

НОВОЕ В ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ЛЬНЯНОЙ РОВНИЦЫ*А.В. ЧЕШКОВА, С.Л. МИХАЙЛОВА, И.М. ЗАХАРОВА, Г.А. КУЗНЕЦОВА***(Ивановский государственный химико-технологический университет,
ЗАО «Большая костромская мануфактура»)**

Ранее показано, что использование в качестве катализатора процесса деструкции пектиновых веществ и гемицеллюлоз ферментативного комплекса пектинолитических ферментов способствует преобразованию комплексного льняного волокна, повышению его гибкости и капиллярности [1, 2]. Применение ферментативных катализаторов предпочтительнее в связи с их низкой температурной активностью. Так, при температуре 37°C в течение 60 мин происходит конверсия пектиновых веществ льна более чем на 50%, гемицеллюлоз – на 55%, что сравнимо с результатами высокотемпературной щелочной отварки.

В настоящей статье поставлена задача – выяснить, каким образом обработка ферментами влияет на прочностные свойства льняного волокна в ровнице в мокром состоянии, поскольку этот показатель является наиболее важной характеристикой ее прядомых свойств.

Нами определялись разрывные характеристики льняной ровницы, подвергнутой ферментативной обработке в различных условиях. Суровая ровница из стланцевого волокна средней мягкости имела линейную плотность 998...1000 текс и предназначалась для выработки пряжи 46 текс. Образцы испытывали на разрывной машине ZM-40 Frits Neckert с записью диаграммы растяжения. Перед испытанием образцы погружали в воду, отжимали до относительной влажности 60%, моделируя тем

самым условия смачивания ровницы перед прядением. Измерение показателей прочности ровницы к разрыву в мокром состоянии позволило определить изменение прядильных свойств ровницы как функцию обработок, вызывающих диссоциацию комплексного льняного волокна.

Особенность структуры комплексного льняного волокна заключается в том, что отдельные элементарные волокна мигрируют из одного пучка в другой и в разных сечениях одно и то же волокно может входить в состав разных комплексных волокон. Примем, что при выбранной зажимной длине (17 мм) в растяжении участвуют одновременно все элементарные волокна и изменение разрывных характеристик комплексного волокна, подвергнутого химической или ферментативной обработке, будет определяться изменением прочности элементарных волокон и состоянием клеящего комплекса.

На рис. 1 изображены деформационные диаграммы одноосного растяжения льняной ровницы после ферментативной обработки комплексом пектиназ и гемицеллюлаз при различных температурах в течение 60 мин (кривая 1 – необработанная ровница; 2 – едким натром при 100°C; 3 – пектофоетидином при 60°C; 4 – при 50; 5 – при 40 и 6 – при 40°C; образцы 2...5 – продолжительность обработки 1 ч; 6 – 2 ч.). Сравнение проводили с результатами

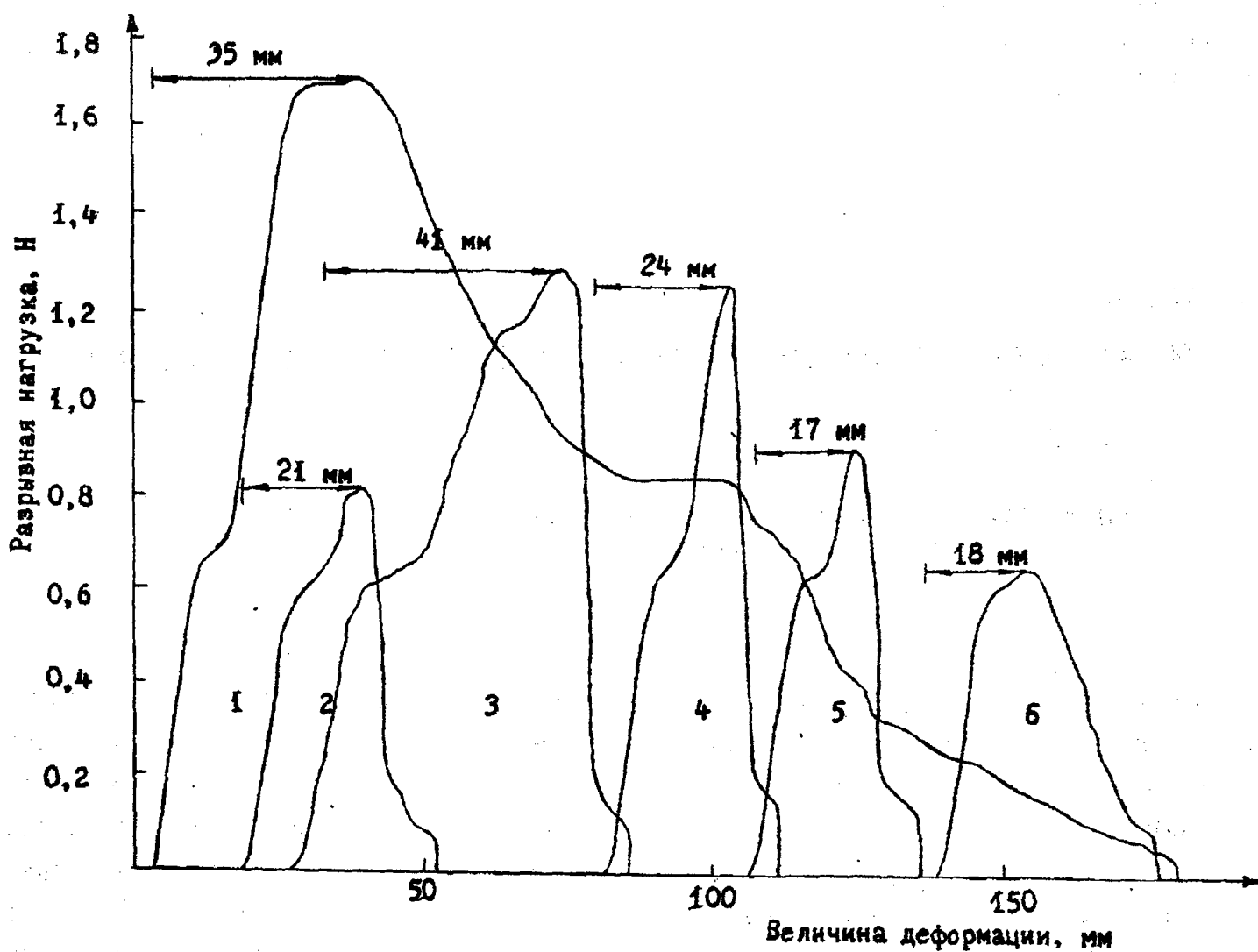


Рис. 1

по ровнице, подвергнутой щелочной отварке в течение 60 мин при температуре 100°C (кривая 2). Концентрация едкого натра в варочном растворе составляла 8,5 г/л. Из диаграмм видно, что необработанная ровница отличается высокими значениями разрывной нагрузки, что характеризует высокую прочность конструкции ком-

плексного льняного волокна и связей между волокнами. Прочность при растяжении, определяемая по максимуму кривой растяжения, составляет 1,64 Н, что более чем в 2 раза выше показателей по ровнице, подвергнутой щелочной отварке (кривая 2).

Таблица 1

Способ обработки ровницы № 1,25	Разрушающее напряжение, Н/текс·10 ⁻⁵		Относительное удлинение, %	
	сухая	мокрая	сухая	мокрая
Без обработки	1,99	1,63	8,72	13,23
Пектиназой	2,32	1,48	12,35	8,50
Пектиназой и целлюлазой (отечественные препараты)	2,68	0,97	9,85	6,76
Пектиназой и целлюлазой (импортные препараты)	-	0,731	-	5,99
Щелочная отварка	2,86	1,10	10,95	8,52

По данным деформационных диаграмм рассчитаны значения предельно возможного разрушающего напряжения волокна и предельно возможного разрывного удлинения, представленные в табл. 1. Сравнительно высокие значения показателя модуля упругости и относительного удлинения при разрыве свидетельствуют о низкой способности суровой ровницы к вытягиванию в мокром состоянии. При разрывной нагрузке выше допустимого значения и высоком удлинении, что характерно для суровой ровницы в мокром состоянии, происходит нарушение процесса вытягивания ровницы, перенапряжение продукта в вытяжном поле. В связи с этим в процессе пряжеобразования могут формироваться отдельные, не целиком вытянутые участки ровницы из вытяжного прибора, что нарушает технологический процесс и повышает обрывность на прядильной машине.

Разрывная нагрузка образцов, обработанных пектолитическим ферментом при 60°C, в сравнении с показателем суровой ровницы снижается незначительно, что обусловлено недостаточной модификацией клеящего комплекса и объясняется частичной температурной дезактивацией фермента (рис. 1, кривая 3). При ферментативной обработке более 2 ч при температуре 37°C вследствие глубокой конверсии пектиновых веществ происходит значительная структурная модификация комплексного льняного волокна – котонизация (рис. 1, кривая 6). Вытягивание ровницы такого качества потребует корректировки параметров вытяжки на прядильных машинах.

Из результатов табл. 1 следует, что после обработок разрушающее напряжение и относительное удлинение ровницы в сухом состоянии возрастают. Этот эффект обусловлен, по-видимому, удалением части примесей, придающих волокну хрупкость и снижающих его гибкость и эластичность. При анализе физико-механических характеристик ровницы в мокром состоянии можно отметить снижение как разрушающего напряжения, так и относительного удлинения. Приобретаемые обработанной

ровницей свойства обеспечивают равномерное вытягивание в процессе пряжеобразования.

Методом математической полисплайн-аппроксимации произведена оптимизация температурно-концентрационных параметров процесса ферментативной обработки льняной ровницы. Значимыми откликами выбраны разрывная нагрузка в сухом и мокром состоянии, капиллярность, гибкость. Граничными условиями считали результаты качества ровницы, подвергнутой щелочной отварке. В результате выявлена область оптимальных условий обработки: температура 37...47°C, концентрация фермента пектолитической активности 50 ед/г белка 3...4,5 г/л при длительности процесса 60...100 мин (рис. 2: кривая 1 – область оптимальных температурных условий проведения биообработки и концентрационные пределы; 2 – капиллярность, более 40 мм; 2 – разрывная нагрузка в мокром состоянии, от 0,75 до 1,2 Н; 3 – гибкость, более 66 мм; 4 – разрывная нагрузка в сухом состоянии, более 1,5Н).

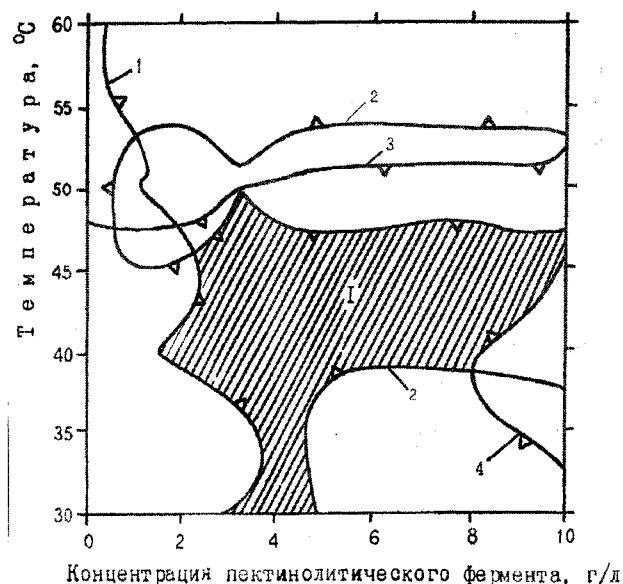


Рис. 2



Рис. 3

Исследования, проведенные с помощью электронного растрового микроскопа BS-300 (увеличение 1:5000), дали возможность различать состояния поверхности волокон после ферментативной обработки и щелочной отварки. Видно (рис. 3): поверхность волокон, подвергнутых ферментативной обработке (б) – гладкая, в то время как поверхность волокон после

обработки едким натром (а) имеет выпуклые извитые складки, сдвиги и надломы. По-видимому, изменения структуры поверхности льняного волокна после обработки едким натром происходят в результате возникающего внутреннего перенапряжения в процессе высокотемпературной обработки.

Таблица 2

Способ обработки ровницы	Линейная плотность пряжи, текс	Разрывная нагрузка, Н	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	Относительное удлинение, %
Биообработка пектиназой	120,5	1,33	21,03	16,1
Биообработка пектиназой и целлюлазой	117,7	1,10	27,1	14,1
Щелочная отварка	113,9	1,16	22,90	15,0

Опыт использования ферментов пектолитической активности в условиях производства (табл. 2) показал, что обработка пектиназами не обеспечивает требуемого качества пряжи по цветовым характери-

стикам. Вследствие этого были апробированы ферментативные препараты, способные в тех же температурных и временных условиях обеспечить биополировку поверхности льняных волокон. Для этих це-

лей выбрали ферменты тополитической активности, то есть способные воздействовать на поверхность субстрата без существенных нарушений его прочности и структуры.

При обработке ровницы композицией ферментов пектиназ и целлюлаз наблюдается улучшение цветовых характеристик льняного волокна. Волокно приобретает блеск, характерный для ровницы, подвергнутой щелочной отварке. В данном случае нарушаются не только связи пектин-лигнинно-гемицеллюлазного комплекса, но и связи лигнинного компонента с целлюлозой, что обеспечивает удаление лигнина не только срединных пластинок, но и химически связанного с целлюлозой. Показано, что степень удаления лигнина при обработке композицией ферментов на 5...8 % выше, чем при обработке моносоставом. Это позволяет в условиях ферментативной обработки добиться оттенка цвета серого льна, в точности соответствующего цвету отваренной ровницы. Разрушающее напряжение и относительное удлинение незначительно ниже, чем у ровницы, обработанной моносоставом и отваренной ровницы.

В условиях ЗАО «Большая костромская мануфактура» сформирована льняная

пряжа № 46. Технические характеристики пряжи, выработанной на ПМ-88-Л5 из биообработанной ровницы, в сравнении с пряжей, полученной из отваренной ровницы, представлены в табл. 2.

ВЫВОДЫ

Предложен комплекс ферментов, способствующий решению задач, связанных с сокращением энергозатрат процессов подготовки льняной ровницы к мокрому прядению, повышением качества последней и экологической безопасностью производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чешкова А.В. и др. // Текстильная химия. – 1996, №2(9). С. 63...69.
2. Biotechnologie in textiles Prozessen // Textiltechnik. – 1986, Bd 94, № 12. P. 696...697.
3. Коновалова Л.Д. // Текстильная промышленность. – М., 1981, вып. 1. С. 5.
4. Василенко В.А. Многомерная сплайн-интерполяция. – М.: Наука, 1983. С. 215.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 10.06.00.