

**ВЛИЯНИЕ СКОРОСТНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ
ОДНОЗОННОГО ВЫТЯЖНОГО ПРИБОРА
ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ ПМ-88-Л5 НА РЕЛАКСАЦИОННЫЕ
СВОЙСТВА И ХАРАКТЕР ДРОБЛЕНИЯ ЛЬНЯНЫХ ВОЛОКОН
В ПРОЦЕССЕ МОКРОГО ПРЯДЕНИЯ ЛЬНА**

Е.А. ПЕСТОВСКАЯ

(Костромской государственной технологической университет,
Научно-внедренческий центр "Блеск" (г. Кострома))

Прядильные производства льнокомбинатов страны вырабатывают чистольняную пряжу линейной плотности в диапазоне 56...33,3 текс, удовлетворяющую требованиям экспортной продукции, на прядильных машинах ПМ-88-Л5. При этом наиболее стабильно процесс прядения проходит при выработке пряжи линейной плотности 46...50 текс. Эта пряжа имеет оптимальные параметры структурной неровноты и меньшее количество внешних пороков [1]. Пряжа меньшей линейной плотности, 33,3 текс, обычно имеет более высокую неровноту и характеризуется повышенной обрывностью. Наиболее нестабильно и напряженно проходит процесс прядения при выработке пряжи самой высокой линейной плотности 56 текс. При выработке этой пряжи в наибольшей степени проявляются дефекты в техническом состоянии рабочих органов прядильного оборудования. Часто в пряже возникают длинные утолщения, вызванные непрорядом отдельных участков ровницы с повышенной степенью одревеснения волокон. Анализ работы вытяжного прибора прядильной машины ПМ-88-Л5 показывает, что эта пряжа вырабатывается при самом высоком скоростном режиме работы вытяжного прибора и наименьшей вытяжке $E=10,5$. Увеличение вытяжки при выработке пряжи линейной плотности 50; 38,5 и 33,3 текс достигается за счет уменьшения скорости вращения питающей пары цилиндров вытяжного прибора, при этом скорость вращения выпускной пары цилиндров остается неизменной. Такие изменения скоростного режима работы вытяжного прибора пря-

дильной машины влияют на релаксационные характеристики процесса вытягивания и характер дробления технических комплексов волокон.

Для достижения высокой эффективности работы вытяжного прибора при получении пряжи во всем диапазоне линейной плотности от 56 до 33,3 текс необходимо обеспечивать оптимальные релаксационные характеристики процесса вытягивания ровницы, которые оценивают по отношению времени действия растягивающего усилия к времени релаксации деформации и напряжения t/τ в вытягиваемом продукте в зоне вытяжного прибора [2].

В работе [2] нами было показано, что низкий уровень обрывности ≤ 20 обрывов на 100 веретен в час и структурной неровноты льняной пряжи достигается при значениях t/τ в диапазоне 2,0...2,3. В настоящей работе приводятся результаты проведенных в производственных условиях Большой Костромской льняной мануфактуры исследований влияния скоростных параметров работы вытяжного прибора прядильной машины ПМ-88-Л5 при выработке средномерной чистольняной пряжи на релаксационные свойства и характер дробления льняных волокон в процессе вытягивания ровницы, а также обоснованы ограничения по скоростному режиму питания вытяжного прибора и времени релаксации деформации в зоне вытягивания. В табл. 1 приведены скоростные параметры работы вытяжного прибора прядильной машины ПМ-88-Л5 при выработке пряжи линейной плотности 56; 50; 38,5 и 33,3 текс.

Т а б л и ц а 1

Параметры	Линейная плотность пряжи, текс			
	56,0	50,0	38,5	33,3
Скорость вращения питающего цилиндра (ПЦ), об/мин	9,1	8,1	7,3	6,3
Диаметр ПЦ, мм	35	35	35	35
Окружная скорость вращения ПЦ, мм/с	16,6	14,9	13,4	11,6
Скорость вращения выпускного цилиндра (ВЦ), об/мин	48	48	48	48
Диаметр ВЦ, мм	70	70	70	70
Окружная скорость вращения ВЦ, мм/с	176	176	176	176
Вытяжка, E	10,58	11,82	13,16	15,20

В прядильном производстве БКЛМ под контролем Научно-внедренческого центра "Блеск" с помощью автоматизированного комплекса КЛА-2 предварительно была проведена большая работа по повышению технического состояния прядильного оборудования и оптимизации режимов хими-

ческой обработки льняной ровницы, в результате чего достигнут низкий уровень обрывности в прядении и структурной неровноты всей пряжи. Структурные параметры технических комплексов волокон в ровнице и пряже приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Показатели	Линейная плотность пряжи, текс			
	56,0	50,0	38,5	33,3
Линейная плотность суровой ровницы, текс	730	730	625	625
Прочность суровой ровницы, г	2300	2300	1880	1880
Потеря массы при химической варке, %	19,0	19,0	19,0	19,0
Линейная плотность беленой ровницы, текс	591	591	506	506
Прочность беленой ровницы, г	1600	1600	1500	1500
Параметры структуры комплексов волокон в суровой ровнице:				
параметр неровноты C_v^2	65	65	100	100
средняя линейная плотность \bar{O} , мтекс	3200	3200	3200	3200
средняя длина \bar{l} , мм	70	70	65	65
коэффициент вариации C_1 , %	60	60	60	60
Параметры структуры комплексов волокон в пряже:				
параметр неровноты C_v^2	660	820	980	1050
средняя линейная плотность \bar{O} , мтекс	2450	2750	2600	2450
средняя длина \bar{l} , мм	16	19	18	17
коэффициент вариации C_1 , %	35	35	35	30
Обрывность, обр/100 вер. ч	20...30	20...30	20...30	20...30
Расчетные значения параметров комплексов в пряже:				
\bar{O} , мтекс	2520	2720	2595	2500
\bar{l} , мм	16	19	18	17

Используя значения окружных скоростей питающих цилиндров вытяжных приборов, длины разводки цилиндров $L_{разв}$, параметры структуры технических комплексов волокон в ровнице и пряже (\bar{O} и \bar{l}) по ранее разработанным методикам

[2...4], были рассчитаны релаксационные характеристики процесса вытягивания ровницы в зоне вытяжного прибора прядильной машины, представленные в табл. 3.

Показатели	Линейная плотность пряжи, текс			
	56,0	50,0	38,5	33,3
Длина разводки цилиндров $L_{разв.}$, мм	140	140	140	140
Длина активной зоны вытягивания $L_{акт.выт.}$, мм	52,0	65,3	65,3	66,3
Время действия силы t , с	8,43	9,39	10,44	12,06
Время релаксации τ , с	3,13	4,38	4,86	5,71
t/τ	2,69	2,14	2,15	2,11
Вытяжка E	10,58	11,82	13,16	15,20

Из данных табл. 3 следует, что выработка пряжи линейной плотности 50...33,3 текс осуществляется при оптимальных значениях релаксационных характеристик процесса вытягивания ровницы. Увеличение вытяжки с 11,82 до 15,2 было проведено путем уменьшения окружной скорости питающих цилиндров с 14,9 до 11,6 мм/с при практически постоянном и оптимальном значении параметра $t/\tau = 2,11...2,15$, при этом время релаксации τ изменяется с 4,38 до 5,71 с, а время действия силы t – с 9,39 до 12,06 с. Длина активной зоны вытягивания $L_{акт.выт.}$ составляет 65...66 мм. При выработке пряжи 56 текс уменьшение вытяжки до 10,58 достигается увеличением скорости питающих цилиндров до 16,6 мм/с, при этом время релаксации τ имеет очень низкое значение 3,13 с, а параметр t/τ резко увеличивается до значения 2,69. Длина активной зоны вытягивания $L_{акт.выт.}$ уменьшается до 52 мм, это создает очень напряженные условия вытягивания ровницы, при которых происходят наименьшие сдвиги волокон и пряжа формируется из очень коротких комплексов со средней длиной 16 мм.

На практике установлено, что такая пряжа снижает устойчивость к многоцикловым деформациям в процессе ткачества и выделяет много пуха. Следовательно, такие релаксационные характеристики процесса вытягивания являются неприемлемыми для выработки средненомерной чистольняной пряжи мокрым способом прядения на прядильной машине ПМ-88-Л15. На основании полученных данных следует сделать вывод о том, что стабильная работа вытяжного прибора может быть обеспечена при времени релаксации деформации растяжения ровницы не ниже 4 с и времени действия

силы в зоне вытяжного прибора более 9 с при разводке цилиндров 140 мм.

Ранее в [2] было показано, что важнейший релаксационный параметр t/τ процесса вытягивания льняной ровницы определяет уровень обрывности в мокром прядении льна. Следует отметить, что процесс дробления технических комплексов льняных волокон при вытягивании также зависит от этого релаксационного параметра и дополнительно от параметров работы вытяжного прибора – длины разводки цилиндров и вытяжки. Согласно [2], [3] значение параметра t/τ равно отношению $L_{разв.}/L_{акт.выт.}$, следовательно:

$$L_{акт.выт.} = \frac{L_{разв.}}{t/\tau}. \quad (1)$$

Отношение между временем релаксации и временем деформации определяет реакцию волокнистого полимерного продукта на механическое воздействие, то есть величину сдвига технических комплексов волокон при вытягивании ровницы и длину активной зоны вытягивания в вытяжном приборе $L_{акт.выт.}$. С увеличением отношения t/τ длина активной зоны вытягивания уменьшается, и пряжа формируется из более коротких комплексов волокон. Согласно [4] связь $L_{акт.выт.}$ со средней длиной комплексов волокон в пряже $\bar{\ell}_{компл}$ определяется выражением:

$$L_{акт.выт.} = \bar{\ell}_{компл} \sqrt{E}, \quad (2)$$

где E – величина вытяжки. Подставляя уравнение (1) в (2), получаем выражение функциональной взаимосвязи длины технических комплексов волокон в пряже с релаксационными свойствами льняной

ровницы и параметрами работы вытяжного прибора:

$$\bar{l}_{\text{компл}} = \frac{L_{\text{дв}}}{t/\tau\sqrt{A}}. \quad (3)$$

Значения длины комплексов волокон в пряже линейной плотности 56...33,3 текс, рассчитанные по уравнению (3), совпадают с фактическими значениями, определенными экспериментально с помощью комплекса КЛА-2 (табл. 2).

В свою очередь длина перемещающихся комплексов волокон в процессе деформации растяжения ровницы в вытяжном приборе связана с их толщиной вследствие так называемого "концевого эффекта", характерного для дискретных волокнистых полимерных композитов, и рассмотренного нами в работе [4]. В критический момент разрыва волокон при вытягивании ровницы прочность связей между комплексами волокон в полимерной матрице достигает прочности на разрыв самих комплексов, поэтому существует связь длины склеивания комплексов волокон при разрыве $l_{\text{скл}}$ с величиной их поперечного сечения и, следовательно, с диаметром комплексов или с $\sqrt{D_{\text{эф}}}$. В [4] экспериментально установлено существование линейной зависимости $\sqrt{D_{\text{эф}}}$ от величины $l_{\text{скл}}$.

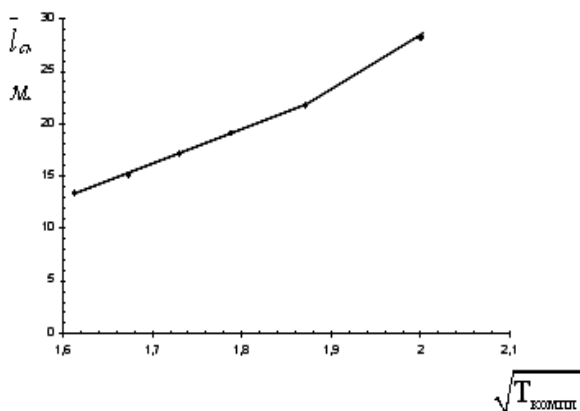


Рис. 1

Эта зависимость представлена на рис.1 (взаимосвязь длины склеивания комплексов

волокон с их линейной плотностью) и определяется выражением:

$$l_{\text{скл}} = -39,05 + 32,5 \sqrt{D_{\text{эф}}}. \quad (4)$$

Взаимосвязь толщины технических комплексов волокон с их длиной имеет более сложный характер, так как согласно [4]:

$$l_{\text{скл}} = \bar{l} - l_{\text{сдвига}} = \bar{l} - (\bar{l}/n_{\text{пряжи}}) = \bar{l}(1 - 1/n_{\text{пряжи}}), \quad (5)$$

где $n_{\text{пряжи}}$ – число комплексов волокон в поперечном диаметре пряжи.

$$\bar{l} = l_{\text{скл}} / \left(1 - \frac{1}{n_{\text{пряжи}}}\right) = l_{\text{скл}} / \left(1 - \frac{1}{\sqrt{D_{\text{эф}}}}\right). \quad (6)$$

Подставляя уравнение (4) в (6), получаем выражение функциональной зависимости $\sqrt{D_{\text{эф}}}$ от \bar{l} :

$$\sqrt{D_{\text{эф}}} = \frac{\bar{l} + 39,05}{32,5 + \frac{\bar{l}}{\sqrt{D_{\text{эф}}}}}. \quad (7)$$

Графическое выражение функциональной зависимости $\sqrt{D_{\text{эф}}}$ от \bar{l} представлено на рис. 2 (взаимосвязь линейной плотности комплексов волокон в пряже с их средней длиной).

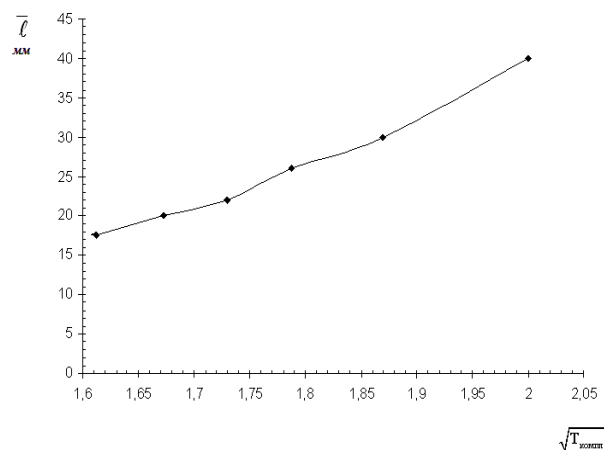


Рис. 2

Значения линейной плотности комплексов волокон в пряже 56...33,3 текс, рассчитанные по уравнению (7), хорошо совпадают с экспериментальными значениями, определенными с помощью комплекса КЛИА-2 (табл. 2).

Таким образом, проведенные исследования влияния скоростных параметров работы вытяжного прибора на процесс вытягивания льняной ровницы в мокром прядении льна позволили определить функциональные зависимости характера дробления технических комплексов волокон от релаксационных свойств льняных волокон и параметров работы вытяжного прибора и установить оптимальные значения этих показателей при выработке чистольняной пряжи средней линейной плотности на прядильных машинах ПМ-88-Л15 мокрым способом прядения, а именно:

- длина разводки вытяжных цилиндров 140 мм;
- вытяжка 12;
- длина активной зоны вытягивания в зоне вытяжного прибора 60...65 мм;
- время релаксации $\tau = 4,3...5,0$ с;
- время действия растягивающего усилия в вытяжном приборе $t = 9...11$ с;
- отношение $t/\tau = 2,1...2,3$.

Необходимые релаксационные свойства льняных волокон достигаются при правильном и точном подборе режима химической обработки суровой льняной ровницы, который зависит от качества смеси сырья и степени одревеснения льняных волокон. В процессе химической обработки ровницы необходимо снизить степень одревеснения волокон до 15 %.

При таких показателях процесса вытягивания обеспечивается стабильная работа вытяжного прибора прядильной машины, низкий уровень обрывности и структурной неровноты чистольняной пряжи линейной плотности 56...33 текс, вырабатываемых в настоящее время на льнокомбинатах страны.

1. Проведено исследование влияния скоростных параметров работы вытяжного прибора прядильной машины ПМ-88-Л15 на релаксационные свойства льняных волокон в вытягиваемом продукте: время релаксации τ и важнейшую релаксационную характеристику процесса вытягивания – отношение времени действия растягивающего усилия к времени релаксации t/τ .

2. Определены функциональные зависимости характера дробления технических комплексов волокон от релаксационных свойств льняных волокон и параметров работы вытяжного прибора и установлены оптимальные значения этих показателей при выработке чистольняной пряжи средней линейной плотности 56...33 текс на прядильных машинах ПМ-88-Л15 мокрым способом прядения, обеспечивающие низкий уровень обрывности и структурной неровноты чистольняной пряжи, вырабатываемых в настоящее время на льнокомбинатах страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пестовская Е.А., Иванов А.Н. Оптимальные параметры структурной неровноты чистольняной пряжи // Вестник КГТУ.– 2007, №15. С.8...13.
2. Пестовская Е.А., Иванов А.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.–2009, №2С. С.28...30.
3. Пестовская Е.А., Иванов А.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.–2009, №3. С. 23...27.
4. Пестовская Е.А., Иванов А.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.–2009, №1С. С. 44...48.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов КГТУ. Поступила 25.05.09.