

УДК 677.054

**ОЦЕНИВАНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ  
КОРОТКОГО ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА  
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЯЖИ**

*А.Н. ГРЕБЕНКИН, Г.И. ЛЕГЕЗИНА, С.П. МАЙБУРОВ, А.А. ГРЕБЕНКИН, А.В. ГРИБАНОВ, М.И. БАРМИН,  
И.Б. КЛИМЕНКО, Н.В. ПЛАТОНОВА, Н.Н. ТРУЕВЦЕВ*

**(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)**

Цель работы состояла в изучении изменения молекулярной и надмолекулярной структуры льняного котонина в различных процессах его подготовки к прядению для выявления наиболее информативных

структурных характеристик.

Для исследования брали образцы котонина и хлопка, краткое описание и условные обозначения которых приведены в табл. 1.

№ образца	Характеристика образца исследуемого волокна	Условное название образца волокна
1	короткое льняное волокно №2 (Невельский льнозавод), котонизированное	механический котонин
2	короткое льняное волокно №2 (Невельский льнозавод), котонизированное химическим методом при щелочной варке в 0,5% р-ре NaOH в течение 2 ч короткий лен №2	химически модифицированный котонин
3	(Невельский льнозавод), котонизированный химическим методом при щелочной варке в 0,5% р-ре NaOH в течение 2 ч и последующей отбелке	химически модифицированный котонин с отбелкой
4	хлопковое волокно II сорта 1 типа	хлопковое волокно

Для решения поставленной задачи использовали методы ИК-спектроскопии, ЯМР  $^{13}\text{C}$  высокого разрешения в твердом теле, а также стандартные испытания фи-

зико-механических свойств волокон.

Основные физико-механические свойства волокон представлены в табл.2.

Таблица 2

Показатели	Значения показателя для образца			
	1	2	3	4
Линейная плотность волокна, текс	1,13	0,44	0,39	0,163
Штапельная длина, мм	61,6	42,9	41,5	33,3
Содержание коротких волокон (до 20мм), %	4,0	10,7	11,1	10,0
Содержание сорных примесей, %	6,0	4,5	3,9	1,8

На рис.1 представлены спектры ЯМР ВРТТ  $^{13}\text{C}$  образцов волокон исходного (а) и химически модифицированного (б) котонина в сравнении со спектром волокон хлопка (в), снятые при комнатной температуре.

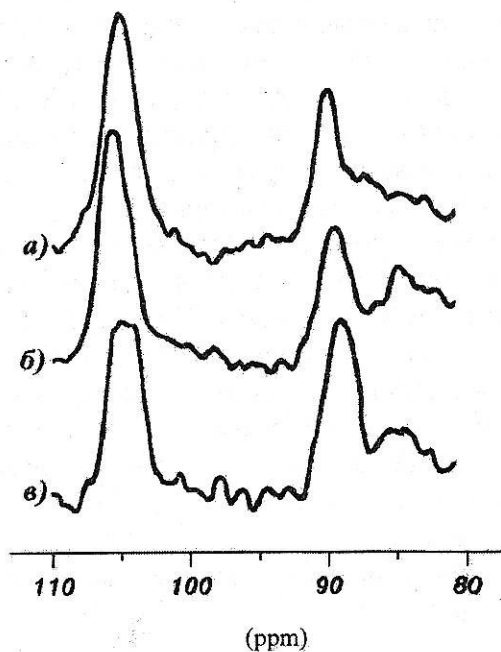


Рис. 1

Видно, что спектры как исходного механического котонина, так и химически модифицированного, практически близки спектру хлопка. Заметное различие наблюдается только в интенсивности полос 84 и 88 м.д., которые в литературе связывают с наличием в природной целлюлозе неупорядоченных и упорядоченных структур [1].

Причем интенсивность сигнала 84 м.д., ответственного за неупорядоченные области целлюлозы, наименьшая как раз в химически модифицированном котонине и наибольшая в механическом. Интенсивность сигнала 88 м.д., ответственного за упорядоченные участки целлюлозы, наибольшая в хлопке и наименьшая в исходном механическом котонине.

В качестве критерия оценки состояния аморфной фазы предлагается использовать структурные параметры  $D_{1070}/D_{900}$ ,  $D_{1170}/D_{900}$ ,  $D_{1430}/D_{900}$ . Для оценки состояния кристаллической фазы – структурный параметр  $D_{560}/D_{520}$  [2].

Полученные данные для исследованных образцов приведены в табл. 3.

Образец	Структурные параметры			
	$D_{1430}/D_{900}$	$D_{1170}/D_{900}$	$D_{1070}/D_{900}$	$D_{560}/D_{520}$
1	2,6	4,35	7,10	1,36
2	1,99	4,22	7,65	1,50
3	1,87	3,84	5,55	1,88
4	1,72	3,44	3,91	1,51

Из полученных данных следует, что структурные параметры исходного механического котонина (образец 1), связанные как с аморфными, так и с кристаллическими областями целлюлозы, заметно отличаются от соответствующих параметров для хлопка (образец 4). Химическая варка котонина не приводит к заметным изменениям аморфной фазы (образец 2), но при этом заметно изменяется состояние кристаллической фазы котонина. Дополнительная отбелка котонина (образец 3) значительно изменяет состояние аморфной фазы, но еще большее влияние оказывает на кристаллическую фазу целлюлозы: ее плотность резко возрастает.

Таким образом, в исходном котонине из-за присутствия лигнина кристаллическая фаза представляет собой сильно дефектную структуру. Щелочная варка приводит к удалению лигнина из аморфных областей и частично из дефектных кристаллических областей, способствуя уплотнению и росту кристаллической фазы. Отбелка еще больше уменьшает содержание аморфной фазы целлюлозы и увеличивает ее плотность. Следовательно, химическая обработка, направленная на удаление лигнина, приводит к упорядочению промежуточной кристаллической фазы – "залечиванию дефектов", но при этом не происходит изменения конформации макроцепей целлюлозы, поскольку фаза остается кристаллической и молекулярная подвижность цепи может только уменьшиться. Поэтому жесткость волокна не только не уменьшается, а даже увеличивается.

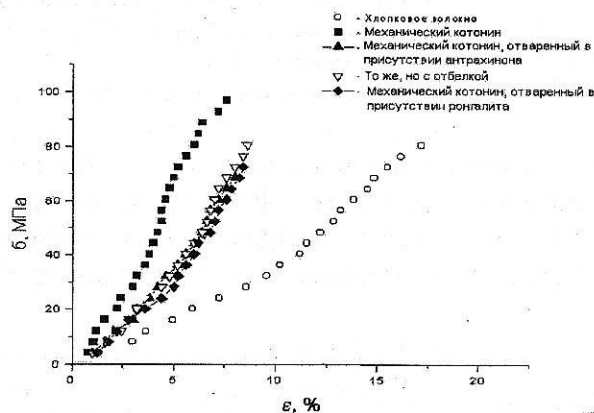


Рис. 2

На рис.2 представлены кривые зависимости относительного удлинения волокна от приложенного напряжения.

Наибольшим относительным удлинением при одинаковом напряжении обладает хлопковое волокно, наименьшим – исходный механический котонин. Химическая обработка котонина мало влияет на относительное удлинение, что подтверждает сделанные выше предположения по изменению надмолекулярной структуры котонина в процессах отварки и отбелки.

С целью проверки прядильной способности указанных образцов котонина в смеси с хлопком на лабораторной прядильной установке фирмы Шерли (Англия) была наработана пряжа. Компонентный состав смеси: 30% котонин и 70% хлопок. Из трех вариантов смеси: механический котонин – хлопок; химически отваренный котонин – хлопок; химически отваренный и отбеленный котонин – хлопок удалось сформировать пряжу лишь для первых двух вариантов.

Характеристики полученной пряжи приведены в табл. 4

Показатели	Значения по вариантам смеси	
	1	2
Состав смеси, %	механический котонин (обр. 1)–30 хлопок (обр. 4)–70	химический котонин (обр. 2)–30 хлопок (обр. 4)–70
Линейная плотность пряжи, текс	50,1	54,9
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	10,7	6,28
Разрывное удлинение, %	6,5	6,0
Коэффициент вариации, %	2,1	2,7
по линейной плотности		
по разрывной нагрузке	17,5	17,8

## ВЫВОДЫ

1. Химическая обработка котонина с целью удаления лигнина не приводит к улучшению прядильной способности волокна, так как не способствует снижению жесткости котонина.

2. В качестве критерия прядильной способности модифицированного котонина могут быть выбраны либо начальный модуль упругости, либо относительное удлинение образца в сравнении с хлопком. Критерием прядильной способности кото-

низированного волокна могут служить и структурные параметры, полученные из ИК-спектров.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Жбанков Р.Г. и др. // Высокомолекулярные соединения. – 1984, вып. 1, т.26. С.39.
2. Мухамадеева Р.М. и др. // Журнал прикладной спектроскопии. – 1990, №4, т. 5. С. 611.

Рекомендована кафедрой физики. Поступила 22.02.02.