

## ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ЛЬНОХЛОПКОВОЙ ПРЯЖИ

*А.М. Науменко, Д.Б. Рыклин*

В настоящее время в условиях отечественных текстильных предприятий разработан ряд технологических процессов переработки короткого льняного волокна в смеси с другими волокнами по хлопковой системе прядения. Новые технологии позволяют значительно расширить ассортимент текстильных материалов, улучшить их внешний вид и потребительские свойства.

Так как получение пряжи оптимальной структуры с высокой прочностью и низкой обрывностью в прядении и ткачестве возможно только при равномерном распределении волокон различных компонентов в ней, точность и гомогенность (однородность) процессов смешивания волокон определяют качество льносодержащей пряжи. Поэтому повышение эффективности смешивания неоднородных волокон является одним из направлений совершенствования технологии производства льносодержащей пряжи.

Целью работы является выбор рационального технологического процесса производства льнохлопковой пряжи с точки зрения эффективности смешивания компонентов.

Для решения данной задачи необходимо провести оценку качества подготовки волокнистых лент к прядению, исследовать физико-механические характеристики полученной льнохлопковой пряжи и определить эффективность смешивания компонентов в пряже и волокнистых лентах с помощью диэлькометрического метода.

Эксперименты проведены на РУПП «Оршанский льнокомбинат», где установлена современная линия производства льносодержащей пряжи с использованием оборудования фирмы «Rieter». На данной линии реализован технологический процесс производства льнохлопковой пряжи линейной плотности 50 текс пневмомеханическим способом формирования с вложением котонизированного льняного волокна 50 %.

В результате анализа технологии производства льносодержащей пряжи установлены следующие возможные способы смешивания волокон различных компонентов:

- 1) кипами на кипоразрыхлителе UNIfloc A 11;
- 2) потоком волокон на дозаторе-смесителе UNIblend A 81;
- 3) лентами на ленточной машине RSB-D 40;
- 4) лентами на пневмомеханической прядильной машине R40.

Способы 1, 4 имеют существенные недостатки, ограничивающие их применение. При смешивании волокон кипами на кипоразрыхлителе (способ 1) возникают сложности с контролем состава смеси, что вызвано различной степенью уплотнения волокон в кипах по высоте. Использование пневмомеханической прядильной машины для смешивания волокон при формировании пряжи из двух разнородных лент (способ 4) ограничено в связи со сложностью контроля состава пряжи, малым интервалом варьирования процентного вложения компонентов, так как суммарная линейная плотность двух лент не должна превышать 7 ктекс по технологическому регламенту. Также при существующей конструкции машины невозможно обеспечить питание каждой прядильной камеры двумя лентами из различных тазов, что приводит к неполной заправке машины.

Таким образом, для получения льносодержащей пряжи наиболее целесообразно использовать для смешивания компонентов смешивающую машину UNIblend A 81 (способ 2) и ленточную машину RSB-D 40 (способ 3).

Процесс смешивания волокон на смешивающей машине UNIblend A81 показан на рисунке 1 а. Волокна различных видов поступают в отдельные модули 1, каждый из которых имеет собственное дозирующее устройство 2, что обеспечивает постоянное (не дискретное) прохождение материала через машину, а, следовательно, и смешивание.

Масса материала, подаваемого на транспортирующую ленту 3, остается постоянной, так как отклонение объема материала, проходящего между валиками, выравнивается путем изменения скорости его подачи.

На транспортирующей ленте, смонтированной под дозирующим устройством, двухкомпонентный волокнистый материал образует слоистую структуру. Гомогенизация смеси происходит в разрыхляющем узле 4. Посредством воздействия этого устройства сложенные слои компонентов отводятся в поперечном направлении, что предотвращает расслоение компонентов на следующих переходах. Непрерывная подача волокна на транспортирующую ленту исключает порционное строение продукта, что позволяет получать одинаковый состав смеси во всех его сечениях и обеспечивать наиболее высокие результаты по качеству смешивания. Благодаря высокой точности дозирования доля каждого компонента в смеси регулируется в пределах 0,1 %.

Процесс смешивания волокон на ленточной машине RSB-D 40 показан на рисунке 1 б. На питании машины 1 осуществляется процесс сложения лент различных компонентов. Затем полученный продукт выравнивается и утоняется в вытяжном приборе 2 до заданной линейной плотности, причем процесс вытягивания каждой ленты происходит независимо. Соединение лент осуществляется при прохождении через уплотнительную воронку 3. Так как на ленточной машине RSB-D 40 возможно производить до 8 сложений, то при производстве льнохлопковой пряжи процентное вложение компонентов может варьироваться от 10 до 90 % (с учетом использования при сложении лент различной линейной плотности).

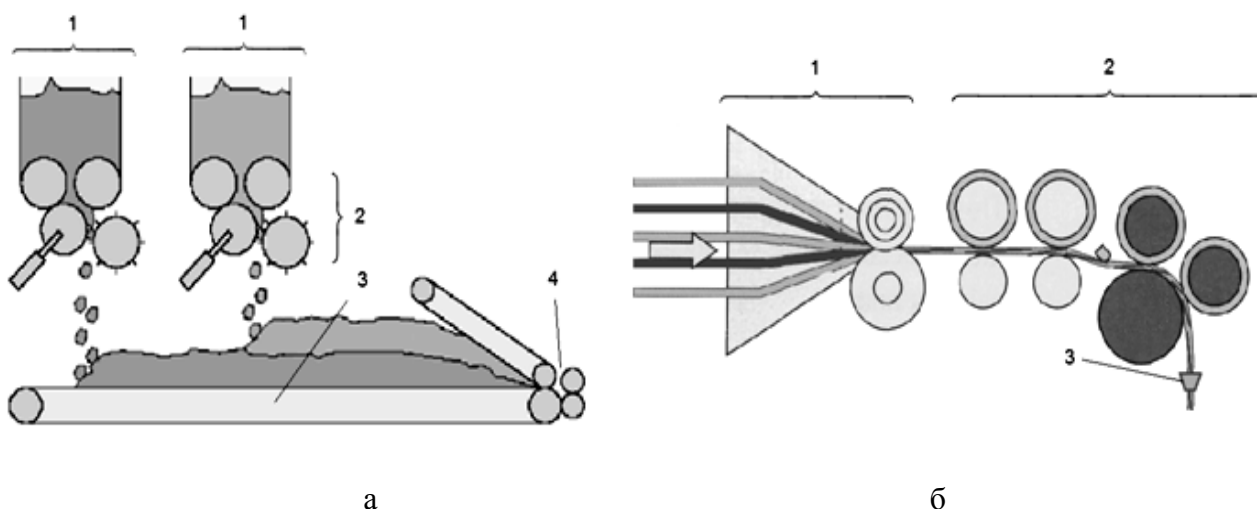


Рисунок 1 – Технологический процесс смешивания компонентов:

а – на смешивающей машине UNIblend A 81;

б – на ленточной машине RSB-D 40.

Способ смешивания компонентов на ленточной машине имеет ряд достоинств:

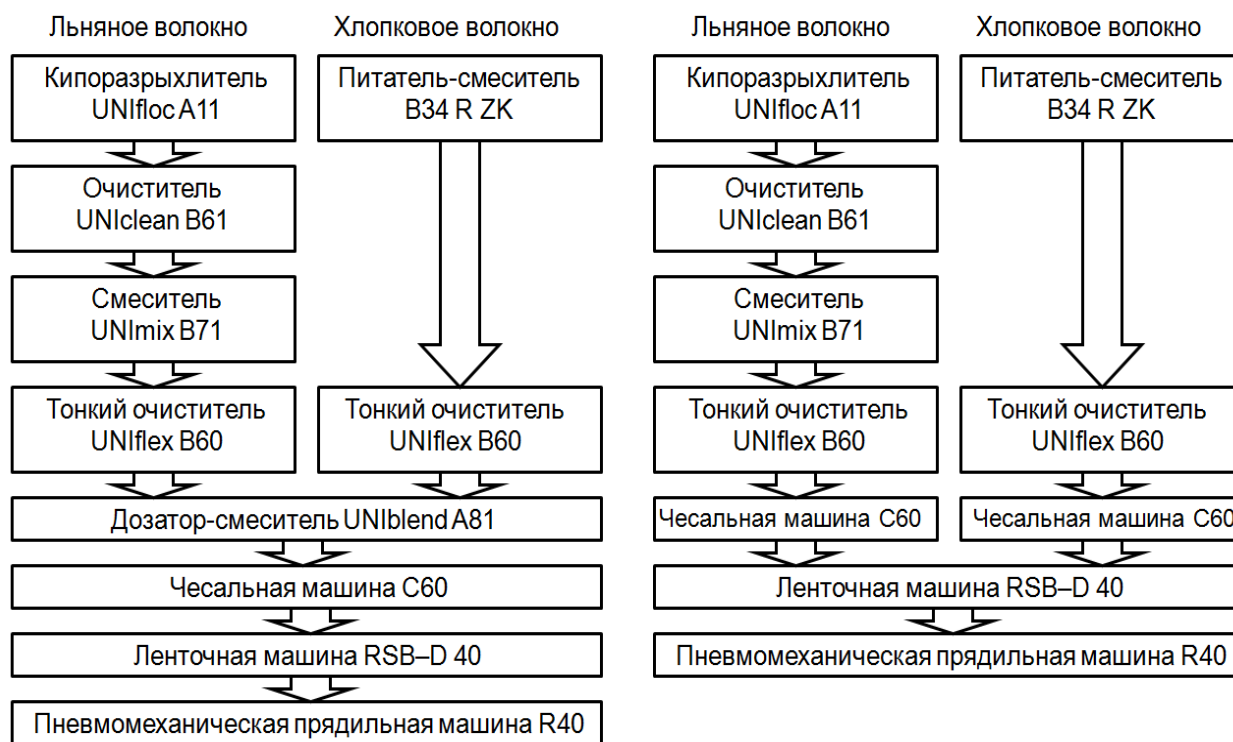
- сложение разнородных лент не требует значительных изменений в настройках ленточной машины;
- оборудование, выполняющее дозирование и смешивание волокон (UNIblend A 81), исключается из технологического процесса, а его функции выполняют ленточная и прядильная машины, то есть снижаются затраты на производство пряжи;
- раздельная переработка волокон различных компонентов на разрыхлительно-очистительном агрегате и чесальной машине позволяет подобрать технологический режим, наиболее соответствующий их специфическим свойствам.

Основным недостатком данного способа смешивания является ручьистость получаемых лент, то есть волокна различных компонентов в продольном и поперечном сечении ленты располагаются группами. Снижение данного эффекта возможно за счет увеличения числа ленточных переходов и числа сложений, что неизбежно приводит к

увеличению затрат на производство пряжи. Однако ручьистость лент значительно снижается при переработке их на пневмомеханической машине R40 благодаря циклическому сложению.

Для выявления оптимальной технологии производства льнохлопковой пряжи произведена наработка опытных партий льнохлопковой пряжи линейной плотности 50 текс с вложением 50 % льняного волокна по двум технологиям, представленным на рисунке 2:

- при смешивании компонентов на смешивающей машине UNblend A 81;
- при смешивании компонентов на ленточной машине RSB-D 40.



а  
б  
Рисунок 2 – Технологические процессы получения льнохлопковой пряжи:  
а – при смешивании потоков волокон на смешивающей машине UNblend A 81;  
б – при смешивании лентами на ленточной машине RSB-D 40

В лабораторных условиях кафедры «Прядение натуральных и химических волокон» (ПНХВ) УО «ВГТУ» с помощью лабораторно-измерительного прибора «Устер Тестер 5» проведены исследования физико-механических характеристик полученных лент и пряжи.

В таблице представлены характеристики неровноты исследуемых волокнистых лент. При втором варианте технологии требуемый состав льнохлопковой ленты достигался за счет сложения на ленточной машине 3 хлопковых лент линейной плотности 4 ктекс и 2 льняных лент линейной плотности 6 ктекс. Проведенные испытания показали, что льняные ленты характеризуются высокой неровнотой по линейной плотности, превышающей неровноту хлопковой ленты в 1,3 раза на отрезках длиной один сантиметр и в 1,23 раза на трехметровых отрезках.

В результате переработки исследованных лент на ленточной машине получена льнохлопковая лента, имеющая неровноту по линейной плотности на отрезках длиной один сантиметр в 1,36 раз больше по сравнению с лентой, полученной с использованием смешивающей машины. Данный факт можно объяснить возникновением дополнительной неровноты в результате процесса вытягивания в вытяжном приборе ленточной машины, обусловленной различными свойствами ленточек из волокон разнородных компонентов. Значения неровноты по линейной плотности на трехметровых отрезках полученных

льнохлопковых лент близки по величине, что свидетельствует о высокой эффективности работы авторегулятора вытяжки на ленточной машине.

Таблица – Характеристики волокнистых лент

Наименование продукта	Линейная плотность $T$ , ктекс	Неровнота по линейной плотности на отрезках разной длины $CVm$ , %		
		1 см	1 м	3 м
Хлопковая лента	4,0	8,61	1,11	0,84
Льняная лента	6,0	11,17	1,55	1,03
Льнохлопковая лента при смешивании UNblend A 81	4,5	6,71	1,26	0,90
Льнохлопковая лента при смешивании RSB-D 40	4,5	9,12	1,31	0,87

Полученные партии лент перерабатывались в пряжу на пневмомеханической машине R40. Физико-механические свойства пряжи определены с использованием прибора «Устер Тестер 5» и разрывной машины РМ 3, представлены на лепестковой диаграмме (рисунок 3).

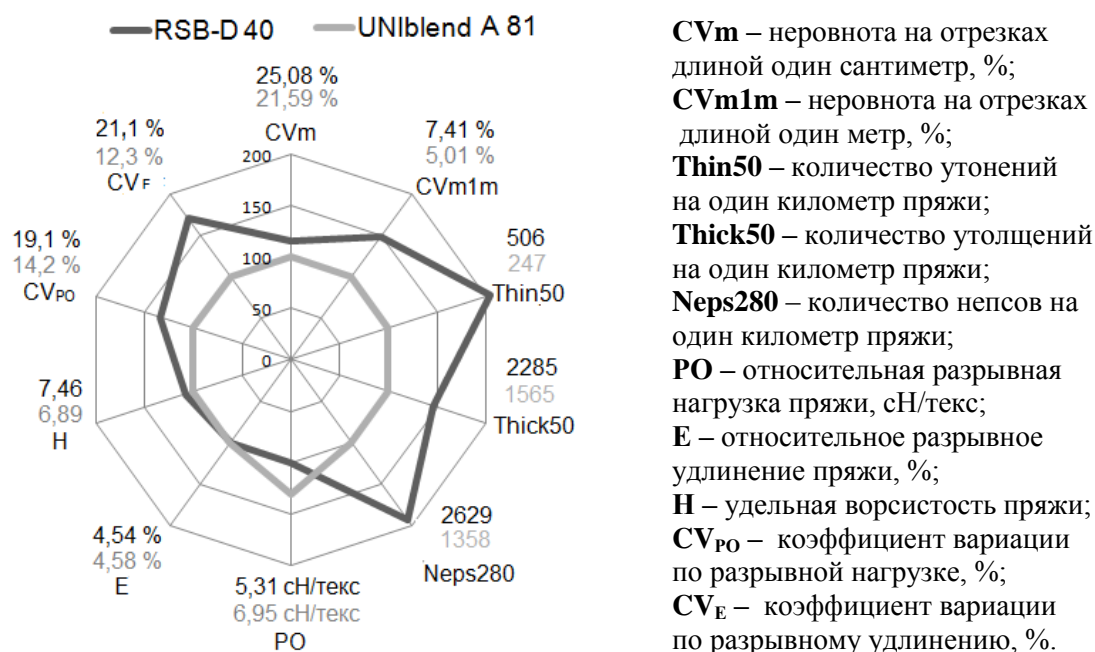


Рисунок 3 – Лепестковая диаграмма физико-механических характеристик пряжи

Установлено, что пряжа, полученная при смешивании компонентов на ленточной машине, уступает по большинству показателей пряже, полученной с использованием смешивающей машины, а именно:

- неровнота по линейной плотности на отрезках длиной один сантиметр и один метр выше на 16,2 % и 47,9 %, что связано с большим количеством пороков: утонений в 2 раза, утолщений на 46,0 %, непсов на 93,6 % больше;
- относительная разрывная нагрузка ниже на 1,64 сН/текс (на 23,6 %), при этом показатели относительного разрывного удлинения характеризуются близкими значениями;
- ворсистость выше на 8,3 %, что повышает обрывность при переработке пряжи в ткачестве;
- неравномерность по механическим свойствам значительно выше, коэффициент вариации по разрывной нагрузке больше на 34,5 %, по разрывному удлинению – на 71,5 %.

Таким образом, переработка ручьистых лент на пневмомеханической прядильной машине снижает стабильность процесса формирования пряжи, что приводит к увеличению ее неровноты по всем свойствам.

В результате анализа физико-механических характеристик исследованной льносодержащей пряжи выдвинута гипотеза о том, что снижение качества получаемой пряжи связано с неравномерным распределением волокон различных компонентов в сечении пряжи, то есть низкой эффективностью смешивания волокон.

Для подтверждения данной гипотезы проведено исследование эффективности смешивания волокон с использованием диэлькометрического метода [1]. Сущность данного метода заключается в определении коэффициента вариации, коэффициента анизотропии по диэлектрической проницаемости, отражающих неравномерность исследуемых продуктов по составу. Коэффициент анизотропии по диэлектрической проницаемости определяется по формуле

$$K_{\varepsilon} = \frac{C_{\parallel}^n - C_{\perp}^n}{C_{\parallel}^b - C_{\perp}^b}, \quad (1)$$

где  $C_{\parallel}^n$  – емкость конденсатора вдоль волокон на низкой частоте, пФ;

$C_{\perp}^n$  – емкость конденсатора поперек волокон на низкой частоте, пФ;

$C_{\parallel}^b$  – емкость конденсатора вдоль волокон на высокой частоте, пФ;

$C_{\perp}^b$  – емкость конденсатора поперек волокон на высокой частоте, пФ.

Эксперимент проводился в условиях кафедры ПНХВ с помощью ленточного экранированного измерительного конденсатора и прибора «Измеритель иммитанса E7-20». При измерении частота электромагнитного поля составляла 1 кГц и 100 кГц. Для получения сопоставимых результатов были подготовлены образцы лент сухой массой  $4,5 \pm 0,1$  г, что соответствует 10 м ленты, и образцы пряжи сухой массой  $5 \pm 0,1$  г – 100 м пряжи. Перед проведением эксперимента образцы выдерживались 24 ч при нормальных условиях. Влажность образцов в ходе эксперимента составила  $5,45 \pm 0,15$  %, измерения проводилось в соответствии с ГОСТ 53233-2008. В ходе эксперимента измерялся коэффициент анизотропии по диэлектрической проницаемости (далее коэффициент анизотропии) для 15 образцов из партии исследуемой ленты и пряжи.

В результате обработки экспериментальных данных определены значения коэффициента вариации коэффициента анизотропии по диэлектрической проницаемости ( $CV_K$ ) для исследуемых образцов, представленные на рисунке 4. Данный коэффициент вариации для лент, полученных при смешивании компонентов на ленточной машине, на 91 % выше по сравнению с данным показателем для лент, полученных при смешивании компонентов на смешивающей машине. Следовательно, ручьистость лент значительно снижает эффективность смешивания волокон. Для пряжи зависимость имеет аналогичный характер, значение коэффициента вариации пряжи, полученной из лент с использованием машины RSB-D 40, на 52 % выше по сравнению с показателем пряжи, полученной с использованием машины UNIBlend A 81.

При переработке многокомпонентной ленты, полученной в результате сложения хлопковых и льняных лент на ленточной машине RSB-D 40, неровнота по коэффициенту анизотропии снижается в 1,2 раза, а в случае использования смесовой машины UNIBlend A81 значение данного показателя уменьшается в 1,5 раза. Снижение неровноты по коэффициенту анизотропии объясняется выравнивающим действием циклического сложения дискретных слоев в желобе прядильной камеры пневмомеханической прядильной машины.

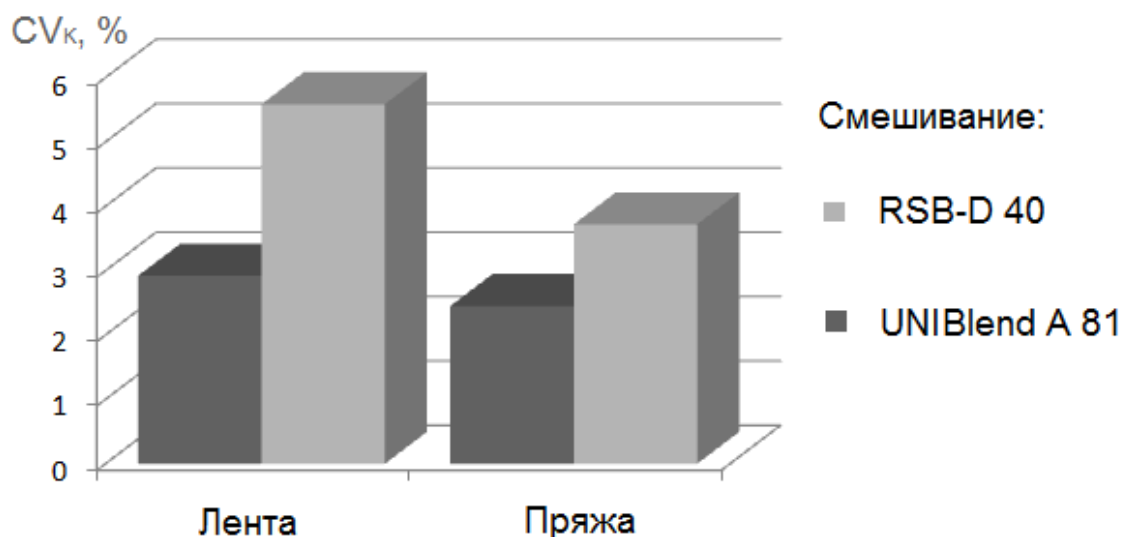


Рисунок 4 – Коэффициент вариации коэффициента анизотропии по диэлектрической проницаемости полученных волокнистых лент и пряжи

Полученные результаты эксперимента свидетельствуют о том, что льнохлопковая пряжа более низкого качества получена по технологии, характеризующейся более низкой эффективностью смешивания волокон, что подтверждает гипотезу о влиянии эффективности смешивания волокон на качество льносодержащей пряжи.

#### ВЫВОДЫ

1. Установлено, что использование смешивающей машины UNIBlend A 81 при переработке короткого котонизированного льняного волокна обеспечивает выработку более качественной и равномерной пряжи.
2. При исследовании эффективности смешивания волокон с помощью диэлькометрического метода подтверждено влияние неравномерности распределения разнородных волокон в пряже на ее качественные характеристики.

#### Список использованных источников

1. Науменко, А. М. Разработка диэлькометрического метода оценки эффективности смешивания компонентов при производстве хлопкольнай пряжи / А. М. Науменко, Д. Б. Рыклин, А. А. Джежора // Вестник ВГТУ. – 2010. – Выпуск 18. – С. 9 – 13.

*Статья поступила в редакцию 01.10.2012*