

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЯЖИ ИЗ ОТХОДОВ ХЛОПКОПРЯДИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*С.С. Медвецкий, А.А. Смуковский*

На текстильных предприятиях Республики Беларусь одним из перспективных направлений ресурсосбережения и увеличения выпуска пряжи является рациональная переработка прядомых отходов хлопкопрядильного производства.

Научно-исследовательскими институтами и лабораториями прядильных фабрик разработано большое количество технологий, позволяющих получать пряжу с различным процентным содержанием отходов разных видов. В большинстве своем эти технологии позволяют получать пряжу линейной плотности от 100 до 200 текс с использованием хлопкового волокна низких сортов и до 50 % хлопчатобумажных отходов различных видов [1].

Технологиям получения пряжи линейной плотности 50 – 70 текс из отходов уделялось недостаточно внимания, что в первую очередь было связано с ограниченными возможностями технологического оборудования, установленного на прядильных фабриках Республики Беларусь. В настоящее время на хлопкопрядильной фабрике ОАО «Гронитекс» в результате комплексного перевооружения и внедрения в производство нового технологического оборудования фирм Rieter и Zinser произошло резкое повышение производительности оборудования, расширение его технических характеристик. В 2012 году ежемесячный объем производства одиночной пряжи превысил 400 тонн. При этом остро встал вопрос о переработке отходов производства, количество которых увеличивалось пропорционально росту выпуска пряжи.

Традиционно большая часть хлопчатобумажных отходов в очищенном виде продается другим предприятиям для использования в качестве мебельной ваты. Разработка технологии получения пряжи с максимальным процентным вложением отходов позволит организовать их эффективную переработку и получить дополнительную прибыль от реализации пряжи.

Исходя из данных предпосылок, целью проводимых исследований является разработка технологии получения пряжи линейной плотности 50 – 70 текс из 100 % отходов хлопкопрядильного производства. Данный вид пряжи наиболее востребован в производстве технических тканей и трикотажа, например, рабочих перчаток.

Для решения этой задачи необходимы комплексные исследования по изучению свойств отходов, разработке сортировок, оптимизации и выбору рациональных параметров работы оборудования по всем технологическим переходам.

Исследования проводились в производственных условиях ОАО «Гронитекс» по заданию концерна «Беллегпром». При анализе производственных данных ОАО «Гронитекс» установлено, что наиболее многотоннажными видами отходов, которые подходят для производства пряжи, являются:

- отходы чесальных машин С60 фирмы Rieter (ежемесячное выделяемое количество 13 т);
- гребенной очес гребнечесальных машин Е66 фирмы Rieter (17 тонн).

На рисунке 1 представлены диаграммы распределения по классам длин волокон из отходов указанных видов.

Необходимо отметить, что при внедрении в производство современного технологического оборудования ухудшилось качество самих отходов – снизилась длина волокна в них, увеличилась засоренность. Это связано с более совершенной технологией рассортировки волокон, тщательной очисткой волокна на чесальных и гребнечесальных машинах. Например, на гребнечесальных машинах Е66 фирмы Rieter за счет очень точной

рассортировки волокон в процессе гребнечесания в очес попадают только короткие волокна и сорные примеси. Этот факт подтверждается результатами испытания гребенного очеса, проведенного с использованием прибора AFIS PRO2 фирмы Uster Technologies AG [2].

Штапельная длина волокон в отходах с чесальных машин составляет 31,6 мм, содержание коротких волокон – 20,2 %, засоренность волокна – 6,0 %. Наибольшую группу составляют волокна с длиной около 30 мм.

Из диаграмм (рис. 1) видно, что в результате смешивания невозможно получить унимодальное распределение волокон по длине, что в процессе переработки затруднит выбор параметров переработки смеси и приведет к существенному повышению неровноты пряжи по всем свойствам. В результате проведенного анализа свойств волокон отходов можно отметить, что их смешивание между собой является нецелесообразным, так как не позволит получить смеси и пряжу, удовлетворяющую требованиям технических условий. Следовательно, возможно рекомендовать разработку технологий, предусматривающих переработку каждого из видов отходов в отдельности или в смеси с исходным хлопковым волокном.

Анализ диаграмм показал, что исследуемые виды отходов существенно отличаются по характеристикам длины волокна. Модальная длина волокон в составе отходов с чесальных машин С60 больше на 12 мм, максимальная длина на – 8 мм, чем у волокон в составе гребенного очеса. Штапельная длина волокон гребенного очеса различных партий находится в диапазоне 18 – 20 мм, содержание коротких волокон (менее 15 мм) – 73,7 %, засоренность волокна – 4,1 %. Гребенной очес состоит практически наполовину из волокон длиной до 13 мм. Это значительно осложняет переработку отходов данного вида в пряжу, так как при таком содержании коротких волокон обрывность в прядении будет значительной, а разрывная нагрузка пряжи невысокой.

С учетом поставленной задачи разработки ассортимента пряжи из отходов и снижения ее себестоимости добавление дорогостоящего сырья является нецелесообразным. В связи с этим разработана технология получения пряжи из 100 % отходов. В качестве сырья использованы отходы чесальных машин С60 фирмы Rieter.



Рисунок 1 – Распределение волокна в очесе с гребнечесальных машин Е66 и с чесальных машин С60 по классам длины

В производственных условиях ОАО «Гронитекс» для получения пряжи из отходов производства выбрана кардная система прядения с поточной линией «кипа-лента», выпускающая ленту для питания пневмомеханических прядильных машин. Система с поточной линией позволяет вырабатывать пряжу, используя всего 4 технологических перехода. Технологическая цепочка оборудования представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Технологическая цепочка для получения пряжи из отходов производства

Отходы чесальных машин С60 предварительно очищают на угароочищающем агрегате УОА-2, затем они проходят подготовку на разрыхлительно-очистительном агрегате фирмы Rieter. Показатели длины волокон в отходах незначительно изменяются при переработке, а штапельная длина 30,4 мм свидетельствует о возможности их использования в производстве пряжи большой линейной плотности.

В связи с высокой засоренностью волокон в отходах проведена оптимизация параметров работы очистителя UNiflex В 60. В результате установлены параметры интенсивности очистки и относительной массы отходов, позволяющие получать очищенное волокно со следующими характеристиками:

- засоренность волокна – 8,4 %;
- средняя длина волокон – 19,5 мм;
- штапельная длина волокон – 25,4 мм.

После разрыхления и очистки на агрегате волокнистая масса попадает на чесальную машину С60. Высокопроизводительная чесальная машина С60 имеет усиленный узел приемного барабана для улучшения степени разъединения клочков хлопка и его очистки. Приемные барабаны зоны предварительного чесания имеют несколько узлов аэродинамической очистки, которые включают в себя сороотбойные ножи и прочесывающие сегменты для дополнительного расщепления пучков волокон. Каждый узел очистки оборудован прямым отсосом сорных примесей. Это особенно важно при переработке отходов, засоренность которых составляет более 8 %.

Далее чесальная лента поступает на два перехода ленточных машин SB-D-15 и RSB-D-40. Два ленточных перехода необходимо для распрямления и параллелизации волокон и выравнивания лент по толщине и структуре. Ленточная машина RSB-D40 оснащена автоматическим регулятором вытяжки.

Неровнота по массе ленты со второго ленточного перехода составила 0,63 %, что является хорошим показателем при получении ленты из 100 % отходов. Из такой ленты возможно получение пряжи удовлетворительного качества.

Для получения пряжи из отходов выбран пневмомеханический способ прядения, так как он чаще используется при изготовлении пряжи средней и большой линейной плотности, а также позволяет сократить число технологических переходов, увеличить скорость прядения, массу нити на выходной паковке. Кроме того, осуществляется дополнительная очистка волокна при дискретизации, что очень важно при переработке сильно засоренного сырья или отходов производства. Также, при циклическом сложении происходит эффективное выравнивание волокнистой ленточки по составу и структуре, что позволит получить пряжу из отходов производства более равномерную, чем кольцевым способом.

Пряжа пневмомеханического способа прядения обладает рядом преимуществ, такими как повышенная равномерность по линейной плотности и составу, меньшее количество пороков и большая объемность.

Для получения пряжи высокого качества из отходов проведены экспериментальные исследования на ОАО «Гронитекс».

Особенности процесса формирования пряжи пневмомеханическим способом определяют выбор входных факторов эксперимента. Одним из основных параметров

работы прядильных машин является заправочная крутка пряжи. От нее, с одной стороны, зависят структура и свойства пряжи, а с другой – производительность прядильных машин и прядильщиц.

Неровнота пряжи в большей степени определяется выравнивающим эффектом от процесса циклического сложения, а также параметрами процесса дискретизации. В связи с этим исследование влияния крутки на свойства пряжи пневмомеханического способа прядения необходимо осуществлять совместно с изучением влияния параметров процесса дискретизации питающей ленты.

При выборе частоты вращения дискретизирующего валика следует учитывать, что при увеличении его частоты вращения увеличивается число разрывающихся волокон, снижается прочность пряжи, но увеличивается эффективность очистки волокон. Необоснованно высокое значение частоты вращения может привести к повреждению и укорочению волокон, что недопустимо для короткого волокна в составе волокнистых отходов.

На основании анализа процесса формирования пряжи из отходов пневмомеханическим способом в качестве входных факторов эксперимента выбраны крутка и частота вращения дискретизирующего валика. Уровни и интервалы варьирования факторов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Уровни и интервалы варьирования факторов

Фактор	Уровень варьирования			Интервал варьирования
	-1	0	+1	
Частота вращения дискретизирующего валика, $X_1$ , мин-1	6000	7000	8000	$\pm 1000$
Крутка, $X_2$ , кр/м	600	650	700	$\pm 50$

Полнофакторный эксперимент проводился по матрице Коно. В качестве выходных факторов эксперимента использовались:

- относительная разрывная нагрузка пряжи,  $P_o$ , сН/текс;
- коэффициент вариации по линейной плотности на коротких отрезках,  $C_{vm}$ , %;
- количество непсов + 200 %,  $N_{200}$ ;
- количество сорных примесей растительного происхождения на 1 км длины пряжи,

#### **Trash.**

Данные критерии в наибольшей степени отражают качество формирования пряжи из отходов производства и влияют на процесс ее дальнейшей переработки в ткацком и трикотажном производствах и на внешний вид изделий.

Исследования проводились в производственной лаборатории ОАО «Гронитекс» и УО «ВГТУ» на приборе для оценки неровноты пряжи Uster Tester-5.

При обработке экспериментальных данных получены следующие регрессионные модели в кодированных значениях:

- для относительной разрывной нагрузки:

$$P_o = 10,45 - 0,65 X_1^2 + 0,27 X_1 X_2 + 0,57 X_2, \quad (1)$$

- для коэффициента вариации по линейной плотности:

$$C_{vm} = 13,27 - 0,45 X_1 - 1,18 X_1^2 - 1,775 X_1 X_2, \quad (2)$$

- для количества непсов (+200 %):

$$N_{200} = 279,8 - 79,2 X_1 + 14,5 X_2 - 23 X_1^2 - 14,8 X_1 X_2, \quad (3)$$

- для количества сорных примесей растительного происхождения:

$$Trash = 33 - 4,3 X_1 + 4,2 X_2 - 9,3 X_1^2 - 2,8 X_1 X_2. \quad (3)$$

Математическая оптимизация параметров работы пневмомеханической прядильной машины проведена с использованием системы компьютерной математики Maple. В результате получены следующие параметры:

- частота вращения дискретизирующего валика – 8000 мин<sup>-1</sup>;
- крутка – 700 кр/м.

Выбор ограничений на критерии оптимизации основывался на требованиях, предъявляемых к пневмомеханической пряже кардного прядения, выработанной из стандартного хлопкового волокна. Оптимизация проводилась при следующих ограничениях на входные факторы:

- коэффициент вариации по линейной плотности пряжи на коротких отрезках – не более 14 %;
- относительная разрывная нагрузка пряжи – не менее 10 сН/текс;
- количество непса +200 % на 1 км длины пряжи – не более 200;
- содержание сорных примесей растительного происхождения на длине пряжи 5 км – не более 23.

Оптимальная область входных параметров соответствует их максимальным значениям. Однако дальнейшее повышение частоты вращения дискретизирующего валика и крутки нежелательно по экономическим и технологическим причинам. Частоту вращения дискретизирующего валика нежелательно повышать более чем 8000 мин<sup>-1</sup>, так как при этом растет число разорвавшихся волокон, что приводит к снижению разрывной нагрузки. Дальнейшее же повышение крутки снижает производительность пневмомеханической прядильной машины и не оказывает сколько-нибудь существенного влияния на свойства пряжи.

На ОАО «Гронитекс» была наработана опытная партия пряжи линейной плотности 50 текс из 100 % отходов шляпочных чесальных машин С60 фирмы Rieter в количестве 7 т на пневмомеханической прядильной машине ВД-200.

Сравним свойства полученной опытной пряжи с техническими условиями на пряжу пневмомеханического прядения и с пневмомеханической пряжей производства ОАО «Гронитекс», полученной из хлопкового волокна средневолокнистых сортов (таблица 2).

Таблица 2 – Физико-механические свойства пряжи

Вид пряжи	Линейная плотность пряжи, текс	Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	Показатель качества
Пряжа из отходов производства ОАО «Гронитекс»	50	11	8,6	1,28
Пряжа х/б суровая кардная одиночная ткацкого назначения (ТУ РБ 00311645.116 – 2000) I сорт	50	не менее 9,8	не более 11,5	не менее 0,87
Пряжа х/б суровая кардная одиночная трикотажного назначения (ТУ РБ 00311645.116 – 2000) I сорт	50	не менее 10	не более 11,5	не менее 0,87
Пряжа из хлопкового волокна производства ОАО «Гронитекс»	50	12,1	7,8	1,55

Анализируя полученные данные, установлено, что разработанная пряжа из хлопчатобумажных отходов обладает высокими физико-механическими свойствами,

которые удовлетворяют требованиям к ткацкой и трикотажной пряже I сорта, вырабатываемой по ТУ РБ 00311645.116–200 «Пряжа хлопчатобумажная и смешанная» из средневолокнистого хлопка и может быть использована в производстве тканей и трикотажных полотен для рабочих рукавиц и перчаток, мебельных, тентовых, тарных тканей, в производстве крученых веревочных изделий.

Разработанная технология внедрена и используется на ОАО «Гронитекс».

#### **ВЫВОДЫ**

Разработана технология получения пряжи линейной плотности 50 текс из 100 % отходов чесальных машин С60 на пневмомеханических прядильных машинах. Опытная пряжа обладает высокими физико-механическими свойствами, удовлетворяет требованиям к ткацкой и трикотажной пряже I сорта, вырабатываемой по ТУ РБ 00311645.116–200 «Пряжа хлопчатобумажная и смешанная» из средневолокнистого хлопка и может быть использована в ткацком и трикотажном производстве для производства изделий бытового и технического назначения.

#### **Список использованных источников**

1. Павлов, Ю. В. Получение пряжи большой линейной плотности / Ю. В. Павлов [и др.]. – Иваново : ИГТА, 2004. – 144 с.
2. Катович, О. М. Теоретико-экспериментальные исследования процесса гребнечесания на машине Е 66 фирмы Rieter / О. М. Катович, Д. Б. Рыклин // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : материалы международной конференции. Часть I / УО «ВГТУ». – Витебск, 2011. – С. 55-57.

*Статья поступила в редакцию 30.01.2013.*

#### **Выходные данные**

---

Медвецкий, С. С. Технология получения пряжи из отходов хлопкопрядильного производства / С. С. Медвецкий, А. А. Смуковский // Вестник Витебского государственного технологического университета . – 2013. – № 24. – С. 36.