной. Это согласуется с результатами экстрагирования диоксан-лигнина (рис. 1). Полученные результаты свидетельствуют об относительной устойчивости лигнина к воздействию плазмы и обуславливают его защитную функцию по отношению к целлюлозе. Данное положение подтверждают результаты определения вязкости медно-аммиачных растворов целлюлозы (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Образец		Вязкость η , сПуаз	Относительное изменение, %
Лен	Исходный	5,27	-3,2
	После ВЧЕ-плазменной обработки	5,10	
Очищенная целлюлоза	Исходный	2,29	-4,8
	После ВЧЕ-плазменной обработки	2,18	

Изменение удельной вязкости η медно-аммиачных растворов целлюлозы после плазменной обработки образцов в среде воздуха незначительно: 3,2...4,8%. Однако следует отметить тенденцию к снижению η при уменьшении количества нецеллюлозных сопутствующих веществ: в очищенной целлюлозе их содержание не более 1,5% [4], в льняных текстильных волокнах 25...10% [1]. Подобный "защитный" эффект лигнина обнаруживается при радиационной деструкции целлюлозы в составе древесины [7]. Таким образом, обработка низкотемпературной плазмой позволила выявить защитную функцию лигнина по отношению к целлюлозе в льняном волокне.

ВЫВОДЫ

1. Воздействие ВЧЕ-плазмы пониженного давления на льняное волокно не вызывает значительного изменения его целлюлозной составляющей.

2. Нецеллюлозные примеси льняного волокна, в частности лигнин, выполняют защитную функцию по отношению к целлюлозе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов. – М.: Изд-во РосЗИТЛП, 2000.
2. Алеева С.В., Кокшаров С.А. Дифференцированная оценка влияния примесей льняного волокна на свойства пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 1. С.66...70.
3. ГОСТ 595–79. Целлюлоза хлопковая. Технические условия.
4. ГОСТ 11960–79. Полуфабрикаты волокнистые и сырье однолетних растений для целлюлозно-бумажного производства.
5. ГОСТ 9105–74. Целлюлоза. Метод определения средней степени полимеризации.
6. Акулова М.В., Шарнина Л.В. Применение тлеющего разряда в текстильной и строительной промышленности. – Иваново: ИГХТИ, 2008.
7. Чухчин Д.Г., Матонина Н.А., Новожилов Е.В., Канарская З.А. Закономерности деструкции целлюлозы при обработке электронно-пучковой плазмой // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. Т 17, № 16. С. 131... 135.

REFERENCES

1. Krichevskiy G.E. Khimicheskaya tekhnologiya tekstil'nykh materialov. – M.: Izd-vo RosZITLP, 2000.
2. Aleeva S.V., Koksharov S.A. Differentsirovannaya otsenka vliyaniya primesey l'nyanogo volokna na svoystva pryazhi // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2011, № 1. S.66...70.

lokna na svoystva pryazhi // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2011, № 1. S.66...70.

3. GOST 595–79. Tsellyuloza khlopkovaya. Tekhnicheskie usloviya.

4. GOST 11960–79. Polufabrikaty voloknistye i syr'e odnoletnikh rasteniy dlya tsellyulozno-bumazhnogo proizvodstva.

5. GOST 9105–74. Tsellyuloza. Metod opredeleniya sredney stepeni polimerizatsii.

6. Akulova M.V., Sharnina L.V. Primenenie tleyushchego razryada v tekstil'noy i stroitel'noy promyshlennosti. – Ivanovo: IGKhTI, 2008.

7. Chukhchin D.G., Matonina N.A., Novozhilov E.V., Kanarskaya Z.A. Zakonomernosti destrukttsii tsellyulozy pri obrabotke elektronno-puchkovoy plazmoy // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2014. T 17, № 16. S. 131... 135.

Рекомендована кафедрой моды и технологий.
Поступила 21.01.19.

* Исследования выполнены в рамках Государственного задания Института химии растворов им. Г.А. Крестова РАН (проект № 01201260484).