

677.022  
С36

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВИТЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 677.022+677.025

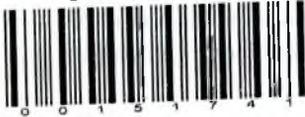


**СИЛИЧ  
ТАТЬЯНА ВЛАДИМИРОВНА**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЯЖИ  
И ТРИКОТАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ С СОДЕРЖАНИЕМ  
ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ВОЛОКОН**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук  
по специальности 05.19.02 – «Технология и первичная обработка  
текстильных материалов и сырья (технические науки)»

Витебск, 2012



17

Дмитрий Борисович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Прядение натуральных и химических волокон» учреждения образования «Витебский государственный технологический университет»

Официальные оппоненты:

Николаев Сергей Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, ректор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный текстильный университет им. А. Н. Косыгина», заслуженный деятель науки Российской Федерации;

Науменко Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Стандартизация» учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Оппонирующая организация:

Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Защита состоится 5 июня 2012 г. в 10 часов на заседании Совета по защите диссертаций К 02.11.01 в учреждении образования «Витебский государственный технологический университет» по адресу:

210035, г. Витебск, Московский проспект, 72.

E-mail: vstu@vitebsk.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Автореферат разослан «\_\_» мая 2012 г.

Ученый секретарь совета по защите диссертаций, кандидат технических наук

н

арновская

## ВВЕДЕНИЕ

Анализ мирового производства и потребления текстильных волокон показывает, что сохраняется тенденция снижения объемов выпуска трудновоспроизводимых натуральных и искусственных волокон и происходит их частичная замена современными видами синтетического сырья. В 2010 г. в мире было произведено 45,2 млн.т синтетических волокон, что в мировом балансе волокнистых материалов составило 56%. Из их числа под влиянием рыночного спроса на четвертое место вышли полипропиленовые (ПП) волокна, на долю которых приходилось около 6%, что в натуральном выражении достигло 3,0 млн.т. Доступность сырья, высокие физико-механические и уникальные специфические свойства ПП волокон способствуют расширению сферы их применения в текстиле. Современные методы модификации позволили ликвидировать изначально присущие этим волокнам недостатки и существенно расширить их ассортимент. Как следствие, волокна разных производителей имеют неодинаковую структуру, значительно отличаются по свойствам и требуют тщательной отработки технологии получения из них текстильной продукции.

Зарубежные компании активно занимаются разработкой технологий получения пряжи с вложением ПП волокон, которая может применяться для выпуска изделий с высокими эксплуатационными характеристиками и особыми качествами комфорта и гигиены. Следуя мировым тенденциям, научно-исследовательские организации стран СНГ уже проводят исследования по созданию технологий переработки ПП волокон в прядении. Однако разработанные ими виды пряжи имеют большую линейную плотность, что сильно ограничивает сферу их использования. При этом результаты их исследований подтверждают возможность и целесообразность использования ПП волокон для производства трикотажной пряжи на хлопкопрядильном оборудовании белорусских предприятий. Внедрение таких технологий позволит освоить выпуск новой конкурентоспособной продукции с высокими потребительскими свойствами, соответствующей моде и требованиям комфорта, и тем самым создаст условия для снижения объема импорта аналогичной продукции из зарубежных стран.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами.** Диссертационная работа выполнялась в непосредственной связи со следующими программами и проектами:

– ОНТП «Легкая промышленность», утвержденной приказом концерна «Беллепром» от 28.04.2004 г. №41, по заданию №102 «Разработать технологию производства и ассортимент пряж, текстильных и трикотажных материалов с



использованием новых химических волокон и нитей (полипропиленовых, модифицированных вискозных, вискозных и ПЭ многофиламентных нитей) отечественного и зарубежного производства с учетом направлений моды», срок выполнения работы 2003 г. - 2007 г., №ГР20031285;

– ОНТП «Новые технологии и оборудование для легкой промышленности», утвержденной приказом КНТ при СМ РБ от 25.03.2005 г. №45, по заданию №104 «Разработать и освоить технологии производства современного ассортимента пряж и изделий с использованием перспективных видов химического и натурального сырья», срок выполнения 2005 г.-2009 г., №ГР 20051480;

– ОНТП «Текстильные и трикотажные технологии», утвержденной приказом ГКНТ от 27.03.2007 г. №49, по заданию №66 «Разработать и освоить технологии производства и ассортимент пряж, текстильных и трикотажных материалов с использованием нового поколения химических волокон», срок выполнения работы 2007 г. - 2011 г., №ГР 20071140;

– отдельным инновационным проектом №41 «Освоить и внедрить в производство технологии получения пряж, текстильных и трикотажных материалов с использованием нового поколения синтетических волокон», утвержденным решением Совета экспертов по научно-технической политике концерна «Беллегпром» от 11.12.2008 г. №3, срок выполнения работы 1 кв. 2009г.-4 кв. 2009г.;

– ОНТП «Новые технологии легкой промышленности», утвержденной приказом ГКНТ от 14.04.2010 г. № 134, по заданию №30 «Создать технологии производства и ассортимент текстильных и трикотажных материалов с новыми функциональными свойствами (терморегулируемыми, биоактивными, эстетическими и др.), в т.ч. с использованием плазмохимических и нанотехнологий», срок выполнения работы 2010 г. - 2014 г., №ГР 20100991.

#### **Цель и задачи исследования**

Цель диссертационной работы – расширение ассортимента текстильных материалов из смеси хлопка и полипропиленовых волокон и повышение эффективности технологических процессов их производства.

Для достижения указанной цели были поставлены и поэтапно решены следующие задачи:

– анализ современного мирового рынка ПП волокон, их достоинств и недостатков, существующих технологий их переработки в пряжу, ассортимента и способов получения трикотажных материалов с содержанием ПП волокон;

– разработка технологического процесса производства трикотажной пряжи с содержанием ПП волокон, обоснование выбора состава сортировки и определение рациональных параметров работы оборудования;

– разработка методов оценки и прогнозирования свойств и параметров структуры пряжи с вложением ПП волокон, влияющих на стабильность ее последующей переработки, на свойства и внешний вид трикотажных изделий;

– апробация разработанного ассортимента хлопкополипропиленовой пряжи в трикотажном производстве при вязании полотен и изделий на кругловязальных и плоскофанговых машинах, на чулочно-носочных автоматах различными переплетениями, определение рациональных параметров процессов производства трикотажа из пряжи с различным вложением ГП волокон;

– оценка влияния свойств пряжи и процентного содержания в ней ГП волокон на структуру и свойства трикотажных материалов, на стабильность и точность технологических процессов их вязания и отделки;

– разработка ассортимента трикотажных изделий из пряжи с содержанием ГП волокон, исследование влияния свойств ГП волокон в составе пряжи на физико-механические, гигиенические и эксплуатационные характеристики полотен и изделий, оценка их соответствия требованиям ТНПА;

– внедрение в производство технологических процессов получения пряжи и трикотажных изделий с содержанием ГП волокон, оценка экономической эффективности и целесообразности освоения выпуска хлопкополипропиленовой пряжи и трикотажной продукции с ее применением.

*Объектом исследований* являются пряжа и трикотажные материалы с содержанием полипропиленовых волокон.

*Предмет исследований* – технологические процессы получения смешанной пряжи с содержанием полипропиленовых волокон и ее переработки в ассортимент полотен, чулочно-носочных и верхних трикотажных изделий.

#### **Положения, выносимые на защиту**

Методика прогнозирования физико-механических свойств смешанной пряжи и реализующая ее компьютерная программа, впервые обеспечивающая возможность комплексного прогнозирования свойств пряжи из нетрадиционных смесей волокон с высокой точностью расчетов для разработки и оценки совершенства технологических процессов.

Методика статистической оценки неопределенности измерения фактических разрывных характеристик пряжи, позволяющая на основе результатов измерений получить доверительные интервалы значений в соответствии с международными требованиями, применимые для межлабораторных сличений и в качестве обоснованных норм при разработке ТНПА на новую пряжу.

Результаты теоретико-экспериментальных исследований миграции волокон в радиальном направлении поперечных сечений хлопкополипропиленовой пряжи, обеспечивающие практическую возможность проектирования ее состава и физико-механических свойств, а также потребительских характеристик и внешнего вида конечной продукции.

Зависимости для расчета изгибной жесткости пряжи с учетом влияния крутки, линейной плотности пряжи и массовой доли в ней ГП волокон, обеспе-

чивающие рациональное проектирование состава пряжи, характеристик структуры трикотажа и параметров процесса вязания.

Экономически целесообразные технологические процессы производства трикотажной пряжи из смеси хлопковых и ПП волокон кольцевым способом прядения, трикотажного полотна и чулочно-носочных изделий из смешанной пряжи, а также режимы работы оборудования, обеспечивающие выпуск новых видов изделий требуемого качества.

Новый ассортимент трикотажной пряжи 18,5 текс, 20 текс, 72 текс х2 с содержанием хлопка и 20–30% ПП волокон, позволяющий освоить на белорусских предприятиях промышленный выпуск новой трикотажной продукции с высокими физико-гигиеническими и потребительскими свойствами.

**Личный вклад соискателя.** Соискателем лично:

- обоснован выбор сырьевой композиции и технологического оборудования для получения трикотажной пряжи с вложением ПП волокон по кардной системе прядения хлопка, разработан технологический процесс производства трикотажной хлопкополипропиленовой пряжи 18,5 текс, 20 текс, 72 текс х2 с содержанием 20–30% ПП волокон кольцевым способом прядения;

- проведены исследования процессов смешивания компонентов хлопкополипропиленовой пряжи, вытягивания ленты и формирования пряжи на кольцевой прядильной машине, анализ результатов которых позволил определить рациональные режимы работы оборудования для получения пряжи с высокими качественными показателями;

- получены расчетные формулы, использованные при разработке методики прогнозирования физико-механических свойств смешанной пряжи;

- разработана методика практического оценивания стандартной и расширенной неопределенности измерений разрывных характеристик пряжи;

- теоретически установлена и экспериментально доказана внешняя миграция ПП волокон в поперечных сечениях смешанной пряжи, установлены ее причины, что позволяет учитывать данное явление при проектировании свойств, структуры и внешнего вида пряжи и изделий из нее;

- сформирован ассортимент полотен, чулочно-носочных и верхних трикотажных изделий из хлопкополипропиленовой пряжи, определено влияние свойств ПП волокон на структуру трикотажа, стабильность технологических процессов вязания и отделки, а также на физико-механические, гигиенические и эксплуатационные характеристики вырабатываемых полотен и изделий, подтверждено соответствие свойств новой продукции требованиям ТНПА;

- разработаны и внедрены в производство технологические процессы вязания и отделки двуластичного полотна и носков из хлопкополипропиленовой пряжи, осуществлена оценка экономической эффективности освоения выпуска хлопкополипропиленовой пряжи и трикотажной продукции с ее применением.

## **Апробация результатов диссертации**

Основные результаты работы представлены и получили положительную оценку: на XLI - XLIV научно-технических конференциях преподавателей и студентов УО «ВГТУ» (Витебск, 2008 г., 2009г., 2011г.); на всероссийских научно-технических конференциях «Современные технологии и оборудование текстильной промышленности» «ТЕКСТИЛЬ» (Москва, 2008г., 2010г.); на международных научно-практических конференциях «Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности» «ПРОГРЕСС» (Иваново, 2008г.); на международной научной конференции «Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности» (Витебск, 2009г., 2011г.); на Республиканской научно-технической конференции молодых ученых «Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования» (Гомель, 2010г.); на XXIV международной выставке-ярмарке «БелТЕКСлегпром. Весна» (Минск, 2009г.); на Выставке инновационных разработок и инвестиционных проектов в рамках Белорусской инновационной недели (Минск, 2011г.); на XXIX международной выставке-ярмарке «БелТЕКСлегпром» (Минск, октябрь 2011г.); на заседаниях кафедры ПНХВ УО «ВГТУ», 2008-2011 г.г.

Апробация и внедрение разработанных технологических процессов получения смешанной трикотажной пряжи с вложением ПП волокон и ее переработки в полотна, чулочно-носочные и верхние трикотажные изделия осуществлены в прядильном производстве ОАО «Гронитекс» и в трикотажном производстве ОАО «8 Марта», ОАО «Бобруйсктрикотаж» и ОАО «Алеся».

## **Опубликованность результатов диссертации**

По материалам диссертации опубликовано 14 печатных работ общим объемом 2,7 авторского листа. В том числе 4 тезиса докладов и 10 статей объемом 2,5 авторского листа, из них 4 статьи объемом 1,7 авторского листа – в научных изданиях, включенных в перечень, утвержденный ВАК РБ. Получено решение НЦИС от 26.03.12 г. о выдаче патента на изобретение: Пряжа, преимущественно, для трикотажных изделий и способ ее получения: заявка № а 20101903, МПК D 02G 3/04, 02G 3/26 / Т.В. Силич, Л.К. Плавская, В.И. Карпович; заявитель РУП «ЦНИлегпром». – заявл. 28.12.10 г.

## **Структура и объем диссертации**

Работа содержит введение, общую характеристику работы, пять глав, заключение, библиографический список и приложения. Общий объем работы составляет 272 страницы, в том числе 100 страниц текста. Объем, занимаемый 29 рисунками, 50 таблицами и 9 приложениями, составляет 165 страниц. В работе использованы 82 библиографических источника, список которых изложен на 7 страницах.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснованы актуальность и новизна работы, ее соответствие мировым тенденциям развития сырьевой базы для производства текстильной продукции, определены цель и возможные направления научных исследований, показана их практическая значимость для отечественной промышленности.

В первой главе представлен аналитический обзор публикаций по теме диссертации, результаты изучения мирового рынка текстильного химического сырья, ассортимента ткацкой и трикотажной пряжи на его основе, а также пользующихся спросом готовых изделий. Установлено, что разработка новых технологических процессов получения пряжи с вложением ПП волокон соответствует мировым тенденциям развития ассортимента текстильной продукции.

В этой главе рассмотрены также существующие за рубежом способы получения пряжи хлопкового и шерстяного типов с вложением ПП волокон. Изучена номенклатура выпускаемой продукции, ее сырьевые составы и конструктивные особенности, описаны их достоинства и недостатки. Установлено, что использование ПП волокон для производства пряжи и изделий требует тщательной проработки технологий их получения с учетом свойств волокон.

Вторая глава посвящена вопросам разработки технологического процесса производства смешанной трикотажной пряжи с вложением ПП волокон.

Совместно с Плавской Л.К. [5, 11, 12] разработан технологический процесс получения хлопкополипропиленовой пряжи 20 текс с вложением 20% ПП волокон, схема которого приведена на рисунке 1.

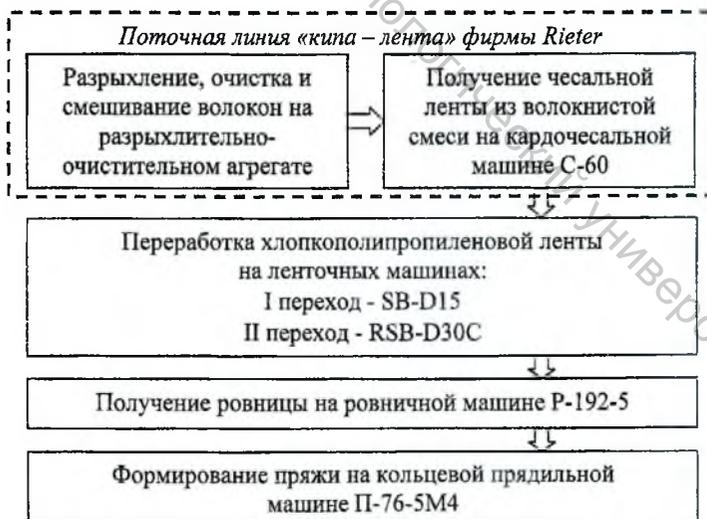
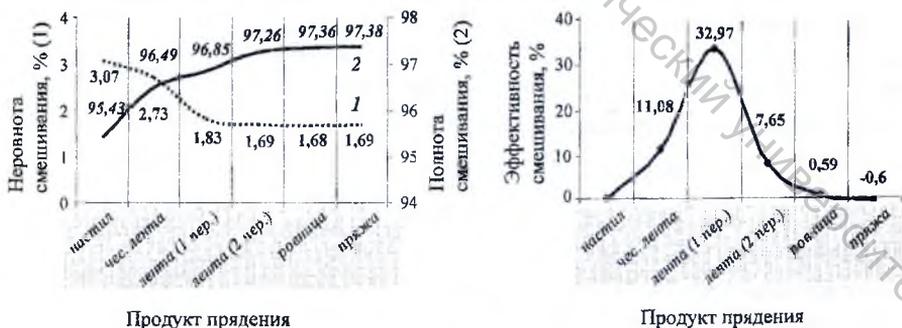


Рисунок 1 – Схема технологического процесса получения пряжи

В качестве исходного сырья использованы ПП волокна «Trevon» (Чехия) и средневолокнистые сорта хлопка. Рациональные параметры технологического процесса получения хлопкополипропиленовой пряжи определялись по результатам ряда исследований.

Проведены экспериментальные исследования процесса вытягивания хлопкополипропиленовой ленты с целью определения оптимального режима работы вытяжного прибора ленточной машины RSB-D30C. При различных значениях развонок в зонах вытягивания осуществлена наработка 5 вариантов ленты и ровницы из них. Разводка в предварительной зоне вытягивания варьировалась в диапазоне от 47 до 53 мм, в основной зоне – от 39 до 45 мм. В качестве критериев оценки эффективности исследуемого процесса принимались значения неровноты по линейной плотности полуфабрикатов, создаваемой при вытягивании, и дополнительной неровноты, возникновение которой связано с незакономерным движением неоднородных волокон в зонах вытягивания. Наилучшие показатели качества ленты и ровницы достигаются при разводке в предварительной зоне, равной 50 мм, и разводке в основной зоне вытягивания, равной 42 мм. Такой режим работы вытяжного прибора машины RSB-D30C рекомендован для переработки хлопкополипропиленовой ленты с 20–30% ПП волокон.

Проведены исследования по оценке эффективности смешивания хлопка и ПП волокон с применением метода количественного химического анализа смеси волокон по ГОСТ ИСО 1833. При обработке экспериментальных данных рассчитаны градиенты полноты и неровноты смешивания волокон. Результаты исследования, представленные на рисунке 2, показали, что разработанные параметры заправки оборудования по переходам обеспечили высокую эффективность смешивания волокон и получение пряжи требуемого состава [14].



**Рисунок 2 – Оценка эффективности процесса смешивания компонентов пряжи по переходам ее производства**

Проведен двухфакторный эксперимент с целью оптимизации процесса формирования хлопкополипропиленовой пряжи 20 текс с содержанием 20%

ПП волокон на кольцевой прядильной машине П-76-5М4 [7]. Входными факторами эксперимента были выбраны следующие параметры работы машины:

- $X_1$  - вытяжка в зоне предварительного вытягивания (2,1 – 2,6);
- $X_2$  - крутка пряжи (668 – 774 кр./м).

В качестве выходных параметров были определены качественные показатели пряжи. В результате статистической обработки экспериментальных данных с использованием программы Statistica for Windows были получены следующие регрессионные модели второго порядка:

- для относительной разрывной нагрузки, сН/текс

$$PO = 11,751 + 0,333X_2 + 0,774X_1^2, \quad (1)$$

- для относительного разрывного удлинения, %

$$E = 4,856 - 0,082X_1 + 0,207X_2 + 0,161X_1^2, \quad (2)$$

- для неровноты по линейной плотности пряжи на коротких отрезках, %

$$CVT = 19,503 + 0,655X_1 - 0,528X_1^2, \quad (3)$$

- для ворсистости пряжи

$$H = 6,509 - 0,327X_1 - 0,312X_2 + 0,393X_1X_2. \quad (4)$$

Определение области допустимых значений входных факторов осуществлялось с учетом следующих ограничений:

$$PO \geq 12,5 \text{ сН/текс}; \quad CVT \leq 18,6\%. \quad (5)$$

Выбор указанных ограничений основан на требованиях бюллетеня Uster Statistics 2007 к аналогичной хлопчатобумажной пряже, откорректированных с учетом особенностей структуры и свойств хлопкополипропиленовой пряжи. Установлено, что эти условия выполняются при вытяжке в зоне предварительного вытягивания ( $X_1$ ) от 2,1 до 2,14 и крутке пряжи ( $X_2$ ) от 713 до 774 кр./м. Оптимальное сочетание входных факторов найдено с использованием специально разработанной программы в системе Maple при следующих условиях:

$$PO \rightarrow \max; \quad CVT \leq 18,6\%; \quad E \geq 5,1\%; \quad H \leq 6,7. \quad (6)$$

Установлено, что этим условиям удовлетворяют частная вытяжка в зоне предварительного вытягивания 2,1 и крутка пряжи 774 кр./м. Оптимизированные параметры работы прядильной машины позволили получить пряжу 20 текс с высокой прочностью при пониженной крутке. Результаты исследований учтены при разработке технологии получения пряжи 18,5 текс и 72 текс x2 с содержанием 20–30% ПП волокон.

Третья глава посвящена теоретическим и экспериментальным исследованиям свойств и структуры хлопкополипропиленовой пряжи, разработке методик их оценки и прогнозирования.

Совместно с профессором Рыклиным Д.Б. и магистрантом Соколовым С.В. разработана методика прогнозирования физико-механических свойств смешанной пряжи на основе имитационной модели процесса ее растяжения. Достоинством методики является возможность ориентировочных расчетов комплекса качественных показателей пряжи, получаемой из нетрадиционных смесей волокон [3, 10]. Алгоритм имитационной модели включает следующие этапы:

- определение параметров каждого из моделируемых участков образца пряжи (количества волокон каждого из компонентов в сечении участка, их свойств, ворсистости, жесткости на кручение, крутки и укрутки участка пряжи);
- моделирование процесса растяжения образца пряжи;
- определение разрывной нагрузки пряжи и ее удлинения с учетом удлинения всех рассматриваемых участков образца пряжи.

Математическая модель имеет ряд особенностей. При определении количества волокон учитывается асимметрия распределения масс отрезков пряжи и ее внутренняя неровнота на отрезках разрывной длины (50 см), рассчитываемая по формуле:

$$C_{BH} = \sqrt{C_V^2(1\text{см}) - C_V^2(50\text{см})}, \quad (7)$$

где  $C_V(1)$  и  $C_V(50)$  - квадратическая неровнота по линейной плотности пряжи на участке длиной 1 см и 50 см, %, для  $C_V(50)$  получена формула:

$$C_V(50\text{см}) = C_V(1\text{см}) \cdot \left( \frac{\bar{l}}{50 - 500/\bar{l}} \right)^\alpha, \quad (8)$$

где  $\bar{l}$  - средняя длина волокна, мм;  $\alpha$  - показатель степени, рассчитываемый по формуле:

$$\alpha = \frac{\ln \left( \frac{\bar{l}}{1000 - 10000/\bar{l}} \right)}{\ln(C_V(1\text{м})/C_V(1\text{см}))}. \quad (9)$$

Кроме того, при определении длины скольжения волокна и удлинения участка пряжи учитывается коэффициент укрутки  $K_{yp}$  участка в момент разрыва каждого волокна, который связан с разрывным удлинением  $\varepsilon_P$ :

$$\text{при условии } K_{yp} > 1: \quad \bar{\varepsilon}_P = \frac{2K_{yp}^3}{3tg^2\theta K_y^2} \left[ \left( K_{yp}^2 + \frac{tg^2\theta K_y^2}{K_{yp}^2} \right)^{3/2} - 1 \right] - 1, \quad (10)$$

$$\text{при условии } K_{yp} < 1: \quad \bar{\varepsilon}_P = \frac{2K_{yp}^3}{3tg^2\theta K_y^2} \left[ \left( 1 + \frac{tg^2\theta K_y^2}{K_{yp}^2} \right)^{3/2} - \frac{1}{K_{yp}} \right] - 1 + \frac{1 - K_{yp}^2}{tg^2\theta K_y^2}, \quad (11)$$

где  $\theta$  - угол наклона волокна на поверхности пряжи к ее оси, рад;  $K_y$  - коэффициент укрутки пряжи при ее формировании.

Относительное удлинение каждого рассматриваемого ( $i$ -того) участка пряжи в % рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_i = \left( \frac{K_{\text{вп}}}{K_v} - 1 \right) \cdot 100 \quad (12)$$

Среднее арифметическое значение относительных удлинений моделируемых участков принимается как относительное разрывное удлинение пряжи.

Новая методика впервые учитывает влияние на свойства пряжи неравномерности распределения разнородных волокон по ее длине, неодновременности разрыва волокон с разным разрывным удлинением, перераспределения крутки между сечениями пряжи, характеризующимися различной жесткостью. Для повышения точности расчетов в модели используются неучитываемые ранее характеристики: плотность волокон, коэффициент трения между волокнами и показатель ворсистости пряжи, определяемый на приборе Uster Tester, и др.

Разработана реализующая методику компьютерная программа. При апробации методики установлено, что отклонение результатов расчета от фактических значений разрывной нагрузки пряжи с вложением ПП волокон не превышает 5%, что существенно ниже погрешности расчетов по традиционным методикам. При расчете коэффициента вариации по разрывной нагрузке хлопкополипропиленовой пряжи погрешность составила не более 12,5%, а трехкомпонентной пряжи с вложением ПП волокон – не более 15%, что является приемлемым для данного показателя.

Разработана методика оценки стандартной и расширенной неопределенности измерений фактических значений разрывных характеристик пряжи и программа для их расчета с использованием ПЭВМ [6]. Выявлены и проанализированы источники возникновения неопределенности. Получены математические модели измерений:

для разрывной нагрузки, Н:

$$F = F_{\text{ind}} + \Delta F_{\phi} + \Delta F_{\kappa}, \quad (13)$$

для разрывного удлинения, %:

$$L = \frac{\Delta L_{\text{ind}} + \Delta L_{\phi} + \Delta L_{\kappa}}{L_0} \cdot 100, \quad (14)$$

где  $F_{\text{ind}}$  ( $\Delta L_{\text{ind}}$ ) – среднее значение из всех измеренных;  $\Delta F_{\phi}$  ( $\Delta L_{\phi}$ ) – поправка на погрешность фиксирования показаний оператором;  $\Delta F_{\kappa}$  ( $\Delta L_{\kappa}$ ) – поправка на погрешность показаний прибора. Расчет суммарной стандартной неопределенности измерения разрывной нагрузки ( $F$ ) в Н и разрывного удлинения ( $L$ ) в % осуществляется по формулам:

$$u_c(F) = \sqrt{\sum_{i=1}^N u_i^2(F)}, \quad (15)$$

$$u_c(L) = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N u_i^2(\Delta L)}}{L_0} \cdot 100, \quad (16)$$

где  $u_i(F, \Delta L)$  – вклад в суммарную стандартную неопределенность каждой влияющей величины, входящей в математические модели (13) и (14). Расширенную неопределенность  $U(F, L)$  получают путем произведения стандартной неопределенности  $u_c(F, L)$  и коэффициента охвата  $k=2$  для уровня доверия 95%:

$$U(F, L) = k \cdot u_c(F, L) = 2 \cdot u_c(F, L). \quad (17)$$

Полный результат измерений представляется в формате  $F \pm U(F)$  и  $L \pm U(L)$  и означает, что любое из значений в полученном доверительном интервале может быть с достаточным основанием приписано измеряемой величине. Методика позволяет на основе результатов измерений на машине РМ-3-1, установленной в большинстве отечественных лабораторий, получить значения разрывных характеристик пряжи с достаточной точностью и надежностью, тем самым обоснованно утвердить в ТУ нормированное значение прочности пряжи, проводить межлабораторные сличения с доверием к результатам измерения и представлять данные о свойствах пряжи в соответствии с международными требованиями. Возможность практического применения методики подтверждена при оценивании результатов измерений разрывной нагрузки хлопкополипропиленовой пряжи в 3 различных лабораториях. При сравнении полученных доверительных интервалов установлено, что, невзирая на различие усредненных значений, результаты измерений могут быть признаны достоверными, поскольку их оцененные значения имеют общую область пересечения –  $2,690 \pm 2,703$  Н (рисунок 3). Методика применяется в ОАО «Тронитекс» и в аккредитованной ИЛ-МЭСО РУП «ЦНИЛегпром».



Рисунок 3 – Доверительные интервалы, полученные для разрывной нагрузки хлопкополипропиленовой пряжи

Проведены теоретико-экспериментальные исследования структуры хлопкополипропиленовой пряжи кольцевого способа формирования. Теоретические расчеты выполнялись по методике, в основу которой положено допущение: миграция способствует выравниванию распределения усилий, растягивающих

волокон, по сечению пряжи. Результаты расчетов, представленные в таблице 1, позволили сделать вывод, что из-за различий в свойствах волокон компонентов пряжи доля ПП волокон в ее наружном слое выше, чем в ее составе, то есть наблюдается внешняя миграция ПП волокон в пряже [1, 13].

Таблица 1 – Результаты теоретического прогнозирования параметров структуры хлопкополипропиленовой пряжи

| Наименование параметра                         | Значение параметра для пряжи |        |            |        |
|------------------------------------------------|------------------------------|--------|------------|--------|
|                                                | 20 текс                      |        | 18,5 текс  |        |
|                                                | ПП волокно                   | хлопок | ПП волокно | хлопок |
| Массовая доля в пряже, %                       | 20                           | 80     | 30         | 70     |
| Доля в площади сечения пряжи, %                | 29,7                         | 70,3   | 42,0       | 58,0   |
| Массовая доля во внешнем слое сечения пряжи, % | 24,5                         | 75,5   | 35,7       | 64,3   |
| Доля в площади внешнего слоя сечения пряжи, %  | 35,3                         | 64,7   | 48,4       | 51,6   |
| Доля в площади поверхности пряжи, %            | 28,8                         | 71,2   | 40,9       | 59,1   |

Для проверки факта внешней миграции ПП волокон проведены экспериментальные исследования структуры хлопкополипропиленовой пряжи методом Н.И. Ратиани. Метод основан на получении изображений поперечных срезов пряжи под микроскопом и подсчете числа волокон каждого компонента во внешнем и внутреннем слое. При этом внутренний слой пряжи (I) ограничен радиусом нейтрального слоя  $r_H$ , а внешний слой (II) – радиусом пряжи  $r_P$  (рисунок 4). Установлено, что для ПП волокон выполняется условие внешней миграции:

$$\frac{Q_A}{Q_0} = \frac{1605}{5524} = 0,291 < \frac{Q_{AII}}{Q_{II}} = \frac{927}{2288} = 0,405, \quad (18)$$

где  $Q_A$  – число ПП волокон в сечении пряжи;  $Q_0$  – общее число волокон обоих компонентов в сечении пряжи;  $Q_{AII}$  – число ПП волокон во внешнем слое;  $Q_{II}$  – число волокон обоих компонентов во внешнем слое. Выполнение условия (18) подтверждает теоретически установленный факт внешней миграции ПП волокон.

Выявленное преобладание ПП волокон во внешнем слое пряжи необходимо учитывать при проектировании свойств, структуры и внешнего вида пряжи и трикотажных изделий.

**Четвертая глава** посвящена разработке технологических процессов получения трикотажных полотен и изделий из пряжи с содержанием ПП волокон,

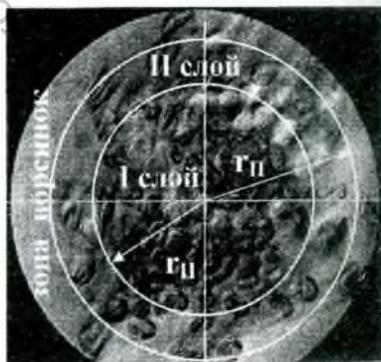


Рисунок 4 – Схема разделения поперечного сечения пряжи на внутренний и внешний слой

исследованию особенностей ее переработки на кругловязальном оборудовании 15-24 классов, на чулочно-носочных и плосковязальных автоматах.

Разработан и оптимизирован технологический процесс вязания и отделки двуластичного полотна на кругловязальной машине Metin-Nov 20 класса из хлопкополипропиленовой пряжи 20 текс [2, 8]. Исследовано влияние свойств пряжи на точность и стабильность процесса ее переработки. Установлено, что без детального подбора характеристик структуры полотна и режима работы вязальной машины процесс вязания даже при высокой прочности и ровноте пряжи сопровождается обрывностью, спусками и разрушениями петель, а полотно имеет жесткий гриф с разноразмерными петлями. Внешняя миграция в пряже ПП волокон с высоким коэффициентом трения влияет на фрикционные свойства пряжи и способствует возрастанию сил трения при ее внешнем контактном взаимодействии с нитепроводящими и петлеобразующими органами, что влечет за собой прирост натяжения. Так при входном натяжении 4,0 сН расчетная величина натяжения в системе составляет 121,28 сН для ПП пряжи и 55,96 сН для аналогичной хлопчатобумажной пряжи. Увеличение сил трения и прирост натяжения являются также следствием повышения изгибной жесткости пряжи. Получена зависимость для расчета в  $\text{мН}\cdot\text{мм}^2$  жесткости на изгиб [4] пряжи, состоящей из  $n$  компонентов с массовой долей  $\beta_i$ :

$$H_{\text{см}} = 12,57 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{T_k^3 \cdot \sum_{i=1}^n \beta_i E_i}{\sum_{i=1}^n \beta_i T_{ei} \cdot \left( \sum_{i=1}^n \beta_i \gamma_i \right)^2}, \quad (19)$$

где  $T_k$  – кондиционная линейная плотность пряжи, текс;  $T_{ei}$  – линейная плотность волокон, текс;  $\gamma_i$  – плотность волокон,  $\text{г}/\text{см}^3$ ;  $E_i$  – начальный модуль продольной упругости волокон,  $\text{мН}/\text{мм}^2$ .

Посредством расчетов выявлено повышение изгибной жесткости пряжи с увеличением ее линейной плотности или массовой доли в ней ПП волокон (рисунок 5), а также увеличение ее объемности. В результате экспериментального исследования определена оптимальная величина входного натяжения 3,0 сН и установлена необходимость увеличения ДНП на 6,5%.

При этих условиях изменяется форма петель, устраняется их разноразмерность (рисунок 6), стабилизируется процесс вязания и умягчается гриф полотна.

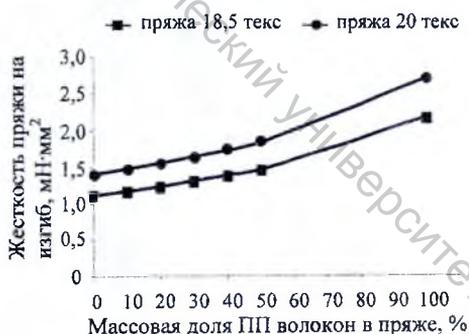
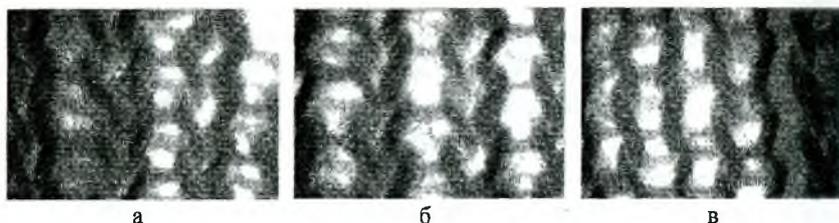


Рисунок 5 – Влияние ПП волокон на жесткость пряжи на изгиб



а

б

в

а – 3,71 мм; б – 3,86 мм; в – 3,95 мм

Рисунок 6 – Внешний вид петель полотна при различных величинах ДПП

При разработке параметров отделки полотна с учетом свойств ПП волокон выявлен допустимый температурный режим термической обработки – 118÷130°C. На основе результатов исследований значительно расширен ассортимент полотен для пошива бельевых и верхних изделий. Установлено, что двуластичные полотна с содержанием ПП волокон обладают высокой устойчивостью к механическим воздействиям и износу, формоустойчивы и имеют улучшенные теплозащитные и влагопроводящие свойства (рисунок 7) [9].

- полотно из х/б пряжи 20 текс      ▨ полотно из пряжи 19 текс 100% ПП волокон
- полотно из пряжи 20 текс состава: хлопок – 80%, ПП волокна – 20%      ▩ полотно из пряжи 18,5 текс состава: хлопок – 70%, ПП волокна – 30%

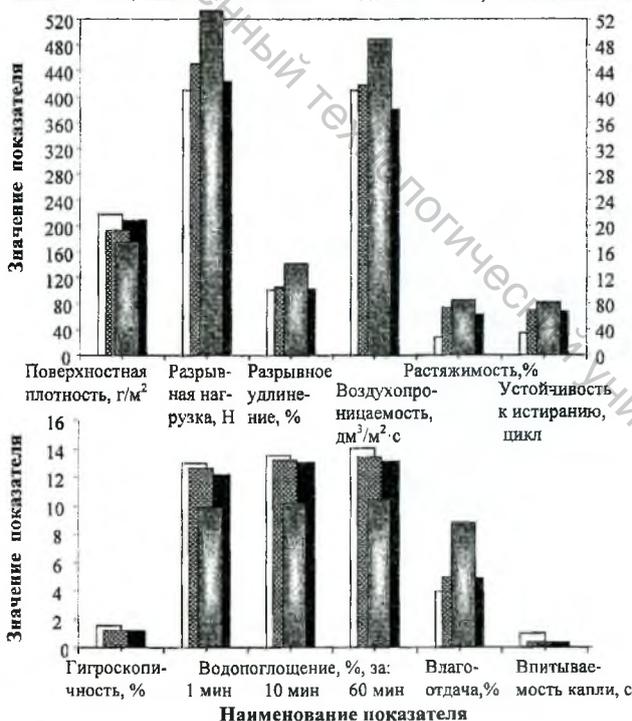


Рисунок 7 – Влияние ПП волокон в составе пряжи свойства полотен

Нормируемые свойства продукции соответствуют требованиям ТНПА.

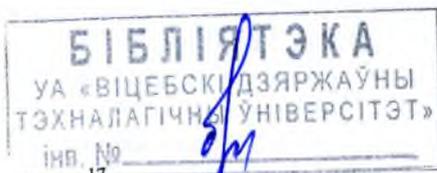
Разработан технологический процесс вязания носков на автомате DERA ES 14 класса из хлопкополипропиленовой пряжи 18,5 текс с вложением 30% ПП волокон [5]. Испытания выявили высокие показатели устойчивости изделий к стиранию и возможность их изготовления без усилительной нити на пятке и мыске, что обеспечивает снижение их материалоемкости и себестоимости.

Разработан ассортимент верхних трикотажных изделий из окрашенной и отбеленной хлопкополипропиленовой пряжи 72 текс х 2, выполненных комбинированными переплетениями на плосковязальных автоматах CMS340 TC-M фирмы Stoll [5]. Установлено, что на оборудовании низких классов особенности свойств пряжи не требуют значимого изменения ДНП, так как существует большой запас нити для беспроблемного осуществления перетяжки.

**В пятой главе** освещены результаты апробации и внедрения разработанных технологических процессов в прядильном и трикотажном производствах.

Технологический процесс получения хлопкополипропиленовой пряжи линейной плотности 18,5 текс, 20 текс и 72 текс х2 с содержанием 20-30% ПП волокон внедрен в производство ОАО «Гронитекс» и признан экономически целесообразным. Размер фактической прибыли предприятия от реализации 4,084 т хлопкополипропиленовой пряжи составил 6,029 млн. руб. Разработаны и утверждены карты технологического процесса производства пряжи и изм. №3 к техническому описанию ТО РБ 500046539.056. Рассчитанный ожидаемый годовой экономический эффект в виде увеличения прибыли предприятия за счет производства и продаж пряжи составил 50,963 млн.руб. в ценах на 01.01.2009 г.

Технологические процессы переработки хлопкополипропиленовой пряжи в ассортимент полотен, верхних трикотажных и чулочно-носочных изделий внедрены в ОАО «8 Марта», ОАО «Бобруйсктрикотаж» и ОАО «Алеся» и выпущено более 15 тыс. ед. продукции. ОАО «8 Марта» на новую модель носков утверждено ТО ВУ 400078265.316-2009 и в 2009-2010 г.г. получен фактический экономический эффект в виде увеличения прибыли на 2,416 млн.руб. от продажи 11,86 тыс. пар носков за счет снижения их себестоимости. Выполнен расчет ожидаемого годового экономического эффекта. При неизменной цене реализации носочных изделий (на 29.07.2011 г.) ОАО «8 Марта» получает возможность повышения рентабельности продукции до 30% и увеличения прибыли от продаж на 20,37 млн.руб. в расчете на 100 тыс. пар носков.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

1. При разработке технологического процесса производства трикотажной хлопкополипропиленовой пряжи по кардной системе прядения хлопка получены экспериментальные и теоретические данные, а также математические зависимости, характеризующие влияние параметров технологического процесса на качественные показатели пряжи и позволяющие определять рациональные режимы переработки неоднородных волокнистых смесей с содержанием 20–30 % ПП волокон [3, 5, 7, 11, 12, 14].
2. Разработана новая методика и реализующая ее компьютерная программа, обеспечивающие возможность комплексного прогнозирования свойств пряжи из неоднородных волокон, отличающаяся от известных методик учетом существенно большего количества факторов, возможностью применения для проектирования составов сортровок из нетрадиционных смесей волокон, а также высокой точностью расчетов, которые могут быть использованы при разработке новых технологий для обоснования выбора исходного сырья и для оценки совершенства технологических процессов [3, 10].
3. Теоретически установлена и экспериментально доказана внешняя миграция ПП волокон в поперечных сечениях смешанной пряжи, что, с одной стороны, позволило доказать выдвинутую гипотезу о причинах миграции неоднородных волокон в процессе прядения, а с другой стороны – создало возможность учета данного явления при проектировании свойств, структуры и внешнего вида пряжи и изделий из нее [1, 13].
4. В результате проведенных теоретико-экспериментальных исследований выявлены факторы, определяющие особенности переработки пряжи с вложением ПП волокон в трикотажном производстве, получены зависимости для расчета изгибной жесткости пряжи с учетом влияния ее крутки, линейной плотности, массовой доли ПП волокон, которые позволяют рационально проектировать состав пряжи, характеристики структуры трикотажа и являются теоретической основой для корректировки технологического процесса вязания [2, 4, 8].

### Рекомендации по практическому использованию результатов

1. Разработан новый технологический процесс производства трикотажной пряжи из смеси хлопковых и ПП волокон кольцевым способом по кардной системе прядения, позволяющий осуществлять на отечественных предприятиях промышленный выпуск нового ассортимента пряжи линейной плотности 18,5–72 текс с вложением 20–30% ПП волокон [5, 11, 12].
2. В процессе экспериментальных и теоретических исследований выявлены оптимальные режимы работы оборудования, обеспечивающие получение качественной хлопкополипропиленовой пряжи по кардной системе пряде-

- ния хлопка [7, 14]. Разработаны и утверждены карты технологического процесса получения пряжи и изм.№3 к ТО РБ 500046539.056.
3. Технологический процесс производства трикотажной пряжи 18,5 текс, 20 текс и 72 текс х2 из смеси хлопка и ПП волокон кольцевым способом внедрен в ОАО «Гронитекс». Фактический экономический эффект от внедрения составил 6,029 млн.руб. в ценах на 01.01.2009 г. Рассчитанный ожидаемый годовой экономический эффект в виде увеличения годовой прибыли предприятия за счет производства и продаж хлопкополипропиленовой пряжи составил 50,963 млн.руб. в ценах на 01.01.2009 г.
  4. Разработана методика и программа статистической оценки неопределенности измерения фактических разрывных характеристик пряжи, позволяющая получать достоверные интервалы значений в соответствии с международными требованиями, применимые для межлабораторных сличений и в качестве обоснованных нормированных значений для разработки ТНПА на новую пряжу [6]. Методика используется в лаборатории ОАО «Гронитекс» и в аккредитованной ИЛ-МЭСО РУП «ЦНИЛегпром».
  5. Разработан и оптимизирован технологический процесс производства дуластичного полотна с кругловязальной машины из пряжи 20 текс с содержанием 20% ПП волокон, позволяющий учесть особенности свойств хлопкополипропиленовой пряжи при изготовлении нового вида полотна для пошива бельевых и верхних изделий [2, 8].
  6. Разработан технологический процесс производства носков из пряжи 18,5 текс с вложением 30% ПП волокон, обеспечивающий выпуск изделий требуемого качества с повышенной износоустойчивостью и сниженной себестоимостью за счет экономии сырьевых ресурсов [5, 12].
  7. Разработанные технологические процессы производства и ассортимент полотен, чулочно-носочных и верхних трикотажных изделий из хлопкополипропиленовой пряжи внедрены в ОАО «8 Марта», ОАО «Бобруйсктрикотаж» и ОАО «Алеся». Выявлены высокие показатели физико-гигиенических свойств продукции, соответствующие требованиям ТНПА [9].
  8. ОАО «8 Марта» утверждены технологический режим производства и ТО ВУ 400078265.316-2009 на мужские носки арт.4с118Д40 из хлопкополипропиленовой пряжи 18,5 текс с вложением 30% ПП волокон. Предприятием получен фактический экономический эффект от внедрения технологии в виде увеличения прибыли от продаж на 2,416 млн.руб. за счет снижения себестоимости чулочно-носочных изделий. Расчет ожидаемого годового экономического эффекта от внедрения показывает, что при неизменной цене реализации изделий (на 29.07.2011 г.) предприятие получает возможность повышения рентабельности продукции до 30% и увеличения прибыли от продаж на 20,37 млн.руб. в расчете на 100 тыс. пар носков.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

### Статьи:

1. Силич, Т.В. Прогнозирование распределения волокон в поперечном сечении хлопкополипропиленовой пряжи / Т.В. Силич, Д.Б. Рыклин // Вестник Витебского государственного технологического университета; гл. ред. В.С. Башметов. – 2009. – Вып. 17. – С. 83–93.

2. Силич, Т.В. Влияние свойств хлопкополипропиленовой пряжи на параметры технологического процесса производства трикотажного полотна / Т.В. Силич // Вестник Витебского государственного технологического университета; гл. ред. В.С. Башметов. – 2010. – Вып. 18. – С. 91–96.

3. Силич, Т.В. Прогнозирование физико-механических свойств хлопкополипропиленовой пряжи / Т.В. Силич, Д.Б. Рыклин, С.В. Соколов // Вестник Витебского государственного технологического университета; гл. ред. В.С. Башметов. – 2011. – Вып. 21. – С. 92–101.

4. Силич, Т.В. Особенности переработки хлопкополипропиленовой пряжи в трикотажном производстве / Т.В. Силич // Химические волокна. – 2011. – №5 – С. 44–47.

### Материалы конференций:

5. Силич, Т.В. Технологии получения и переработки трикотажных пряд с вложением полипропиленовых волокон / Т.В. Силич, Л.К. Плавская // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс–2008) : сборник материалов МНТК. Часть 2. / Ивановская государственная текстильная академия ; редкол. : Г.И. Чистобородов [и др.]. – Иваново, ИГТА, 2008. – С. 10.

6. Силич, Т.В. Методика оценивания неопределенности в измерениях разрывных характеристик пряд / Т.В. Силич // Материалы докладов XLII НТК преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ». – Витебск, УО «ВГТУ», 2009. – С. 177–179.

7. Силич, Т.В. Оптимизация технологического процесса получения хлопкополипропиленовой пряжи кольцевым способом прядения / Т.В. Силич // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : материалы МНТК / УО «ВГТУ» ; гл. редактор В.В. Пятов. – Витебск, УО «ВГТУ», 2009. – С. 66–69.

8. Силич, Т.В. Определение оптимального режима работы кругловязальной машины при переработке хлопкополипропиленовой пряжи / Т.В. Силич // Материалы докладов XLIII НТК преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ». – Витебск, УО «ВГТУ», 2010. – С. 213–215.

9. Силич, Т.В. Исследование особенностей свойств трикотажа с содержанием полипропиленовых волокон / Т.В. Силич // Новое в технике и техноло-

гии текстильной и легкой промышленности : материалы МНК / УО «ВГТУ» ; гл. редактор В.В. Пятов. – Витебск, УО «ВГТУ», 2011. – С. 112–114.

10. Силич, Т.В. Особенности прогнозирования разрывной нагрузки хлопкополипропиленовой пряжи / Т.В. Силич, Д.Б. Рыклин, С.В. Соколов // Материалы докладов XLIV НТК преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ». – Витебск, УО «ВГТУ», 2011. – С. 248–250.

#### **Тезисы докладов:**

11. Силич, Т.В. Технологические процессы смешанной трикотажной пряжи на основе полипропиленовых волокон / Т.В. Силич // Тезисы докладов XLI НТК преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ». – Витебск, УО «ВГТУ», 2008. – С. 71.

12. Силич, Т.В. Технологии получения пряж и трикотажа на основе полипропиленовых волокон / Т.В. Силич, Л.К. Плавская // Современные технологии и оборудование текстильной промышленности (Текстиль–2008) : тезисы докладов МНТК / Москва, ГОУВПО «МГТУ им. А.Н.Косыгина» ; редкол. К.И. Кобраков [и др.]. – Москва, ГОУВПО «МГТУ им. А.Н.Косыгина», 2008. – С. 61–62.

13. Силич, Т.В. Исследование миграции волокон по сечению хлопкополипропиленовой пряжи / Т.В. Силич, Д.Б. Рыклин // Современные технологии и оборудование текстильной промышленности (Текстиль–2010) : тезисы докладов МНТК / ГОУВПО «МГТУ им. А.Н.Косыгина» ; редкол. К.И. Кобраков [и др.]. – Москва, ГОУВПО «МГТУ им. А.Н.Косыгина», 2010. – С. 25–26.

14. Силич, Т.В. Экспериментальное исследование процесса смешивания полипропиленовых волокон с хлопком при производстве трикотажной пряжи / Т.В. Силич // Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследований : тезисы докладов РНТК молодых ученых / ИММС им. В.А. Белого; редкол. Шулдыков Л.А. [и др.]. – Гомель, ИММС им. В.А. Белого, 2010. – С. 52.

## РЕЗЮМЕ

Силич Татьяна Владимировна

### Технологические процессы получения пряжи и трикотажных материалов с содержанием полипропиленовых волокон

Технология, полипропиленовое волокно, пряжа, трикотаж, свойства, структура, прогнозирование, неопределенность, миграция волокон, изгибная жесткость.

Объектом исследований являются пряжа и трикотажные материалы с содержанием полипропиленовых волокон.

Цель работы – расширение ассортимента текстильных материалов из смеси хлопка и полипропиленовых волокон и повышение эффективности технологических процессов их производства.

Разработка технологических процессов получения пряжи и трикотажа осуществлялась на основе рекомендаций, излагаемых в работах отечественных и зарубежных ученых, с учетом современных тенденций развития техники и технологии текстильного производства. При проведении исследований применялись методы имитационного моделирования, математической статистики, геометрического моделирования переплетений, стандартные методики и аппаратура для испытаний пряжи и трикотажа. Экспериментальные исследования проводились с применением теории планирования эксперимента. Обработка данных осуществлялась с использованием ПЭВМ.

В результате разработана технология получения пряжи 18,5 – 72 текс из смеси хлопка и 20-30% полипропиленовых волокон кольцевым способом по кардной системе прядения. Оптимизирован режим работы кольцевой прядильной машины, обеспечивающий получение пряжи с требуемыми свойствами. Разработана методика и компьютерная программа, позволяющая осуществлять комплексное прогнозирование свойств неоднородной пряжи с высокой точностью расчетов с учетом параметров процесса ее формирования и характеристик смешиваемых волокон. Разработана методика оценивания неопределенности измерения разрывных характеристик пряжи и программа для ее расчета. Разработана методика прогнозирования структуры смешанной пряжи с учетом миграции волокон в ее поперечных сечениях. Получены зависимости для расчета изгибной жесткости пряжи с учетом крутки, состава и линейной плотности пряжи. Разработаны технологические процессы производства кругловязаного полотна и носков из хлопкополипропиленовой пряжи, сформирован новый ассортимент полотен, чулочно-носочных и верхних трикотажных изделий.

Разработанные технологии внедрены в хлопкопрядильном производстве ОАО «Гронитекс» и в трикотажном производстве ОАО «8 Марта», ОАО «Бобруйсктрикотаж» и ОАО «Алеся».

## РЭЗЮМЭ

### Сіліч Таццяна Уладзіміраўна

**Тэхналагічныя працэсы атрымання пражы і трыкатажных матэрыялаў, у складзе каторых знаходзяцца поліпрапіленавыя валокны**

Тэхналогія, поліпрапіленавыя валокны, пражы, трыкатаж, ўласцівасці, структура, прагназаванне, нявызначанасць, міграцыя валокнаў, выгібная калянасць.

Аб'ектам даследаванняў з'яўляюцца пражы і трыкатажныя матэрыялы з утрыманнем поліпрапіленавых валокнаў.

Мэта працы - пашырэнне асартыменту тэкстыльных матэрыялаў з сумесі бавоўны і поліпрапіленавых валокнаў і павышэнне эфектыўнасці тэхналагічных працэсаў іх атрымання.

Распрацоўка тэхналагічных працэсаў атрымання пражы і трыкатажу ажыццяўлялася на аснове рэкамендацый, выкладзеных ў працах айчынных і замежных навукоўцаў, з улікам сучасных тэндэнцый развіцця тэхнікі і тэхналогіі тэкстыльнай вытворчасці. Пры правядзенні даследаванняў ўжываліся метады імітацыйнага мадэлявання, матэматычнай статыстыцы, геаметрычнага мадэлявання перапляценняў, стандартныя метадыкі і апаратура для выпрабаванняў пражы і трыкатажу. Эксперыментальныя даследаванні праводзіліся з прымяненнем тэорыі планавання эксперыменту. Апрацоўка дадзеных ажыццяўлялася з выкарыстаннем ПЭВМ.

У выніку распрацавана тэхналогія атрымання пражы 18,5-72 тэкс з сумесі бавоўны і 20-30% поліпрапіленавых валокнаў кальцавым спосабам па карднай сістэме прадзення. Аптымізаваны рэжым працы кальцавой прадзільнай машыны, які забяспечвае атрыманне пражы з патрабаванымі ўласцівасцямі. Распрацавана метадыка і кампутарная праграма, якая дазваляе ажыццяўляць комплекснае прагназаванне ўласцівасцяў неаднароднай пражы з высокай дакладнасцю разлікаў з улікам параметраў працэсу яе фарміравання і характарыстык змешваемых валокнаў. Распрацавана метадыка ацэньвання нявызначанасці вымярэння разрыўных характарыстык пражы і праграма для яе разліку. Распрацавана метадыка прагназавання структуры змешанай пражы з улікам міграцыі валокнаў у яе палярных перасеках. Атрыманы залежнасці для разліку выгібной калянасці пражы з улікам круткі, складу і лінейнай плотнасці пражы. Распрацаваны тэхналагічныя працэсы вытворчасці круглаязанага палатна і шкарпэтак з бавоўнаполіпрапіленавай пражы, сфарміраваны новы асартымент палотнаў, шкарпэтакных і верхніх вырабаў.

Распрацаваныя тэхналогіі асвоены ў бавоўнапрадзільнай вытворчасці ААТ «Гронітэкс» і ў трыкатажнай вытворчасці ААТ «8 Сакавіка», ААТ «Бабруйсктрыкатаж» і ААТ «Алеся».

## SUMMARY

Silich Tatsiana

### Technological process of production of yarn and knitting materials that contain polypropylene fibres

Technology, polypropylene fibre, yarn, knitted materials, properties, structure, prediction, uncertainty, migration of fibres, the flexural rigidity.

The object of the research is yarn and knitted materials that contain polypropylene fibres.

The purpose of the research is to extend the range of textile materials that are made from a mixture of cotton and polypropylene fibres and improve the efficiency of technological process of their production.

The development of technological process of production of yarn and knitted materials was carried out based on recommendations from the works of local and foreign scientists and also on the current trends in technique and technology in textile production. The methods of simulation, mathematical statistics, interlacing geometric modeling method, the standard methods and machines for testing yarn and knitwear were used for conducting the research. Experimental studies were carried out using the theory of experimental design. Data processing was carried out using a PC.

As a result, there was a technology developed for producing yarn of 18,5-72 tex, which is a mixture of cotton and 20-30% polypropylene fibre that is made by the ring-spun method for carded spinning system. The mode of the ring spinning machine was optimised to provide the receiving of yarn with the desired properties. The technique and computer software were developed that enable the prediction of the properties of inhomogeneous mixed yarns. They take into account the parameters of the process of their formation and characteristics of mixed fibres. The technique for the measurement of uncertainty of tenacity and elongation of yarn and a program to calculate it was created. The technique for predicting the structure of a mixed yarn was developed that takes into account the migration of fibres in its cross-sections. The theoretical dependences for calculating the flexural rigidity of yarn based on its twist, composition and yarn fineness were obtained. The technological process for manufacturing the knitted materials and socks from a mixed cotton and polypropylene yarn was created. A new range of knitted materials, outer clothing and socks was developed.

The new technologies are embedded in the cotton production of JSC "Groniteks" and in the knitting production of JSC "8 Marta", JSC "Bobruysktrikotazh" and JSC "Alesya".

