

УДК 677.01

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТАРИЗАЦИИ ЛЬНОВОЛОКНА  
НА ЕГО СВОЙСТВА И СОСТАВ ПРИМЕСЕЙ\***

**THE INFLUENCE OF ELEMENTARIZATION  
ON FLAX FIBER PROPERTIES AND ON THE COMPOSITION OF ADDITIVES**

*В.Г. СТОКОЗЕНКО, И.Ю. ЛАРИН, Е.Р. ВОРОНИНА, Ю.В. ТИТОВА, А.П. МОРЫГАНОВ*  
*V.G. STOKOZENKO, I.YU. LARIN, E.R. VORONINA, YU.V. TITOVA, A.P. MORYGANOV*

(Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук, г. Иваново,  
Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)  
(G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences, Ivanovo,  
Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)  
E-mail vgs@isc-ras.ru

*Проведен сравнительный анализ состава примесей и свойств льняного волокна, модифицированного различными механическими способами. Показана принципиальная возможность получения высококачественного льносырья методом целенаправленного разрушения комплексных волокон способом циклического деформирования.*

*The composition of additives and properties of flax fiber were analyzed after mechanical modification by different methods. The possibility was shown that the method of complex fiber destruction by the action of cyclic deform loads may provide the obtaining of high quality flax materials.*

**Ключевые слова:** льняной котонин, льняные элементаризованные волокна, циклическое деформирование, примеси льняного волокна, свойства льняного волокна.

**Keywords:** flax kotonin, flax fiber, elementarized fibers, cyclic deformation, additives of flax fiber, properties of flax fiber.

В рамках современной концепции модифицирования льносырья лежат принципы разрушения структуры комплексных волокон путем их механического дробления в продольном направлении и укороче-

ния (многократный прочес с помощью кардочесального оборудования). На этом основаны известные технологии котонизации (фирмы Темафа, Ритер, Да Рош и пр.) [1].

\* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 15-48-03021).

Инкрустирующие вещества, входящие в состав соединительных тканей, неравномерно распределены по длине технического льноволокна: наибольшее их количество локализуется в комлевой и верхушечной (приплодной) частях, наименьшее – в срединных зонах. Это приводит к неравномерности упорядоченности и прочности связей между элементарными волокнами. Поэтому комплексные волокна разной степени лигнификации по-разному сопротивляются действию механических деструктирующих обработок: наряду с разделением на элементарные волокна и тонкие комплексы часть волокон остается неразработанными, что приводит к нарушению стабильности процесса прядения и снижению качественных показателей пряжи [2]. Высокая дисперсия модифицированных льноволокна по химическому составу, геометрическим размерам и физико-механическим показателям, присутствие в волокнистой массе механических примесей в виде костры и пыли делают проблематичным дальнейшую их переработку в медицинские, технические изделия, а также целлюлозу с высокой степенью чистоты.

Принципиально новым направлением подготовки льняных волокон к промышленной переработке является предлагаемая нами полная элементаризация комплексных волокон методом целенаправленного разрушения их соединительных тканей под действием циклического деформирования. Последнее создается с помощью разработанного модельного устройства, обеспечивающего чередование операций "нагрузка-разгрузка-частичная релаксация", приводящих к разрушению склеренхимных тканей и разделению комплексных пучков до элементарных волокон [3]. По нашим прогнозам, помимо расщепления лубяного волокнистого пучка новый метод должен обеспечивать разрушение лигно-углеводного комплекса (ЛУК), а также очистку элементаризованных волокон от частиц костры и пыли.

Для подтверждения эффективности нового подхода к модифицированию льносырья в данной работе проведен сравнительный анализ состава ЛУК, гигроскопи-

ческих и физико-механических свойств элементаризованного льноволокна и льноволокна, модифицированных по известным технологиям.

Объектами исследования служили сырое льняное волокно и полученный из него методом циклического деформирования образец элементаризованных волокон. В качестве образцов сравнения применяли льноволокно, котонизированное по наиболее прогрессивной совместной технологии фирм Темафа и Ритер (продольное разволокнение), и хлопок селекции 108-Ф. Изменения в структуре волокон контролировали с помощью микроскопа МИКРОМЕД-1 при увеличении 1: 400.

Содержание основных компонентов ЛУК льноволокна (целлюлоза, лигнин, пектиновые вещества, гемицеллюлозы), показатели гигроскопичности (капиллярность и водопоглощение) определяли по стандартным методикам [4], [5]. Анализ физико-механических свойств элементаризованных волокон проводили с помощью методов, используемых для изучения свойств волокон хлопка [6].

Результаты исследования структуры полученных волокон показали, что способ, реализуемый фирмами Темафа и Ритер, не позволяет достичь полного распада комплексного волокна на элементарные волокна (рис.1-а). Лубяные пучки распадаются на более тонкие комплексы с отслоением элементарных волокон. При этом на волокнах сохраняются остатки соединительных тканей, которые при дальнейшей переработке будут засорять прядильное оборудование. Метод элементаризации, разрабатываемый нами, обеспечивает практически полный распад комплексных волокон до элементарных с одновременной их очисткой от механических примесей (рис. 1-б).

На рис. 1 представлены микрофотографии льноволокна, полученных: а) – методом продольного разволокнения (котонизированного); б) – действием многократных циклических деформирующих нагрузок (элементаризованного).

Разрушение склеренхимных тканей льноволокна под действием де-

формирующих нагрузок сопровождается эффективным механическим удалением лигнина и пектиновых веществ: остаточное содержание их составляет соответ-

ственно 50 и 66 % от исходного количества с одновременным повышением целлюлозной составляющей (до 80,1%) (табл. 1).

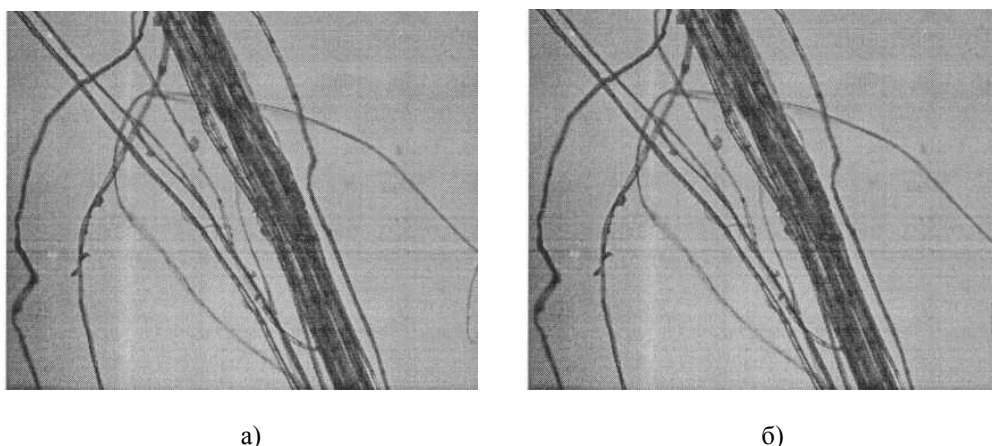


Рис. 1

Таблица 1

Компоненты льноволокна	Содержание, %, в волокнах		
	исходном	элементаризованном	котонизированном
Целлюлоза	64,4	80,1	76,2
Лигнин	5,1	2,6	4,8
Пектины	4,8	3,2	4,2
Гемицеллюлозы	10,5	9,8	10,2

Аналогичные показатели были получены ранее при осуществлении двухстадийного механохимического способа модификации льносырья, в котором основную роль в деструкции примесей играют химические процессы, протекающие с участием реагентов селективного действия по отношению к лигнину и пектинам [7]. При ко-

тонизации по известным механическим способам такого результата добиться не удается.

Результаты исследования физико-механических свойств нового вида волокна (табл. 2) показали, что его линейная плотность близка к показателю хлопкового волокна, а прочность – в 1,6 раз выше.

Таблица 2

Наименование показателей	Значения показателей для волокон		
	элементаризованного	котонизированного	хлопка селекции 108-Ф
Средняя линейная плотность, мтекс	213	1440	179
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	40,4	28,5	25,0
Гигроскопические свойства:			
капиллярность, мм/10 мин	65	0	0
водопоглощение, г/г волокна	16,6	2,0	5,5

Это дает основание полагать, что, в отличие от известных способов котонизации, разрабатываемый метод не оказывает разрушающего действия на волокно. Вместе с тем, высокая степень очистки от примесей позволяет получить развитую капиллярно-пористую систему, придающую волокну

гидрофильность уже на стадии механической обработки. Благодаря этому дальнейшие химические обработки волокна или изделий на его основе (при их необходимости) могут проводиться в значительно более мягких условиях, чем требуется при обработках известных видов льнопродукции.

## ВЫВОДЫ

На основании сравнительного анализа состава примесей и физико-механических свойств элементаризованного льноволокна и льноволокна, модифицированных по известным технологиям, показана возможность получения принципиально нового вида льняного сырья для производства широкого спектра инновационных льноизделий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Живетин В.В., Гинзбург Л.Н., Ольшанская О.М. Лен и его комплексное использование. – М.: Информ-Знание, 2002.
2. Ларин И.Ю. Влияние жестких волокон котонина на качество пряжи и стабильность технологического процесса прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №2. С. 96...100.
3. Патент № 2497982 РФ МПК D01B5/00. Способ обработки комплексных лубяных волокон и устройство для его реализации / Ларин И. Ю., Савинов Е. Р.; заявитель и патентообладатель Ларин И.Ю., Савинов Е.Р. – №2012100574/12; заявл. 10.01.2012; опубл. 10.11.2013.
4. Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. – М.: Экология, 1991.
5. ГОСТ 5556–81. Вата медицинская гигроскопическая. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2003.
6. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. Текстильное материаловедение. Исходные текстильные материалы. – М.: Легкая промышленность и бытовое обслуживание, 1985.
7. Современные проблемы модификации природных и синтетических волокнистых и других полимерных материалов: теория и практика / Под ред. Мoryганова А.П., Заикова Г.Е. – Гл. 2. Воз-

действие окислительно-восстановительных систем на природные полисахариды в процессах химической модификации лубяных волокон (Стокозенко В.Г., Мoryганов А.П.). – СПб.: Научные основы и технологии, 2012. С. 71...133.

## REFERENCES

1. Zhivetin V.V., Ginzburg L.N., Ol'shanskaja O.M. Len i ego kompleksnoe ispol'zovanie. – M.: Inform-Znanie, 2002.
2. Larin I.Yu. Vlijanie zhestkih volokon kotonina na kachestvo prjazhi i stabil'nost' tehnologicheskogo processa prjadenija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2016, №2. S. 96...100.
3. Patent № 2497982 RF MPK D01B5/00. Sposob obrabotki kompleksnyh lubjanyh volokon i ustrojstvo dlja ego realizacii. / Larin I. Ju., Savinov E. R.; zayavitel' i patentoobladatel' Larin I.Yu., Savinov E.R. – №2012100574/12; zayavl. 10.01.2012; opubl. 10.11.2013.
4. Obolenskaja A.V., El'nickaja Z.P., Leonovich A.A. Laboratornye raboty po himii drevesiny i cel'ljulozy. – M.: Jekologija, 1991.
5. GOST 5556–81. Vata medicinskaja gigroskopicheskaja. Tehnicheskie uslovija. – M.: Izd-vo standartov, 2003.
6. Kukin G.N., Solov'ev A.N. Tekstil'noe materialovedenie. Ishodnye tekstil'nye materialy. – M.: Legkaja promyshlennost' i bytovoe obsluzhivanie, 1985.
7. Sovremennye problemy modifikacii prirodnyh i sinteticheskikh voloknistyh i drugih polimernyh materialov: teorija i praktika / Pod red. Moryganova A.P., Zaikova G.E. – Gl. 2. Vozdejstvie okislitel'novosstanovitel'nyh sistem na prirodnye polisaharidy v processah himicheskoy modifikacii lubjanyh volokon (Stokozenko V.G., Moryganov A.P.). – SPb.: Nauchnye osnovy i tehnologii, 2012. S. 71...133.

Рекомендована научно-техническим семинаром ИХР РАН. Поступила 01.12.15.