

УДК 677. 11. 014. 022. 35

**ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РОВНИЦЫ
И ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА
НА ОБРЫВНОСТЬ В ПРЯДЕНИИ***Е.А. ПЕСТОВСКАЯ, А.Н. ИВАНОВ***(Костромской государственный технологический университет,
Научно-внедренческий центр «Блеск» (г. Кострома))**

Ранее в [1] и [2] на основе рассмотрения молекулярно-кинетических закономерностей процесса дробления технических комплексов льняных волокон в мокром прядении льна была установлена функциональная зависимость обрывности в вытяжном приборе от долговечности комплексов волокон и времени активного вытягивания ровницы, а также показана их взаимосвязь с химическим строением волокон.

Для подтверждения достоверности предложенных зависимостей нами была экспериментально исследована обрывность образцов льняной ровницы с различным химическим составом волокон. В первой серии экспериментов было исследовано влияние продолжительности сульфитной варки льняной ровницы линейной плотности 666 текс (№1,5) на обрывность при выработке пряжи 46 текс на прядильной машине ПМ-88-Л5. При сульфитной варке ровницы в щелочной среде стенки элементарных волокон практически не затрагиваются, а пектины и лигнин в сре-

динных пластинках эффективно разрушаются [3]. Можно полагать, что в этих условиях долговечность элементарных волокон практически не изменяется и обрывность в вытяжном приборе должна определяться сдвигом технических комплексов волокон в процессе вытягивания, величиной зоны активного вытягивания и, в конечном итоге, временем вытягивания. В [2] было исследовано влияние продолжительности сульфитной варки льняной ровницы на содержание нецеллюлозных компонентов (пектинов, лигнина, гемицеллюлоз), на характер дробления технических комплексов волокон в вытяжном приборе, величину сдвига комплексов и относительное время активного вытягивания ($140/L_{\text{акт.выт}}$). На этих же образцах ровницы была исследована обрывность при выработке пряжи 46 текс в производственных условиях Яковлевского комбината. Изменения показателей свойств ровницы и обрывности от продолжительности сульфитной варки приведены в табл. 1.

Таблица 1

Время варки t, мин	0	10	30	60	90	120
Прочность ровницы $P_{\text{ровн}}$, Н	24,0	20,0	17,5	16,0	14,0	12,5
Потеря массы п.м., %	0	5,0	10,0	13,0	16,0	17,5
Степень одревеснения S, %	34	30	25	20	15	10
Обрывность, обр./100 вер. ч	250	80	60	40	20	20
Пектины, %	2,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,01
Гемицеллюлозы, %	8,0	8,0	8,0	7,9	7,8	7,8
Линейная плотность ровницы $T_{\text{ровн}}$, текс	666	633	600	580	560	550
Линейная плотность пряжи $T_{\text{пряжи}}$, текс	54,6	51,9	49,2	47,5	46,0	45,1
$l_{\text{сдв}}$, мм	11,80	8,27	6,86	5,62	4,95	4,16
$L_{\text{акт.выт}}$, мм	152,2	111,2	93,9	78,1	69,78	60,51
$140/L_{\text{акт.выт}}$	0,919	1,259	1,491	1,793	2,006	2,313

На основании полученных данных, приведенных в табл. 1, была экспериментально подтверждена линейная зависимость обрывности в мокром прядении льна от относительного времени активного вытягивания в зоне вытяжного прибора (рис. 1 – связь обрывности с величиной $140/L_{\text{акт.выт}}$).

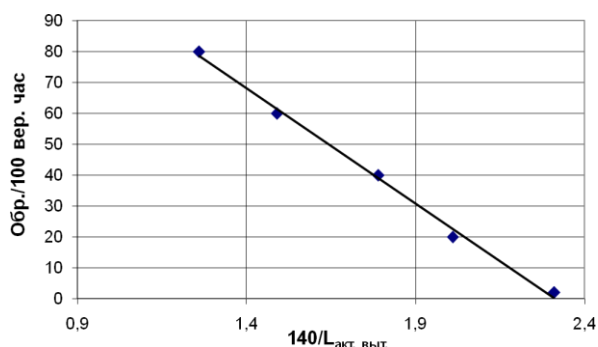


Рис. 1

Отклонение от этой зависимости наблюдается в суровой ровнице без химической обработки. В этом случае длина активной зоны $L_{\text{вытягивания}}$ становится больше длины разводки цилиндров, и обрывность резко возрастает (с 80 до 250 обр./100 вер. ч). Этим объясняется экспериментально установленный нами факт, что при удалении пектинов из суровой ровницы обрывность резко снижается (с 250 до 80...100 обр./100 вер. ч) [4]. Пектины практически полностью удаляются из ровницы в первые 10 мин сульфитной варки, и далее обрывность определяется степенью одревеснения срединных пластинок технических комплексов волокон.

Обнаружена линейная зависимость прочности вареной ровницы в мокром ви-

де от степени одревеснения срединных пластинок технических комплексов волокон (рис.2).

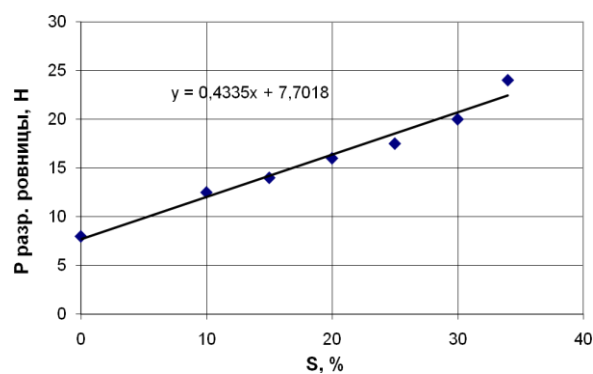


Рис. 2

Это свидетельствует о том, что в процессе вытягивания вареной ровницы в мокром виде сопротивление вытягиванию определяется поперечными химическими связями в срединных пластинках, образованными лигнином. Степень одревеснения срединных пластинок технических комплексов оказывает влияние на длину активной зоны вытягивания ровницы в вытяжном приборе. С увеличением степени одревеснения $L_{\text{акт.вытягивания}}$ увеличивается, а величина $L_{\text{разводки}}/L_{\text{вытягивания}}$ уменьшается линейно, что приводит к увеличению времени вытягивания ровницы в вытяжном приборе и увеличению обрывности [2].

Как было отмечено выше, долговечность элементарных волокон в процессе вытягивания практически не изменяется после сульфитной варки, и ее влияние на обрывность в данном эксперименте не проявилось. В общем случае, в зависимости от селекционного сорта льна, технологии выращивания и приготовления льно-

тресты, химический состав и структура элементарных льняных волокон изменяются, что влияет на долговечность технических комплексов льняных волокон и обрывность в мокром прядении льна. Ранее нами было показано большое влияние гемицеллюлоз, расположенных в клеточных стенках элементарных волокон льна, на обрывность в мокром прядении [4]. Селективное удаление гемицеллюлоз из льняной ровницы с 8,0 до 4,0% при степени одревеснения $S=20\%$ повышает обрывность в 2 раза, с 40 до 80 обрывов на 100 вер./ч.

Долговечность технических комплексов льняных волокон при вытягивании должна подчиняться предложенному нами ранее [1] уравнению:

$$\tau_R = Ve^{\frac{(U+E_{лук})-\gamma\sigma_T}{KT}}, \quad (1)$$

где σ_T – сопротивление вытягиванию; U – суммарная энергия водородных связей в волокне (кДж/моль); $E_{лук}$ – энергия поперечных химических связей лигноуглеводного комплекса (кДж/моль); K – константа Больцмана; T – абсолютная температура; V – постоянная, связанная функциональной зависимостью со структурной неровнотой ровницы и ее круткой.

Значение энергии разрушения технических комплексов $U+E_{лук}$ можно оценить по величине их разрывного напряжения σ_R в суровой ровнице, следовательно, долговечность технических комплексов при вытягивании должна зависеть от величины их разрывного напряжения в суровой ровнице:

$$\tau_R = Ve^{\frac{\sigma_{R\text{компл}}}{KT}}. \quad (2)$$

Разрывное напряжение технического комплекса можно рассчитать следующим образом:

$$\sigma_{R\text{компл}} = P_{\text{компл}}/S_{\text{компл}}, \quad (3)$$

где $P_{\text{компл}}$ – разрывная нагрузка технического комплекса; $S_{\text{компл}}$ – площадь поперечного сечения комплекса.

$$P_{\text{компл}} = (P_{\text{сур.ровн}} \bar{T}_{\text{компл}}) / T_{\text{ровн}}, \quad (4)$$

где $P_{\text{сур.ровн}}$ – разрывная нагрузка суровой ровницы в мокром виде, Н; $T_{\text{ровн}}$, $\bar{T}_{\text{компл}}$ – линейная плотность ровницы и технических комплексов в пряже, текс.

$$S_{\text{компл}} = \frac{\bar{T}}{\rho \cdot 1000}. \quad (5)$$

Подставляя в (3) значения $P_{\text{компл}}$ и $S_{\text{компл}}$, получим:

$$\sigma_{R\text{компл}} = \frac{P_{\text{сур.ровн}} \cdot \rho}{T_{\text{ровн}}} \quad (\text{Н/м}^2). \quad (6)$$

Выражение (6) показывает зависимость $\sigma_{R\text{компл}}$ от прочности суровой ровницы и плотности волокон. С уменьшением прочности суровой ровницы и уменьшением плотности волокон $\sigma_{R\text{компл}}$ уменьшается, вследствие чего уменьшается долговечность технических комплексов при вытягивании и увеличивается обрывность в мокром прядении льна. Нами экспериментально установлена линейная зависимость логарифма обрывности (числа обрывов на 100 веретен в час) от прочности суровой ровницы в мокром виде при постоянной степени одревеснения (рис. 3 – зависимость обрывности от $P_{\text{сур. ровницы}}$ в мокром виде при степени одревеснения 30...34%).

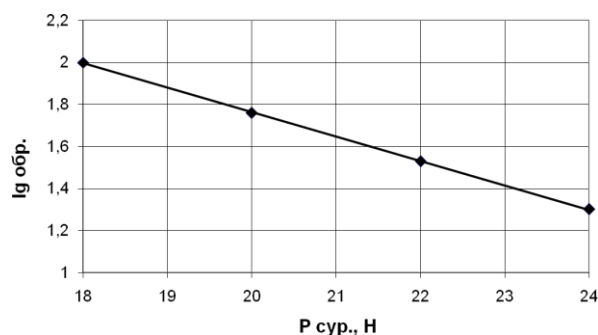


Рис. 3

Снижение плотности льняных волокон зависит от энергии водородных связей и поперечных химических связей ЛУК в клеточных стенках льняных волокон.

Уменьшение энергии водородных связей и связей ЛУК приводит к увеличению набухания волокон в воде, снижению плотности и увеличению обрывности. Пластификаторы целлюлозы (глицерин, аммиак, щелочи) снижают энергию водородных связей и резко увеличивают обрывность в мокром прядении льна. Таким образом, важным показателем прядильной способности льняных волокон является прочность суровой ровницы в мокром виде. При пониженной прочности по ГОСТу льняных волокон ($<16\text{кгс}$) и высокой степени одревеснения ($S>35\%$) в мокром прядении льна наблюдается очень высокая обрывность.

В результате проведенных экспериментальных исследований молекулярно-кинетических закономерностей мокрого прядения льна установлено количественное влияние параметров качества льняной ровницы на обрывность в прядении, а именно: влияние прочности суровой ровницы в мокром виде, потери прочности при химической обработке, степени одревеснения льняных волокон и структурной неровноты C_v^2 ($C_v^2 = \sqrt{\frac{T_{\text{ровн.}}}{T_{\text{компл.}}}}$). Эти показатели качества ровницы были выбраны нами для контроля качества смеси волокон в ровнице и управления режимом химической обработки с целью обеспечения низкого уровня обрывности в прядении льна. Такая система контроля была отработана нами в производственных условиях Яковлевского комбината и показала высокую эффективность [5].

ВЫВОДЫ

1. При исследовании влияния продолжительности сульфитной варки на обрывность в мокром прядении льна экспериментально подтверждена зависимость уровня обрывности от времени активного вытягивания в зоне вытяжного прибора.

Показано влияние содержания нецеллюлозных компонентов в срединных пластинках (пектинов и лигнина) на величину активной зоны вытягивания и обрывность в прядении льняных волокон.

2. Долговечность технических комплексов льняных волокон при вытягивании в процессе мокрого прядения льна можно оценивать по величине разрывной нагрузки суровой ровницы в мокром виде. Изменение прочности ровницы после химической обработки линейно связано с уменьшением степени одревеснения срединных пластинок технических комплексов льняных волокон. Важное влияние на долговечность комплексов волокон оказывают гемицеллюлозы.

3. Для контроля качества смеси волокон в ровнице и управления режимом химической обработки с целью обеспечения низкого уровня обрывности в прядении льна нами рекомендованы следующие показатели качества ровницы: прочность суровой ровницы в мокром виде, потеря прочности при химической обработке, степень одревеснения льняных волокон и параметр структурной неровноты C_v^2 .

ЛИТЕРАТУРА

1. Пестовская Е.А., Иванов А.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №5.
2. Пестовская Е.А., Иванов А.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №1.
3. Пестовская Е.А., Иванов А.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №3. С.72...77.
4. Пестовская Е.А., Иванов А.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №6.
5. Пестовская Е.А., Иванов А.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №2.

Рекомендована кафедрой прядения натуральных и химических волокон. Поступила 02.06.08.