

677.07
С 50

ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УДК 677.072.7

СМЕЛКОВ ДМИТРИЙ ВИТАЛЬЕВИЧ

**РАЗРАБОТАТЬ И ИССЛЕДОВАТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС
ПОЛУЧЕНИЯ ПНЕВМОТЕКСТУРИРОВАННЫХ ХИМИЧЕСКИХ НИТЕЙ С
НАГОННЫМ ЭФФЕКТОМ**

Специальность 05.19.03 -
Технология текстильных материалов

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Витебск, 1997

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ. Главной проблемой, стоящей перед предприятиями промышленности Республики в том числе и текстильной является обеспечение рынка сбыта своей продукции при сильной конкуренции зарубежных товаров. Для этого необходимо не только поддерживать высокий уровень качества изделий, но и повышать его, а также постоянно расширять ассортимент, опираясь на новые технологии и изобретения

Одним из решений поставленной выше задачи является увеличение масштабов использования в текстильной промышленности текстурированных химических нитей. Основным достоинством текстурированных химических нитей является то, что изделия из них обладают хорошей драпируемостью и застиломостью, они хорошо пропускают воздух, впитывают и испаряют в окружающую среду влагу, имеют по сравнению с изделиями из гладких химических нитей высокие гигиенические показатели. Кроме того, отличительными свойствами текстурированных химических нитей являются повышенная объемность, извитость, пористость и мягкость по сравнению с исходными нитями.

К настоящему времени известны различные способы производства текстурированных нитей. Последние два десятилетия наиболее перспективным считается способ пневмотекстурирования, получающий все большее распространение как в нашей стране, так и за рубежом. В этом способе процесс текстурирования происходит в небольшом устройстве (форсунке) и на больших скоростях, что позволяет сократить производственные площади, повышает производительность труда и качество вырабатываемой текстурированной нити.

Разработка оригинальной конструкции форсунки и исследование технологического процесса получения текстурированных химических нитей с помощью турбулентных потоков воздуха, возникающих в этой форсунке, а также последующее внедрение этой технологии на белорусских текстильных предприятиях является актуальной задачей, решение которой даст возможность улучшить качество соответствующей части продукции текстильных предприятий и расширит их ассортимент.

СВЯЗЬ РАБОТЫ С КРУПНЫМИ НАУЧНЫМИ ПРОГРАММАМИ, ТЕМАМИ. Основой для выполнения данной работы была программа по решению Республиканской научно - технической проблемы «Создание и организация производства оборудования, запасных частей и оснастки для предприятий легкой и местной промышленности» (Протокол № 5/123 от 5.12.93), утвержденная решением Комиссии Президиума, Совета Министров Республики Беларусь «**Внебюджетная программа**» от 12.02.94.

Белорусский государственный
техналагічнага ўніверсітэта

інв. №

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ. Целью настоящей работы является разработка и исследование технологического процесса производства пневмотекстурированных химических нитей с нагонным эффектом, а также нового пневмотекстурирующего устройства, способного стабильно формировать пневмотекстурированные нити (ПТН), состоящие из различных компонентов. В соответствии с указанной целью были поставлены следующие задачи:

- разработать и исследовать технологический процесс производства ПТН с нагонным эффектом с использованием нового пневмотекстурирующего устройства (ПТУ);
- разработать теоретические основы и математическую модель объекта исследований;
- определить оптимальные параметры ПТУ;
- определить характер влияния основных параметров технологического процесса на качество получаемой ПТН;
- оптимизировать технологический процесс получения ПТН с нагонным эффектом, различных по составу и по линейной плотности;
- оценить перспективы переработки ПТН с нагонным эффектом в ткани и трикотажные изделия;
- разработать план модернизации машины ПК-100-ШЛК для производства ПТН.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ. Разработка технологического процесса производства ПТН с нагонным эффектом базировалась на результатах теоретических и экспериментальных исследований, изложенных в трудах отечественных и зарубежных ученых.

В теоретических исследованиях использовались методы теорий: аэро- и термодинамики, физический закон сохранения импульса, элементы высшей математики, программирование для ЭВМ. Экспериментальные исследования проводились с применением методов математического планирования эксперимента для установления многофакторных зависимостей. Обработка результатов экспериментов велась с использованием ЭВМ. Экспериментальные исследования проводились в условиях отраслевой научно-исследовательской лаборатории Витебского государственного технологического университета, производственных условиях Витебского комбината шелковых тканей и ПО «ВИТТЕКС».

НАУЧНАЯ НОВИЗНА работы заключается в следующем:

- теоретически обоснован процесс формирования петель при пневмотекстурировании с нагоном и получена математическая модель образующихся из элементарных нитей дуг и петель в зависимости от нагона и диаметра радиальных каналов форсунки;
- получена математическая модель ПТУ для получения ПТН с нагон-

ным эффектом и по этой модели определены основные конструктивные и газодинамические параметры устройства;

- определены оптимальные параметры ПТУ для получения ПТН с нагонным эффектом;
- получены экспериментальные зависимости основных параметров ПТН от параметров технологического процесса их получения и конструктивных параметров форсулки;
- определены оптимальные режимы выработки ПТН средней и большой линейной плотности для выпуска обувных, мебельных и декоративных тканей;
- определено и теоретически обосновано оптимальное местоположение зоны смачивания в процессе пневмотекстурирования.

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

- разработана технология получения ПТН с нагонным эффектом с использованием нового ПТУ, обеспечивающая стабильность процесса выработки названных нитей;
- разработано ПТУ для выработки пневмотекстурированных химических нитей с нагонным эффектом, что составило предмет заявки на выдачу патента на изобретение;
- выполнены расчеты кинематических характеристик механизмов привода основных рабочих цилиндров машины ПК-100ШЛК для производства ПТН в промышленных условиях Коллективного предприятия Витебский комбинат шелковых тканей;
- результаты работы используются в учебном процессе Витебского государственного технологического университета в курсах «Новое в технике и технологии прядильного производства» и «Технология и оборудование для производства текстурированных нитей»;
- разработан и внедрён на ПО «ВИТТЕКС» ассортимент ПТН с нагонным эффектом линейной плотности 170-190 текс для мебельных тканей;
- разработан и внедрён на Коллективном предприятии ВКШТ ассортимент ПТН с нагонным эффектом линейной плотности 45-50 текс для использования в производстве обувных тканей.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ. Ожидаемый экономический эффект от внедрения ПТН с нагонным эффектом в производстве обувных тканей составит в ценах на 1.03.97: при замене хлопчатобумажной пряжи - 3454 т. руб.; при замене ПТН, полученных параллельным способом в Могилеве на ЗИФ, 14656,9 т. руб. на 1000 м² продукции.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ. Автор защищает:

- технологию производства ПТН с нагонным эффектом, позволяющую получать широкий ассортимент ПТН, отличающихся по внешнему виду, линейной плотности, физико-механическим и гигиеническим свойствам;
- конструкцию ПТУ, позволяющую устойчиво формировать объёмную петельную структуру ПТН с нагонным эффектом;
- теоретическое обоснование процесса формирования дуг и петель при пневмотекстировании с нагоном и математическую модель образующихся из элементарных нитей дуг;
- математическую модель ПТУ для получения ПТН с нагонным эффектом.

ЛИЧНЫЙ ВКЛАД СОИСКАТЕЛЯ Соискателем лично:

- разработана геометрическая модель ПТН и найдена зависимость высоты образующихся дуг от нагона и диаметра радиальных каналов форсунки;
- разработана программа для ПЭВМ для расчета высоты дуг ПТН с нагонным эффектом;
- разработана математическая модель ПТУ для получения ПТН с нагонным эффектом;
- разработана программа для ПЭВМ, обеспечивающая расчет газодинамических характеристик ПТУ и выбор её оптимальной конструкции;
- проведены экспериментальные работы по оптимизации конструкции ПТУ для выработки ПТН с нагонным эффектом;
- получены экспериментальные зависимости структуры и физико-механических свойств ПТН от параметров технологического процесса их получения и конструктивных параметров ПТУ;
- разработаны варианты вискозно-полиэфирных, полиэфирных и полиэфирно-полиамидных ПТН с нагонным эффектом, на основании которых получен новый ассортимент тканых изделий;
- выполнены расчеты кинематических характеристик механизмов привода основных рабочих цилиндров машины ПК-100ШПК для производства ПТН в промышленных условиях Коллективного предприятия ВКШТ.

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

- на Международной научной конференции «Новое в технике и технологии текстильной промышленности» (Витебск, 1994 г.);
- на Республиканской научно-технической выставке «Белвузнаука-94» (Минск, 1994);
- на научовой конференции лауреатаў Рэспубліканскага конкурсу сту-

дизайнских и научных работ 1993/1994 учебного года по природо-научным, гуманитарным и техническим наукам выпускной ВУ 1995 года «НДРС - 95» (Минск, 1995);

- на Международной научной конференции «Проблемы промышленной экологии и комплексная утилизация отходов производства» (Витебск, 1995);

- на Республиканской научно-технической выставке «Беллегмаш-97» (Минск, 1997);

- на Республиканской коммерческой выставке «Импортозамещение» (Минск, 1997);

- на научно-технических конференциях сотрудников, преподавателей и студентов Витебского государственного технологического университета, 1992-1997 г.г.;

- на заседаниях кафедры «Прядение натуральных и химических волокон» ВГТУ, 1992-1997 г.;

- на техническом совете ОАО «Витебские ковры» 11.04.97;

- на заседании Проблемного Совета ВГТУ по специальности 05.19.03, 19.05.97г.

ПУБЛИКАЦИИ. По материалам диссертации опубликовано 11 печатных работ и зарегистрирована заявка на выдачу патента на изобретение № 960037 «Пневмотекстурирующее устройство».

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ РАБОТЫ. Работа содержит введение, общую характеристику работы, пять глав, общие выводы, список использованных источников и приложения. Общий объем работы составляет 203 страницы. Объем диссертации составляет 134 страниц, включающих 42 рисунка и 22 таблицы. В работе использовались 104 литературных источника, на которые сделаны ссылки, представленные на 7 страницах. В работе приведены 11 приложений, представленные на 53 страницах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дана оценка современного состояния пневмотекстурирования, обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна и практическая ценность работы.

В первой главе, основываясь на монографиях, научных работах, патентных материалах и других источниках, проведен анализ основных этапов развития науки по вопросу пневмотекстурирования.

Произведены обзор и краткая характеристика существующих разновидностей способа пневмотекстурирования и ПТУ. Наиболее перспективным является способ пневмотекстурирования с нагоном. ПТУ имеют в основном конструкции двух типов:

- содержащие так называемые «трубку Вентури» и «иглу» и работающие по принципу конвергенция-дивергенция (Taslan фирмы «Du Pont»);
- однокамерные, в которых воздух в главный канал поступает через адимальные или наклонные каналы (HemaJet фирмы «Heberlein»).

Практически все известные устройства имеют недостатки, снижающие качество производимой нити или производительность способа.

Рассмотрены и проанализированы основные типы оборудования, предназначенные для производства ПТН, приводится сводная таблица технических характеристик некоторых типов пневмотекстурирующих машин.

Дана характеристика основных свойств ПТН. Согласно мнению большинства исследователей наиболее специфическим свойством является нестабильность нити. Рассматриваются показатели, влияющие на качество ПТН и производительность способа. Одними из самых действенных технологических параметров, положительно влияющих на качество нитей и производительность машин, являются увлажнение или смачивание комплексных нитей перед их входом в форсунку, предварительное вытягивание частично- и низкоориентированных комплексных нитей, а также термофиксация текстурированной нити перед намоткой.

Описаны области применения ПТН. Широкий диапазон линейных плотностей этих нитей - 5-1800 текс, высокие прочностные характеристики и повышенная объемность позволяют применять их как в производстве одежды, так и для технических тканей и трикотажа.

Отмечается, что по технико-экономическим показателям способ пневмотекстурирования на 50-100 % экономичнее традиционных способов пневмомеханического и кольцепрядения.

В заключении ставится задача разработки и исследования технологического процесса получения химических ПТН с нагонным эффектом с применением нового ПТУ, а также дальнейшего развития теории пневмотекстурирования.

Вторая глава посвящена разработке и теоретическому обоснованию технологического процесса получения ПТН с нагонным эффектом с использованием усовершенствованного ПТУ.

Схема технологического процесса представлена на рис. 1. Она включает в себя 3 зоны: питания I, пневмотекстурирования II и намотки III. Комплексные химические нити 1 и 2, сматываемые с паковок 3, проходят через нитенатяжители 4 и питающие пары: - цилиндр 5, подающий стержневую нить 2, и прижимной валик 7; - цилиндр 6, подающий нагонную нить, и прижимной валик 8. Затем нити с разными скоростями поступают в ПТУ 9, где

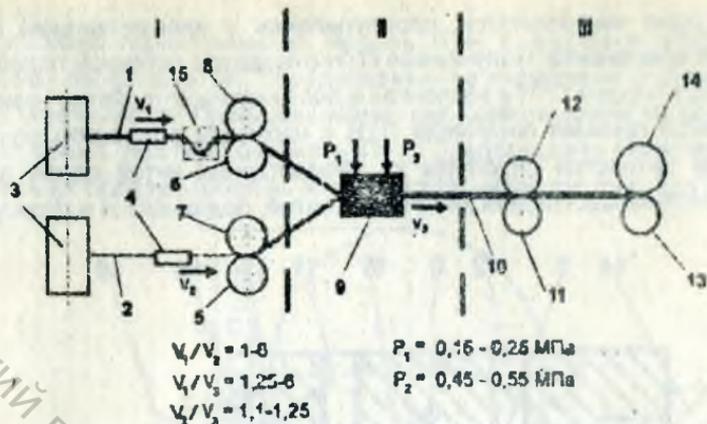


Рис. 1

Технологическая схема способа пневмотекстирования с нагоном

непосредственно формируется ПТН 10. Далее полученная нить проходит через выпускную пару - выпускной цилиндр 11 и прижимной валик 12 - и поступает в устройство намотки, где с помощью мотального барабанчика 13 формируется бобина 14. Нагонная нить проходит через устройство увлажнения 15.

Принципиальная схема ПТУ изображена на рис. 2. Устройство содержит втулки 1 и 2 в корпусе 3. Втулка 1 содержит пневмотекстирующую камеру (ПТК) 4. Втулка 2 содержит транспортирующую камеру (ТК) 5. ПТК 4 соединена через радиальные каналы 6 с полостью 7 для выравнивания давления. ТК 5 соединена через радиально расположенный под острым углом к оси ТК канал 8 с полостью 9 для выравнивания давления. Выход из ПТК 4 частично перекрыт заслонкой 10. Воздух под давлением подается в ПТК через патрубок 11, а в ТК - через патрубок 12. Втулки с одной стороны фиксируются стопорной шайбой 13, а с другой запираются гайкой 14. Герметизация полостей 7 и 9 для выравнивания давления обеспечивается уплотнительными кольцами 15.

Устройство работает следующим образом. Исходные компоненты подаются в зону формирования двумя питающими парами с различным опережением относительно оттяжной пары. Нити за счёт тяговой способности ПТУ поступают в ПТК 4, где они подвергаются непрерывному разрыхлению путём воздействия двух радиально направленных перпендикулярных струй, истекающих из каналов 6. Далее в ПТК элементарные нити нагонного компонента под действием вихревых турбулентных потоков реализуются в петли

и дуги, которые закрепляются, перепутываясь с элементарными нитями стержневого компонента. Получаемая ПТН отводится оттяжной парой через зазор Z между торцом ПТК и заслонкой и поступает в устройство намотки.

Основной принцип получения ПТН с нагонным эффектом состоит в образовании петливой структуры из элементарных нитей одной или нескольких комплексных гладких химических нитей, подающихся в форсунку с

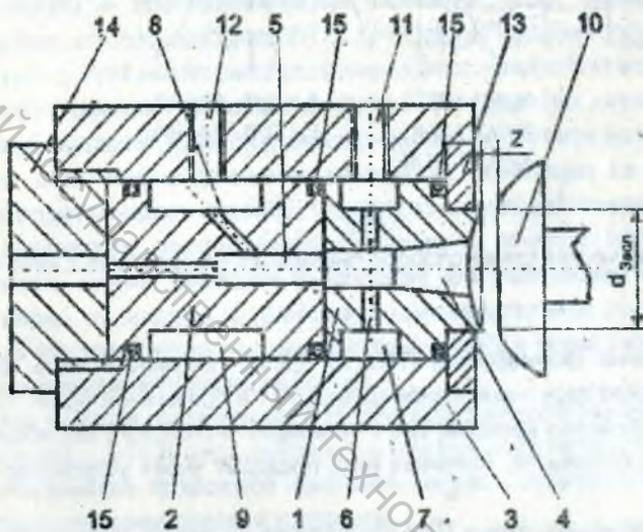


Рис. 2

Пневмотекстурирующее устройство для получения ПТН с нагонным эффектом

опережением вместе со стержневой гладкой комплексной химической нитью (или нитями), на которой закрепляется образующаяся петлистая структура, за счет избытка находящегося в форсунке продукта переработки, непрерывно подвергаемого воздействию турбулентного потока воздуха. Причем стержневая нить подается с меньшим опережением, чем нагонная. Особая конструкция ПТУ обеспечивает свободное, ненапрянутое состояние стержневого компонента и, следовательно, его качественное разрыхление. Одновременно осуществляется беспрепятственное прохождение через ТК в ПТК нагонного компонента, который, также подвергаясь интенсивному разрыхлению, образует (ввиду наличия его избытка) из элементарных нитей петли и дуги, закрепляемые при перепутывании с элементарными нитями стержневого компонента, формируя тем самым объемную, петливую структуру ПТН.

Показана геометрическая модель ПТН с нагонным эффектом. Перечислены свойства ПТН, определяемые ее структурой и свойствами исходных компонентов. Проведен анализ сил, действующих на элементарные нити во время текстурирования в ПТУ. Представлена геометрическая интерпретация образующихся из элементарных нитей дуг (рис. 3) и получена

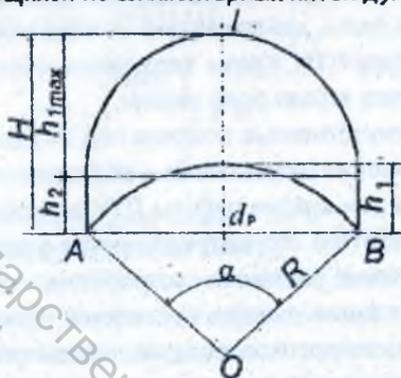


Рис. 3

Геометрическая интерпретация образующихся при пневмотекстурировании нагонным способом дуг

математическая модель для расчета высоты этих дуг в зависимости от нагона и диаметра радиальных каналов ПТК, реализованная в формулах (1) и (2). Для дуг, имеющих форму части окружности:

$$h_1 = (1 + N/100) \cdot d_P (1 - \cos(\alpha/2)) / \alpha, \quad (1)$$

где $N = 50 \cdot ((\alpha / \sin(\alpha/2)) - 2)$ - нагон комплексных нитей, %;

d_P - диаметр радиальных каналов ПТК, м;

α - угол дуги, от 0 до π рад.

Высота дуг H , состоящих из двух частей - полуокружности с радиусом $R = 0,5 \cdot d_P$ и двух прямолинейных участков высотой h_2

$$H = 0,5 \cdot d_P (1 + N/100 - (\pi - 2) \cdot 0,5), \quad (2)$$

где N - нагон, величина которого больше той, при которой образуется дуга в виде полуокружности с радиусом $R = 0,5 \cdot d_P$.

Разработана программа для ПЭВМ, с помощью которой можно определить требуемые значения нагона для формирования дуг заданной высоты. Описан механизм образования дуг и петель в процессе формирования ПТН нагонным способом. Показана инерционность режима работы описанного ПТУ, что обеспечивает процесс текстурирования. Теоретически обос-

новано положительное влияние зоны смачивания на процесс пневмотекстурирования: улучшение качества нитей и увеличение производительности

На основании известных формул для определения аэродинамических сил сделано следующее заключение: при смачивании комплексных нитей в ПТУ заносятся капельки воды, которые под воздействием воздушного потока распыляются, увеличивая тем самым его плотность. Значит возрастают аэродинамические силы, действующие на элементарные нити и создающие петлистую структуру ПТН. Кроме того, уменьшается сила трения между волокнами, так как влага играет роль смазки.

Показано, что искусственные волокна под воздействием влаги теряют жёсткость, что облегчает их разрыхление и образование дуг и петель.

В третьей главе дан анализ работы ПТУ для получения ПТН с нагонным эффектом, разработана его математическая модель и определены оптимальные конструктивные параметры устройства.

Отмечено, что главное условие протекания процесса пневмотекстурирования - турбулентность потоков воздуха - создается в форсунке за счет большой скорости воздушного потока, изменения его направления и разности диаметров входных и выходных отверстий устройства.

На основе фундаментальных теорий термо- и аэродинамики разработана математическая модель нового ПТУ, позволяющая определять основные газодинамические и конструктивные параметры устройства. Определены два главных условия качественной работы ПТУ:

- первое

$$P_1 = e \frac{L \left[\frac{(P_2(0,4168 - 0,2431\xi))^{0,2857}}{2,568(0,4168 - 0,2431\xi)^{0,2857} - 1} \right]}{0,2857} \quad (3)$$

где P_1 - давление воздуха в наклонном канале ТК, Па;

P_2 - давление воздуха в радиальных каналах ПТК, Па;

ξ - коэффициент сопротивления, зависящий от отношения площадей сечений S_4/S_3 (S_4 - площадь сечения с большим диаметром осевого канала ТК, S_3 - площадь сечения цилиндрического участка осевого канала ПТК) и выбираемый по таблицам или диаграммам ($\xi=0-0,5$);

- второе

$$P_{Автом} / 0,1737 < P_2 < P_{Автом} / 0,0917 \quad (4)$$

Получена формула (5) для определения объемного расхода ПТУ. Сравнение расчётных данных с экспериментальными показало её приемлемость для практического применения.

$$Q = S_5 \sqrt{7RT \left[1 - \left(\frac{P_{\text{Амм}}}{P_2(0,4168 - 0,2431\xi)} \right)^{0,2857} \right]} + S_2 \sqrt{7RT \left[1 - \left(\frac{P_{\text{Амм}}}{0,1737P_2} \right)^{0,2857} \right]}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (5)$$

где S_5 - площадь сечения входного канал ТК, м²;

T - температура воздуха, (равна 293 °К);

R - универсальная газовая постоянная (287 Дж/(°К·кг));

S_2 - площадь сечения зазора Z между заслонкой и ПТК, м².

Используя закон сохранения импульсов в струйных аппаратах, выведена формула для определения величины зазора Z между ПТК и заслонкой:

$$Z = \frac{P_2 \left(2,921CS_1 \left(1 - \left(\frac{CP_2}{P_1} \right)^{0,2857} \right) + 3,9446S_2 - CS_1 \right) + P_1 S_1 - \pi d_{\text{засл}} \left(0,1737P_2 + 2,921P_{\text{Амм}} \left(1 - \left(\frac{P_{\text{Амм}}}{0,1737P_2} \right)^{0,2857} \right) \right) - 2,921P_{\text{Амм}} S_5 \left(1 - \left(\frac{P_{\text{Амм}}}{CP_2} \right)^{0,2857} \right)}{\quad}, \text{ м} \quad (6)$$

где $C=0,4168-0,2431\xi$ - безразмерный коэффициент, учитывающий отношение сечений $-S_4/S_5$;

$d_{\text{засл}}$ - диаметр усеченного участка заслонки, м.

S_5, S_2 - площади сечений соответственно наклонного канала ТК и радиальных каналов ПТК, м².

Проведён эксперимент для определения оптимальных размеров ТК исследуемого ПТУ на стенде модернизированной машины ПБК-225-ШГ для получения полиэфирной ПТН 50 текс. Исходные компоненты: стержневая нить - полиэфирная 13,8 текс; нагонная нить - полиэфирная 22 текс. Используя математическую модель ПТУ были определены значения неизменяемых факторов эксперимента и уровни варьирования изменяемых факторов.

диаметра наклонного канала d_H и входного диаметра осевого канала ТК d_{CI} . Получены экспериментальные зависимости основных свойств полиэфирной ПТН от диаметров d_H и d_{CI} для нестабильности, разрывной нагрузки и коэффициента вариации по линейной плотности ПТН.

По полученным моделям построены совмещенные графики. Анализ графиков позволил определить оптимальные размеры ТК устройства. Показано, что форсунка с полученными конструктивными размерами способна текстурить все виды комплексных химических нитей, имеющих более низкие или равные полиэфирным нитям прочностные показатели.

Для расчета основных газодинамических параметров форсунки и выбора ее оптимальной конструкции разработана программа для ПЭВМ.

В конце главы поставлены задачи экспериментального доказательства увеличения производительности и повышения качества ПТН за счет использования зоны смачивания и изучения возможности получения ПТН с нагонным эффектом большой линейной плотности для мебельных тканей.

Четвертая глава посвящена экспериментальному доказательству положительного влияния зоны смачивания на процесс пневмотекстирования и оптимизации технологического процесса получения ПТН с нагонным эффектом большой линейной плотности.

Проводились исследования, определяющие влияние зоны смачивания на процесс пневмотекстирования. Исходные компоненты: стержневой - полиэфирная нить 12,5 текс, нагонный - полиамидная нить 15,6 текс. Были наработаны два варианта ПТН - с использованием устройства смачивания и без него. Использовалась форсунка с конструктивными параметрами, оптимизированными в предыдущей главе. Смачивалась только нагонная нить. Варианты ПТН испытывались по следующим критериям: линейная плотность; разрывная нагрузка; разрывное удлинение; нестабильность; петлистость. В результате эксперимента установлено, что при применении устройства смачивания нестабильность нити понижается на 10 %, а петлистость нити повышается на 40 %; коэффициенты вариации по всем показателям (кроме линейной плотности, где они практически одинаковые) понижаются на 10-30 %.

Проводился эксперимент для определения положения зоны смачивания в процессе пневмотекстирования. Исходные компоненты: - стержневой - полиэфирная нить 8 текс; - нагонный - вязкая комплексная нить 13,3 текс. Нарбатывались три варианта: без использования устройства смачивания; с устройством смачивания, расположенным перед форсункой; с устройством смачивания, расположенным перед подающей нагонную нить парой. В результате эксперимента доказано, что наилучшими крите-

риями качества обладает ПТН, когда устройство увлажнения находится перед подающей нагонную нить парой.

Для определения оптимальных основных режимов выработки ПТН с нагонным эффектом с применением устройства увлажнения проведён двухфакторный эксперимент. Изменяемые факторы - это скорость выпуска V и давление воздуха P_2 . Исходные компоненты: стержневой - полиэфирная нить 8 текс; нагонный - вискозная нить 13,3 текс. Давление P_2 варьировалось на трех уровнях от 0,4 МПа до 0,5 МПа, скорость выпуска - на пяти уровнях от 60 м/мин до 140 м/мин. Определялись следующие свойства ПТН: коэффициент вариации по линейной плотности, разрывная нагрузка и удлинение, нестабильность и петлистость. Получены экспериментальные модели для нестабильности, петлистости, линейной плотности, разрывной нагрузки и разрывного удлинения.

На построенных совмещенных графиках моделей выделена зона оптимальных значений скорости выпуска и давления в ПТК, при которых получают ПТН с лучшими свойствами. Это скорости выпуска от 90 до 110 м/мин и давление от 0,43 до 0,47 МПа. Для выработки ПТН с подобными свойствами без зоны смачивания необходимо снизить скорость выпуска до 60-70 м/мин и повысить давление воздуха в ПТК до 0,5 МПа, что снижает производительность процесса и увеличивает расход воздуха.

Проведена оптимизация форсунки для получения ПТН с нагонным эффектом большой линейной плотности для мебельных тканей. Исходные компоненты: 2 полиэфирные комплексные нити 22 текс (36 ЭН) в качестве стержневого и 2 вискозные комплексные нити 33,3 текс (40 ЭН) в качестве нагонного компонента. Общая линейная плотность составила 110,6 текс. Изменяемыми факторами являлись величина нагона нагонной нити $N_{\text{н}}$, давление P_2 и диаметр цилиндрической части осевого канала ПТК d_{01} . Критерии оптимизации - линейная плотность, нестабильность и разрывная нагрузка ПТН. Каждый фактор варьировался на трех уровнях. Остальные параметры процесса были зафиксированы на определенных значениях, полученных в ходе предварительных исследований и с помощью математической модели ПТУ. Получены экспериментальные модели критериев оптимизации для нестабильности, линейной плотности и разрывной нагрузки.

Из анализа данных уравнений и по их графикам определены оптимальные значения технологических параметров процесса для получения ПТН с нагонным эффектом линейной плотности 170-190 текс, с разрывной нагрузкой от 2000 сН и с нестабильностью 3-4 %. нагон $N_{\text{н}}=120-146$ %, давление $P_2=0,5$ МПа и $d_{01}=2,4$ мм.

Полученные ПТН линейной плотности 190 текс были проработаны в мебельные ткани на ПО «ВИТТЕКС» и получили положительную оценку.

Выполнены расчеты кинематических характеристик механизмов привода основных рабочих цилиндров машины ПК-100-ШЛК для производства ПТН. Показана кинематическая схема машины, даны её технические характеристики.

В пятой главе представлены результаты переработки химических ПТН с нагонным эффектом в обувные подкладочные ткани. В условиях ОНИЛ «Новых способов прядения» ВГТУ разработан ассортимент полиэфирных, полиэфирно-полиамидных и полиэфирно-вискозных ПТН линейной плотностью 45-50 текс.

На базе полученных ПТН совместно с диссенаторами Коллективного предприятия ВКШТ разработан ассортимент обувных подкладочных тканей новых структур, которые отличаются высокими износостойкостью, формоустойчивостью, гигиеничностью и низкой материалоемкостью. Ткани внедрены в производство детской спортивной обуви на Лидской обувной фабрике.

Произведён расчёт экономической эффективности внедрения предлагаемой технологии получения химических ПТН с нагонным эффектом в условиях Витебского комбината шелковых тканей. Ожидаемый экономический эффект от внедрения ПТН с нагонным эффектом в производство обувных тканей составит в ценах на 1.03.97: при замене хлопчатобумажной пряжи - 3454 т. руб.; при замене ПТН, полученных параллельным способом в Могилеве на ЗИВ, 14656,9 т. руб. на 1000 м² продукции.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Разработана технология получения химических ПТН с нагонным эффектом с использованием ПТУ, позволяющего получать ПТН из различных комплексных химических нитей в любых комбинациях линейной плотности от 10 до 500 текс.

2. Установлено, что структура ПТН с нагонным эффектом определяется формой, размерами, ориентацией и частотой петель и дуг, а также толщиной стержневого компонента. Найдена зависимость размеров образующихся при пневмотекстурировании дуг от нагона комплексных нитей и диаметра радиальных каналов ПТУ. Разработана математическая модель, позволяющая определять величину нагона нагонного компонента для получения ПТН с требуемыми размерами дуг и петель.

3. Определено, что процесс пневмотекстурирования возможен только при турбулентном режиме движения воздуха. Основываясь на теориях аэро- и термодинамики и на законе сохранения импульса получена математическая модель ПТУ, позволяющая определять основные газодинамические

и конструктивные параметры ПТУ, а также выделены два главных условия качественного пневмотекстурирования нагонным способом для данной конструкции ПТУ. Разработана методика теоретического определения объемного расхода воздуха в ПТУ.

4. Получены экспериментальные зависимости параметров качества полиэфирной ПТН от основных конструктивных размеров ТК. Определены оптимальные размеры входного диаметра осевого канала ТК и диаметра наклонного канала ТК, при которых получается полиэфирная ПТН наилучшего качества. Полученные размеры объяснены теоретически с помощью математической модели ПТУ.

5. Экспериментально доказано положительное влияние зоны смачивания в процессе пневмотекстурирования нагонным способом на показатели качества ПТН: увеличение количества петель на 40-50 %, разрывной нагрузки на 10-20 %, уменьшение нестабильности на 10-15 % и коэффициентов вариации по всем показателям до 20-30 %. Определено оптимальное положение устройства смачивания в технологической схеме процесса - перед подающей нагонную нить парой. Применение зоны смачивания позволяет увеличить скорость выпуска на 30-40 % и уменьшить рабочее давление воздуха на 10-15 %.

6. Определены оптимальные режимы выработки вискозно-полиэфирных ПТН с нагонным эффектом линейной плотности 25 текс: скорость выпуска от 90 до 140 м/мин и давление воздуха в ПТК от 0,4 до 0,45 МПа. Оптимизировано ПТУ и технологические режимы для получения вискозно-полиэфирных ПТН большой линейной плотности 170-190 текс: диаметр цилиндрической части осевого канала ПТК 2,4 мм, входной диаметр ТК 1 мм, величина нагона нагонного компонента 120-146 %, стержневого компонента - 14,1 %, давление воздуха в ПТК до 0,5 МПа, в ТК - 0,2 МПа. Полученные ПТН проработаны в мебельные ткани на ПО «ВИТТЕКС» и получили положительную оценку.

7. Выполнены расчеты кинематических характеристик механизмов привода основных рабочих цилиндров машины ПК-100ШЛК на Коллективном предприятии ВКШТ для производства ПТН. Дана краткая характеристика технических возможностей машины.

8. Разработан ассортимент обувных подкладочных тканей, изготовленных из ПТН с нагонным эффектом линейной плотности 45-50 текс. Ожидаемый экономический эффект от внедрения данной технологии на Коллективном предприятии ВКШТ составит в ценах на 01.03.97: при замене хлопчатобумажной пряжи 3454 т. руб., при замене ПТН, полученных параллельным способом в Могилеве на ЗИВ 14656, у т. руб. на 1000 м² продукции.

Основное содержание работы отражено в публикациях:

1. Смелков Д.В., Коган А.Г., Белов А.А. Особенности конструкции ПТУ для текстурирования нагонным способом // 27-я научно-техническая и научно-методическая конференция преподавателей и студентов ВТИЛП. Тез. докл. - Витебск, 1994 - С. 37-38.
2. Смелков Д.В., Коган А.Г. Производство химических ПТН нагонным способом // Новое в технике и технологии текстильной промышленности. Тез. докл. международной научной конференции. - Витебск, 1994. - С. 6.
3. Смелков Д.В., Коган А.Г. Анализ работы аэродинамического устройства для получения ПТН с нагоном // 28-я научно-техническая и научно-методическая конференция преподавателей и студентов ВГТУ.: Тез. докл. - Витебск, 1995. - С. 31.
4. Смелков Д.В., Коган А.Г. Производство пневмотекстированных химических нитей из отходов текстильного производства // Проблемы промышленной экологии и комплексная утилизация отходов производства.: Тез. докл. Международной научной конференции. - Витебск, 1995. - С. 25.
5. Смелков Д.В., Добровольский С.И. Производство пневмотекстированных нитей нагонным способом // Матэрыялы Рэспубліканскай навуковай канферанцыі студэнтаў ВУНУ Рэспублікі Беларусь (15 - 18 мая 1995 г., Минск) Мн.: БДУ, 1995. - С.113 - 116.
6. Смелков Д.В., Коган А.Г. Математическая модель пневмотекстирующего устройства для получения пневмотекстированных химических нитей нагонным способом // Сборник научных трудов ВГТУ, ч. 1. Витебск: ВГТУ, 1995. - С. 6 - 8.
7. Смелков Д.В., Коган А.Г., Москалёв Г.И., Казарновский В.Я. Методика определения объёмного расхода воздуха в аэродинамических устройствах // Сборник научных трудов ВГТУ, ч. 1. Витебск: ВГТУ, 1995. - С. 9 - 11.
8. Смелков Д.В., Белов А.А. Производство химических пневмотекстированных нитей нагонным способом // Межвузовский сборник научных трудов, Иваново: ИГТА, 1995. - С. 34-36.
9. Смелков Д.В., Соколов Л.Е., Коган А.Г., Евтушенко Ю.А. Проектирование конструкции машины ПБК-225ЛО для получения комбинированной пряжи аэродинамическим способом формирования // Межвузовский сборник научных трудов, Москва: МГТА, 1997.-с. 36-39.
10. Смелков Д.В., Коган А.Г., Белов А.А. Производство химических пневмотекстированных нитей нагонным способом // Межвузовский сборник научных трудов, Москва: МГТА, 1997. - С.40-42.
11. Smelkow D., Kogan A. Description of air-streams in air-jet nozzles for air-jet fancy yarns // Chemical Fibers International. - October, №5, 1996.- P. 372-374.

Смялкоў Дзмітрый Вітальевіч

РАСПРАЦАВАЦЬ І ДАСЛЕДАВАЦЬ ТЭХНАЛАГІЧНЫ ПРАЦЭС АТРЫМАННЯ ПНЕЎМАТЭКСТУРАВАННЫХ ХІМІЧНЫХ НІЦЕЙ З НАГОННЫМ ЭФЕКТАМ

Тэхналогія, ніць, спосаб, устройства, фарсунка, кампанент, імпульс, расход, эксперымент, фактар, матрыца, ураўненне, уласцівасць, асартымент, эфектыўнасць.

Аб'ектам даследавання з'яўляецца хімічная пнеўматэкструаваная ніць з нагонным эфектам.

Мэта работы - распрацоўка і даследаванне тэхналагічнага працэсу атрымання пнеўматэкструаваных хімічных ніцей з нагонным эфектам, а таксама новага пнеўматэкструючага устройства, спосабнага стабільна фармаваць пнеўматэкструаваныя ніці з нагонным эфектам, якія складаюцца з розных кампанентаў.

Методыка даследавання базавалася на выніках тэарэтычных і эксперыментальных даследаванняў, выкладзеных у працах айчынных і замежных вучоных. У тэарэтычных даследаваннях выкарыстоўваліся метады тэорыі аэрадынамікі і тэрмадынамікі, фізічныя законы выхавання імпульсу, праграміраванне на мове Паскаль VI для ПЭВМ. Эксперыментальныя даследаванні праводзіліся з выкарыстаннем метадаў матэматычнага планавання эксперыменту для вызначэння шматфактарных залежнасцей. Працоўка вынікаў эксперыменту праводзілася з выкарыстаннем ПЭВМ.

У выніку даследаванняў распрацаваны тэхналагічны працэс атрымання хімічных пнеўматэкструаваных ніцей нагонным спосабам і новае пнеўматэкструючае устройства, вызначаны аптымальныя параметры устройства, распрацаваны методыка тэарэтычнага вызначэння асноўных параметраў фарсункі, методыка тэарэтычнага вызначэння расхода воздуху у фарсунке, вызначены аптымальныя рэжымы выпрацоўкі пнеўматэкструаваных ніцей з нагонным эфектам рознага асартыменту.

Прапануемая тэхналогія ўкаранена на Віцебскім камбінаце шёлкавых тканін.

Распрацован асартымент абутковых тканін з выкарыстаннем пнеўматэкструаваных ніцей з нагонным эфектам.



РЕЗЮМЕ

Смелков Дмитрий Витальевич

РАЗРАБОТАТЬ И ИССЛЕДОВАТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС
ПОЛУЧЕНИЯ ЯПНЕМОТЕКСТУРИРОВАННЫХ ХИМИЧЕСКИХ НИТЕЙ С
НАГОННЫМ ЭФФЕКТОМ

Технология, нить, способ, устройство, форсунка, компонент, импульс, расход, эксперимент, фактор, матрица, уравнение, свойство, ассортимент, эффективность.

Объектом исследования является химическая пневмотекстурированная нить с нагонным эффектом.

Цель работы - разработка и исследование технологического процесса получения пневмотекстурированных химических нитей с нагонным эффектом, а также нового пневмотекстурирующего устройства, способного стабильно формировать пневмотекстурированные нити с нагонным эффектом, состоящие из различных компонентов.

Методика исследований базировалась на результатах теоретических и экспериментальных исследований, изложенных в трудах отечественных и зарубежных ученых. В теоретических исследованиях использовались методы теорий аэродинамики и термодинамики, физический закон сохранения импульса, программирование на языке Паскаль VI для ЭВМ. Экспериментальные исследования проводились с применением методов математического планирования эксперимента для установления многофакторных зависимостей. Обработка результатов экспериментов велась с использованием ЭВМ.

В результате исследований разработаны технологический процесс получения химических пневмотекстурированных нитей нагонным способом и новое пневмотекстурирующее устройство, определены оптимальные параметры устройства, разработаны методика теоретического определения основных параметров форсунки, методика теоретического определения расхода воздуха в ПТУ, определены оптимальные режимы выработки пневмотекстурированных нитей с нагонным эффектом различного ассортимента.

Предлагаемая технология внедрена на Коллективном предприятии Витебский комбинат шелковых тканей.

Разработан ассортимент обуных тканей с использованием пневмотекстурированных нитей с нагонным эффектом.

REZUME

Smetkov Dmitry Vital'evich

THE DEVELOPMENT AND RESEARCH OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF
CHEMICAL AIR JET FANCY YARNS

The technology, yarn, way, device, air-jet, component impulse, throughput, experiment, factor, matrix, equation, article, range, effectiveness

The object of research is chemical air-jet fancy yarn.

The purpose of work is the development and research of technological process for reception of chemical air-jet fancy yarns and also of the new air-jet which is capable of the steady forming of the air-jet fancy yarns of different components.

The methods of researches based one's arguments upon the results of the theoretical and experimental researches, stated in labor domestic and foreign scientist ones were used. Theoretical researches used the methods of theory of aerodynamic and thermodynamic, the physical law of the conservation of the impulse, the programming on Pascal VI for computer. Experimental researches were conducted with application of methods of mathematical planning of the experiment for establishments of dependencies. The processing of results of experiments has been with use of the computer.

As a result of researches the technological process of reception of chemical air-jet fancy yarns and new air-jet have been developed, the optimum parameters of air-jet has been determined, the method of the theoretical determination of basic parameters of air-jet, the method of the theoretical determination of the air throughput in the air-jet have been developed, the optimum regimes of output of air-jet fancy yarns of different range have been determined.

The given technology has been introduced at the Vitebsk centre of silk cloths. The range of shoes cloths with application of air-jet fancy yarns has been developed.

