

677.022

ПЗ1

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 677.022.6 : 677.024.072



ПЕТЮЛЬ ИРИНА АНАТОЛЬевна

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИНЕЛИ И
ПЕРЕРАБОТКА ЕЕ В ТКЧЕСТВЕ**

Специальность 05.19.02 –

Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Витебск 2004

Работа выполнена в Учреждении образования
«Витебский государственный технологический университет»

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор КОГАН А.Г.
УО «Витебский государственный технологический университет», кафедра «Прядение натуральных и химических волокон».

Официальные оппоненты: заслуженный деятель наук РСФСР, доктор технических наук, профессор НИКОЛАЕВ С.Д., ректор Московского государственного текстильного университета, кандидат технических наук, доцент КОВАЛЕВ В.Н., УО «Витебский государственный технологический университет», кафедра «Технология трикотажного производства».

Опонирующая организация: государственное предприятие (центр научных исследований легкой промышленности) «ЦНИЛЕГПРОМ»

Защита состоится «04» марта 2004 г. в 10 часов на заседании Совета по защите диссертаций К 02.11.01 в Учреждении образования «Витебский государственный технологический университет».

210035, г.Витебск, Московский проспект, 72

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

Автор

Ученый секретарь
по защите диссертаций
кандидат наук

Степановская

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В условиях острой рыночной конкуренции, одной из важнейших проблем, возникающей на предприятиях текстильной промышленности, является разработка ассортимента продукции, которая обладает высокими качественными характеристиками и пользуется повышенным спросом.

В настоящее время высоким спросом пользуются ткани и трикотажные изделия, выработанные с использованием синели, которая является одним из видов комбинированных фасонных нитей. Удовлетворение потребительского спроса на данную продукцию происходит за счет ее импорта, так как в Республике Беларусь аналогичные изделия производятся в ограниченном количестве. Основными причинами, препятствующими увеличению объемов производства изделий из синели, являются отсутствие отечественных производителей этой нити и ее высокая стоимость на мировом рынке.

Для получения синели, перерабатываемой в ткацком производстве, используется специализированное оборудование, которое в Республике Беларусь и странах СНГ не выпускается. Современные машины для получения синели, сконструированные за рубежом, имеют высокую стоимость, вследствие чего их применение на текстильных предприятиях отрасли в настоящее время не может быть эффективным. Поэтому разработка технологии получения синели с малой высотой ворса на имеющемся оборудовании при его модернизации является важной и актуальной задачей. Ее решение позволит при небольших материальных затратах расширить ассортимент текстильных изделий за счет выпуска конкурентоспособных тканей бытового назначения, пользующихся высоким спросом и соответствующих современному направлению моды. Организация производства новых тканей с использованием синели с малой высотой ворса требует развития их проектирования с учетом особенностей, обусловленных структурой используемой нити, всестороннего исследования их свойств и условий выработки на ткацком станке.

Связь работы с крупными научными программами, темами. Настоящая диссертационная работа выполнялась в соответствии с отраслевой научно-технической программой «Легкая промышленность» г/б № 114 «Разработать и исследовать технологические процессы получения комбинированных нитей различными способами формирования», утвержденной приказом Председателя Государственного комитета по науке и технологии Республики Беларусь №16 от 06.02.2001г, а также в соответствии с государственной программой импортозамещения, одобренной Президентом Республики Беларусь (постановление №09\124-418 от 07.07.97г.), Президиумом Совета Министров Республики Беларусь (протокол №6 от 08.04.97г.) и

Региональной программой импортозамещения, утвержденной решением Витебского облисполкома № 127 от 26.03.98г.

Цель и задачи исследования. Целью настоящего исследования является разработка технологии получения синели и переработка ее в ткачестве.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести модернизацию машины СИМ-3, для получения синели с малой высотой ворса, используемой для производства высококачественных тканей отечественного производства;
- осуществить выбор сырья и разработать технологию получения синели с малой высотой ворса;
- разработать методики определения физико-механических и специфических свойств синели и провести оценку ее качества;
- разработать оптимальные режимы технологического процесса получения синели на основании анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований;
- разработать методику проектирования ткани, выработанной с использованием синели;
- исследовать физико-механические свойства ткани, определить оптимальные соотношения параметров ее строения и установить степень их влияния на свойства получаемой ткани.

Объект и предмет исследования: синель, технология ее получения и ткани, выработанные с ее использованием.

Методология и методы проведенного исследования. При разработке технологии получения синели и переработке ее в ткачестве использовался комплексный метод, сочетающий теоретические и экспериментальные исследования процессов.

В теоретических исследованиях использовались методы теории дифференциальных уравнений, дифференциальной геометрии, механики идеально гибкой нити, текстильного материаловедения, теории фазового строения тканей, математического моделирования с использованием ЭВМ.

Экспериментальные исследования проводились с использованием математических методов планирования и анализа эксперимента, математической статистики, стандартных методов исследований геометрических характеристик ткани. Обработка результатов экспериментальных исследований проводилась с использованием ЭВМ.

Экспериментальные исследования проводились в УО «ВГТУ» на кафедрах «Ткачество», «ПНХВ» и в производственных условиях КУПП «Виттекс».

Научная новизна и значимость полученных результатов. Научная новизна и значимость полученных результатов заключается в следующем:

– в результате исследования процесса наматывания ворсовых нитей при формировании синели разработана математическая модель, описывающая изменение натяжения ворсовых нитей в зависимости от вида используемого сырья, угловой скорости вьюрка и геометрических параметров ворсообразующего механизма; на основе применения метода имитационного моделирования разработаны рекомендации по определению максимальной угловой скорости вьюрка;

– исследован процесс ворсообразования синели и предложена методика для определения геометрических параметров ворсообразующего механизма;

– впервые получены теоретические зависимости для определения рациональных геометрических параметров ворсообразующего механизма, учитывающие вид используемого сырья и геометрические параметры клинового калибра, определяющие высоту ворса синели;

– в результате экспериментальных исследований получены уравнения регрессии, характеризующие зависимость физико-механических и специфических свойств синели от технологических параметров, позволяющие при их изменении, прогнозировать значения качественных показателей нити;

– разработана научно-обоснованная методика определения расчетного диаметра синели, заработанной в ткань, и предложена методика проектирования ткани, выработанной с использованием синели.

Практическая значимость полученных результатов. По результатам теоретических и экспериментальных исследований:

– проведена модернизация машины СИМ-3, в результате чего получена возможность изготовления синели с малой высотой ворса;

– усовершенствована конструкция режущего устройства машины для формирования синели, что позволило увеличить производительность машины и снизить количество отходов при производстве нити;

– разработана и внедрена технология получения синели малого диаметра в производственных условиях КУПП «Виттекс»;

– разработана программа имитационного моделирования процесса ворсообразования, реализованная на ЭВМ, позволяющая определять частоту вращения вьюрка, натяжение ворсовых нитей при наматывании и конструктивные параметры ворсообразующего механизма при использовании различных видов сырья;

– с использованием ЭВМ установлены оптимальные технологические параметры процесса формирования нити;

– получены уравнения регрессии, характеризующие зависимость физико-механических свойств ткани, выработанной с использованием синели в утке, от плотности ткани по утку; установлено оптимальное значение этого показателя для выработки мебельной ткани, соответствующей требованиям стандарта и потребителей;

– в производственных условиях КУПП «Виттекс», с использованием предложенной методики проектирования, разработан и внедрен ассортимент высококачественных мебельных тканей, выработанных с использованием синели, и пользующихся высоким спросом;

– результаты работы внедрены в учебный процесс УО «ВГТУ» в курс «Новое в технике и технологии».

Экономическая значимость полученных результатов. Экономический эффект от внедрения технологии получения синели с малой высотой ворса в производственных условиях КУПП «Виттекс» составил 13819,4 тыс.руб при объеме производства 10 тонн. Расчет экономического эффекта произведен в ценах по состоянию на 12.09.2001 г. При производстве мебельной ткани, выработанной с использованием синели отечественного производства, экономический эффект составил 18716,7 тыс.руб. при объеме производства 25000 п.м. Прибыль на 1 п.м. составила 1159 руб. Расчет произведен в ценах на 24.04.2002 г.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту. Автор защищает:

– технологию получения синели малого диаметра, позволяющую создать новый ассортимент комбинированных фасонных нитей и мебельных тканей, выработанных с их использованием;

– математическую модель, описывающую изменение натяжения ворсовых нитей в зависимости от вида используемого сырья, угловой скорости выюрка и геометрических параметров ворсообразующего механизма;

– теоретические зависимости для определения рациональных геометрических параметров ворсообразующего механизма, учитывающие вид используемого сырья и геометрические параметры клинового калибра, определяющие высоту ворса синели;

– уравнения регрессии, характеризующие зависимость физико-механических и специфических свойств синели от параметров технологического процесса, позволяющие прогнозировать значения качественных показателей нити при изменении технологических параметров;

– научно обоснованную методику определения расчетного диаметра синели, зарработанной в ткань, и методику проектирования ткани, выработанной

с использованием синели, позволяющие повысить эффективность процессов разработки и постановки продукции на производство;

- уравнения регрессии, характеризующие взаимосвязь между физико-механическими свойствами ткани и плотностью по утку, определяющей расход сырья на изготовление ткани.

Личный вклад соискателя. Соискателем лично:

- разработана технология получения синели малого диаметра;
- модернизирована машина СИМ-3 для получения синели с малой высотой ворса;

- получена математическая модель, описывающая изменение натяжения ворсовых нитей в зависимости от вида используемого сырья, угловой скорости вьюрка и геометрических параметров ворсообразующего механизма;

- получены теоретические зависимости для определения рациональных геометрических параметров ворсообразующего механизма, учитывающие вид используемого сырья, а также геометрические параметры клинового калибра, определяющие высоту ворса синели;

- получены уравнения регрессии, характеризующие зависимость физико-механических и специфических свойств синели от параметров технологического процесса;

- оптимизированы параметры технологического процесса формирования нити;

- разработана методика определения расчетного диаметра синели, заработанной в ткань, и методика проектирования ткани, выработанной с использованием синели;

- выполнены экспериментальные исследования параметров строения тканей, выработанных с использованием синели, и их физико-механических свойств;

- разработан и внедрен в производство ассортимент синелечных нитей, а также мебельных тканей, выработанных с их использованием.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты работы представлены и получили положительную оценку на:

- Международной юбилейной научно-технической конференции Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна, Санкт-Петербург, 2000;

- Международной научной конференции «Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности», Витебск, 2000;

- Международной научно-технической конференции «Ресурсо- и энергосберегающие технологии промышленного производства», Витебск, 2003;

– VIII научно-технической конференции студентов и аспирантов «НИРС-2003», Минск, 2003;

– Всероссийской научной конференции «Информационные технологии в образовательной, научной и управленческой деятельности» (ИНФОТЕКСТИЛЬ-2004), Москва, 2004;

– научно-технических конференциях преподавателей и студентов ВГТУ, Витебск, 2000-2002 г.г.;

– заседаниях кафедры ПНХВ 2000-2002 г.г.

Опубликованность результатов. По материалам диссертации опубликовано 12 печатных работ общим объемом 32 страницы, в том числе 6 статей и 5 тезисов докладов, принята к рассмотрению заявка на изобретение.

Структура и объем работы. Работа содержит введение, шесть глав, выводы по главам и по работе в целом, библиографию и приложения.

Общий объем работы составляет 220 страниц. Объем диссертации составляет 176 страниц, включающие 41 рисунок и 30 таблиц. В работе использовались 82 литературных источника, на которые сделаны ссылки, представленные на 9 страницах. В работе приведено 10 приложений, представленных на 44 страницах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, определена основная цель исследований, описаны элементы научной новизны и практической значимости полученных результатов.

В первой главе, основываясь на монографиях, научных работах, патентных материалах и других источниках, проведен анализ способов получения комбинированных фасонных нитей.

Установлено, что получение синели осуществляется на специализированном оборудовании, которое разрабатывается и выпускается зарубежными фирмами. Технологический процесс получения синели является весьма трудоемким, а его особенности обуславливают невысокую производительность даже современного оборудования, оснащенного средствами автоматизированного контроля и управления, вследствие чего, стоимость нити на мировом рынке достаточно высока. Поэтому разрабатываемые способы получения синели в основном направлены на совершенствование процессов и механизмов, влияющих на увеличение производительности оборудования и снижение себестоимости нити.

В результате обзора работ, посвященных разработке ассортимента фасонных нитей и исследованию их свойств, установлено, что общие зависимости, описывающие изменение свойств комбинированных фасонных

нитей в зависимости от различных технологических параметров, отсутствуют. Поэтому при разработке нового способа получения фасонных нитей в каждом случае необходимо теоретическое изучение процесса формирования нити и проведение большого количества экспериментов. В литературе встречается крайне мало сведений, отражающих состояние этого вопроса в части изучения свойств синели.

Несмотря на широкую популярность изделий, выработанных с использованием синели, в литературе отсутствуют материалы, посвященные проектированию и исследованию свойств тканей, выработанных на ткацких станках типа СТБ, широко используемых на предприятиях текстильной промышленности в Республике Беларусь.

Вторая глава посвящена разработке технологии получения синели с малой высотой ворса.

На основе анализа структуры синели и изучения физико-механических свойств нитей и пряжи, выпускаемых предприятиями Республики Беларусь, произведено обоснование выбора исходного сырья. В качестве стержневых рекомендуется использовать химические комплексные текстурированные нити линейной плотности 20-40 текс, имеющие относительную разрывную нагрузку не менее 15-18 сН/текс. Для ворса можно использовать различные виды сырья: полиэфир, нитрон, хлопок, лен, вискозу и другие волокна. Рекомендуется использовать нити или пряжу, состоящие из элементарных нитей или волокон линейной плотностью не более 0,35 текс.

Для разработки технологии получения синели с малой высотой ворса, на основании литературных источников и теоретических исследований, проведена модернизация машины СИМ-3. В результате модернизации ворсообразующего механизма и кинематической схемы на машине получена возможность изготовления синели с высотой ворса 3-6 мм, которая определяется геометрическими размерами клинового калибра ворсообразующего механизма.

Процесс формирования синели, схема которого представлена на рис. 1, осуществляется следующим образом. Ворсовые нити 1 сматываются с бобин, проходят направляющие глазки и пружинный нитенатяжитель, в котором получают предварительное натяжение, и поступают к вьюрку 2. Совершая вращательное движение, он наматывает ворсовые нити на клиновой калибр 3, находящийся между транспортирующими рифлеными роликами 5. За счет прижима к шейке калибра, вращающиеся рифленые ролики 5 сдвигают намотанные витки в зону резания ножа 6, который, совершая возвратно-поступательное движение, разрезает витки нити на равные отрезки. Отрезки нитей продолжают движение за счет прижима их пластиной калибра к вращающимся роликам 5 и оказываются зажатými между двумя стержневыми

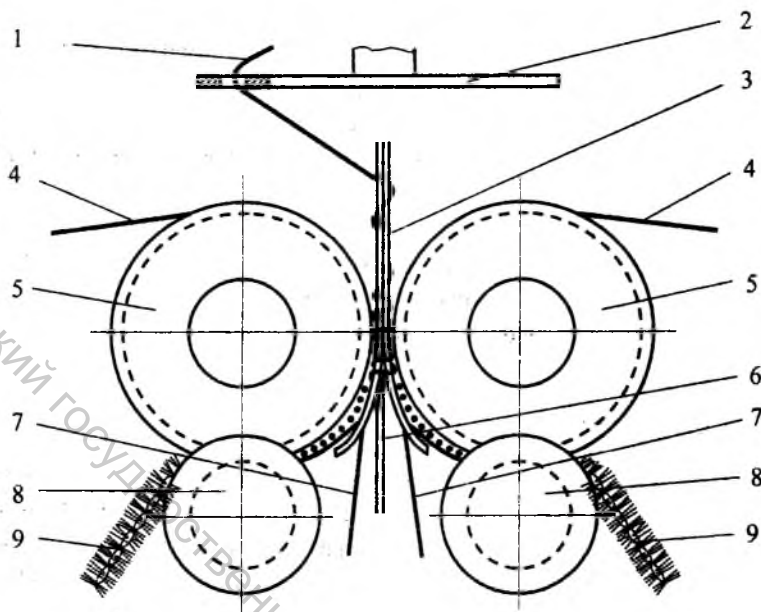


Рис. 1 Схема процесса формирования синели

нитями 4 и 7. Нить 4 по направляющей канавке огибает сверху ролик 5, а нить 7 проходит через направляющий глазок в калибре и прижимает слой нарезанных ворсовых отрезков к стержневой нити 4 и ролику 5, предупреждая высыпание отрезков. Стержневые нити, с зажатыми между ними ворсовыми отрезками, расположенными равномерно по длине нити, транспортируются по роликам 8 к кольцекрытильному механизму, который скручивает стержневые нити, зажимая отрезки ворса между ними, образуя, таким образом, синель 9.

В результате анализа технологического процесса получения синели были установлены основные этапы формирования нити: подача стержневых нитей к ворсообразующему механизму; наматывание ворсовых нитей на калибр ворсообразующего механизма; разрезание витков ворсовых нитей на отдельные отрезки; ориентация и укладка ворсовых отрезков между двумя стержневыми нитями; уплотнение структуры синели; транспортирование отрезков в зону кручения; скручивание стержневых нитей.

Третья глава посвящена теоретическому анализу наиболее важных этапов процесса формирования синели, к которым относятся этапы наматывания ворсовых нитей на калибр ворсообразующего механизма и разрезания витков ворсовых нитей на отдельные отрезки, так как они

оказывают основное влияние на стабильность и эффективность всего технологического процесса.

При наматывании ворсовых нитей на клиновой калибр ворсообразующего механизма наиболее часто случается их обрыв. Главным фактором, влияющим на обрывность, является натяжение ворсовых нитей. Из-за особенностей технологического процесса оценить величину натяжения экспериментальными методами невозможно. Поэтому, с целью определения натяжения нити в зависимости от технологических режимов и параметров ворсообразующего механизма, в работе проведен теоретический анализ процесса наматывания ворсовых нитей на клиновой калибр.

Используя методы дифференциальной геометрии, проанализировано поведение ворсовой нити на участке от точки выхода ее из вьюрка до точки касания калибра за один оборот вьюрка. В результате анализа разработана математическая модель для определения натяжения ворсовой нити на исследуемом участке, учитывающая величину угловой скорости вьюрка, геометрические параметры ворсообразующего механизма, вид и линейную плотности ворсовой нити. Полученная математическая модель имеет следующий вид:

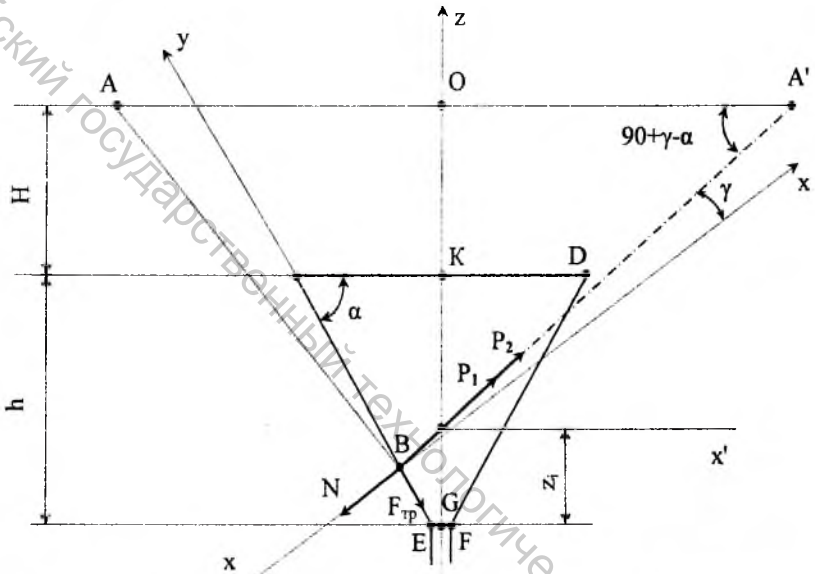
$$P = P_0 + \frac{T_0 \omega^2 (R^2 + r^2)}{\pi^2 n^2} \left[1 + 2 \left(\frac{L - \sqrt{R^2 + r^2}}{\sqrt{R^2 + r^2}} \right) \cos^2 \left(\frac{\pi n}{\sqrt{R^2 + r^2}} y \right) \right],$$

где P – натяжение нити на исследуемом участке, Н; P_0 – предварительное натяжение нити, Н; T_0 – линейная плотность недеформированной нити, текс; ω – угловая скорость вьюрка, рад/с; R – радиус вьюрка, м; r – расстояние от точки касания калибра до вьюрка по высоте, м; L – длина деформированной нити, м; y – текущая координата нити, м, n – число рассматриваемых членов ряда.

Предварительные исследования и расчеты показали, что для нормального протекания технологического процесса натяжение ворсовой нити при наматывании на клиновой калибр на исследуемом участке не должно превышать 60% от разрывной нагрузки ворсовой нити. При непосредственном наматывании ворсовой нити на клиновой калибр ее натяжение несколько увеличивается. В результате силового анализа взаимодействия ворсовой нити с клиновым калибром, схема которого представлена на рис. 2, получена следующая зависимость для определения общего натяжения, которое испытывает ворсовая нить в процессе наматывания за один оборот вьюрка:

$$P_2 = P \times e^{\frac{2 \mu \varphi R}{R + \delta}}$$

где P_2 – общее натяжение нити в процессе наматывания на клиновидный калибр, Н; P – натяжение нити при вращении на участке АВ, Н; μ – коэффициент трения нити по металлу; φ – угол перегиба нити на калибре, град; R – радиус закругления пластин калибра, м; δ – половина толщины нити, м.



$AO=A'O=R$ – радиус выюрка, мм; $KG=h$, $CK=KD=a$, $EG=GF=b$ – геометрические размеры калибра, мм; $OK=H$ – расстояние от калибра до выюрка по высоте, мм; α – угол клина калибра, град.

Рис. 2 Схема силового взаимодействия ворсовой нити с калибром

Используя метод имитационного моделирования, реализованный на ЭВМ, было установлено, что колебания исходных параметров модели, которые являются независимыми случайными величинами, распределенными по задаваемому закону распределения, оказывают значительное влияние на изменение натяжения нити в процессе наматывания. Учитывая максимальное натяжение, которое могут испытывать ворсовые нити в процессе наматывания, и их разрывную нагрузку, рассчитаны максимальные значения частоты вращения выюрка для различных видов нитей.

Геометрический анализ процесса взаимодействия ворсовой нити с клиновым калибром показал, что положение ворсовой нити на клиновом калибре определяется углом γ , который зависит от коэффициента трения нити, и линейной координатой z . Линейная координата нити зависит от геометрических параметров калибра, вида используемого сырья и геометрических параметров ворсообразующего механизма: радиуса вьюрка - R и высоты вьюрка относительно калибра - H . Для обеспечения стабильных условий технологического процесса в результате геометрического анализа разработаны теоретические зависимости для определения пределов регулирования параметров ворсообразующего механизма:

$$\left\{ \begin{array}{l} R' = \frac{H + h}{\operatorname{tg}(90 + \gamma - \alpha)} - b \\ R'' = \frac{H}{\operatorname{tg}(90 + \gamma - \alpha)} + a \end{array} \right. \quad \text{и} \quad \left\{ \begin{array}{l} H' = (b + R) \operatorname{tg}(90 + \gamma - \alpha) - h \\ H'' = (R - a) \operatorname{tg}(90 + \gamma - \alpha) \end{array} \right.$$

где H'' , R' – максимальные значения геометрических параметров ворсообразующего механизма; H' , R'' – минимальные значения геометрических параметров ворсообразующего механизма.

Соответственно, интервал регулирования указанных параметров определяется как:

$$\Delta R = R' - R'' \quad \text{и} \quad \Delta H = H'' - H'$$

Достоверность полученных теоретическим путем значений интервалов регулирования подтверждена экспериментально. Рекомендуется при наладке ворсообразующего механизма устанавливать значения параметров R и H , близкие к минимальным в полученном расчетном интервале.

Теоретический анализ работы режущего устройства, позволил установить, что процесс разрезания ворсовых нитей характеризуется следующими технологическими параметрами: скоростью подачи витков ворсовых нитей на нож, скоростью движения ножа, скоростью резания. Из анализа трансформации угла резания при пилящем резании следует, что при увеличении скорости ножа, угол резания уменьшается, что приводит к увеличению производительности режущего устройства и чистоты среза.

Увеличение скорости ножа с 0,4 м/с до 0,8 м/с достигнуто за счет внесения изменений в конструкцию его привода. В результате произошло уменьшение угла резания с $1^{\circ}32'$ до $0^{\circ}45'$, что позволило улучшить качество резки при выработке синели с высокой плотностью ворса, увеличить

максимальную скорость выпуска синели без ухудшения внешнего вида нити, снизить количество безвозвратных отходов в виде высыпающихся отрезков ворсовых нитей.

Четвертая глава посвящена экспериментальным исследованиям технологического процесса формирования синели.

Проведено исследование физико-механических и специфических свойств синели в зависимости от вида исходных компонентов. Уточнены стандартные методики для определения физико-механических свойств синели. Разработаны новые методики для определения таких специфических свойств синели, как густота и прочность закрепления ворса.

В результате проведенных исследований установлено, что разрывная нагрузка и разрывное удлинение синели определяются в основном значениями этих показателей для скрученных стержневых нитей и практически не зависят от вида и линейной плотности ворсовых нитей. Вид и линейная плотность ворсовых нитей не оказывает существенного влияния на изменение крутки нити, а укрутка нити зависит как от линейной плотности стержневых, так и ворсовых нитей. Изменение линейной плотности синели происходит при замене ворсовых нитей, но эти изменения не оказывают влияния на густоту ворса при одних и тех же параметрах работы машины. Прочность закрепления ворса линейно зависит от крутки нити, а также незначительное влияние на нее оказывает вид стержневых нитей.

Проведен эксперимент по оптимизации параметров технологического процесса формирования синели. Установлено, что наибольшее влияние на процесс формирования синели оказывают такие технологические параметры, как частота вращения выпускных роликов, частота вращения выюрка и частота вращения веретен. Экспериментально получены уравнения регрессии, характеризующие зависимость физико-механических и специфических свойств от указанных технологических параметров, которые в кодированных значениях имеют вид:

- линейная плотность синели

$$Y_1 = 412,73 - 93,00X_1 + 56,20X_2 - 6,96X_1^2$$

- коэффициент вариации по линейной плотности

$$Y_2 = 5,69 + 1,50X_2 - 0,45X_1X_2 - 0,98X_2^2$$

- густота ворса

$$Y_3 = 2674,81 - 620,50X_1 + 438,40X_2 + 18,63X_1X_2 - 75,62X_1^2 - 12,12X_2^2$$

- крутка нити

$$Y_4 = 475,12 - 114,10X_1 + 83,00X_3 - 23,50X_1X_3 + 18,77X_1^2 + 9,27X_3^2,$$

- абсолютная разрывная нагрузка

$$Y_5 = 2669,23 - 244,00X_1 + 173,16X_3 + 71,53X_1^2 + 46,54X_3^2,$$

- прочность закрепления ворса

$$Y_6 = 885 - 304X_1 + 223X_3.$$

где $X_1 = \frac{n_{\text{рол}} - 40}{8}$; $X_2 = \frac{n_{\text{в}} - 4200}{600}$; $X_3 = \frac{n_{\text{вер}} - 2300}{400} X_1$ ($n_{\text{рол}}$ – частота вращения выпускных роликов, мин^{-1} ; $n_{\text{в}}$ – частота вращения вьюрка, мин^{-1} ; $n_{\text{вер}}$ – частота вращения веретен, мин^{-1}).

На основании полученных уравнений регрессии проанализирована степень и характер влияния технологических параметров процесса формирования синели на свойства получаемой нити.

Для определения оптимальных технологических параметров решалась компромиссная задача, в соответствии с которой была решена система из полученных уравнений при установленных ограничениях на критерии оптимизации и независимые переменные. Ограничения на критерии оптимизации выбраны с учетом требований к качеству производимой нити и условиям ее переработки. Для расчета оптимальных значений технологических параметров использован метод полного перебора, реализованный на ЭВМ. Установлены следующие оптимальные значения параметров технологического процесса: частота вращения выпускных роликов – 46 мин^{-1} , частота вращения вьюрка – 3950 мин^{-1} , частота вращения веретен – 2700 мин^{-1} . Представлены физико-механические и специфические свойства синели, выработанной при оптимальных технологических параметрах.

Пятая глава посвящена разработке методики проектирования ткани, выработанной с использованием синели.

Обоснована целесообразность проектирования тканей, выработанных с использованием синели, по коэффициенту наполнения, как комплексному показателю строения ткани, и необходимость разработки методики определения расчетного диаметра синели. В результате теоретического исследования геометрических моделей строения однослойных тканей, выработанных с использованием синели различными переплетениями, выведены формулы для определения расчетного диаметра синели, выработанной в ткань, и соответствующей расчетной линейной плотности:

$$d_{p.син} = \theta, IC_{син} \sqrt{\theta, IT_{p.син}},$$

$$T_{p.син} = T_{см} + \frac{(T_{син} - T_{см})k_y}{h} \left(d_{см} \tau_{см} + \left(\frac{d_{ан.в}}{4} \left(\frac{4K_{ho} - 3}{\sin \alpha} + 1 \right) + \frac{d_{ан.з}}{2} \right) \right),$$

где $T_{p.син}$ – расчетная линейная плотность синели, текс; $T_{см}$ – линейная плотность стержневых нитей, текс; $T_{син}$ – линейная плотность синели, текс; k_y – коэффициент укрутки синели; h – высота ворса синели, мм; $d_{см}$ – диаметр стержневых нитей, мм; $\tau_{см}$ – коэффициент, учитывающий деформацию нитей в ткани; $d_{ан.з}$, $d_{ан.в}$ – внутренний диаметр нити с учетом смятия по горизонтали и по вертикали, мм; K_{ho} – коэффициент, учитывающий изменение высоты волн изгиба нитей основы в зависимости от порядка фазы строения; α – угол наклона нити основы к горизонтальной оси в месте пересечения нитью утка, град; $d_{p.син}$ – расчетный диаметр синели, мм; $C_{син}$ – коэффициент, зависящий от состава волокнистого материала, структуры нити и способа ее получения.

Представлен порядок проектирования и формулы для расчета основных параметров строения тканей однослойной структуры. По геометрическим моделям строения ткани выведены теоретические формулы для определения уработок нитей основы a_o и нитей утка a_y :

$$a_o = \left(1 - \frac{l_y t_{o.сп} + (R_y - t_{o.сп}) d_{син.з}}{K_{ну} t_{o.сп} (d_{син.з} + \sqrt{h_o^2 + (l_y / K_{ну} - d_{син.з})^2}) + (R_y - t_{o.сп}) d_{син.з}} \right) 100,$$

$$a_y = \left(1 - \frac{l_o t_{y.сп} + (R_o - t_{y.сп}) d_{o.з}}{K_{но} t_{y.сп} (d_{o.з} + \sqrt{h_y^2 + (l_o / K_{но} - d_{o.з})^2}) + (R_o - t_{y.сп}) d_{o.з}} \right) 100$$

где l_o , l_y – геометрическая плотность ткани по основе и по утку, мм; $t_{o.сп}$, $t_{y.сп}$ – среднее число пересечений нитей утка нитями основы и нитей основы нитями утка в пределах раппорта переплетения; R_o , R_y – раппорт переплетения по основе и по утку соответственно; $d_{o.з}$ – диаметр нитей основы по горизонтали, мм; $d_{син.з}$ – диаметр синели по горизонтали, мм; $K_{но}$, K_{ny} – коэффициенты наполнения ткани по основе и по утку; h_o , h_y – высота волны изгиба нитей основы и утка в ткани, мм.

Получены теоретические зависимости между плотностью ткани по утку и параметрами строения ткани. Проанализирована степень влияния плотности

ткани по утку на исследуемые параметры строения в зависимости от длины уточного перекрытия. Установлено, что увеличение плотности ткани по утку приводит к возрастанию коэффициента наполнения ткани по утку по гиперболическому закону и линейному уменьшению коэффициента наполнения ткани по основе. При увеличении плотности нитей по утку уработка нитей утка линейно уменьшается, а увеличение уработки нитей основы происходит по гиперболическому закону.

Достоверность формул, предложенных для проектирования, и разработанных теоретических моделей подтверждена экспериментально.

В шестой главе представлены результаты экспериментальных исследований физико-механических свойств тканей, выработанных с использованием синели. Представлены практические рекомендации по переработке синели в утке на ткацком станке. Получены математические зависимости, характеризующие влияние плотности ткани по утку на ее физико-механические свойства. Установлено, что при увеличении плотности ткани по утку поверхностная плотность ткани и ее стойкость к истиранию линейно увеличиваются, а увеличение разрывной нагрузки и разрывного удлинения происходит по параболическому закону. Рекомендовано выработать мебельные ткани с нитью оптимальной структуры линейной плотностью 310-340 текс при плотности ткани по утку 93-100 нит/10см.

В условиях КУПП «Виттекс» осуществлена переработка синели линейной плотности 325 текс в ассортимент мебельных тканей. Рассчитан экономический эффект от внедрения технологии получения синели и производства мебельных тканей, выработанных с использованием синели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработана технология получения синели, позволяющая создать новый ассортимент комбинированных фасонных нитей и тканей, выработанных с их использованием [1]. Для реализации технологического процесса проведена модернизация машины СИМ-3, в результате которой получена возможность изготовления синели диаметром 3-5 мм [2]. Разработанная технология внедрена в производство на КУПП «Виттекс».
2. Теоретически исследованы основные этапы процесса формирования синели. Разработана математическая модель, описывающая изменение натяжения ворсовых нитей при наматывании на клиновой калибр в зависимости от вида используемого сырья, угловой скорости выюрка и геометрических параметров ворсообразующего механизма. На основе

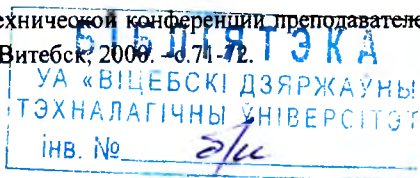
применения метода имитационного моделирования процесса наматывания, реализованного на ЭВМ, разработаны рекомендации по определению максимальной угловой скорости выюрка. Предложена методика для определения геометрических параметров ворсообразующего механизма. Получены теоретические зависимости для определения рациональных геометрических параметров ворсообразующего механизма, учитывающие вид используемого сырья и геометрические параметры клинового калибра, определяющие высоту ворса синели [8,11]. Достоверность предложенных теоретических зависимостей подтверждена экспериментально, отмечена их высокая практическая значимость.

3. В результате анализа процесса резания ворсовых нитей установлено, что для увеличения производительности режущего устройства необходимо уменьшить угол резания ворсовой нити, что достигнуто за счет изменения скорости ножа путем внесения изменений в конструкцию его привода [3,4]. Государственным патентным комитетом Республики Беларусь принята к рассмотрению заявка на изобретение режущего устройства для получения синели [12].
4. Проведено экспериментальное исследование физико-механических и специфических свойств синели в зависимости от вида исходных компонентов. Уточнены стандартные и разработаны новые методики для определения физико-механических свойств и специфических свойств синели. Получены уравнения регрессии, характеризующие зависимость физико-механических и специфических свойств от технологических параметров. Определены оптимальные значения технологических параметров при получении синели с малой высотой ворса [5,6,9,10].
5. На основании теории фазового строения ткани разработана методика определения расчетного диаметра синели, заработанной в ткань, и соответствующей расчетной линейной плотности. Получены формулы для определения уработок нитей основы и утка в ткани, выработанной с использованием синели и представлена методика проектирования однослойной ткани. Получены теоретические зависимости параметров строения ткани от плотности ткани по утку. Проведены экспериментальные исследования параметров строения однослойных тканей, выработанных различными переплетениями, в результате которых установлено соответствие расчетных и фактических значений, что позволяет рекомендовать полученные методики и теоретические зависимости для практического применения [7].
6. Проведены экспериментальные исследования физико-механических свойств однослойной ткани, выработанной с использованием синели и

получены математические модели, характеризующие взаимосвязь физико-механических свойств ткани и плотности по утку. Установлено, что для выработки мебельных тканей с использованием синели оптимальной структуры, соответствующей требованиям стандарта и не уступающих по внешнему виду импортным тканям, плотность ткани по утку должна быть не менее 93 нит/10см. В производственных условиях КУПП «Виттекс» разработан ассортимент синелечных нитей и новый ассортимент мебельных тканей, выработанных с использованием синели. Экономический эффект от внедрения технологии получения синели с малой высотой ворса составил 13819,4 тыс.руб при объеме производства 10 тонн. Расчет экономического эффекта произведен в ценах по состоянию на 12.09.2001г. При производстве мебельной ткани, выработанной с использованием синели, экономический эффект составил 18716,7 тыс.руб. при объеме производства 25000 п.м. Прибыль на 1 п.м. составила 1159 руб. Расчет произведен в ценах на 24.04.2002 г.

Основное содержание работы отражено в публикациях:

1. Петюль И.А. Технология получения синели на модернизированной машине СИМ-3. // Сборник докладов международной научно-технической конференции «Ресурсо- и энергосберегающие технологии промышленного производства». / ВГТУ - Витебск, 2003. - с.99-103.
2. Петюль И.А., Коган А.Г. Модернизация машины СИМ-3 для получения синели малого диаметра. // Сборник докладов VIII научно-технической конференции студентов и аспирантов «НИРС-2003». 9-10 декабря /БНТУ - Минск, 2003. -с.198-199.
3. Ольшанский В.И., Петюль И.А. Совершенствование конструкции привода механизма ножа на модернизированной машине СИМ-3. //Вестник ВГТУ. Вып. 4 / УО «ВГТУ». -Витебск, 2002. -с.56-58.
4. Ольшанский В.И., Петюль И.А. Анализ процесса работы модернизированной машины СИМ-3 при формировании синели. // Тезисы докладов XXXV научно-технической конференции преподавателей и студентов. / УО «ВГТУ». -Витебск, 2002. -с.53.
5. Кузнецов В.В., Голыня О.А., Петюль И.А., Калмыкова Е.А. Исследование свойств фасонных нитей типа синелька. // Тезисы докладов XXXIII научно-технической конференции преподавателей и студентов ВГТУ. / ВГТУ. -Витебск, 2000. -с.71-72.



6. Петюль И.А., Калмыкова Е.А., Невских В.В., Коган А.Г. Исследование процесса формирования синелечных нитей. // Вестник ВГТУ. Вып. 3 / УО «ВГТУ». –Витебск, 2001. –с.25-28.
7. Казарновская Г.В., Петюль И.А. Метод проектирования ткани, выработанной с использованием синели. // Вестник ВГТУ. Вып. 5 / УО «ВГТУ». –Витебск, 2003. –с.47-50.
8. Ольшанский В.И., Петюль И.А., Кузнецов А.А. Теоретические исследования процесса наматывания нитей при формировании синели. // Известия ВУЗов. – 2004. -№1.
9. Петюль И.А., Калмыкова Е.А. Классификация фасонных нитей и ассортимент нитей, прогнозируемый для использования в условиях ВПО «Виттекс». // Сборник докладов международной научной конференции «Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности». 22-23 ноября / ВГТУ. – Витебск, 2000. –с.140-143.
10. Петюль И.А., Калмыкова Е.А. Оценка качества фасонных нитей // Материалы юбилейной научно-технической межвузовской конференции / С.-Петербургский государственный университет технологии и дизайна (23-24 ноября 2000г.). ч.3, С-Пб., 2000. с.78-79.
11. Кузнецов А.А., Петюль И.А. Автоматизированный метод расчета натяжения ворсовой нити при формировании синели. //Сборник докладов Всероссийской научной конференции «Информационные технологии в образовательной, научной и управленческой деятельности» (Инфотекстиль – 2004). 27-28 января / МГТУ им. А.Н.Косыгина. – Москва, 2004.
12. Заявка № а 20030047, МПК⁷ D 06 H 7/00. Режущее устройство для получения синели / В.И.Ольшанский, И.А.Петюль, А.Г.Коган. - Заявл. 23.01.2003.

РЕЗЮМЕ

Петюль Ирина Анатольевна

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИНЕЛИ И
ПЕРЕРАБОТКА ЕЕ В ТКАЧЕСТВЕ

Технология, синель, ворсообразование, клиновой калибр, модель, свойство, ткань, проектирование, расчетный диаметр, эксперимент.

Цель работы – разработка технологии получения синели и переработка ее в ткачестве.

Разработка технологии получения синели и переработка ее в ткачестве базировались на результатах теоретических и экспериментальных исследований, изложенных в трудах отечественных и зарубежных ученых. В теоретических исследованиях использовались методы теории дифференциальных уравнений, дифференциальной геометрии, механики идеально гибкой нити, математического моделирования, текстильного материаловедения, теории фазового строения тканей. Экспериментальные исследования проводились с использованием математических методов планирования и анализа эксперимента, математической статистики, стандартных методов исследований геометрических характеристик ткани. Обработка результатов экспериментальных исследований осуществлялась с использованием ЭВМ.

В результате исследований разработана технология получения синели с малой высотой ворса; получена математическая модель, описывающая изменение натяжения ворсовых нитей в зависимости от вида используемого сырья, угловой скорости вьюрка и геометрических параметров ворсообразующего механизма; разработаны рекомендации по определению максимальной угловой скорости вьюрка на основе применения метода имитационного моделирования; разработана методика для определения геометрических параметров ворсообразующего механизма и получены теоретические зависимости для определения их рациональных значений; разработана методика определения расчетного диаметра синели, заработанной в ткань, и представлена методика проектирования ткани, выработанной с использованием синели; получены уравнения регрессии, характеризующие зависимость физико-механических и специфических свойств синели от плотности по утку.

Разработанная технология получения синели и новый ассортимент мебельных тканей, выработанных с использованием синели, внедрены в производство на КУПП «Виттек».

Пецьоль Ірына Анатолеўна

ТЭХНАЛОГІЯ АТРЫМАННЯ СІНЕЛІ І ПЕРАПРАЦОЎКА ЯЕ Ў ТКАЦТВЕ

Тэхналогія, сінель, ворсаўтварэнне, клінавы калібр, мадэль, уласцівасць, тканіна, праектаванне, разліковы дыяметр, эксперымент.

Мэта працы – распрацоўка тэхналогіі атрымання сінелі і перапрацоўка яе ў ткацтве.

Распрацоўка тэхналогіі атрымання сінелі і перапрацоўка яе ў ткацтве грунтаваліся на выніках тэарэтычных і эксперыментальных даследаванняў, выкладзеных у працах айчынных і замежных вучоных. У тэарэтычных даследаваннях выкарыстоўваліся метады тэорыі дыферэнцыяльных ураўненняў, дыферэнцыяльнай геаметрыі, механікі ідэальна гібкай ніткі, матэматычнага мадэліравання, тыкстыльнага матэрыялазнаўства, тэорыі фазавай будовы тканін. Эксперыментальныя даследаванні праводзіліся з выкарыстаннем матэматычных метадаў планавання і аналізу эксперыменту, матэматычнай статыстыкі, стандартных метадаў даследаванняў геаметрычных характарыстык тканіны. Апрацоўка вынікаў эксперыментальных даследаванняў ажыццяўлялася з выкарыстаннем ЭВМ.

У выніку даследаванняў распрацавана тэхналогія атрымання сінелі з малой вышынёй ворсу; атрымана матэматычная мадэль, якая апісвае змяненне нацяжэння ворсавых нітак у залежнасці ад віду выкарыстанай сыравіны, вуглавой хуткасці ўюрка і геаметрычных параметраў ворсаўтваральнага механізма; распрацаваны рэкамендацыі па вызначэнні максімальнай вуглавой хуткасці ўюрка на аснове прымянення метаду імітацыйнага мадэліравання; распрацавана методика для вызначэння геаметрычных параметраў ворсаўтваральнага механізма і атрыманы тэарэтычныя залежнасці для вызначэння іх рацыянальных значэнняў; распрацавана методика вызначэння разліковага дыяметра сінелі, запрацаванай у тканіну, і прадстаўлена методика праектавання тканіны, выпрацаванай з выкарыстаннем сінелі; атрыманы ўраўненні рэгрэсіі, якія характарызуюць залежнасць фізіка-механічных і спецыфічных уласцівасцяў сінелі ад шчыльнасці па ўтку.

Распрацаваная тэхналогія атрымання сінелі і новы асартымент мэблевых тканін, выпрацаваных з выкарыстаннем сінелі, укаранены ў вытворчасць на КУВП “Вітэкс”.

Petyul Irena Anatolievna

THE TECHNOLOGY OF PRODUCING CHENILLE
AND ITS PROCESSING IN WEAVING

Technology, chenille, tearing, gore gauge, model, property, fabric, design, rated diameter, experiment.

The aim of the work is to develop the technology of producing chenille and its processing in weaving.

The design study of the technology of producing chenille and its processing in weaving is based on the results of theoretical and experimental researches given in the works of home and foreign scientists. Methods of differential equation theory, differential geometry, mechanics of the perfect flexible yarn, mathematical modeling, textile material studies, fabrics phase structure theory were used in the theoretical researches. The experimental researches were carried out using mathematical methods of planning and experiment analysis, mathematical statistics, standard methods of geometric fabric characteristics research. The processing of the experimental research results was carried out with the use of electronic computer.

These experiments resulted in the technology of producing chenille with low pile, the mathematical model of changes in pile yarns tension depending on the used raw-material, the mathematical model of twister angular speed and geometric parameters of the tearing. The following recommendations were worked out; determination of the maximum twister angular speed on the basis of the applied method of imitation modeling; determination of geometric parameters of the tearing device and theoretical dependence for determination of their rational values. The following methods were produced: determination of chenille rated diameter worked into fabric, fabric design made of chenille. Regression equations characterising the dependence of physical-and-mechanical and specific properties of chenille on the technological parameters were set up.

The elaborated technology of producing chenille and a new assortment of upholstery made of chenille have been applied in industry at "Vitteks".



ПЕТЮЛЬ ИРИНА АНАТОЛЬЕВНА

Технология получения синели и переработка ее в ткачестве

Автореферат диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических наук

Подписано в печать 27.01.2004. Печать ризографическая. Формат 60×90/16
Усл. печ. л. 1,3. Уч.-изд. л. 1,5. Тираж 60. Заказ 34. Бесплатно

Отпечатано на ризографе УО “Витебского государственного технологического
университета”

Лицензия ЛП №89 от 26 января 2001 г.
210035, г. Витебск, Московский пр-т, 72.