

677.07
741

ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УДК 677.072:677.08:677.02.001,5



ТИМОНОВА ЕЛЕНА ТИМОФЕЕВНА

**РАЗРАБОТАТЬ И ИССЛЕДОВАТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС
ПОЛУЧЕНИЯ ПРЯЖИ ИЗ ОТХОДОВ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Специальность 05.19.03 -
Технология текстильных материалов

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Витебск, 1998

ом технологическом

На

тор технических наук,
фессор КОГАН А.Г.

На

тор технических наук,
фессор КОВЧУР С.Г.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук,
профессор НИКОЛАЕВ С.Д.;
кандидат технических наук,
доцент ИВАНОВА Т.П.

Оппонирующая организация:

Коллективное предприятие
"Витебский комбинат шелковых
тканей".

Защита состоится 10.12.1998 г. в 10-00 часов на заседании Совета по защите диссертаций К 02.11.01 в Витебском государственном технологическом университете по адресу:

210028, г. Витебск, Московский проспект, 72

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Витебского государственного технологического университета.

Автореферат разослан " ____ " ноября 1998 г.

Газарновская

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ. Интенсивное развитие всех отраслей народного хозяйства вызывает необходимость разработки ресурсосберегающих технологий. В первую очередь эта проблема должна быть решена в наиболее материалоемких отраслях, к которым относится текстильная промышленность. В условиях существующего кризиса сырья рациональное использование вторичных материальных ресурсов, внедрение безотходных технологий является актуальной задачей для данной отрасли.

Наиболее эффективным путем решения этой проблемы является повторное использование текстильных отходов и регенерированных из них волокон в производстве пряжи. Разработка технологии получения пряжи, содержащей восстановленные волокна, позволит вернуть ценное сырье в начальный цикл его переработки, сэкономить первичное сырье, а также исключить негативное влияние отходов на окружающую среду.

При этом важным моментом является возможность применения для переработки вторичных волокон с достаточно низкими качественными показателями современного высокоэффективного прядильного оборудования, в частности, пневмомеханических и аэродинамических прядильных машин.

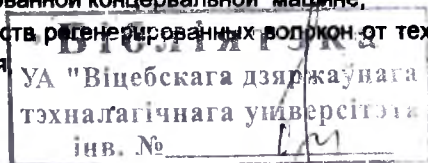
СВЯЗЬ РАБОТЫ С КРУПНЫМИ НАУЧНЫМИ ПРОГРАММАМИ, ТЕМАМИ.

Настоящая диссертационная работа выполнена по договору на создание научно-технической продукции № 2041/2.24: "Разработать и внедрить технологический процесс получения пряжи из отходов производства и вторичных материальных ресурсов пневматическим способом формирования" по заданию научно-технической программы "Ресурсосбережение", утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17 января 1997 года №7.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ состояли в разработке технологического процесса производства пряжи из текстильных отходов и восстановленных волокон современными способами прядения.

В соответствии с указанной целью были поставлены следующие задачи:

- разработать и исследовать технологический процесс получения регенерированных волокон из концов пряжи и отходов швейных и трикотажных производств;
- теоретически определить основные технологические параметры в зоне первичного разволокнения в зависимости от структуры перерабатываемого сырья и геометрических характеристик указанной зоны;
- получить математические модели и определить оптимальные технологические параметры процесса разволокнения концов пряжи и трикотажного полшерстяного лоскута на комбинированной концервальной машине;
- установить зависимость свойств регенерированных волокон от технологических параметров разволокнения.



- исследовать вид распределения по длине регенерированных волокон, полученных из трикотажного лоскута различной плотности;
- разработать принципы проектирования прядильных смесей, содержащих технологические отходы и регенерированные волокна;
- разработать метод проектирования разрывной нагрузки пряжи из восстановленных волокон аэродинамического способа прядения с учетом ее структурных особенностей;
- выбрать оптимальный технологический план получения чесальной ленты (ровницы) из отходов коврового производства и регенерированных из трикотажного лоскута волокон;
- оптимизировать процессы прядения на пневмомеханических и аэродинамических прядильных машинах при получении пряжи с повышенным содержанием текстильных отходов;
- разработать технологический режим производства пряжи из текстильных отходов пневмомеханического и аэродинамического способов формирования;
- провести сравнительный анализ свойств пряжи из отходов производства и регенерированных волокон, полученной кольцевым, пневмомеханическим и аэродинамическим способами формирования;
- разработать ассортимент изделий с использованием полученных видов пряжи.

ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ: вторичные материальные ресурсы в отраслях легкой промышленности, их рациональное использование для производства пряжи новых способов формирования.

МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ: В основу исследований положен комплексный метод, включающий анализ теоретических и практических работ, выполненных по данной тематике, сочетание теоретических и экспериментальных методов исследований технологических процессов производства пряжи и изделий из нее.

При проведении исследований использовались положения высшей математики, методы математической статистики, текстильного материаловедения, оптимизации и программирования. Решение оптимизационных задач осуществлялось методами математического планирования эксперимента с применением современных измерительных средств и вычислительной техники.

Экспериментальные исследования проводились в производственных условиях ОАО "Витебские ковры" и на специально разработанных стендах и оборудовании лаборатории кафедры ПНХВ ВГТУ.

Результаты экспериментальных исследований обрабатывались методами статистического, регрессионного анализа с широким использованием прикладных программ на ПЭВМ и лабораторного комплекса КЛА-2.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА И ЗНАЧИМОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ:

- разработаны технологические режимы получения пряжи, содержащей 25-85% технологических отходов коврового производства и регенерированных из

трикотажного полушерстяного лоскута волокон, пневмомеханическим и аэродинамическим способами прядения;

- впервые получены аналитические зависимости для определения разводки и соотношения скоростей в зоне первичного разволокнения на комбинированной концервальной машине при разволокнении полушерстяных концов пряжи и трикотажного лоскута;

- получены математические модели зависимости показателей качества регенерированных волокон: их длины и засоренности короткими волокнами и неразработанными элементами, - от технологических параметров разволокнения;

- определен вид распределения по длине и его параметры для волокон, регенерированных из трикотажного лоскута различной плотности;

- усовершенствованы принципы проектирования прядильных смесей, содержащих регенерированные волокна и технологические отходы;

- разработан метод проектирования разрывной нагрузки пряжи из текстильных отходов аэродинамического способа формирования;

- получены математические модели зависимости свойств пряжи из отходов производства от технологических параметров пневмомеханического и аэродинамического способов прядения;

- проведен сравнительный анализ свойств пряжи, содержащей 25-85% технологических отходов и восстановленных волокон, полученной кольцевым, пневмомеханическим и аэродинамическим способами прядения.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ. По результатам экспериментальных и теоретических исследований:

- усовершенствован технологический процесс получения регенерированных волокон из вторичного текстильного сырья;

- определен вид распределения по длине и его параметры для волокон, регенерированных из трикотажного лоскута различной плотности;

- предложен метод проектирования прядильных смесей, содержащих регенерированные волокна и технологические отходы;

- разработаны технологические режимы производства пряжи с повышенным содержанием восстановленных волокон современными высокоэффективными способами формирования: пневмомеханическим и аэродинамическим;

- разработан ассортимент ковровых изделий и тканей с использованием новых видов пряжи, содержащей 80-85% текстильных отходов, который внедрен на ОАО "Витебские ковры" и ПО "Виттекс".

Применение разработанной технологии на ОАО "Витебские ковры" позволило максимально использовать отходы собственного производства, а также отходы трикотажных предприятий. Использование новых видов пряжи из отходов производства в ассортименте изделий ОАО "Витебские ковры" и ПО "Виттекс" дало возможность заменить льняную и химическую пряжи в утке ковров и декоративных тканей, соответственно, и тем самым сэкономить первичное сырье.

Результаты работы внедрены в учебный процесс Витебского государственного технологического университета в курсе "Основы экологии" для студентов технологических специальностей.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.

Экономический эффект от внедрения технологии производства пряжи из текстильных отходов пневмомеханическим способом прядения составил: в производстве ковровых изделий - 1089510,4 тыс.руб. в год в ценах на 1.05.1998;

в производстве гобеленовых безворсовых ковров - 7371,22 тыс. руб.;

в производстве декоративных тканей - 9663,68 тыс.руб. на 1000 м ткани в ценах на 1.09.98.

Экономический эффект от внедрения пряжи из текстильных отходов аэродинамического способа формирования в ассортимент декоративных тканей составил 9591,8 тыс.руб. на 1000 м ткани.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ. ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ.

Автор защищает теоретические и экспериментальные результаты исследований:

- аналитические зависимости технологических параметров в зоне первичного разволокнения полушерстяных концов пряжи и трикотажного лоскута от структуры перерабатываемого сырья и геометрических характеристик указанной зоны;

- математические модели зависимости качественных показателей регенерированных волокон: длины, неровности по длине, засоренности короткими волокнами и неразработанными элементами, - от технологических параметров в зоне первичного разволокнения;

- принципы проектирования смесей, содержащих технологические отходы и регенерированные волокна;

- метод проектирования разрывной нагрузки пряжи, полученной аэродинамическим способом формирования с использованием отходов текстильного производства;

- математические модели зависимости свойств пряжи из отходов производства от технологических параметров пневмомеханического и аэродинамического способов прядения;

- сравнительный анализ свойств и возможностей применения пряжи, содержащей 25-85% технологических отходов и регенерированных волокон, полученной кольцевым, пневмомеханическим и аэродинамическим способами формирования.

ЛИЧНЫЙ ВКЛАД СОИСКАТЕЛЯ. Соискателем лично:

- определены аналитические зависимости разводки и соотношения скоростей рабочих органов в зоне первичного разволокнения вторичного текстильного сырья от его структуры и геометрических параметров указанной зоны;

- исследован вид распределения по длине и его параметры для волокон, регенерированных из трикотажного лоскута различной плотности;

- усовершенствованы принципы проектирования и спроектированы прядильные смеси, содержащие 25-85% текстильных отходов;
- предложен метод проектирования разрывной нагрузки пряжи, полученной аэродинамическим способом формирования с использованием отходов текстильного производства;
- проведены экспериментальные работы по оптимизации технологического процесса разволокнения вторичного текстильного сырья и процессов пневмомеханического и аэродинамического формирования пряжи из смесей с повышенным содержанием восстановленных волокон, а также по совершенствованию процессов приготовления полуфабрикатов из этих смесей;
- разработаны программы для ПЭВМ, обеспечивающие расчет технологических параметров по полученным теоретическим зависимостям процесса первичного разволокнения вторичного сырья, а также параметров прядильных смесей при их проектировании;
- получены ковровые изделия и ткани с использованием пряжи пневмомеханического и аэродинамического способов прядения, содержащей текстильные отходы.

АПРОБАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИИ. Основные результаты работы доложены и получили положительную оценку на:

- Всероссийских научно-технических конференциях "Современные технологии текстильной промышленности" (Москва, 1996-1998);
- Международной конференции "Новые технологии по переработке и использованию отходов" (Минск, 1998);
- Международной научно-технической конференции "Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности" (Иваново, 1998);
- Международной конференции "Современные проблемы развития текстильной и легкой промышленности" (Кутаиси, 1998);
- 3-ей научно-технической конференции "Ресурсосберегающие и экологически чистые технологии" (Гродно, 1998);
- Научно-технических конференциях преподавателей и студентов Витебского государственного технологического университета, 1996-1998 г.г.;
- Международной научно-технической конференции "Новые ресурсосберегающие технологии и улучшение экологической обстановки в легкой промышленности и машиностроении" (Витебск, 1998);
- Заседаниях кафедры "Прядение натуральных и химических волокон" ВГТУ, 1996-1998 г.г.;
- Заседании Проблемного Совета ВГТУ по специальности 05.19.03, 1998.

ОПУБЛИКОВАННОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ. По материалам диссертации опубликовано 17 печатных работ, из них статей -7, тезисов докладов -10.

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИССЕРТАЦИИ. Работа содержит введение, общую характеристику работы, пять глав, заключение, список использованной литературы и приложения. Общий объем работы составляет 270 страниц. Объем диссертации 156 страниц. Работа имеет 37 рисунков и 32 таблицы. В работе использованы 79 литературных источников, на которые сделаны ссылки, представленные на 6 страницах. В работе приведены 5 приложений, представленных на 108 страницах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, определены цель и направления исследований, описаны элементы научной новизны и практическая ценность полученных результатов.

В первой главе рассмотрены и систематизированы основные направления использования текстильных отходов. Отмечено, что повторное использование текстильных отходов и регенерированных из них волокон в производстве пряжи является наиболее эффективным и рациональным путем их применения, так как позволяет вернуть ценное сырье в начальный цикл переработки.

Проведен анализ современных технологий и оборудования для получения регенерированных волокон (РВ), который показал, что традиционные схемы подготовки вторичного текстильного сырья к разволокнению требуют усовершенствования в связи с увеличением доли синтетических волокон в прядильных смесях.

Отмечено, что известные теоретические разработки в области разволокнения текстильных отходов не дают четких рекомендаций по установлению технологических параметров в зоне первичного разволокнения.

Использование восстановленных волокон в прядильном производстве связано с рядом технологических трудностей. Сведений по проектированию смесей, содержащих технологические отходы и регенерированные волокна, мало, и они не имеют под собой теоретической базы.

Анализ технологических особенностей производства пряжи и оборудования для получения пряжи из текстильных отходов показал, что для этих целей следует использовать новые способы прядения, учитывающие структурные особенности восстановленных волокон.

Вторая глава посвящена разработке и исследованию процесса получения регенерированных волокон из полушерстяного тонкого трикотажного лоскута и концов пряжи.

Проведен теоретический анализ условий разволокнения вторичного текстильного сырья в зоне "питающая пара - приемный валик" комбинированной концервальной машины КР-11Ш, который позволил получить аналитические зависимости для определения технологических параметров в зоне первичного

разволокнения с учетом структуры перерабатываемого сырья, массы настила на питающем транспортере и геометрических параметров данной зоны.

Предложено при разволокнении полушерстяных концов пряжи для расчета разводки между нижним питающим и приемным валиками пользоваться формулой:

$$R_o = H - k h_r + \left[l_b - \frac{2\pi\varphi}{360} \left(\frac{d_n}{2} + h_r + H \right) \right] \cos \beta,$$

где H - высота слоя волокнистого материала при плотной ориентированной укладке на питающем транспортере, мм;

k - коэффициент, учитывающий степень погружения зубьев гарнитуры нижнего питающего валика в волокнистый материал;

h_r - высота зубьев гарнитуры питающего валика, мм;

l_b - максимальная длина первичных волокон, используемых в исходной смеси, мм;

φ - угол между горизонтальной осью нижнего питающего валика и линией зажима материала в питающей паре;

d_n - диаметр питающего валика без учета высоты гарнитуры, мм;

β - угол между поверхностью разволокняемого сырья и касательной, проведенной к приемному валику в точке взаимодействия с сырьем.

$$H = \frac{\pi M \left[\sum_{i=1}^m (\alpha_i d_i) \right]^2}{4E \sum_{i=1}^m (\alpha_i T_i)} \sin 60,$$

где M - масса настила на питающем транспортере, г/м²;

d_i - расчетный диаметр i -го вида перерабатываемой пряжи, мм;

α_i - доля i -го вида пряжи в перерабатываемой смеси;

E - вытяжка между питающим транспортером и питающей парой;

T_i - линейная плотность i -го вида пряжи, текс;

m - количество видов концов пряжи, используемых в перерабатываемой смеси.

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{a}{b}; \quad \operatorname{tg} \beta \approx \frac{c}{d},$$

где a , b - межосевые расстояния между нижним и верхним питающими валиками по вертикали и горизонтали, соответственно;

c, d - межосевые расстояния между нижним питающим и очищающим валиками, мм, по вертикали и горизонтали, соответственно.

Соотношение скоростей приемного и питающего валиков при разволокнении концов пряжи

$$\frac{V_{np}}{V_n} = \pi d_{np} \sum_{i=1}^m (\alpha_i K_i),$$

где V_{np} - скорость вращения приемного валика, м/мин;

V_n - скорость питающей пары, м/мин;

d_{np} - диаметр приемного валика, м;

K_i - число кручений на 1 метр i -го вида концов пряжи.

При разволокнении полшерстяного трикотажного лоскута для определения величины разводки между нижним питающим и приемным валиками предложена формула:

$$R = \frac{M \sum_{i=1}^m (\alpha_i h_i)}{\sum_{i=1}^m (\alpha_i g_i)},$$

где M - масса настига на питающем транспортере, г/м²;

g_i - поверхностная плотность i -го вида трикотажных полотен, из которых получен лоскут, г/м²;

α_i - доля i -го вида лоскута в смеси;

m - количество видов лоскута, используемых в перерабатываемой смеси.

Представленные формулы подтверждены экспериментальными исследованиями.

Проведен анализ влияния технологических параметров разволокнения на качество получаемых регенерированных волокон. Получены математические модели, устанавливающие зависимость длины восстановленных волокон, их неровноты по длине, засоренности короткими волокнами и неразработанными элементами от плотности трикотажного лоскута, массы настига на питающем транспортере разволокняющего оборудования, разводки между нижним питающим и приемным валиками и соотношения их скоростей. При разволокнении трикотажного лоскута:

длина регенерированных волокон

$$Y_1 = 21.15 + 2.45x_1 + 0.775x_2 + 1.125x_1x_3 + 1.35x_2x_3 - 2.075x_1^2,$$

коэффициент вариации по длине регенерированных волокон

$$Y_2 = 66,33 + 1,77x_3 - 1,32x_4 + 2,975x_1x_3 - 2,3x_1x_4 - 2,508x_1^2,$$

содержание коротких волокон в регенерированной массе волокон

$$Y_3 = 1,715 - 0,735x_1 + 0,331x_2x_4 + 0,304x_1^2,$$

содержание неразработанных нитей

$$Y_4 = 17,6 - 3,067x_1 + 4,492x_2 - 4,025x_1x_4,$$

содержание неразработанных клочков

$$Y_5 = 1,167 - 1,375x_1 + 0,167x_2 - 0,25x_2x_3 + 0,858x_1^2 + 0,267x_3^2 - 0,33x_4^2,$$

где X_1 - плотность трикотажного лоскута; X_2 - масса настила на питающем транспортере; X_3 - разводка между нижним питающим и приемным валиками; X_4 - соотношение скоростей приемного и питающего валиков $V_{пр}/V_{пит}$.

При разволокнении концов пряжи:

длина регенерированных волокон

$$Y_1 = 38,46 - 1,192x_2 - 2,342x_1^2,$$

коэффициент вариации по длине регенерированных волокон

$$Y_2 = 58,717 + 1,658x_2 + 1,575x_1^2 + 2,525x_2^2,$$

содержание коротких волокон в регенерированной массе волокон

$$Y_3 = 0,807 + 0,19x_1 + 0,19x_2 + 0,31x_1^2,$$

где X_1 - разводка между нижним питающим и приемным валиками; X_2 - соотношение скоростей приемного и питающего валиков $V_{пр}/V_{пит}$.

Анализ полученных зависимостей и совмещенных графиков поверхностей отклика по каждому из исследуемых показателей качества восстановленных волокон от факторов технологического процесса позволил установить оптимальные параметры разволокнения полшерстяного тонкого трикотажного лоскута и концов пряжи.

По разработанным параметрам технологического процесса первичного разволокнения были получены регенерированные волокна, которые в дальнейшем использовались в смесях для получения аппаратной пряжи.

Третья глава посвящена проектированию свойств прядильных смесей, содержащих регенерированные волокна.

Предварительное исследование показало, что регенерированные волокна представляют собой многокомпонентные смеси, основной особенностью которых является высокая неоднородность химического состава и неравномерность по длине, линейной плотности, разрывной нагрузке и удлинению, о чем свидетельствуют высокие коэффициенты вариации практически по всем указанным

свойствам. Регенерированные волокна имеют достаточный резерв по разрывной нагрузке, пониженные длину и разрывное удлинение, повышенное содержание коротких волокон и неразработанных нитей и клочков.

В результате анализа полученных данных установлено, что распределение по длине регенерированных из трикотажного лоскута волокон соответствуют гамма-распределению случайных величин:

дифференциальный закон для γ -распределения

$$f\{Y\} = \begin{cases} 0 & \text{при } Y \leq 0 \\ \frac{Y^\alpha \exp(-Y/\beta)}{\beta^{\alpha+1} \Gamma(\alpha+1)} & \text{при } Y > 0 \end{cases}$$

интегральный закон

$$F(Y) = \frac{1}{\Gamma(\alpha+1)\beta^{\alpha+1}} \int_0^Y Y^\alpha \exp(-\frac{Y}{\beta}) dY,$$

где $\alpha > -1$, $\beta > 0$ - параметры γ -распределения;

$\Gamma(\alpha+1)$ - γ -функция, определяемая соотношением:

$$\Gamma(\alpha+1) = \int_0^\infty e^{-t} t^\alpha dt = \alpha!$$

Расчетным путем определены параметры γ -распределения для регенерированных волокон из трикотажного лоскута различной плотности, которые рекомендованы к использованию в практической деятельности для характеристики разволокненного сырья.

Разработаны принципы составления прядильных смесей с вложением регенерированных волокон. Проведено исследование влияния тонины, длины и процентного содержания вкладываемых в смесь с регенерированными волокнами химических волокон на среднюю тонины, длину и неровноту волокон получаемых смесей. Установлено, что при смешивании регенерированных волокон с химическими тонины последних должна находиться в пределах

$$\sigma_T \Pi_1 = T_m \quad \text{до} \quad \Pi_2 = T_{cp} + \sigma,$$

где T_m - средняя тонины класса РВ, представляющего модальную тонины,

T_{cp} - средняя тонины РВ, мкм;

σ - среднее квадратическое отклонение РВ по тонины, мкм;

длина - от $L_1 = L_{cp} + \sigma$ до $L_2 = L_{cp} + \sigma + nI$,

где L_{cp} - средняя длина РВ, мм;

σ - среднее квадратическое отклонение по длине РВ, мм;

I - классовый промежуток длины волокон на диаграмме распределения волокон по длине (5; 10 мм);

n - число классовых промежутков.

При составлении смесей, содержащих регенерированные волокна, часть химических волокон может быть заменена очищенными технологическими отходами прядильного производства, имеющими переменную длину, в количествах, обеспечивающих равномерное распределение волокон по классам тонины и длины на диаграммах распределения

С учетом результатов проведенного теоретического исследования спроектированы смеси, содержащие от 25 до 85% регенерированных волокон и технологических отходов прядильного производства.

Предложена формула проектирования разрывной нагрузки аппаратной пряжи из указанных выше смесей аэродинамического способа формирования:

$$P_p = P_c + \left[\frac{T_{np} - T_c}{\sum_{i=1}^m (\alpha_i T_{Bi})} \alpha_j \sum_{i=1}^m (\alpha_i p_{Bi}) + m_0 p_0 \sum_{i=1}^m (\alpha_i \mu_{ik}) \sin \beta \cos \beta \right] H,$$

где P_c - разрывная нагрузка комплексной химической нити сердечника, сН;

T_{np} - линейная плотность пряжи, текс;

T_c - линейная плотность комплексной химической нити сердечника, текс;

T_{Bi} - линейная плотность i -го вида волокон смеси, текс;

α_i - доля i -го вида волокон в смеси;

α_j - доля волокон смеси с длиной больше 30 мм;

p_{Bi} - разрывная нагрузка i -го вида волокон, сН;

m - количество компонентов в смеси;

μ_{ik} - коэффициент трения между волокном i -го вида и элементарной нитью сердечника;

β - угол наклона элементарной нити сердечника к оси комбинированной пряжи;

H - коэффициент, учитывающий условия осуществления технологического процесса, т.е. определяющий количество волокон покрытия, участвующих в соединении с сердечником.

Четвертая глава посвящена разработке технологического плана получения аппаратной пряжи из регенерированных волокон и отходов прядения. Технологическая схема производства указанной пряжи представлена на рис.1.

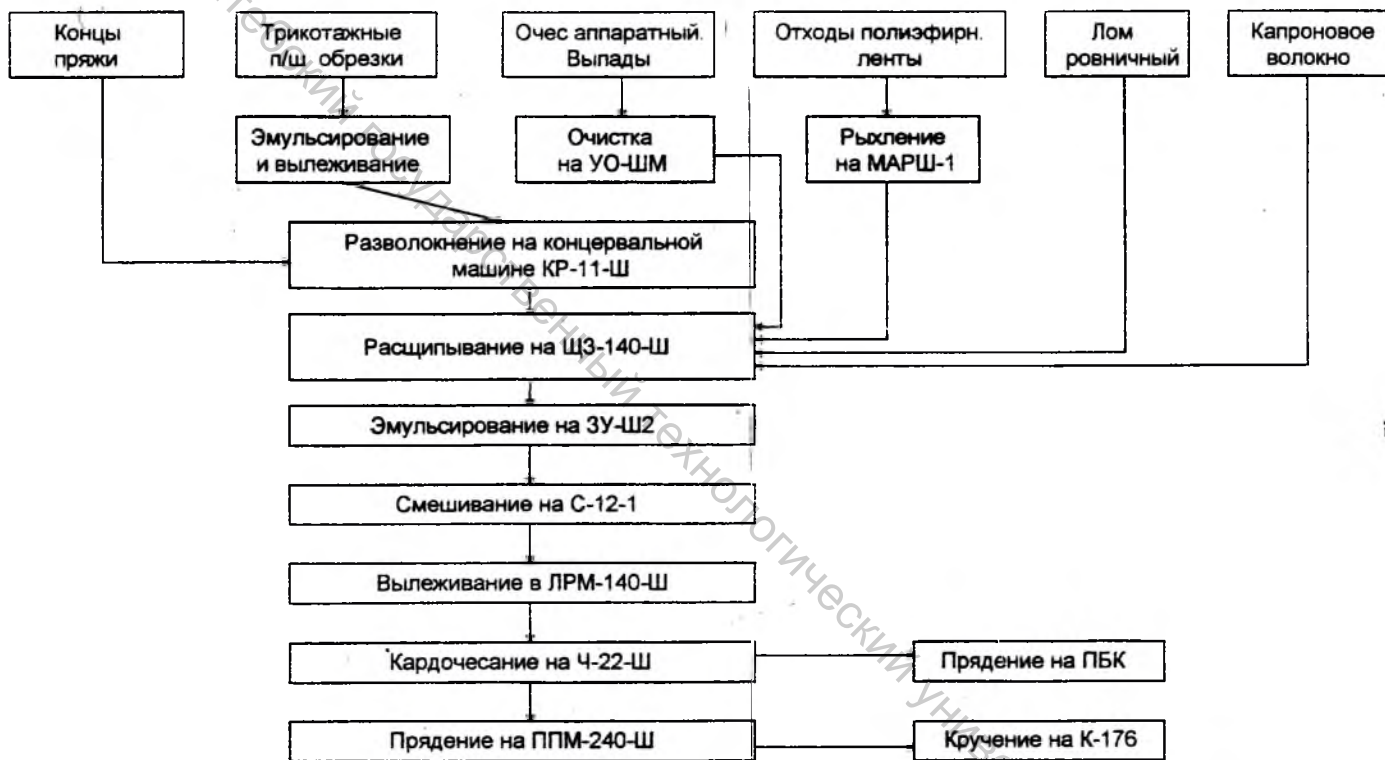


Рис. 1. Технологическая схема производства пряжи из отходов производства и регенерированных волокон.

На основе исследования неравномерности смешивания компонентов и свойств полученных полуфабрикатов установлены оптимальные условия проведения процессов смешивания и кардочесания спроектированных смесей.

Оптимизированы процессы формирования пряжи из текстильных отходов пневмомеханическим и аэродинамическим способами. В результате предварительных экспериментов определены уровни варьирования параметров оптимизации, в пределах которых происходит устойчивое формирование пряжи. В ходе эксперимента получены регрессионные модели зависимости основных свойств пряжи от технологических параметров прядения.

Для пневмомеханического прядения:

коэффициент вариации по линейной плотности

$$Y_1 = 9,54 - 0,36x_2 - 0,4x_1x_2 + 0,61x_1^2 - 0,84x_2^2;$$

разрывная нагрузка

$$Y_2 = 1685,63 - 45x_2 + 159,38x_1^2 - 175,63x_2^2 - 155,63x_3^2;$$

коэффициент вариации по разрывной нагрузке

$$Y_3 = 14,41 - 1,87x_3 - 6,36x_2^2;$$

разрывное удлинение

$$Y_4 = 14,04 - 0,21x_2 - 0,44x_3^2;$$

где X_1 - частота вращения дискретизирующего барабанчика; X_2 - частота вращения ротора прядильной камеры; X_3 - скорость выпуска пряжи.

Для аэродинамического способа прядения:

коэффициент вариации по линейной плотности

$$Y_1 = 10,413 - 0,627x_2 - 0,821x_1x_3;$$

разрывная нагрузка

$$Y_2 = 1081,156 + 48,4x_1 - 48,35x_2 - 12,1x_3 - 35,656x_2^2;$$

коэффициент вариации по разрывной нагрузке

$$Y_3 = 5,79 + 1,18x_1 - 0,56x_3 - 0,84x_1x_2 + 0,74x_2x_3 - 1,09x_2^2;$$

разрывное удлинение

$$Y_4 = 9,263 - 0,17x_1 - 0,09x_3;$$

где X_1 - давление в крутильной камере форсунки, МПа; X_2 - давление в пневмоперепутывающей камере форсунки, МПа; X_3 - скорость выпуска пряжи, м/мин.

По разработанным параметрам технологического процесса получена пряжа, содержащая 25-85% регенерированных волокон и технологических отходов, трех способов прядения: кольцевого, пневмомеханического и аэродинамического.

Сравнительный анализ технологической проходимости и физико-механических свойств указанных видов пряжи показал, что современные способы прядения (пневмомеханический и аэродинамический) позволяют получать пряжу с использованием текстильных отходов с высокой производительностью прядильного оборудования и хорошими показателями качества.

Аэродинамический способ прядения по сравнению с пневмомеханическим менее восприимчив к изменениям свойств перерабатываемых волокон и обеспечивает, в связи с этим, лучшую технологическую проходимость. Ослабленные в процессах разволокнения, очистки и вторичной переработки волокна на машинах ПБК не подвергаются дополнительным механическим воздействиям и незначительно влияют на разрывную нагрузку пряжи.

В пятой главе представлены результаты переработки пряжи, содержащей 80-85% текстильных отходов, полученной пневмомеханическим и аэродинамическим способами формирования, в ковровые изделия и ткани.

В условиях ОАО "Витебские ковры" пряжа пневмомеханического способа прядения частично заменила льняную пряжу в верхнем утке акминстерских ковров. На ПО "Виттекс" разработан ассортимент гобеленовых ковров и декоративных тканей, в которых пряжа пневмомеханического и аэродинамического способов формирования использована в качестве утка вместо химической пряжи.

Представлены качественные показатели разработанных ковровых изделий и декоративных тканей в сравнении с базовыми вариантами.

Произведен расчет экономической эффективности внедрения пряжи, полученной по предлагаемой технологии из отходов текстильного производства современными способами прядения, в условиях ОАО "Витебские ковры" и ПО "Виттекс". Экономический эффект от внедрения технологии производства пряжи из текстильных отходов пневмомеханическим способом прядения составил: в производстве ковровых изделий - 1089510,4 тыс.руб. в год в ценах на 1.05.1998;

в производстве гобеленовых безворсовых ковров - 7371,22 тыс. руб.;

в производстве мебельно-декоративных тканей - 9663,68 тыс.руб. на 1000 м ткани в ценах на 1.09.98.

Экономический эффект от внедрения пряжи из текстильных отходов аэродинамического способа прядения в ассортимент мебельно-декоративных тканей составил 9591,8 тыс.руб. на 1000 м ткани в ценах на 1.09.98.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработан технологический процесс подготовки вторичного текстильного сырья к разволокнению. Определены теоретические зависимости разводки между рабочими органами и соотношения их скоростей в зоне первичного разволокнения комбинированных концервальных машин от структуры перерабатываемого сырья, массы настила на питающем транспортере и геометрических характеристик указанной зоны. [1, 3, 14].

2. Получены математические модели, устанавливающие зависимость длины восстановленных волокон, их неровноты по длине, засоренности короткими волокнами и неразработанными элементами от плотности трикотажного лоскута, массы настила на питающем транспортере разволокняющего оборудования, разводки между нижним питающим и приемным валиками и соотношения их скоростей, позволившие получить регенерированные волокна максимальной длины при наименьших показателях засоренности. [2, 4].

3. Установлен вид распределения по длине и его параметры для волокон, регенерированных из полушерстяного тонкого трикотажного лоскута различной плотности.

Разработаны принципы составления смесей, содержащих регенерированные волокна. На базе полученных результатов спроектированы прядильные смеси, содержащие 25-85% технологических отходов и восстановленных волокон. [5].

Предложена формула для проектирования разрывной нагрузки пряжи, получаемой аэродинамическим способом формирования из текстильных отходов, учитывающая структурные особенности данной пряжи.

4. Разработан технологический режим производства аппаратной пряжи из смесей, содержащих текстильные отходы, пневмомеханическим и аэродинамическим способами прядения. Установлены особенности подготовки сырья к смешиванию для получения пряжи на машинах ППМ-240Ш, а также способы смешивания компонентов, обеспечивающие высокую степень равномерности распределения в смеси разнородных по составу и неравномерных по свойствам регенерированных волокон, технологических отходов и химических волокон. Даны рекомендации по кардочесанию рассматриваемых смесей на 2-х прочесном аппарате, позволяющие получать полуфабрикаты требуемого качества. [6, 12, 16].

5. Оптимизированы технологические процессы формирования пряжи, содержащей текстильные отходы, на машинах ППМ-240Ш и ПБК. Получены регрессионные модели, связывающие качественные показатели рассматриваемых видов пряжи с технологическими параметрами пневмомеханического и аэродинамического способов прядения. [8-11, 13].

Проведен сравнительный анализ технологической проходимости и физико-механических свойств пряжи из спроектированных смесей, полученной кольце-

вым, пневмомеханическим и аэродинамическими способами прядения. Установлено, что при соблюдении норм разработанного технологического режима пневмомеханический и аэродинамический способы прядения позволяют получить пряжу из текстильных отходов с высокой производительностью прядильного оборудования и хорошими показателями качества. [7, 15].

6. Внедрение в производство пряжи, содержащей регенерированные волокна и технологические отходы, полученной по разработанной технологии, позволяет расширить ассортимент пряж и текстильных изделий, частично заменить льняную и химическую пряжу в ковровых изделиях и мебельно-декоративных тканях.

Новая технология производства пряжи из текстильных отходов пневмомеханическим и аэродинамическим способами прядения, новый ассортимент пряжи и изделия из нее внедрены на ОАО "Витебские ковры" и ПО "Виттекс". Экономический эффект от внедрения новых видов пряжи, полученных по предлагаемой технологии, составил:

в ковровом производстве - 1089510,4 тыс.руб. в год в ценах на 1.05.98;

в производстве мебельно-декоративных тканей и гобеленовых ковров - 26626,7 тыс. руб. на 1000 м продукции в ценах на 1.09.98. [17].

Основное содержание работы отражено в публикациях:

1. Тимонова Е.Т., Коган А.Г., Ковчур С.Г. Пути использования регенерированных волокон из отходов текстиля в обувном производстве. // Совершенствование конструкции и технологии изделий из кожи: Межвузовский сб. науч. тр.- Витебск, ВГТУ, 1996.- С. 158-159.

2. Тимонова Е.Т., Коган А.Г., Ковчур С.Г. Регенерация отходов текстильного производства. // XXX научно-техническая конференция ВГТУ: Сб. ст.- Витебск, ВГТУ, 1997.- С. 137-139.

3. Тимонова Е.Т. Технологические параметры разволокнения вторичного текстильного сырья. // XXXI научно-техническая конференция ВГТУ: Сб. ст.- Витебск, ВГТУ, 1998.- С. 102-104.

4. Тимонова Е.Т., Коган А.Г., Ковчур С.Г. Экспериментальное исследование процесса разволокнения трикотажного лоскута. // Современные энергосберегающие и экологобезопасные технологии в машиностроении и легкой промышленности: Сб. науч. трудов.- Витебск, ВГТУ, 1998.- С. 19-23.

5. Тимонова Е.Т. Проектирование смесей, содержащих регенерированные волокна. // Современные энергосберегающие и экологобезопасные технологии в машиностроении и легкой промышленности: Сб. науч. трудов.- Витебск, ВГТУ, 1998.- С. 130-134.

6. Тимонова Е.Т., Коган А.Г., Ковчур С.Г., Буткевич В.Г. Рациональное использование вторичного текстильного сырья. // Новые ресурсосберегающие

технологии и улучшение экологической обстановки в легкой промышленности и машиностроении: Сб. докладов. - Витебск, ВГТУ, 1998. - С. 115-117.

7. Тимонова Е.Т., Коган А.Г., Буткевич В.Г. Получение пряжи из восстановленного текстильного сырья на машинах ПБК// Текст. пром-сть.- 1998.- № 6 - с.16-17.

8. Тимонова Е.Т., Буткевич В.Г. Комбинированная пряжа из отходов производства// XXIX научно-техническая и научно-методическая конференция преподавателей и студентов ВГТУ: Тез. докл.- Витебск, ВГТУ, 1996.- С.51.

9. Тимонова Е.Т., Буткевич В.Г. Комбинированная аппаратная пряжа из отходов производства// Современные технологии текстильной промышленности. Текстиль-96: Тез. докл.- М., МГТА, 1996.- С. 64-65.

10. Тимонова Е.Т., Коган А.Г. Буткевич В.Г. Комбинированная аппаратная пряжа из отходов производства// Современные технологии текстильной промышленности. Текстиль-97: Тез. докл.- М., МГТА, 1997.- С. 51-52.

11. Тимонова Е.Т., Коган А.Г. Буткевич В.Г. Комбинированная аппаратная пряжа большой линейной плотности из отходов производства// Новые технологии по переработке и использованию отходов: Тез. докл.- Минск, 1997.- С.96-97.

12. Тимонова Е.Т., Коган А.Г., Буткевич В.Г. Ресурсосберегающая технология переработки в пряжу текстильных отходов// Ресурсосберегающие и экологически чистые технологии: Тез. Докл.- Гродно, 1998. - С. 178-179.

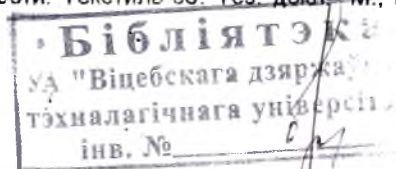
13. Тимонова Е.Т., Коган А.Г. Буткевич В.Г. Многокомпонентная пряжа пневмомеханического способа формирования из восстановленных волокон// Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности: Тез. докл.- Иваново, ИТА, 1998.- С. 56-57.

14. Тимонова Е.Т. Теоретический анализ условий разволокнения вторичного текстильного сырья// Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности. Прогресс-98: Стенд. докл.- Иваново, ИТА, 1998.- С.73.

15. Тимонова Е.Т., Коган А.Г., Ковчур С.Г. Использование технологических отходов и восстановленных волокон в производстве пряжи// Современные проблемы развития текстильной и легкой промышленности: Тез. докл.- Кутаиси, 1998.- С.83-85.

16. Тимонова Е.Т., Буткевич В.Г., Конюпатов Е.А. Использование отходов текстильной промышленности для производства пряжи// Юбилейная научно-исследовательская конференция, посвященная 80-летию Азербайджанской Республики, Баку, 1998.- С.76-77.

17. Тимонова Е.Т., Коган А.Г. Буткевич В.Г. Разработка ассортимента мебельных тканей с использованием комбинированных нитей// Современные технологии текстильной промышленности. Текстиль-98: Тез. докл.- М., МГТА, 1998.- С. 58-59.



Ціманавя Алена Цімафееўна

РАСПРАЦАВАЦЬ І ДАСЛЕДАВАЦЬ ТЭХНАЛАГІЧНЫ ПРАЦЭС
АТРЫМАННЯ ПРАЖЫ З АДХОДАУ ТЭКСТЫЛЬНАЙ ВЫТВОРЧАСЦІ

Тэхналогія, пражы, тэкстыльныя адходы, рэгеніраваныя валокны, праектаванне, эксперымент, мадэль, спосаб, уласцівасць, вырабы, эфектыўнасць.

Аб'ектам даследвання з'яўляецца пражы пнеуамеханічнага і аэрадынамічнага спосабау фарміравання з тэкстыльных адходау.

Мэта работы - распрацоўка і даследванне тэхналагічнага працэсу атрымання пражы з тэкстыльных адходау пнеуамеханічнага і аэрадынамічнага спосабау фарміравання у апаратнай сістэме прадзення.

Пры правядзенні даследвання выкарыстоўваліся тэарэтычныя і эксперыментальныя вывады, выкладзеныя у працах айчынных і замежных вучоных. У тэарэтычных даследваннях выкарыстоўваліся палажэнні вышэйшай матэматыкі, матэматычнай статыстыкі, тэкстыльнага матэрыялазнаўства, метады аптымізацыі і праграмавання. Эксперыментальныя даследванні праводзіліся з прымяненнем метадау матэматычнага планавання эксперыменту для устанавлення шматфактарных залежнасцей. Апрацоўка эксперыменту вялася з прымяненнем сучасных вымяральных сродкаў і выпічальнай тэхнікі.

У выніку даследвання распрацаваны: тэхналагічны працэс атрымання пражы з адходау вытворчасці пнеуамеханічным і аэрадынамічным спосабамі прадзення; аналітычныя залежнасці для вызначэння тэхналагічных параметраў у зоне першаснага развалакнення канцоу пражы і трыкатажнага шматка; матэматычныя мадэлі залежнасці паказчыкаў якасці рэгеніраваных валокнаў ад тэхналагічных параметраў развалакнення; прынцыпы праектавання прадзільных сумесяў, якія утрымліваюць рэгеніраваныя валокны і тэхналагічныя адходы прадзення; метады праектавання разрыўной нагрукі пражы з тэкстыльных адходау аэрадынамічнага спосабау фарміравання; матэматычныя мадэлі залежнасці паказчыкаў якасці пражы пнеуамеханічнага і аэрадынамічнага спосабау фарміравання, атрыманай з выкарыстаннем тэкстыльных адходау, ад тэхналагічных параметраў указаных працэсау прадзення; аптымальныя рэжымы атрымання пражы з тэкстыльных адходау пнеуамеханічным і аэрадынамічным спосабамі фарміравання.

Прапануемая тэхналогія і атрыманы асартымент пражы укаранены на ААТ "Віцебскія дываны" і ВА "Віттэкс".

РЕЗЮМЕ

Тимонова Елена Тимофеевна

РАЗРАБОТАТЬ И ИССЛЕДОВАТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС
ПОЛУЧЕНИЯ ПРЯЖИ ИЗ ОТХОДОВ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Технология, пряжа, текстильные отходы, регенерированные волокна, проектирование, эксперимент, модель, способ, свойство, изделие, эффективность.

Объектом исследования является пряжа пневмомеханического и аэродинамического способов формирования из текстильных отходов.

Цель работы - разработка и исследование технологического процесса получения пряжи из текстильных отходов пневмомеханического и аэродинамического способов формирования в аппаратной системе прядения.

При проведении исследований использовались теоретические и экспериментальные выводы, изложенные в трудах отечественных и зарубежных ученых. В теоретических исследованиях использовались положения высшей математики, математической статистики, текстильного материаловедения, методы оптимизации и программирования. Экспериментальные исследования проводились с применением методов математического планирования эксперимента для установления многофакторных зависимостей. Обработка результатов экспериментов велась с применением современных измерительных средств и вычислительной техники.

В результате исследований разработаны: технологический процесс получения аппаратной пряжи из отходов производства пневмомеханическим и аэродинамическим способами прядения; аналитические зависимости для определения технологических параметров в зоне первичного разволокнения концов пряжи и трикотажного лоскута; математические модели зависимости показателей качества регенерированных волокон от технологических параметров разволокнения; принципы проектирования прядильных смесей, содержащих регенерированные волокна и технологические отходы прядения; метод проектирования разрывной нагрузки пряжи из текстильных отходов аэродинамического способа формирования; математические модели зависимости показателей качества пряжи пневмомеханического и аэродинамического способов формирования, полученной с использованием текстильных отходов, от технологических параметров указанных процессов прядения; оптимальные режимы получения пряжи из текстильных отходов пневмомеханическим и аэродинамическим способами формирования.

Предлагаемая технология и полученный ассортимент пряжи внедрены на ОАО "Витебские ковры" и ПО "Виттекс".

SUMMARY

Timonova Elena Timofeyevna

THE DEVELOPMENT AND RESEARCH OF TECHNOLOGICAL PROCESS
OF PRODUCING YARN FROM TEXTILE MANUFACTURE WASTE

The technology, yarn, textile waste, regenerated fibres, projecting, experiment, model, method, property, product, efficiency.

The object of the research is yarn produced from textile waste by Open-End and air-jet methods of forming.

The purpose of the work is the development and research of the technological process of yarn production from textile waste by Open-End and air-jet methods of forming in the card spinning system.

Theoretical and experimental conclusions, made in works of domestic and foreign scientists, were used while conducting this research. The principles of higher mathematics, mathematical statistics, textile science, optimization and programming methods were used in theoretical researches. The experimental researches were conducted with application of mathematical planning methods of the experiment for determining multi-factor dependencies. Modern measuring instruments and computers were used for processing the experimental data.

The result of the research is development of the following: the technological process of producing card yarn from manufacture waste by Open-End and air-jet methods of spinning; the analytical dependencies for determining technological parameters in the zone of primary separation of fibres of yarn ends and knitted rag; the mathematical models of dependence of the quality index of regenerated fibres upon technological parameters of separation of fibres; the principles of projecting spinning mixtures, which contain regenerated fibres and spinning process waste; the method of projecting breaking load of yarn, produced from the waste by air-jet method of forming; the mathematical models of dependence of the quality index of Open-End and air-jet formed yarn, produced from textile waste, upon technological parameters of the mentioned spinning processes; the optimal conditions for yarn producing from textile waste by Open-End and air-jet methods of spinning.

The proposed technology and the obtained assortment of the yarn has been introduced at the OAO "Vitebsk carpets" and PO "Vittex".



Витебский государственный технологический университет

ТИМОНОВА ЕЛЕНА ТИМОФЕЕВНА

**Разработать и исследовать технологический процесс
получения пряжи из отходов текстильного производства.**

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук.**

Подписано в печать 28.10.98г. Формат 60x84. Печать ксероксная. Усл. печ.
л. 1.44. Уч. изд. л. 1.34. Тираж 60 экз. Заказ 420. Бесплатно.

Отпечатано на ризографе ВГТУ.
210028, г. Витебск, Московский проспект, 72