

УДК 677.253:577.151.36

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА
ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПРЯЖИ***

С.В. АЛЕЕВА, С.А. КОКШАРОВ

(Институт химии растворов РАН, г. Иваново,
Ивановская государственная текстильная академия)

Для контроля качества подготовки льняной ровницы к прядению в [1] предложен комплексный показатель – степень мацерации волокна δM , связывающий из-

менения разрывной нагрузки ровницы во влажном P^M и высушенном P^C состояниях и ее линейной плотности T :

$$\delta M = \frac{\left[\frac{P_{\Pi}^C - P_{\Pi}^M}{P_{\Pi}^C} - \frac{P_{И}^C - P_{И}^M}{P_{И}^C} \right] \times \left(1 + \frac{1,2T_{\Pi} - T_{И}}{T_{\Pi}} \right)}{\frac{P_{И}^C - P_{И}^M}{P_{И}^C}},$$

где индексы «И» и «П» соответствуют значениям контролируемых показателей для исходной ровницы и прошедшей цикл подготавливающей варки; $\left(1 + \frac{1,2T_{\Pi} - T_{И}}{T_{\Pi}} \right) = k_m$ – коэффициент эффективности мацерации, повышающий (понижающий) расчетную величину δM в случае потерь массы волокна менее (более) допустимого уровня 20 %.

Учитывая изначальный смысл понятия «мацерация», означающий размягчение и распад на отдельные клетки тканей растений в результате растворения межклеточного вещества [2], следует уточнить, что при переработке льняных текстильных материалов глубина мацерационных процессов наряду с облегчением дробления технического волокна на более тонкие комп-

лексы должна обеспечивать склеиваемость групп волокон в структуре формируемой пряжи после ее высыхания. Данная работа посвящена анализу прогностической способности комплексного показателя качества подготовки льняной ровницы по результатам расширенной оценки геометрических, физико-механических и упругоэластических свойств пряжи.

В качестве объекта исследования использована ровница чесаного льна №16, сформированная на ОАО «Вологодский текстиль» из смеси тверского и калужского льна. Подготовка ровницы осуществлялась на аппарате марки АЛ 210/1 в соответствии с принятым на предприятии режимом щелочно-пероксидной обработки (контроль), а также по ферментативно-пероксидной технологии (проба) с применением на первой стадии ферментной

* Исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (код проекта №06-08-00600) и гранта Президента Российской Федерации (проект №МК-8178.2006.3):.

композиции, разрушающей только пектиновые и гликопротеиновые примеси, которые являются клеящей основой межклеточных веществ в структуре комплексного волокна.

Параметры ферментативной обработки оптимизированы по максимальному уровню показателя степени мацерации волокна в лабораторном эксперименте. Последующее прядение осуществлялось мокрым способом на прядильной машине ПМ-88-Л8 в сопоставимых условиях для выработки пряжи с номинальной линейной плотностью 56 текс.

В табл. 1 представлены данные изменения свойств льняной ровницы по результатам анализа, осуществленного сотрудниками ОАО «Вологодский текстиль» с отбором образцов непосредственно по ходу проведения испытаний. Нетрудно видеть, что при реализации ферментативно-пероксидной технологии уже на первой

стадии воздействия биокатализаторов обеспечивается фундамент более эффективного протекания мацерационных процессов по сравнению с неизбирательным разрушением спутников целлюлозы в межклеточных пространствах комплексных волокон. Последующая пероксидная обработка, обеспечивающая деструкцию лигниновых спаек между элементарными волокнами, позволяет в 3 раза превысить значение степени мацерации волокна по сравнению с классическим режимом щелочно-пероксидной подготовки ровницы. При этом более высокое значение комплексного показателя δM определяется не только снижением разрывной нагрузки волокнистого материала в мокром виде, но также и более существенным восстановлением прочности после удаления влаги, и повышением сохранности нейтральных полисахаридов, способствующих процессу прядения.

Т а б л и ц а 1

Показатели качества ровницы		Анализируемый образец			
		исходный	контрольный	обработанный	
				био	H ₂ O ₂
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	R ^M	2,7	2,0	2,1	1,5
	R ^C	3,6	3,1	3,3	3,5
Содержание в волокне по массе, %	пектинов	2,71	2,53	1,76	1,35
	гемицеллюлоз	12,6	3,8	12,1	9,71
	лигнина	5,4	0,53	5,7	1,31
Потери массы волокна, %		–	16,3	9,7	13,8
Коэффициент эффективности мацерации, k _m		–	1,03	1,10	1,06
Степень мацерации волокна, δM		–	0,43	0,50	1,36

Оценка качества подготовки льняного волокна по показателю δM сопоставлена с представленными в табл. 2 технологическими характеристиками пряжи, полученной из ровницы по анализируемым вариантам химической и биохимической подготовки. Анализ образцов проведен на технической базе кафедры материаловедения и товароведения ИГТА в соответствии со стандартными и общепринятыми методиками измерений и статистической обработки данных. Выбранная совокупность единичных показателей полуфабриката позволяет охарактеризовать рациональность протекания мацерационных процессов в комплексном волокне с нескольких позиций, определяющих его перерабаты-

ваемость в прядильно-ткацком производстве.

Изменение показателей 1...5, отражающих способность технического волокна к дроблению, согласуется с уменьшением вклада R_{II}^M в комплексный показатель качества подготовки ровницы δM . Пряжа из биомодифицированной ровницы тоньше и стабильнее по геометрическим параметрам, коэффициент вариации по диаметру пряжи снижается в 1,2 раза. При проведении щелочно-пероксидной обработки в волокнистом материале сохраняется большое число нерасщепленных комплексов, обуславливающих появление в пряже утолщений (узлов), чередующихся с утонениями. Ферментативное разрушение клеящей

основы межклеточного вещества снижает в 1,5...2 раза количество дефектов с 1,5-

кратными отклонениями от величины $d_{\text{ср}}$.

Т а б л и ц а 2

Показатели качества пряжи		Технологические режимы подготовки ровницы	
		контроль	проба
1	Линейная плотность, текс	58,9	53,6
2	Количество дефектов в расчете на 100 м пряжи: - утолщения, превышающие 1,5 диаметра; - утонения, менее 0,7 диаметра	412 433	214 283
3	Коэффициент крутки	41,2	40,3
4	Коэффициент вариации по крутке, %	8,5	7,4
5	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	22,5	24,4
6	Коэффициент вариации по удельной разрывной нагрузке, %	12,1	10,5
7	Разрывное удлинение, мм	8,7	10,0
8	Выносливость к многократному изгибу и истиранию $n_{\text{и}}$, циклы	5595	6436
9	Доля компонентов относительного удлинения при одноцикловых испытаниях, %: - быстрообратимое, - медленнообратимое, - остаточное	0,43 0,12 0,45	0,42 0,18 0,40

Показатели 6...8 демонстрируют повышение гибкости комплексного волокна при ферментативном регулировании протекания мацерационных процессов. Улучшение характеристик крутки связано с большей подвижностью структурных фрагментов волокнистых материалов благодаря ослаблению адгезионных взаимодействий, а также присутствию гемицеллюлозных примесей, разветвленное строение макромолекул которых обеспечивает возможность их взаимного смещения без разрыва водородных связей между боковыми ответвлениями.

Положительное значение повышения сохранности гемицеллюлоз в межклеточном веществе волокнистого материала (табл.1) проявляется в комплексном улучшении полуцикловых разрывных характеристик пряжи, что согласуется с нарастанием вклада составляющих $R_{\text{п}}^{\text{с}}$ и $k_{\text{м}}$ в повышении показателя δM . Наличие гемицеллюлоз препятствует излишней упорядоченности расположения элементарных волокон и чрезмерному повышению плотности образования водородных связей между полимерами после удаления влаги из сформированной пряжи. Как известно, при неравномерном распределении межмолекулярных взаимодействий прикладываемые внешние усилия концентрируются на наиболее ослабленных структурных участках, что повышает вероятность разрушения материала.

В сопоставляемых вариантах подготовки ровницы ферментативно-пероксидная обработка обеспечивает более прочную и более равномерную склеенность волокна в высушенной пряже. Наблюдаемое при этом повышение разрывного удлинения также является следствием повышения сохранности гемицеллюлоз, не образующих поперечно сшитых структур в отличие от полиуронидно-белковых образований или лигнина, на первоочередное разрушение которых должны быть направлено проведение мацерационных процессов. Благодаря гибкости боковых ответвлений гемицеллюлоз и в сухом волокнистом материале обеспечивается возможность продольного перемещения связываемых ими групп элементарных волокон без разрыва водородных связей и разрушения текстильного материала. Как следствие, для биохимического способа подготовки ровницы зафиксировано увеличение в 1,2 раза работы разрыва получаемой пряжи при снижении в 1,3 раза коэффициента вариации по этому показателю. Полученные результаты позволяют отнести к числу преимуществ биохимической подготовки ровницы снижение обрывности пряжи при последующих многократных перемотках.

Показатели 8, 9 характеризуют перерабатываемость пряжи в процессах ткачества. Оценку выносливости пряжи к многократному изгибу и истиранию определяли на приборе ТКИ при следующих условиях:

угол прохождения нити через глазки галев ремиз 10° , длина хода 40 мм, нагрузка 15 % от разрывной, частота колебаний 600 мин^{-1} . Устойчивость пряжи при многократном изгибе с одновременным истиранием о контактирующую поверхность оценивали по количеству циклов до полного разрушения. Условия испытаний моделируют воздействия на пряжу при ее переработке на ткацком станке. Как видно, выносливость биомодифицированной пряжи повышается в 1,15 раза.

Для переработки пряжи в ткацком производстве принципиальное значение имеют релаксационные свойства пряжи при воздействии многократных растягивающих усилий. В связи с этим с использованием релаксометра РМ-5 для испытуемых образцов пряжи проведено определение полной деформации и ее условных составных частей. Анализ изменения доли компонентов относительного удлинения текстильного материала свидетельствует, что биохимическое регулирование протекания

мацерационных процессов обеспечивает повышение эластических свойств пряжи и уменьшение ее склонности к пластической необратимой деформации.

ВЫВОДЫ

Подтверждена возможность оценки качества подготовки льняной ровницы по показателю степени мацерации волокна для комплексного улучшения его переработки в процессах прядения, перемотки и ткачества.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алеева С.В., Кокиаров С.А.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2008, №1.
2. Популярный биологический словарь / Н.Ф. Реймерс. – М.: Наука, 1990. С. 253...254.

Рекомендована научно-техническим семинаром отдела «Химия текстильных материалов» ИХР РАН. Поступила 29.01.08.