

677.022.9
P94

ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УДК 677.022.484.9:533.6

РЫКЛИН ДМИТРИЙ БОРИСОВИЧ

**РАЗРАБОТАТЬ И ИССЛЕДОВАТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС
ПОЛУЧЕНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ПРЯЖИ
АЭРОДИНАМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ФОРМИРОВАНИЯ**

Специальность 05.19.03 -
Технология текстильных материалов

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Витебск, 1998



ДА Я ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность ТЕМЫ Одной из главных проблем, стоящих перед текстильными предприятиями Республики Беларусь, является разработка нового ассортимента текстильных изделий, при производстве которых возможно максимально использовать традиционные для республики виды сырья. Получение текстильных изделий, обладающих новыми потребительскими свойствами, достигается при сочетании в составе пряжи различных натуральных и химических волокон, что позволяет использовать весь комплекс ценных свойств, присущих компонентам смесей. Поэтому актуальной является задача разработки нового высокопроизводительного технологического процесса получения многокомпонентной пряжи с использованием сырья, производимого по традиционным технологическим цепочкам на текстильных предприятиях Республики Беларусь.

Наиболее целесообразно для разработки новой технологии использовать аэродинамическим способом формирования, который позволяет получать качественную комбинированную пряжу с высокой скоростью выпуска и управлять свойствами пряжи и изделий в соответствии с требованиями рынка за счет изменения состава пряжи и вида используемой комплексной нити. При этом смена ассортимента осуществляется без существенных капитальных вложений.

Особенно актуальным для Республики Беларусь является использование льняного волокна при производстве изделий бытового назначения. Льняное волокно, обладающее рядом ценных свойств, в настоящее время имеет ограниченную область применения. Аэродинамический способ формирования позволяет получать высокообъемную пряжу новой структуры, в составе которой используются хлопковые, шерстяные и химические волокна в сочетании с льняными волокнами. Такие сочетания значительно расширяют возможности использования льняного волокна как при выработки тканей, так и при производстве трикотажных изделий.

СВЯЗЬ РАБОТЫ С КРУПНЫМИ НАУЧНЫМИ ПРОГРАММАМИ ТЕМАМИ

Работа выполнялась в соответствии с ОНТП «Разработать и исследовать технологический процесс получения 2-х и 3-х компонентных пряж с использованием льняного волокна по сокращенной системе прядения», утвержденной Кабинетом Министров Республики Беларусь (протокол № 05/209 - 358 от 26.06.1996 г.) и «Создать конструкцию и освоить производство машины для получения комбинированной пряжи с использованием льняного волокна пневматическим способом формирования», который

входил в Республиканскую научно-техническую программу «Создание и организация производства оборудования, запасных частей и оснастки для предприятий легкой и местной промышленности», утвержденную решением Комиссии Президиума Совета Министров Республики Беларусь по вопросам научно-технического прогресса (протокол № 5/123 от 5.12.93 г.)

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ Целью настоящего исследования является разработка технологического процесса получения многокомпонентной комбинированной пряжи линейной плотности 40 - 200 текс аэродинамическим способом формирования для широкого ассортимента текстильных изделий.

В соответствии с указанной целью были поставлены следующие задачи:

- осуществить выбор сырья;
- разработать технологическую схему процесса получения многокомпонентной пряжи аэродинамическим способом формирования;
- провести теоретические и экспериментальные исследования процессов, протекающих в аэродинамическом устройстве при формировании комбинированной пряжи, на основании чего определить характер влияния свойств используемого сырья, технологических параметров процесса формирования и конструктивных параметров аэродинамического устройства на качество комбинированной пряжи, количество отходов волокна и расход сжатого воздуха;
- исследовать процесс совместного вытягивания нескольких ровниц различного состава при получении многокомпонентной пряжи и определить зависимость оптимальных параметров работы вытяжного прибора от свойств волокнистого продукта;
- разработать алгоритм определения параметров аэродинамического устройства для получения многокомпонентной пряжи различного состава;
- оценить перспективы переработки многокомпонентной пряжи в ткани и трикотажные изделия.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ. Разработка технологического процесса производства многокомпонентной комбинированной пряжи аэродинамическим способом основывалась на результатах теоретических и экспериментальных исследований, изложенных в трудах отечественных и зарубежных ученых.

В теоретических исследованиях использовались методы классической механики, механики идеальной гибкой нити, теории вероятности, теории дифференциальных уравнений, классической аэродинамики, текстильного материаловедения. Численное интегрирование систем инте-

гральных уравнений, а также имитационное моделирование осуществлялось с использованием ЭВМ.

Экспериментальные исследования проводились с применением методов математического планирования эксперимента для получения многофакторных зависимостей. Обработка результатов экспериментов осуществлялась с использованием программы «Statistica for Windows» на ЭВМ.

Экспериментальные исследования проводились в лаборатории кафедры «Прядение натуральных и химических волокон» ВГТУ, в производственных условиях Пинского ОАО ПТО «Полесье» и АПТП «Оршанский льнокомбинат».

НАУЧНАЯ НОВИЗНА ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ. Научная новизна полученных результатов работы заключается в следующем:

- разработан новый технологический процесс получения многокомпонентной пряжи аэродинамическим способом формирования;
- получены математические модели, описывающие баллонирование и кручение волокнистого продукта в камерах аэродинамического устройства, позволяющие определять оптимальные значения его параметров;
- изучен процесс пневмоперепутывания и разработана имитационная модель, позволившая определить характер влияния параметров волокнистого продукта на вероятность образования ложного узла;
- определены оптимальные параметры аэродинамического устройства при получении многокомпонентной комбинированной пряжи, обеспечивающие наилучшее качество формирования многокомпонентной комбинированной пряжи;
- получена экспериментальная зависимость оптимального значения внутреннего диаметра иглы от линейной плотности вырабатываемой пряжи, обеспечивающего минимальное количество отходов волокна;
- изучен процесс совместного вытягивания ровниц различного состава в вытяжном приборе ПС-100-ЛО, определен критерий для оценки процесса вытягивания и получено оптимальное расположение самогрузных валиков при получении комбинированной пряжи с использованием льняных, шерстяных и нитроновых волокон;
- разработан алгоритм, позволяющий определять оптимальные параметры аэродинамического устройства для получения многокомпонентной комбинированной пряжи различного состава при минимальном объеме экспериментальных работ.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ. По результатам экспериментальных и теоретических исследований

- разработана и внедрена технология получения шерстольняной и шерстольнонитронэвой комбинированной пряжи аэродинамическим способом формирования на АПТП «Оршанский льнокомбинат»;
- разработана и внедрена технология получения льносодержащей комбинированной пряжи аэродинамическим способом формирования на ОАО ППТО «Полесье»;
- разработана и внедрена технология получения полушерстяной комбинированной пряжи с металлизированной нитью аэродинамическим способом формирования на ОАО ППТО «Полесье»;
- разработан ассортимент многокомпонентных комбинированных пряж с использованием льняного волокна и полуметаллических разрезных нитей;
- результаты работы внедрены в учебный процесс ВГТУ в курсы «Новое в технике и технологии» и «САПР текстильных материалов».

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Ожидаемый экономический эффект от использования многокомпонентной комбинированной пряжи при производстве мебельных тканей в ценах на 01.05.98 г. составляет:

- в прядении - 1048,2 млн. руб. в год или 1423,1 тыс. руб. на 100 кг пряжи;
- в ткачестве - 2702,31 тыс. руб. на 1000 м² ткани.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ. Автор защищает:

- технологию получения многокомпонентной пряжи аэродинамическим способом формирования, позволяющую создать новый ассортимент выпускаемых пряж, содержащих льняное волокно в самых разнообразных сочетаниях с другими натуральными и химическими волокнами, а также содержащих полуметаллические разрезные нити, и расширить ассортимент текстильных изделий;
- теоретическую модель, описывающую движение воздушных потоков в камерах аэродинамического устройства;
- теоретическую модель баллона продукта в камерах аэродинамического устройства;
- теоретическую модель, описывающую кручение продукта, и параметр для определения крутильной способности аэродинамического устройства;

- имитационную модель, позволяющую анализировать влияние параметров волокнистого продукта на процесс формирования комбинированной пряжи аэродинамическим способом;
- алгоритм определения основных параметров аэродинамического устройства для получения многокомпонентной комбинированной пряжи различного состава;
- новый ассортимент льносодержащих комбинированных пряж и комбинированных пряж с металлизированным компонентом для тканей и трикотажных изделий.

ЛИЧНЫЙ ВКЛАД СОИСКАТЕЛЯ Соискателем лично:

- разработана теоретическая модель, описывающая движение воздушных потоков в камерах аэродинамического устройства;
- разработана теоретическая модель баллона продукта в камерах аэродинамического устройства;
- разработана теоретическая модель, описывающая кручение продукта, и определен параметр для определения крутильной способности аэродинамического устройства;
- разработана имитационная модель и определено влияние параметров волокнистого продукта на процесс формирования комбинированной пряжи аэродинамическим способом;
- проведены экспериментальные работы по проверке теоретических моделей и оптимизации параметров аэродинамического устройства и вытяжного прибора при получении многокомпонентной комбинированной пряжи;
- разработаны программы для ЭВМ, позволяющие рассчитывать параметры закрученной струи в пневмовьюрковой камере аэродинамического устройства, а также изучать влияние параметров волокнистого продукта на процесс формирования комбинированной пряжи аэродинамическим способом;
- разработан алгоритм определения основных параметров аэродинамического устройства для получения многокомпонентной комбинированной пряжи различного состава при минимальном объеме экспериментальных работ;
- разработан новый ассортимент льносодержащих комбинированных пряж и комбинированных пряж с металлизированным компонентом для тканей и трикотажных изделий.

АПРОБАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИИ. Основные результаты работы представлены и получили положительную оценку

- на Всероссийских научно-технических конференциях «Современные технологии текстильной промышленности» (Москва, 1996 - 1997);
- на Международной научно-технической конференции «Современные проблемы машиноведения», Гомель, 1996.
- на VI Международной конференции «Потребности текстильной промышленности в свете нововведений в области машин и оборудования», Польша, Бельско-Бяла, 1997.
- на V Международной текстильной конференции IMTEX-98, Польша, Лодзь.
- на II Международной конференции «Шерсть - шерстяная промышленность, сегодня и завтра», Польша, Лодзь, 1997.
- на Научно-технических конференциях преподавателей и студентов ВГТУ, 1996 - 1998 гг.
- на научно-технических конференциях студентов Республики Беларусь, Минск, БГУ, 1996, 1997.
- на Республиканской коммерческой выставке «Импортозамещение» (Минск, 1998);
- на Республиканских научно-технических выставках «Беллегмаш» (Минск, 1997 - 1998)
- на заседании кафедры ПНХВ ВГТУ, 1996 - 1998 гг.
- на заседании Проблемного Совета ВГТУ по специальности 05.19.03, 21 октября 1998 г.

ПУБЛИКАЦИИ. По материалам диссертации опубликовано 14 печатных работ общим объемом 45 страниц, в том числе 8 статей и 6 тезисов докладов, подана заявка на изобретение.

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ РАБОТЫ. Работа содержит введение, общую характеристику работы, шесть глав, общие выводы, список использованных источников и приложения. Общий объем работы составляет 198 страниц. Объем диссертации составляет 129 страниц, включающих 38 рисунков и 20 таблиц. В работе использовались 72 литературных источника, на которые сделаны ссылки, представленные на 7 страницах. В работе приведены 15 приложений, представленные на 62 страницах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, определены основная цель и методы исследований, описаны элементы научной новизны и практическая ценность научных результатов.

В первой главе, основываясь на монографиях, научных работах, патентных материалах и других источниках, проведен анализ различных способов получения пряжи, при реализации которых используются воздушные потоки.

Отмечено существующее многообразие нетрадиционных способов прядения, таких как камерный и бескамерный пневмомеханические способы, аэромеханический, аэродинамические способы формирования пряжи в стационарном вихре и с использованием пневмофорсунок. Описанные способы имеют ряд достоинств, среди которых высокая производительность, отсутствие быстроизнашивающихся деталей, очистка волокнистого материала под действием воздушных потоков. Однако отмечается ряд недостатков рассмотренных способов. Отмечаются трудности при получении тонкой пряжи пневмомеханическими способами. Аэродинамический способ фирмы Murata (Япония), позволяет получать хлопчатобумажную и хлопкохимическую пряжу, причем к качеству сырья предъявляются высокие требования. Пряжа, получаемая всеми указанными способами, уступает по прочности пряже кольцевого способа прядения.

Отмечено, что наиболее перспективным способом получения многокомпонентной пряжи является аэродинамический способ, реализованный на машинах типа ПБК, позволяющий получать качественную высокообъемную пряжу при скоростях выпуска до 200 м/мин с использованием сырья, полученного по традиционным технологическим цепочкам.

Вторая глава посвящена разработке технологического процесса получения многокомпонентной пряжи аэродинамическим способом.

Выбрано и исследовано сырье, которое может быть использовано при получении многокомпонентной комбинированной пряжи. Отмечается, что одним из достоинств аэродинамического способа формирования комбинированной пряжи является то, что он позволяет получать пряжу с самым разнообразным сочетанием компонентов практически без каких-либо затрат времени и материальных средств для изменения ассортимента выпускаемой пряжи.

На основании литературных источников и экспериментальных исследований разработана технологическая схема процесса получения пряжи аэродинамическим способом, представленная на рис. 1.

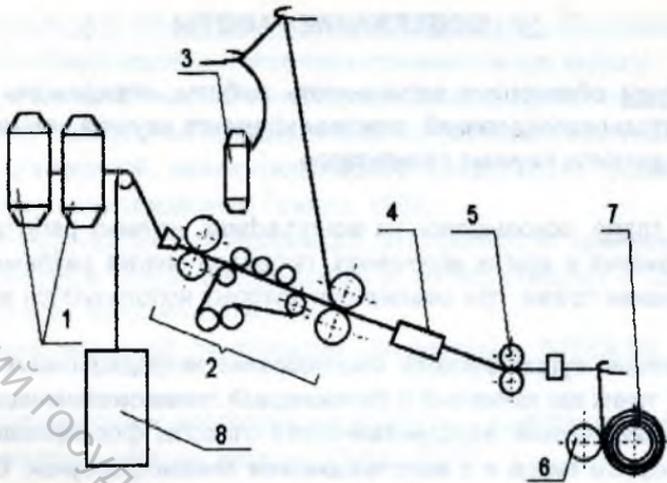


Рис. 1. Технологическая схема прядильной машины для получения многокомпонентной комбинированной пряжи аэродинамическим способом формирования

С ровничных катушек 1, установленных в питающей рамке, сматывается ровница, которая попадает в уплотнительную воронку перед питающей парой вытяжного прибора 2. На питающей рамке машины устанавливается бобина 3 с комплексной химической нитью. Сматываясь с бобины, комплексная химическая нить направляется под выпускную пару вытяжного прибора, где соединяется с волокнистой мычкой. Выходящий из вытяжного прибора волокнистый материал вместе с комплексной химической нитью поступает в аэродинамическое устройство (АУ) 4, где под действием сжатого воздуха происходит формирование комбинированной пряжи. Пряжа отводится оттяжной парой 5, проходит устройство контроля обрыва нити и компенсатор натяжения, поступает к мотальному барабану 6 и наматывается на паковку 7 массой до 2 кг. На прядильной машине возможно также питание лентой из таза 8, что позволяет повысить эффективность технологического процесса за счет сокращения ровничного перехода.

Осуществлен выбор типа вытяжного прибора. Так как при реализации разрабатываемого способа вытягивание ровниц различного состава осуществляется совместно в вытяжном приборе, используемый вытяжной прибор должен создавать самые разнообразные варианты полей сил трения, а также позволять перерабатывать длинное льняное волокно. Поэтому был выбран однозонный одноремешковый вытяжной прибор с семью самогрузными валиками, применяемый на прядильной машине ПС-100-ЛО для сухого прядения льна.

Исследовано влияние дополнительного пневмовьюрка, применяе-

мого для снижения ворсистости и упрочнения пряжи. Установлено, что при необходимости перематывания пряжи на конические поковки, применение пневмовьюрка нецелесообразно.

Рассмотрен процесс образования ложного узла и на основании анализа процессов, протекающих в аэродинамическом устройстве, определены направления дальнейших теоретических и экспериментальных исследований аэродинамического устройства.

Третья глава посвящена теоретическому исследованию процессов, протекающих при получении многокомпонентной комбинированной пряжи.

Исследовано движение закрученного потока в пневмовьюрковой камере аэродинамического устройства. Закрученный поток в камерах аэродинамического устройства создается при истечении сжатого воздуха через два тангенциальных канала. При анализе движения закрученной струи в пневмовьюрковой камере установлено, что при давлениях, при которых осуществляется процесс формирования, движения воздуха в некоторых ее областях близко к скоростям звука. В сечении закрученного потока существуют три области течения: центральная - область пониженного давления (вихрь), в которой возможно возникновение обратного потока воздуха, критическая область течения, в которой параметры потока близки к критическим, а скорость потока к скорости звука, наружная область - докритическая, в которой параметры потока изменяются в соответствии с уравнением Бернулли, скорость уменьшается, а давление увеличивается. Разработана математическая модель, описывающая движение воздушного потока. Моделирование осуществлялось с использованием ЭВМ, для чего была разработана программа на языке *Turbo Pascal 7.0*. При моделировании установлено, что при наличии в конструкции пневмовьюрковой камеры конфузора докритическая область течения отсутствует. Наибольшее воздействие на продукт поток оказывает в области повышенного давления - в критической области потока. Определены параметры этой области: давление, скорость воздуха, внутренний диаметр. Получена формула для определения диаметра области повышенного давления

$$d_B = D_{ПВК} (1 - A^{-0,6}),$$

где

$$A = D_{ТК} D_{ПВК} / d_K^2,$$

$D_{ПВК}$ - диаметр пневмовьюрковой камеры, $D_{ТК}$ - расстояние между тангенциальными каналами, d_K - диаметр тангенциальных каналов.

При изучении процесса пневмоперепутывания установлено, что вероятность образования ложного узла выше, если в плоскость радиальных каналов попадает пучность стоячей волны, образуемой продуктом (рис. 2). При решении задачи о форме баллона, возникающего при вра-

щении гибкой нерастяжимой нити, закрепленной концами на оси вращения определены основные параметры баллона продукта в камерах аэродинамического устройства и формула для расчета оптимального расстояния от конца иглы до плоскости радиальных каналов

$$L = l_1 + l_2 =$$

$$\left\{ \frac{D_{\text{пвк}} - d_H}{4} \left(\pi N - \arcsin \frac{d_H - d_H}{D_{\text{пвк}} - d_H} \right) + \frac{\pi (D_{\text{пвк}} - d_H)}{8} \right\} \sqrt{\frac{100}{H} - 1}$$

при выполнении условия

$$l_1 + l_2 + l_{\text{кз}} < 5 \frac{D_{\text{пвк}}(l_1 + l_{\text{кз}}) + D_{\text{ппк}} l_2}{l_1 + l_2 + l_{\text{кз}}}$$

где d_H - диаметр нити, d_H - внутренний диаметр иглы, $D_{\text{ппк}}$ - диаметр пневмоперепутывающей камеры, $D_{\text{пвк}}$ - диаметр пневмовьюрковой камеры, N - число полуволн стоячей волны в пневмовьюрковой камере, l_1 - расстояние от конца иглы до торца пневмоперепутывающей камеры, l_2 - расстояние от торца пневмоперепутывающей камеры до плоскости радиальных каналов, $l_{\text{кз}}$ - длина кольцевого зазора, H - нагон, %, определяемый по формуле

$$H = \frac{V_1 - V_2}{V_1} 100\% = \frac{2\Delta_L Kp}{1 - 2\Delta_L Kp} 100\%$$

где V_1 - скорость продукта на входе в аэродинамическое устройство, м/мин; V_2 - скорость отвода пряжи оттягивающей парой, м/мин; Δ_L - уменьшение длины пряжи в одном ложном узле, м; K - величина ложной крутки, кр./м; p - вероятность образования ложного узла.

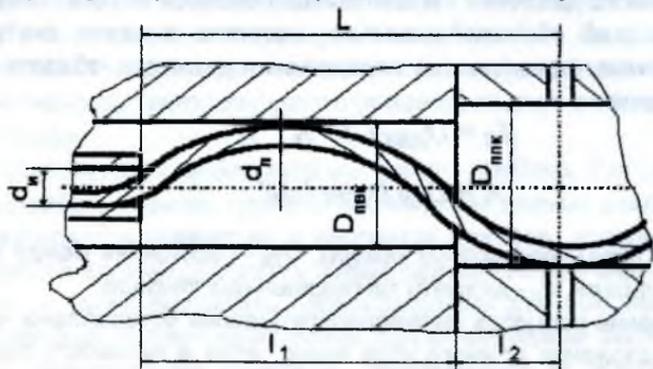


Рис. 2. Схема для расчета параметров баллона.

Таким образом, установлено, что значительное влияние на оптимальное расстояние оказывает величина нагона, которая определяется параметрами волокнистого продукта. Проведены теоретические исследования по определению характера влияния параметров волокнистого продукта на процесс образования ложных узлов. Разработана имитационная модель для определения влияния таких параметров продукта, как неровнота по линейной плотности, по длине волокна, средняя длина волокна и среднее количество волокон в сечении продукта, на вероятность образования ложных узлов и нагон. При моделировании на ЭВМ установлено, что с увеличением среднего количества волокон в сечении пряжи нагон увеличивается, а с увеличением средней длины волокна и неровноты по линейной плотности пряжи - уменьшается. Таким образом, работа вытяжного прибора влияет на протекание процесса формирования комбинированной пряжи и оптимальные параметры аэродинамического устройства.

На основании результатов исследования движения воздушных потоков и баллонирования продукта получена формула для определения ложной крутки, которую получает продукт на входе в аэродинамическое устройство. Формула имеет следующий вид

$$K = 0,043 C_1 C_2 p_{вх}$$

где C_1 - зависит от свойств нити

$$C_1 = \frac{C_x d_H}{C} \sqrt{\frac{100}{H}} \gamma$$

где C_x - коэффициент лобового сопротивления продукта, C - жесткость нити на кручение, $\text{H} \cdot \text{м}^2$.

C_2 - зависит от размеров аэродинамического устройства

$$C_2 = \frac{D_{ПВК}(D_{ПВК} - d_n)}{(42 + A)^{0,3773}} N \text{ при } d_H < D_{ПВК} A^{-0,6}$$

$$C_2 = \frac{D_{ПВК}^2 (D_{ПВК} - d_n) A^{-0,6}}{d_H (42 + A)^{0,3773}} N \text{ при } d_H > D_{ПВК} A^{-0,6}$$

$p_{вх}$ - давление на входе в тангенциальные каналы.

Таким образом, параметр C_2 характеризует крутильную способность аэродинамического устройства и позволяет определять параметры аэродинамического устройства, при которых заданное значение ложной крутки достигается при минимальном расходе сжатого воздуха.

Четвертая глава посвящена экспериментальным исследованиям процесса формирования многокомпонентной пряжи аэродинамическим способом.

Осуществлена экспериментальная проверка математических моделей, представленных в третьей главе.

В соответствии с полученными теоретическими моделями величина ложной крутки пропорциональна произведению на параметр $C_2 p_{\text{лх}}$. Известно, что при получении комбинированной пряжи определенного состава и линейной плотности существует оптимальное значение ложной крутки, обеспечивающее наилучшее качество формирования. При проведении эксперимента установлено, что линии равного уровня разрывной нагрузки и других физико-механических параметров пряжи практически совпадают с линиями равных значений $C_2 p_{\text{лх}}$. Этот факт подтверждает адекватность полученных моделей и рекомендаций. Установлено, что оптимальное значение произведения $C_2 p_{\text{лх}}$ при получении льнополушерстяной пряжи линейной плотности 60 текс составляет 0,95 - 1 Н.

Осуществлена проверка формулы для определения оптимального расстояния от конца иглы до плоскости радиальных каналов. При получении многокомпонентной пряжи различных составов подтверждена адекватность теоретической формулы.

Проведен ряд экспериментальных исследований по определению оптимальных значений параметров, которые не входят в теоретические модели. Проведен эксперимент по оптимизации количества и диаметра радиальных каналов в пневмоперепутывающей камере. Исследовался процесс получения хлопкольнаной пряжи линейной плотности 60 текс. Установлено, что наилучшее качество пряжи достигается при использовании двухканальной камеры с диаметром каналов 1,2 мм.

Проведен эксперимент по оптимизации угла конфузора в пневмовьюрковой камере. В литературе приводятся рекомендации по выбору угла конфузора для прямоточных струй. При этом отмечается, что наименьшим коэффициентом сопротивления обладают конфузоры с углом раскрытия $40^\circ - 60^\circ$ в зависимости от длины конфузора. В ходе экспериментальных исследований установлено, что указанные рекомендации справедливы и для закрученной струи. При угле конфузора, близком к оптимальному, качество пряжи повышается, а диапазон давлений в пневмовьюрковой камере, обеспечивающих формирование пряжи, расширяется, следствием чего является повышение стабильности процесса.

Особое внимание уделено проблеме снижения отходов волокна под действием обратного потока воздуха. Установлено, что количество отходов волокна уменьшается с увеличением диаметра пневмоперепутывающей камеры. Однако значительное увеличение диаметра камеры приводит к увеличению оптимальных значений давлений в камерах аэродинамического устройства, что приводит к повышению расхода сжатого

воздуха. Таким образом, при выборе диаметра пневмоперепутывающей камеры должно приниматься компромиссное решение с учетом соотношения стоимости сырья и сжатого воздуха.

Наибольшее влияние на величину отходов оказывает внутренний диаметр иглы. Получена формула для определения оптимального значения внутреннего диаметра иглы, обеспечивающего минимальное количество отходов

$$d_{\text{И}} = \frac{\sqrt{T}}{3 \dots 3,5}$$

где T - линейная плотность пряжи, текс.

Приведенная формула справедлива как при получении льносодержащей комбинированной пряжи, так и при получении комбинированной пряжи с металлизированной нитью.

Кроме процессов, протекающих в аэродинамическом устройстве, исследовался процесс вытягивания. При получении многокомпонентной комбинированной пряжи по данной технологии вытягивание ровниц различного состава осуществляется в вытяжном приборе совместно. Исследование проводилось с использованием лабораторного автоматизированного комплекса КЛА. Однако, получаемые на КЛА значения неровноты пряжи не отражают структурную неровноту получаемой пряжи. Поэтому оценка закономерности характера движения различных волокон в вытяжном приборе осуществлялась с помощью кривых утонения. Установлено, что в качестве критерия для оценки работы вытяжного прибора при получении комбинированной пряжи, содержащей льняные, шерстяные и нитроновые волокна, целесообразно использовать значение неровноты пряжи на отрезках длиной 25 см. Получена модель зависимости данного критерия от масс самогрузных валиков, расположенных вдоль поля вытягивания в направлении движения продукта ($X_1 - X_7$), которая имеет следующий вид

$$Y_{25} = 8,09 - 0,3 X_3 - 0,39 X_4 - 0,39 X_5 - 0,21 X_6$$

На основании анализа полученной модели и сравнения теоретических и экспериментальных кривых утонения установлено, что на неровноту льносодержащей комбинированной пряжи наибольшее влияние оказывает нагружение середины поля вытягивания. Причем с увеличением масс самогрузных валиков в выбранном диапазоне варьирования неровнота пряжи снижается.

Пятая глава посвящена разработке алгоритма определения параметров аэродинамического устройства. При разработке алгоритма учитывалось,

что в расчетные формулы должны входить только те параметры, которые могут определяться непосредственно на предприятии и не требуют специальной аппаратуры: линейная плотность пряжи, разрывная нагрузка и др. Поэтому алгоритм включает описание необходимых экспериментов, расчетные формулы и рекомендации, необходимые для определения ряда параметров аэродинамического устройства при получении многокомпонентной комбинированной пряжи. Разработанный алгоритм включает в себя следующие процедуры:

- 1) расчет параметров опытного образца АУ с учетом линейной плотности пряжи и вида исходного сырья;
- 2) экспериментальное определение требуемой величины нагона и оптимального значения произведения параметра C_2 на давление на входе в тангенциальный канал;
- 3) корректировка параметров АУ.

Разработанный алгоритм позволяет определять оптимальные параметры аэродинамических устройств для получения многокомпонентной комбинированной пряжи различных составов при значительном сокращении объемов экспериментальных работ.

В шестой главе представлены результаты переработки многокомпонентной комбинированной пряжи в ткани и трикотажные изделия. В условиях АПТП «Оршанский льнокомбинат» осуществлена проработка хлопкольнайной пряжи и льонитроновой пряжи с металлизированной нитью в ткани плательно-костюмного ассортимента, льонитроновой и льнополушерстяной пряжи в мебельные ткани на АПТП «Оршанский льнокомбинат». В условиях ОАО ППТО «Полесье» осуществлена проработка полушерстяной комбинированной пряжи с металлизированной нитью в трикотажные изделия. Опытная проработка показала пригодность использования данного вида пряжи как в ткачестве, так и в трикотаже. Ее использование значительно снижает материалоемкость изделий, придает им мягкость. Использование металлизированной нити в составе пряж аэродинамического способа формирования позволяет получать новый ассортимент изделий.

Представлены физико-механические показатели полученных тканей и трикотажных изделий в сравнении с базовыми вариантами.

Рассчитан ожидаемый экономический эффект от использования многокомпонентной комбинированной пряжи при производстве мебельных тканей, который в ценах на 01.05.98 г. составляет: в прядении - 1048,2 млн. руб. в год или 1423,1 тыс. руб. на 100 кг пряжи; в ткачестве - 2702,31 тыс. руб. на 1000 м² ткани.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработан технологический процесс получения многокомпонентной комбинированной пряжи линейной плотности 40 - 200 текс, позволяющий создать новый ассортимент выпускаемых пряж, содержащих льняное волокно в самых разнообразных сочетаниях с другими натуральными и химическими волокнами, а также содержащих полуметаллические разрезные нити [1, 2, 3, 5, 13].
2. Исследованы процессы, протекающие в аэродинамическом устройстве при формировании комбинированной пряжи. Разработана теоретическая модель, позволяющая определить основные характеристики закрученной струи в камерах аэродинамического устройства, при анализе которой установлены зависимости диаметра вихря и расхода сжатого воздуха от конструктивных параметров устройства [10, 11, 12]. Исследован процесс баллонирования волокнистого продукта и комплексной химической нити в камерах аэродинамического устройства. Получена формула для расчета оптимального расстояния от конца иглы до плоскости радиальных каналов, обеспечивающего качественное формирование комбинированной пряжи [5]. На основании изучения аэродинамических процессов, а также процессов баллонирования и ложного кручения продукта определен параметр, определяющий крутильную способность аэродинамического устройства. Полученный параметр позволяет рассчитывать размеры аэродинамического устройства, обеспечивающие требуемое значение ложной крутки при минимальном расходе сжатого воздуха [2, 8].
3. Исследовано влияние параметров волокнистого продукта на процесс формирования комбинированной пряжи. Установлено, что на процесс пневмоперепутывания оказывают влияние такие параметры, как средняя длина волокна, коэффициент вариации по длине волокна, коэффициенты вариации по линейной плотности волокнистого продукта, среднее количество волокон в сечении пряжи. Разработана имитационная модель, позволяющая анализировать влияние указанных параметров на величину нагона и оптимальные параметры аэродинамического устройства [4, 9, 6].
4. Проведены экспериментальные исследования, при которых подтверждены полученные теоретические модели и определены оптимальные значения параметров, которые не входят в математические модели. Установлено, что оптимальный угол конфузора пневмовьюрковой камеры составляет 40 - 60°, количество радиальных каналов - 2. Определены оптимальные сочетания параметров устройства, обеспечивающие ми-

нимальное количество отходов, удаляемых из зоны формирования под действием обратного потока воздуха [7, 14, 15].

5. Исследовано влияние параметров работы вытяжного прибора с самогрузными валиками на неровноту многокомпонентной комбинированной пряжи. Исследован процесс совместного вытягивания нескольких ровниц, содержащих волокна отличающиеся по своим свойствам. Определен критерий для оценки работы вытяжного прибора с самогрузными валиками при получении комбинированной пряжи с использованием льняных, шерстяных и химических волокон и оптимальное расположение валиков [3, 6].
6. На основании результатов теоретической и экспериментальной работы разработан алгоритм определения основных параметров аэродинамического устройства для получения многокомпонентной комбинированной пряжи заданного состава. По результатам исследований разработаны и внедрены: технология получения шерстольняной и шерстольнонитроновой комбинированной пряжи аэродинамическим способом формирования на АПТП «Оршанский льнокомбинат»; технология получения льносодержащей комбинированной пряжи на ОАО ППТО «Полесье»; технология получения полушерстяной комбинированной пряжи с металлизированной нитью на ОАО ППТО «Полесье». Получен новый ассортимент льносодержащих комбинированных пряж и комбинированных пряж с металлизированным компонентом для тканей и трикотажных изделий [1, 13]. Ожидаемый экономический эффект от использования многокомпонентной комбинированной пряжи при производстве мебельных тканей в ценах на 01.05.98 г. составляет: в пряде - 1048,2 млн. руб. в год или 1423,1 тыс. руб. на 100 кг пряжи; в ткачестве - 2702,31 тыс. руб. на 1000 м² ткани.

Основное содержание работы отражено в публикациях:

1. Рыклин Д.Б., Коган А.Г., Медвецкий С.С. Аэродинамический способ получения комбинированных нитей для обувных тканей. // Межвузовский сборник научных трудов «Совершенствование конструкции и технологии изделий из кожи» / ВГТУ. - Витебск, 1996. - С. 48 - 50.
2. Рыклин Д.Б., Коган А.Г., Соколов Л.Е. Машина для производства комбинированной пряжи аэродинамическим способом. // Сборник статей VI Международной конференции «Потребности текстильной промышленности в свете нововведений в области машин и оборудования». / Бельфама-текст - Польша, Бельско-Бяла, 1997. - с. 103-111.
3. Рыклин Д.Б., Коган А.Г., Захаров Д.Н., Прейс А.В. Получение полушерстяной комбинированной пряжи аэродинамическим способом формирования. // Сборник статей II Международной конференции «Шерсть - шерстяная промышленность, сегодня и завтра». / Познаньский институт натуральных волокон. - Польша, Лодзь, 1997. - С. 75 - 81.
4. Рыклин Д.Б., Коган А.Г. Теоретическое исследование влияния параметров волокнистого продукта на параметры процесса формирования комбинированной пряжи аэродинамическим способом. // Сборник научных трудов «Современные энергосберегающие и экологически безопасные технологии в машиностроении и легкой промышленности». / ВГТУ - Витебск, 1997 - С. 70 - 73.
5. Рыклин Д.Б., Коган С.А., Соколов Л.Е. Новые способы получения льно-содержащей пряжи. // Сборник статей научно-технической конференции «Совершенствование технологических процессов и организации производства в легкой промышленности». / ВГТУ - Витебск, 1997. - С. 86 - 88.
6. Рыклин Д.Б., Коган А.Г. Оптимизация вытяжного прибора при получении комбинированной пряжи аэродинамическим способом. // Сборник статей V Международной текстильной конференции IMTEX - 98. / Лодзинский технический университет. - Польша, Лодзь, 1998.
7. Рыклин Д.Б., Захаров Д.Н., Коган А.Г. Оптимизация аэродинамического устройства для получения льно-содержащей пряжи // Сборник статей XXXI научно-технической конференции преподавателей и студентов ВГТУ. - Витебск, 1998. - С. 84 - 86.
8. Рыклина Д.Б., Коган А.Г. Теоретическое определение крутильной способности аэродинамического устройства для получения комбинированных нитей // Технология текстильной промышленности. Известия высших учебных заведений. - 1998. - № 5.

9. Рыклин Д.Б., Коган А.Г. Исследование влияния нагона на процесс формирования комбинированной нити аэродинамическим способом. // Сборник тезисов докладов Всероссийской научно-технической конференции «Современные технологии текстильной промышленности» (Текстиль - 96) / МГТА им. А.Н. Косыгина. - Москва, 1996. - С. 61 - 62.
10. Рыклин Д.Б. Исследование закрученной струи в аэродинамическом устройстве для получения комбинированных нитей. // Сборник тезисов второй научно-технической конференции студентов Республики Беларусь / БГУ. - Минск, 1996. - С. 269 - 270.
11. Рыклин Д.Б., Коган А.Г. Исследование закрученной струи в аэродинамическом устройстве для получения комбинированных нитей. // Материалы международной научно-технической конференции «Современные проблемы машиноведения» / ГПИ им. П.О. Сухого. - Гомель, 1996. - С. 140 - 141.
12. Рыклин Д.Б., Литовский С.М. Исследование процесса ложного кручения в аэродинамическом устройстве для получения комбинированных нитей. // Тезисы докладов научно-технической и научно-методической конференции преподавателей и студентов ВГТУ. - Витебск, 1996. - С. 52.
13. Рыклин Д.Б., Коган А.Г. Технология получения металлизированных нитей аэродинамическим способом. // Сборник тезисов докладов Всероссийской научно-технической конференции «Современные технологии текстильной промышленности» (Текстиль - 97) / МГТА им. А.Н. Косыгина. - Москва, 1997. - С. 37.
14. Рыклин Д.Б., Коган А.Г. Пути снижения отходов волокна при получении комбинированной пряжи аэродинамическим способом формирования. // Сборник тезисов III научно-технической конференции «Ресурсосберегающие и экологически чистые технологии». - Гродно, 1998. - С. 180.
15. Заявка № а 19980420, МКИ D 01 H 1/13. Устройство для получения высокообъемной пряжи / Д.Н. Захаров, Д.Б. Рыклин, А.Г. Коган. - Заявл. 29.04.98.

Рыклін Дзмітрый Барысавіч

РАСПРАЦАВАЦЬ І ДАСЛЕДАВАЦЬ ТЭХНАЛАГІЧНЫ ПРАЦЭС
АТРЫМАННЯ ШМАТКАМПАНАЕНТНАЙ КАМБІНАВАНАЙ ПРАЖЫ
АЭРАДЫНАМІЧНЫМ СПАСАБАМ ФАРМАВАННЯ

Тэхналогія, пражы, аэрадынамічнае ўстройства, выцяжны прыбор, мадэль, эксперымент, алгарытм, уласцівасць, выраб, эфектыўнасць.

Аб'ектам даследавання з'яўляецца шматкампанентная камбінаваная пражы аэрадынамічнага спосабу фармавання.

Мэта работы - распрацоўка і даследаванне тэхналагічнага працэса атрымання шматкампанентнай камбінаванай пражы аэрадынамічным спосабам фармавання.

Распрацоўка тэхналагічнага працэсу атрымання шматкампанентнай камбінаванай пражы аэрадынамічным спосабам асноўвалася на выніках тэарэтычных і эксперыментальных даследаванняў, выкладзеных у працах айчынных і замежных вучоных. У тэарэтычных даследаваннях выкарыстоўваліся метады класічнай механікі, тэорыі імавернасцей, тэорыі дыферэнцыяльных ураўненняў і класічнай аэрадынамікі, праграмаванне на мове Turbo Pascal 7.0. Эксперыментальныя даследаванні праводзіліся з выкарыстаннем метадаў матэматычнага планавання эксперыменту. Апрацоўка вынікаў эксперыментаў праводзілася з выкарыстаннем ЭВМ.

У выніку даследаванняў распрацаваны новы тэхналагічны працэс атрымання шматкампанентнай пражы аэрадынамічным спосабам фармавання; атрыманы матэматычныя мадэлі, якія апісваюць баланіраванне і кручэнне валакністага прадукту ў камерах аэрадынамічнага ўстройства; вызначаны характэрны ўплыў параметраў валакністага прадукту на імавернасць узнікнення несапраўднага вузла; вызначаны аптымальныя параметры аэрадынамічнага ўстройства пры атрыманні шматкампанентнай камбінаванай пражы; вывучаны працэс сумеснага выцягвання роўніц рознага саставу ў выцяжным прыборы ПС-100-ЛО, атрымана аптымальнае размяшчэнне самагрузных валікаў пры вытворчасці ільноўтрымліваючай напаловуваўнянай пражы; распрацаваны алгарытм, які дазваляе вызначыць аптымальныя параметры аэрадынамічнага ўстройства дзеля атрымання шматкампанентнай камбінаванай пражы рознага саставу.

Распрацаваная тэхналогія ўкаранена на АВП «Аршанскі ільнокамбінат» і ААТ ПВТА «Палессе».

Рыклин Дмитрий Борисович

**РАЗРАБОТАТЬ И ИССЛЕДОВАТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС
МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ПРЯЖИ
АЭРОДИНАМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ФОРМИРОВАНИЯ**

Технология, пряжа, аэродинамическое устройство, вытяжной прибор, модель, эксперимент, алгоритм, свойство, изделие, эффективность.

Объектом исследования является многокомпонентная комбинированная пряжа аэродинамического способа формирования.

Цель работы - разработка и исследования технологического процесса многокомпонентной комбинированной пряжи аэродинамическим способом формирования.

Разработка технологического процесса производства многокомпонентной комбинированной пряжи аэродинамическим способом основывалась на результатах теоретических и экспериментальных исследований, изложенных в трудах отечественных и зарубежных ученых. В теоретических исследованиях использовались методы классической механики, теории вероятности, теории дифференциальных уравнений и классической аэродинамики, программирование на языке Turbo Pascal 7.0. Экспериментальные исследования проводились с применением методов математического планирования эксперимента. Обработка результатов экспериментов осуществлялась с использованием ЭВМ.

В результате исследований разработан новый технологический процесс получения многокомпонентной пряжи аэродинамическим способом формирования; получены математические модели, описывающие баллонирование и кручение волокнистого продукта в камерах аэродинамического устройства; определен характер влияния параметров волокнистого продукта на вероятность образования ложного узла; определены оптимальные параметры аэродинамического устройства при получении многокомпонентной комбинированной пряжи; изучен процесс совместного вытягивания ровниц различного состава в вытяжном приборе ПС-100-ЛО, получено оптимальное расположение самогрузных валиков при производстве льнополушерстяной пряжи; разработан алгоритм, позволяющий определять оптимальные параметры аэродинамического устройства для получения многокомпонентной комбинированной пряжи различного состава.

Разработанная технология внедрена на АПТП «Оршанский льнокомбинат» и ОАО ППТО «Полесье».

RESUME

Rykin Dmitry Borisovich

TO DEVELOP AND RESEARCH OF TECHNOLOGICAL PROCESS
OF MULTICOMPONENTS COMBINED YARN PRODUCTION
BY AIR-JET TECHNIQUE.

The technology, yarn, air-jet device, drafting device, model, experiment, algorithm, property, article, effectiveness.

The research object is multicomponents combined yarn by air-jet technique.

The work purpose is the development and research of technological process of multicomponents combined yarn production by air-jet technique.

The development of the technological process of multicomponents combined yarn production by air-jet technique was based on the results of theoretical and experimental researches by domestic and foreign scientists. Theoretical research used the methods of classical mechanic, probability theory, theory of differential equations and classical aerodynamic, programming on *Turbo Pascal 7.0* for computer. Experimental researches were conducted with application of experiment mathematical planning methods. The processing of experiment results was carried out with using the computer.

As a result of researches new technological process of multicomponents combined yarn production by air-jet technique has been developed; mathematical models describing the fibers product ballooning and twisting at the air-jet device chamber have been obtained; character of fiber product parameters influences on intermingling points formation probability has been determined; optimum air-jet device parameters for multicomponents combined yarn production has been obtained; the process of joint drafting of several rovings from different fibers at the drafting device ПС-100-ЛЮ has been learned; optimum self-loading rollers arrangement for yarn production from wool and flax fibers has been obtained; algorithm for determining optimum parameters of air-jet device for multicomponents combined yarn production from different fibers has been developed.

Developed technology is realized at Orha linen mill and opened joint-stock company «Polesye».

Библиотека ВГТУ

Бібліотека
обласного державного університету
імені Василя Гетьмана