САПР ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Витебский государственный технологический университет

Витебск
2013

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

Витебский государственный технологический университет

САПР ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Курс лекций для студентов

специализации 1-50 01 01 04 «Технология тканей»

Витебск
2013

УДК 677.024.1:681.3
ББК 37.230.4
С-40

Рецензент:
Ковалев В.Н., кандидат технических наук, доцент кафедры технологии трикотажного производства УО «ВГТУ».

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом
УО «ВГТУ», протокол № 5 от 27.06. 2013.

Невских В. В.

С-40 САПР текстильных материалов: курс лекций для студентов специализации 1-50 01 01 04 / сост.: В. В. Невских, Д. И. Кветковский. – Витебск : УО «ВГТУ» , 2013 – 165 с.

ISBN 978-985-481-326-4

В курсе лекций подробно рассмотрены вопросы теоретического и автоматизированного проектирования тканей. Описаны факторы, определяющие строение ткани; методы проектирования тканей разных потребительских свойств; применяемые САПР для построения мелкоузорчатых и крупноузорчатых переплетений; автоматизация основных технологических процессов ткацкого производства. Курс лекций предназначен для самостоятельной контролируемой работы студентов специализации 1-50 01 01 04 «Технология тканей» под руководством преподавателя.

УДК 677.024.1:681.3
ББК 37.230.4

ISBN 978-985-481-326-4

© Невских В.В., 2013
©Кветковский Д.И., 2013
© УО «ВГТУ», 2013

Витебский государственный технологический университет

СОДЕРЖАНИЕ

1 МЕСТО САПР В ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТКАЦКОГО ПРОИЗВОДСТВА.....5
2 ВИДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ САПР. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ 13
2.1 Техническое обеспечение САПР 14
2.2 Общесистемное программное обеспечение САПР. Прикладное программное обеспечение САПР.....17
2.3 Информационное и математическое обеспечение САПР.....19
2.4 Методы проектирования технологических режимов. Оптимизационные и описательные задачи САПР. Критерии оптимизации в САПР текстильных материалов 24
3 САПР ТКАНЕЙ И ТКАЦКИХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ 31
3.1 Общие вопросы САПР тканей и ткацких переплетений.....31
3.2 Компоненты математического и методического обеспечения САПР ткацких переплетений.....41
3.3 САПР тканей мелкоузорчатых переплетений.....43
3.3.1 Программа «PROZARY» («Проектировщик заправочных рисунков») 43
3.3.2 Компьютерная система автоматизированного проектирования тканей, разработанная ФГУП ЦНИИЛКА.....48
3.4 Факторы, определяющие строение ткани.....51
3.4.1 Текстильные нити и параметры их строения.....52
3.4.2 Взаимное расположение нитей в ткани.....55
3.4.3 Плотность по основе и по утку, соотношение плотностей60
3.5 Параметры количественной оценки структуры ткани и ее переплетения.....62
3.6 САПР «Кодирование ткацких переплетений» 64
4 МЕТОДЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ТКАНИ.....75
4.1 Методы теоретического проектирования ткани по заданным показателям свойств.....75
4.1.1 Методика проектирования тканей с учетом заданной линейной плотности нитей 75
4.1.2 Методика проектирования ткани по заданной поверхностной плотности 80
4.1.3 Методика проектирования ткани по заданной толщине .86
4.1.4 Методика проектирования ткани по заданной разрывной нагрузке.....90
4.1.5 Методика проектирования ткани по заданному объемному заполнению.....95
4.1.6 Методика расчета уработки нитей по параметрам заправки ткани на станке 97

Витебский государственный технологический университет

4.2 Реализация на ЭВМ задач автоматизированного проектирования структуры ткани 99
4.3 Кодирование картонов для выработки переплетений на разных типах кареток 100
5 СОВРЕМЕННЫЕ САПР тканей 104
5.1 САПР тканей мелкоузорчатых переплетений 104
5.1.1 Практика автоматизированного проектирования тканей мелкоузорчатых переплетений за рубежом 104
5.1.2 Программа Weave для построения ткацких переплетений106
5.1.3 Использование электронных таблиц Excel для построения переплетений 111
5.1.4 САПР мелкоузорчатых переплетений, разработанные отечественными авторами 115
5.2 Методы построения и создания рисунка узора пестротканей121
5.3 САПР крупноузорчатых тканей 123
5.3.1 Некоторые зарубежные САПР крупноузорчатых переплетений 126
5.3.2 САПР крупноузорчатых переплетений разработанные в России и Республике Беларусь 127
6 САПР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ТКАЦКОГО ПРОИЗВОДСТВА 138
6.1 Методы проектирования технологических режимов ткацкого производства. Метод машинного проектирования 138
6.2 Обрывность нитей как критерий оптимальности технологического режима 142
6.3 Причины разрушения нитей при переработке в ткацком производстве и методы оценки обрывности 144
6.4 Методы прогнозирования обрывности, их применение и эффективность 146
6.5 Проектирование технологического режима процесса образования ткани 149
6.6 Математическое описание и имитационное моделирование процессов, определяющих вынужденное состояние основных нитей на ткацком станке 151
6.7 Проектирование технологического режима и имитационное моделирование процесса прокладывания и прибоя уточной нити на ткацком станке 160
6.8 Проектирование параметров настройки отдельных узлов и механизмов ткацкого оборудования 169
ЛИТЕРАТУРА 172

Витебский государственный технологический университет

1 МЕСТО САПР В ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТКАЦКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Определяющая роль в решении ряда сложных проблем, связанных с экологией, поиском новых источников энергии, материалов, технологий, соответствующих постиндустриальному обществу XXI века, отводится информационным технологиям. Среди информационных технологий особое место занимает автоматизация проектирования.

Современный технологический процесс ткацкого производства характеризуется интенсивным обновлением продукции, непрерывным повышением скоростных режимов обработки текстильного сырья и нестабильностью его характеристик. Эти условия предъявляют высокие требования к технологическим режимам и технологической дисциплине в производстве. Задача увеличения выпуска тканей улучшенного качества и расширения их ассортимента привела к созданию механизма, который обеспечил накопление, хранение и практическое использование опыта предыдущих поколений, освободил проектировщиков от малоквалифицированного труда, связанного с рутинными вычислениями, графическими работами, оформлением документации – созданию системы автоматизированного проектирования (САПР). Автоматизированное проектирование текстильных материалов основывается на теоретических закономерностях построения переплетений тканей и технологических процессов производства и их взаимосвязи.

Предмет дисциплины: дисциплина «САПР текстильных материалов» направлена на изучение структуры и видов обеспечения САПР, а также применение методов САПР при решении задач, возникающих при разработке ассортимента и проектировании технологических процессов ткацкого производства. САПР является средством оптимизации проектных решений по обеспечению параметров заправки ткани применительно к конкретным типам ткацкого оборудования, определению ее структурных параметров и потребительских свойств для обеспечения требований нормативных документов с меньшими затратами времени и труда на реализацию и выдачу готовых решений.

Задачи дисциплины:

- изучение теоретических основ и общей схемы систем автоматизированного проектирования текстильных материалов;
- формирование знаний об автоматизации основных технологических процессов текстильной промышленности;
- приобретение знаний о методах проектирования тканей и технологических процессов ткацкого производства.

Проектирование – процесс создания, преобразования и представления (составление описания) в принятой форме образа, необходимого для создания в данных условиях еще не существующего объекта, на ос-

Витебский государственный технологический университет

нове первичного описания этого объекта и/или алгоритма его функционирования [1,6].

Проектирование включает в себя комплекс работ по изысканию, расчетам и конструированию. Проектирование – сложный специфический вид деятельности, основанный на научных знаниях, на творческом поиске, использовании накопленного опыта и навыках в определенной сфере, не лишенный необходимости выполнения трудоемких рутинных работ, направленный на решение выраженной потребности общества (промышленное изделие или процесс).

Проектирование включает в себя разработку технического задания (ТЗ) и реализацию его в виде проектной документации.

Режимы проектирования по характеру и степени участия человека и использованию ЭВМ:

1) *автоматизированный режим* – имеет место при выполнении маршрута проектирования по формальным алгоритмам на ЭВМ без вмешательства человека в ход проектирования;
2) *автоматизированный (частично) режим* – часть проектных процедур выполняется человеком вручную, а часть с использованием ЭВМ;
3) *диалоговый (интерактивный) режим* – все процедуры выполняются с использованием ЭВМ, а участие человека проявляется в оперативной оценке результатов проектных процедур или операций, в корректировке хода проектирования и выборе варианта решения.

Активный диалог – если инициатором диалога является человек, которому предоставлена возможность в любой момент прервать автоматическое вычисление на ЭВМ.

Пассивный диалог – прерывание вычислений происходит по командам исполняемой на ЭВМ программы в определенные, заранее предусмотренные моменты, проектировщик не является инициатором диалога.

Под автоматизацией проектирования понимают систематическое применение ЭВМ в процессе проектирования при научно обоснованном распределении функций между проектировщиком и ЭВМ и научно обоснованном выборе методов машинного решения задач.

Цель автоматизации — повысить качество проектирования, снизить материальные затраты на него, сократить сроки проектирования и ликвидировать рост числа инженерно-технических работников, занятых проектированием и конструированием.

Существенным отличием автоматизированного проектирования от неавтоматизированного является возможность замены дорогостоящего и занимающего много времени физического моделирования — математическим моделированием. При этом следует иметь в виду одно важнейшее обстоятельство: при проектировании число вариантов необозримо. Поэтому нельзя ставить задачу создания универсальной САПР, а необходимо решать вопросы проектирования для конкретного типа машин.

Витебский государственный технологический университет

Научно обоснованное распределение функций между человеком и ЭВМ подразумевает, что человек решает задачи, носящие творческий характер, а ЭВМ – задачи, решение которых поддается алгоритмизации.

При высокой степени формализации проектных процедур и разработке достаточно эффективных алгоритмов решения задачи человек получает возможность оценить синтезированное проектное решение и выбрать то или иное продолжение проектирования. Если полная формализация не достигнута или не эффективна, то целесообразен диалог с прерываниями вычислений внутри выполняемой процедуры.

Во многих случаях пользователь САПР в режиме диалога только вводит и редактирует исходные данные для выполнения определенного маршрута проектирования, а непосредственно проектирование производится в автоматическом (пакетном) режиме.

Развитие САПР происходит в направлении повышения степени автоматизации. Однако работа в режиме *диалога* в САПР остается необходимой в связи с тем, что полностью процесс проектирования сложных систем формализовать не удается. В этих случаях участие человека позволяет ускорить принятие решений.

Человек решает в САПР:

1) задачи, формализация которых не достигнута;

2) задачи, которые решаются человеком на основе *эвристических** способностей более эффективно, чем на современных ЭВМ.

*Эвристическая деятельность – творческая деятельность человека по выработке новой стратегии поиска на основе знаний, опыта, интуиции.

При разработке технологических режимов и систем САПР в основном используется реальный опыт предприятий, а также обобщенные результаты выполненных исследований.

Необходимость и преимущества автоматизированного проектирования. В условиях НТП быстро растет потребность в новых технических решениях: каждые 25 лет номенклатура выпускаемых изделий увеличивается в 10 раз, каждые 10 лет удваивается их ассортимент. При традиционных методах проектирования его продолжительность, трудоемкость и стоимость, возможность ошибочных решений постоянно возрастает. Часто задача расширения ассортимента выпускаемых тканей улучшенного качества ограничивается не только дефицитом сырьевых, но и трудовых ресурсов. Дефицит квалифицированных специалистов проявляется в недостатке знаний, умений и навыков отдельных проектировщиков для успешного проектирования уже на стадии проектирования тканей и технологических процессов. Внедрение САПР технологических режимов в текстильном производстве обеспечивает снижение продолжительности, трудоемкости и стоимости проектирования режимов, уменьшение зависимости качества процесса проектирования от квалификации проектировщиков.

Витебский государственный технологический университет

В промышленном производстве давно царит жесткая конкуренция. Чтобы выжить в этих нелегких условиях предприятиям приходится, как можно быстрее, выпускать новые изделия, снижать их себестоимость и повышать качество. В этом им помогают современные системы автоматизированного проектирования (САПР), позволяющие облегчить весь цикл разработки изделий — от выработки концепции до создания опытного образца и запуска его в производство, ускоряется процесс создания новой продукции без ущерба качеству. САПР играют очень важную роль, поскольку помогают создавать товары, без которых невозможно представить нашу повседневную жизнь: автомобили, самолеты, бытовые приборы, промышленное оборудование и являются одной из движущих сил современной промышленности и мировой экономики.

Среди информационных технологий автоматизация проектирования занимает особое место. Техническое обеспечение систем автоматизированного проектирования (САПР) основано на использовании вычислительных сетей и телекоммуникационных технологий, в САПР используются персональные компьютеры и рабочие станции.

САПР представляет собой человеко-машинную систему, которая кроме проектировщика и ЭВМ включает пакет программ, обеспечивающих накопление и выдачу специально подготовленной информации об объекте проектирования и сервисные услуги, автоматизирующие часть труда инженера и освобождающие его от нетворческой работы. САПР включает периферийные устройства, позволяющие выдавать проектную документацию в общепринятой форме и вводить информацию о проектируемом объекте – принтеры, сканеры, манипуляторы и др. Современная САПР является интегрированной системой, которая имеет готовые для применения средства построения моделей проектируемых объектов, средства анализа и нахождения предпочтительных вариантов проекта.

САПР (по ГОСТ) – организационно-техническая система, состоящая из комплекса средств автоматизации проектирования, взаимосвязанного с подразделениями проектной организации, и выполняющая автоматизированное проектирование [1,6].

САПР позволяет увеличить технико-экономические показатели изделий на 10 – 15 %, сократить сроки проектирования в 2 – 4 раза, уменьшить энергозатраты и транспортные издержки на 10 – 15 %.

Структурными составными составляющими САПР являются подсистемы, обладающие всеми свойствами систем и создаваемые как самостоятельные системы. Это выделенные по некоторым признакам части САПР, обеспечивающие выполнение некоторых законченных проектных задач с получением соответствующих проектных решений и проектных документов.

Задачи САПР текстильных материалов (конструкторские и технологические):

1) проектирование и/или оптимизация заправочных расчетов;

Витебский государственный технологический университет

2) проектирование переплетений и параметров строения тканей;

3) проектирование и/или оптимизация технологических процессов ткацкого производства;

4) проектирование текстильного оборудования;

5) проектирование и/или оптимизация производственной программы;

6) рациональная расстановка оборудования и оптимизация маршрутов обслуживания многостаночников;

7) планирование ремонтных работ.

Исторические корни автоматизированного проектирования тканей. Предпосылками для современного автоматизированного проектирования тканей являются труды многих ученых и работников текстильных предприятий, как за рубежом, так и в России.

Появление первых программ для автоматизации проектирования относится к началу 1960-х годов. Тогда были созданы программы для решения задач строительной механики, анализа электронных схем, проектирования печатных плат. Первые зарубежные САПР были разработаны для использования при создании аэрокосмической техники (Система CADD «Lockhead» – проектирование дозвуковых самолетов); дальнейшее распространение САПР получили в общем машиностроении (DAC-I для обеспечения автоматизированного проектирования отдельных частей автомобиля, COMVAR – проектирование станков и др.).

В качестве вычислительных средств в первых САПР применяли большие ЭВМ, затем мини ЭВМ, а в дальнейшем – микрокомпьютеры и персональные компьютеры. Дальнейшее развитие САПР шло по пути создания аппаратных и программных средств машинной графики, повышения вычислительной эффективности программ моделирования и анализа, расширения областей применения САПР, упрощения пользовательского интерфейса, внедрения элементов искусственного интеллекта.

Уже создано много программно-методических комплексов для САПР с различной степенью специализации и прикладной ориентации. В результате автоматизация проектирования стала необходимой составной частью подготовки инженеров разных специальностей; *инженер, не владеющий знаниями и не умеющий работать в САПР, не может считаться полноценным специалистом*. Компьютерами насыщены проектные подразделения, конструкторские бюро и офисы. Работа конструктора за обычным кульманом, расчеты с помощью логарифмической линейки или оформление отчета на пишущей машинке стали анахронизмом. Предприятия, ведущие разработки без САПР или лишь с малой степенью их использования, оказываются неконкурентоспособными вследствие как больших материальных и временных затрат на проектирование, так и невысокого качества проектов.

САПР – компьютерная система, предназначенная для использования при создании, модернизации, анализе, совершенствовании изделий и

Витебский государственный технологический университет

технологических процессов в текстильной промышленности, примерно соответствует термину CAD в зарубежной технической литературе.

В тех случаях, когда результаты автоматизированного проектирования (информация, полученная с помощью САПР) применяются в реальном масштабе времени для управления технологическим процессом (оборудованием), речь идет об интегрированных производственных системах (ИПС), что примерно соответствует термину CAD-CAM в зарубежной литературе.

Для создания САПР необходимо:

совершенствовать проектирование на основе применения математических методов и средств вычислительной техники;

- автоматизировать процессы поиска, обработки и выдачи информации;
- использовать методы оптимального и вариантного проектирования; применять эффективные, отражающие существенные особенности, математические модели проектируемых объектов, комплектующих изделий и материалов;
- создавать банки данных, содержащих систематизированные сведения справочного характера, необходимые для автоматизированного проектирования объектов;
- повышать качество оформления проектной документации;
- повышать творческую долю труда проектировщиков за счет автоматизации нетворческих работ;
- унифицировать и стандартизовать методы проектирования;
- подготавливать и переподготавливать специалистов;
- реализовывать взаимодействие с автоматизированными системами различного уровня и назначения.

Разновидности САПР

Классификацию САПР осуществляют по ряду признаков: целевому назначению, по приложению, масштабам (комплексности решаемых задач), характеру базовой подсистемы – ядра САПР.

По целевому назначению САПР или подсистемы САПР разделяют на два вида: проектирующие и обслуживающие.

К проектирующим относятся подсистемы, выполняющие проектные процедуры и операции. К обслуживающим относятся подсистемы, предназначенные для поддержания работоспособности проектирующих подсистем. Различают два вида проектирующих подсистем:

- объектно-ориентированные (объектные);
- объектно-независимые (инвариантные).

Подсистемы, выполняющие одну или несколько проектных процедур, зависимых от конкретного объекта проектирования (например, подсистема проектирования технологических систем), относятся к объектным подсистемам, а подсистемы, выполняющие унифицированные

Витебский государственный технологический университет

проектные процедуры (например, подсистема расчетов режимов), – к инвариантным.

По приложениям наиболее представительными и широко используемыми являются следующие группы САПР.

1. САПР для применения в отраслях общего машиностроения – машиностроительными САПР или системами *MCAD (Mechanical CAD).*

2. САПР для радиоэлектроники: системы *ECAD (Electronic CAD)* или *EDA (Electronic Design Automation).*

3. САПР в области архитектуры и строительства.

4. Специализированные – САПР больших интегральных схем (БИС); САПР летательных аппаратов; САПР электрических машин и др.

По масштабам различают отдельные программно-методические комплексы (ПМК) САПР, например: комплекс анализа прочности механических изделий в соответствии с методом конечных элементов (МКЭ) или комплекс анализа электронных схем; системы ПМК; системы с уникальными архитектурами не только программного (software), но и технического (hardware) обеспечений.

По характеру базовой подсистемы различают:

1. САПР на базе подсистемы машинной графики и геометрического моделирования. Они ориентированы на приложения, где основной процедурой проектирования является конструирование (определение пространственных форм и взаимного расположения объектов). К этой группе систем относится большинство САПР в области машиностроения, построенных на базе графических ядер.

В настоящее время широко используют унифицированные графические ядра, применяемые более чем в одной САПР (ядра Parasolid фирмы EDS Unigraphics и ACIS фирмы Intergraph).

2. САПР на базе систем управления базами данных (СУБД). Они ориентированы на приложения, в которых перерабатывается большой объем данных. Такие САПР преимущественно встречаются в технико-экономических приложениях, например, при проектировании бизнес-планов, но они имеются также при проектировании объектов, подобных щитам управления в системах автоматики.

3. САПР на базе конкретного прикладного пакета. Это автономно используемые ПМК для имитационного моделирования производственных процессов, расчета прочности по МКЭ, синтеза и анализа систем автоматического управления и т. п. Часто такие САПР относятся к системам CAE. Примерами могут служить программы логического проектирования на базе языка VHDL, математические пакеты типа MathCAD.

4. Комплексные (интегрированные) САПР, состоящие из совокупности подсистем предыдущих видов. Характерными примерами комплексных САПР являются CAE/CAD/CAM-системы в машиностроении или САПР БИС. Для управления столь сложными системами применяют специализированные *системные среды,* в частности **CALS-технологии.**

Витебский государственный технологический университет

CALS-технологиями называют технологии комплексной компьютеризации сфер промышленного производства, цель которых — унификация и стандартизация спецификаций промышленной продукции на всех этапах ее жизненного цикла. В CALS-системах предусмотрены хранение, обработка и передача информации в компьютерных средах, оперативный доступ к данным в системе онлайн (в нужное время и в нужном месте). CALS — *Continuous Acquisition and Lifecycle Support.* В русском языке понятию CALS соответствует ИПИ (информационная поддержка изделий) или КСПИ (компьютерное сопровождение и поддержка изделий). Основные спецификации представлены проектной, технологической, производственной, маркетинговой, эксплуатационной документацией.

Применение CALS-технологий позволяет существенно сократить объемы и облегчить решение проектных работ, так как описания многих составных частей оборудования, машин и систем, проектировавшихся ранее, хранятся в унифицированных форматах данных сетевых серверов, доступных любому пользователю технологий CALS. Они обладают свойствами интеграции в различные системы и среды, адаптации к меняющимся условиям эксплуатации, специализации проектных организаций и т. п. Успех на рынке сложной технической продукции немыслим вне технологий CALS.

Пользователи САПР. Пользователь (user) – лицо, пользующееся услугами вычислительной техники для получения информации или решения различных задач. В САПР можно выделить, по крайней мере, три квалификационные категории пользователей.

Разработчики САПР – специалисты в области применения ЭВМ, способные разрабатывать базовые методы, средства и оснащение САПР, общесистемное ПО, инструментальные и технологические средства проектирования, осуществлять генерацию и настройку САПР на условия конкретного применения.

Прикладные программисты имеют высокую квалификацию, знают методологию проектирования, алгоритмы прикладной области и могут разрабатывать специализированное ПО.

Проектировщики – специалисты в области проектирования, хорошо освоившие возможности САПР для выполнения автоматизированного проектирования.

Проектировщики могут относиться к так называемой категории «пользователь-непрограммист», то есть к числу специалистов, которые не являются профессионалами в области вычислительной техники, но нуждаются в прямом доступе (без посредников) к ресурсам ЭВМ.

Витебский государственный технологический университет

2 ВИДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ САПР. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ

Процесс проектирования реализуется в подсистемах в виде определенной последовательности проектных процедур и операций. Проектная процедура соответствует части проектной подсистемы, в результате выполнения которой принимается некоторое проектное решение. Она состоит из элементарных проектных операций, имеет твердо установленный порядок их выполнения и направлена на достижение локальной цели в процессе проектирования. Под проектной операцией понимают условно выделенную часть проектной процедуры или элементарное действие, совершаемое конструктором в процессе проектирования. Примерами проектных процедур могут служить процедуры разработки кинематической или компоновочной схемы станка, построения заправочного рисунка и т. п., а примерами проектных операций — расчет параметров, решение уравнения и т. п. [1,5].

Структурное единство подсистем САПР и ее функционирование обеспечивается строгой регламентацией взаимодействия между различными видами обеспечения, объединенных общей для данной подсистемы целевой функцией.

Виды обеспечения САПР: - методическое обеспечение; - техническое обеспечение; - программное обеспечение; - математическое обеспечение; - информационное обеспечение; - лингвистическое обеспечение; - организационное обеспечение.

Методическое обеспечение САПР – документы, входящие в состав САПР и регламентирующие порядок ее эксплуатации.

Документы, относящиеся к процессу создания САПР, не входят в состав методического обеспечения. Документы методического обеспечения носят инструктивный характер, а их разработка является творческим процессом.

Техническое обеспечение САПР – совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих технических средств (устройства вычислительной и организационной техники, средства передачи данных, измерительные и другие устройства и их сочетания), предназначенных для выполнения автоматизированного проектирования.

Программное обеспечение САПР — документы с текстами программ, программы на машинных носителях и эксплуатационные документы.

Математическое обеспечение САПР — методы, математические модели, алгоритмы.

Информационное обеспечение САПР — документы, с описанием стандартных проектных процедур, типовых проектных решений, типовых элементов, комплектующих изделий, материалов и другие данные.

Витебский государственный технологический университет

Лингвистическое обеспечение САПР — языки проектирования, терминология.

Организационное обеспечение САПР – положения, инструкции, приказы, штатные расписания, квалификационные требования и другие документы, регламентирующие организационную структуру подразделений проектной организации и взаимодействие подразделений с комплексом средств автоматизации проектирования.

2.1 Техническое обеспечение САПР

Технические средства в САПР решают следующие задачи [1]:

- ввод исходных данных описания объекта проектирования;
- отображение исходной информации с целью ее контроля и редактирования;
- преобразование информации (изменение формы, представление данных, перекодирование, выполнение арифметических и логических операций;
- хранение информации;
- отображение итоговых и промежуточных результатов решения;
- документирование проектной информации;
- оперативное общение проектировщика с системой в процессе решения задач.

Основные блоки IBM PC:

- системный блок;
- клавиатура, позволяющая вводить символы;
- монитор (дисплей) – для изображения текстовой и графической информации.

В системном блоке располагаются все основные узлы компьютера:

- электронные схемы, управляющие работой компьютера (микропроцессор, оперативная память, контроллеры устройств и т. д.);
- блок питания, преобразующий питание сети в постоянный ток низкого напряжения, подаваемый на электронные схемы компьютера;
- накопители (дисководы) для гибких магнитных дисков, используемые для чтения и записи на гибкие магнитные диски (дискеты);
- накопитель на жестком магнитном диске, предназначенный для чтения и записи на несъемный жесткий магнитный диск (винчестер).

Дополнительные устройства: принтер; мышь; сканер и др.

Микропроцессор – «мозг» компьютера, осуществляет выполнение программ и управляет работой остальных устройств компьютера. В IBM PC используются микропроцессоры фирмы Intel и совместимые с ними.

Характеристики процессора: тип и тактовая частота.

Тактовая частота указывает, сколько элементарных операций (тактов) микропроцессор выполняет в одну секунду. Измеряется в мегагерцах (МГц). Разные модели микропроцессоров выполняют одни и те же

Витебский государственный технологический университет

операции за разное число тактов. Чем выше модель, тем меньше тактов (Intel-80386 работает в 2 раза быстрее, чем Intel-80286 той же тактовой частоты).

Оперативная память (ОЗУ) – для хранения программ и данных, с которыми непосредственно работает пользователь. Емкость ОЗУ определяет возможности ЭВМ по выполнению сложных программ с обработкой больших объемов информации. Выражается в битах и байтах.

Бит – двоичный разряд (1 или 0).

Байт – 8 битов – позволяет закодировать 256 возможных символов.

Кбайт – 1024 байт (2×10).

Мбайт – 1024 Кбайт.

На компьютерах с процессором 8088 оперативная память не более 1 Мбайт: 640 Кбайт – используются прикладными программами и операционной системой; остальные – зарезервированы для служебных целей. Объем ОЗУ – первая часть. Для увеличения объема памяти – расширенная и дополнительная память.

Кэш-память (сверхоперативная память) – 64 – 512 Кбайт – хранит наиболее часто используемые участки оперативной памяти. Располагается между микропроцессором и оперативной памятью, и при обращении микропроцессора к памяти сначала производится поиск необходимых данных в кэш памяти. Время доступа в несколько раз меньше.

Накопители на дискетах. Гибкие дискеты позволяют переносить документы и программы с одного компьютера на другой, хранить информацию, не используемую постоянно на компьютере, делать архивные копии информации, содержащейся на компьютере. Наиболее распространенные дискеты размером 3,5’’ и 5,25’’ (89 и 133 мм). 5,25’’ – Double Side/Double Density, DS/DD – 360 Кбайт и Double Side/High Density`, DS/HD – 1,2 Мбайт, 3,5’’ – 1,4 Мбайт.

Накопители на жестких дисках предназначены для постоянного хранения информации, используемой при работе с компьютером: программ операционной системы, часто используемых пакетов программ, редакторов документов, трансляторов с языков программирования и т. д.

На первых IBM PC емкость жесткого диска достигала 20 Мбайт.

Windows требует 80 – 300 Мбайт. Необходимо 1 Гбайт и более.

Скорость работы диска – время доступа к информации. IBM PC AT – 17 мс. Более быстрые – от 4 мс.

Монитор предназначен для вывода на экран текстовой и графической информации. Цветные и монохромные. Режимы работы: текстовый и графический. Текстовый режим: 25×80 знакомест – буквы, цифры, символы псевдографики.

Графический режим – экран состоит из точек, каждая из которых может быть одного из нескольких цветов. Разрешающая способность – количество точек по горизонтали и вертикали (640×200) – не зависит от размеров экрана – 625 строк развертки.

Витебский государственный технологический университет

Наиболее часто используемые мониторы: VGA, Super VGA.

VGA	80×25 символов, 16 цветов	640×480, 16 цветов
	80×50 символов, 16 цветов	640×350, 16 цветов
		320×200, 256 цветов
Super VGA		800×600, 256 цветов
		1024×768, 16 и 256 цветов.

Специальные мониторы позволяют использовать большее количество цветов с более высокой разрешающей способностью, требуют специального программного обеспечения.

При работе в графическом режиме с интенсивным использованием графики (обработка изображений, анимация, конструирование и т. д.) может оказаться необходимым использование видеоускорителя или графического процессора.

Видеопамять – для записи «картинки». Видеоадаптер выводит содержимое видеопамяти независимо от процессора.

800×600, 256 цветов, 1024×768, 16 цветов – 512 Кбайт

1024×768, 256 цветов – 1Мбайт

Размер точки (зерна) экрана – оказывает влияние на четкость изображения. При диагонали 14’’ и разрешении 640×480 удовлетвор ительное разрешение при размере зерна 0,39 мм, хорошее – при 0,31 мм.

При разрешении 1024×768 – 0,28 и 0,25 мм.

Экранные фильтры – для защиты от бликов на поверхности экрана, повышения четкости и контрастного изображения, уменьшения излучения. Наилучшая защита от бликов – стеклянные поляризационные фильтры.

Клавиатура

Принтеры

Матричные (точечно-матричные) принтеры – наиболее распространенные. Печатающая головка принтера содержит вертикальный ряд тонких металлических стержней (иголок). Головка движется вдоль печатаемой строки, а стержни ударяют по бумаге через красящую ленту. Количество иголок – 9, 24, 48. Скорость печати 10 – 60 с/стр.

Струйные принтеры. Изображение формируется микрокаплями специальных чернил, выдуваемых на бумагу с помощью сопел. Более высокое качество печати, возможна цветная печать. Дороже и требуют тщательного обслуживания. Скорость печати приблизительно такая же.

Лазерные принтеры. Обеспечивают наилучшее качество печати (близкое к типографскому). Принцип ксерографии: изображение переносится на бумагу со специального барабана, к которому электрически притягиваются частички краски. Печатающий барабан электризуется с помощью лазера по командам из компьютера. Разрешающая способность 300 – 800 точек на дюйм. Скорость печати – 5 – 15 с на страницу при выводе текстов. Рисунки – до нескольких минут.

Витебский государственный технологический университет

Показатели качества принтеров: качество и скорость печати, надежность, автоматическая подача бумаги, смена и продолжительность работы картриджей, совместимость с имеющимися программами. Наиболее распространенные Epson, IBM Graphics, Hewlett-Packard, PostScript.

Объем оперативной памяти. Для хранения небольшого количества шрифтов и распечатки текстов и небольших рисунков требуется 0,5 – 1 Мбайт памяти, для издательской деятельности – 2 – 4 Мбайт.

Устройства связи с технологическим оборудованием (ЧПУ), устройства подготовки данных на различных носителях без участия ЭВМ.

К техническим средствам также относятся: мыши – устройство управления курсором, модемы, факс-модемы, плоттеры, сканеры, сетевые адаптеры, графические планшеты.

Для технических средств характерны непрерывное совершенствование и быстрая смена моделей, значительный прогресс в технологии производства их элементарно-конструкторской базы, что приводит к непрерывному росту отношения производительности к стоимости, созданию сложных многомашинных и многопроцессорных вычислительных комплексов и сетей ЭВМ.

Вычислительные сети – объединение большого числа независимых вычислительных средств, удаленных друг от друга на расстоянии до нескольких тысяч километров и связанных специальным каналом передачи данных с целью коллективного использования аппаратных, программных и информационных ресурсов. Локальные сети до 3 км.

Структуры ВС

Иерархическая – на надежность оказывает влияние ЭВМ верхнего уровня.

Кольцевая. Достоинства – простота организации связи между отдельными ЭВМ, высокая скорость обмена.

Магистральная – проще реализовать и расширить. Звезда.

2.2 Общесистемное программное обеспечение САПР. Прикладное программное обеспечение САПР

Программное обеспечение САПР – совокупность всех программ и эксплуатационной документации к ним, необходимых для автоматизированного проектирования. Общесистемное программное обеспечение предназначено для организации технических средств – для планирования и управления ресурсами.

Представлено операционными системами и оболочками. Общесистемное программное обеспечение специфику САПР не отражает.

Операционная система – комплекс системных управляющих и обрабатывающих программ, предназначенных для наиболее эффективного использования ресурсов вычислительных средств и удобства работы.

Витебский государственный технологический университет

С развитием и совершенствованием ЭВМ все большее значение приобретает операционная система. Операционная система современных вычислительных комплексов предоставляет пользователям большие возможности, чем технические устройства.

Операционная система организует одновременное решение разных задач на ЭВМ, динамическое распределение каналов передачи данных и внешних устройств между задачами, планирование потоков задач и последовательности их решения с учетом установленных критериев, динамического распределения памяти вычислительного комплекса.

Операционная система требует для своей работы определенных ресурсов процессора и оперативной памяти. Параметры и состав технических средств ограничивается возможностями операционной системы.

Первые операционные системы создавались для высвобождения операторов ЭВМ от рутинных работ по установке лент и колод перфокарт, загрузки программ для исполнения, перемотке лент и т. д.

Режим мультипрограммной обработки задач – совмещение операций считывания и обмена информацией. В режиме классического мультипрограммирования основная задача ОС – управление выполнением программ пользователей с целью максимального повышения производительности ЭВМ. В памяти находится несколько программ, которые выполняются частично или полностью между переходами процессора от одной задачи к другой, при переходе процессора в режим ожидания – переключение на другую задачу.

Режим пакетной обработки задач и коллективного доступа.

Режим пакетной обработки – задачи выстаиваются в одну или несколько очередей и выполняются в порядке поступления.

Режим коллективного доступа – для каждого пользователя реализуется режим индивидуального пользования – разделение времени.

Операционные системы *разделения времени* и *реального времени*. В режиме разделения времени ОС организует вычислительные процессы таким образом, чтобы минимальное время реакции ЭВМ на запросы пользователей. Квантование времени. Разделение времени не только улучшает организацию прохождения задач на ЭВМ, но и позволяют вести эффективный диалог с машиной, организовать коллективную работу проектировщиков над одним проектом и обмен информацией через машинные носители.

Режим реального времени – скорость решения задач равна или выше скорости их поступления. В САПР такой режим понимают как взаимодействие с ЭВМ, когда ответы на запросы поступают со скоростью, удобной для человека.

В последние годы разрабатывались проблемно-ориентированные ОС, которым требуется в 2 – 3 раза меньший объем памяти при одновременном увеличении предоставляемых пользователям услуг.

Витебский государственный технологический университет

ДОС – дисковая операционная система – разработана с учетом потребностей и пользователей и программистов. Одна из лучших ОС для ПЭВМ. По набору своих средств уступает современным ОС.

Для пользователя ДОС предоставляет следующие возможности:

- широкий набор команд для удобного управления дисковыми файлами и организации многоуровневых каталогов;
- создание и хранение пакетных файлов, представляющих собой последовательность команд самой ОС;
- календарь;
- команды конфигурации для определения параметров внешних устройств;
- перенаправление ввода-вывода, организация каналов, фоновая печать одновременно с диалоговой работой пользователя и печать графических изображений;
- утилиты (сервисные программы);
- создание и удаление файлов, ввод данных и доступ к ним, доступ к дисковым накопителям;
- средства разработки программ.

ДОС – фактический стандарт для ПЭВМ.

В прикладном ПО реализуется математическое обеспечение для непосредственного выполнения проектных процедур. Имеет форму пакетов прикладных программ, каждая из которых обслуживает определенный этап процесса проектирования или группу однотипных задач внутри различных этапов. Законченный программный продукт имеет универсальное назначение и ориентирован на использование многими пользователями; содержит средства модификации и расширения; отлажен и предполагает тщательное составление документации.

Лингвистическое обеспечение – совокупность языковых средств, предназначенных для описания процедур автоматизированного проектирования и проектных решений.

2.3 Информационное и математическое обеспечение САПР

Информационное обеспечение САПР – данные, которыми пользуются проектировщики в процессе проектирования непосредственно для выработки проектных решений.

Проектирование может быть представлено в виде связанной совокупности процессов преобразования одних данных в другие.

Проектировщик обращается к средствам САПР для выполнения конкретной проектной процедуры или получения сведений, необходимых для принятия обоснованных решений. Эти функции нельзя выполнить без специального программного и информационного обеспечения.

Витебский государственный технологический университет

Специальное программное и информационное обеспечения – сложные и дорогостоящие составные части САПР, поглощающие до 90 % всех средств на разработку САПР в целом.

Основная задача информационного обеспечения САПР – удовлетворение информационных потребностей проектировщика и отдельных компонентов САПР. Основу информационного обеспечения САПР составляют банки данных – специальным образом организованные хранилища информации. Сведения, содержащиеся в таких банках данных, должны удовлетворять требованиям полноты и достоверности, а банки данных призваны обеспечить быстрый и удобный доступ к этим сведениям. В свою очередь сведения, хранящиеся в банках данных, должны быть организованы в определенные структуры. Правильно выполненная структуризация данных во многом определяет степень удовлетворения информационного обеспечения САПР упомянутым требованиям. Вместе с тем, проблема информированности проектировщика в процессе принятия им проектных решений выдвигается на первый план.

Под данными понимается информация, представленная в виде, позволяющем автоматизировать процессы сбора, хранения и переработки ее в ЭВМ.

Данные: входные, выходные, промежуточные, модифицируемые.

Входные – подготавливаются пользователем или являются результатом работы ранее выполненных программных единиц.

Выходные – могут предназначаться пользователю или/и для последующей подпрограммной обработки.

Модифицируемые – являются одновременно и входными и выходными.

Современные системы обработки информации (СОИ) выполняют преобразование больших массивов данных. Способы хранения и обработки данных оказывают решающее влияние на показатели функционирования системы в целом, ее практическую эффективность. САПР оперирует большим числом данных различного типа и назначения. Систематическая организация данных и способов их обработки осуществляется в банках данных.

Банк данных – система программных, языковых, организационных и технических средств, предназначенных для централизованного накопления и коллективного использования данных в памяти ЭВМ (совокупность базы данных и системы управления базами данных).

База данных – именованная совокупность определенным образом организованных данных, отображающих состояние объектов и отношения между ними в заданной предметной области (структурированная совокупность данных).

Система управления базами данных *(СУБД)* состоит из языковых и программных средств, предназначенных для создания, ведения и использования базы данных прикладными программистами, а также не-

Витебский государственный технологический университет

посредственно пользователями-непрограммистами. СУБД – инструментальная система, позволяющая оперировать данными в абстрактных терминах (именами, характеристиками информационных объектов), не связанных со способами хранения данных в памяти ЭВМ.

Применение базы данных позволяет решить следующие проблемы организации и ведения больших массивов информации: - сокращение избыточности; - обеспечение целостности; - разграничение доступа; - обеспечение независимости представления данных.

Избыточность вызывается наличием разных форм представления одних и тех же данных, размножением части данных для дальнейшего использования прикладными программами, повторными записями одинаковых данных на различных физических носителях информации.

Целостность – свойство базы данных в любой момент времени содержать лишь достоверные данные. Наличие избыточных, противоречивых, неверно составленных данных нарушает целостность базы данных.

Каждый конкретный пользователь должен получить доступ лишь к некоторому подмножеству данных из базы данных, необходимых для выполнения своих прикладных программ при обеспечении режима секретности и защищенности данных от несанкционированного доступа.

Независимость представления данных в прикладных программах от типов запоминающих устройств и способов их физической организации достигается построением двух уровней представления данных:

- логический уровень – данные представляются в виде, удобном для использования в прикладных программах или непосредственно проектировщиками;

- физический уровень – способ хранения и структура данных, их расположение на носителях информации запоминающих устройств ЭВМ.

Важнейшим понятием в базах данных является модель данных – формализованное описание, отражающее состав и типы данных с учетом их расположения на носителях информации и взаимосвязи между ними.

По способам отражения связей между данными на логическом уровне различают модели – иерархическая, сетевая и реляционная.

Иерархическая сеть – структура отражаемых связей, в которой один тип является главным, а остальные – подчиненными (связь один ко многим), которая является частным случаем сетевой связи. Каждый узел состоит из одного или нескольких атрибутов, описывающих объект в данном узле. Каждый зависимый узел соединяется только с одним исходным, а исходный узел может иметь один или несколько порожденных (зависимых). Доступ к каждому узлу, кроме главного, производится через исходный узел. Каждый узел начинает логическую запись.

Сетевая сеть – данные и их связи имеют структуру графа. Наиболее общая структура. Каждый отдельный узел может иметь произвольное число исходных и порожденных узлов. Узлами сети являются от-

Витебский государственный технологический университет

дельные экземпляры записи: записи-узлы, описывающие объекты предметной области и записи-связи (связующая запись).

Реляционная сеть – представление данных в виде таблиц, состоящих из однотипных записей. К реляционной модели можно свести любую совокупность данных и связей между ними. На персональных компьютерах в настоящее время используются системы только такого типа.

В реляционных моделях в качестве математического аппарата преобразования структур данных, построения данных из ранее построенных, или первоначально заданных, используется реляционная алгебра.

Требования, предъявляемые к системам управления базами данных: поддержка интерфейса пользователей с БД; наличие развитых средств описания состояний БД и ограничение целостности при работе с данными; минимальное время реакции системы на манипулирование пользователей с данными; синхронизация одновременных обращений к БД при коллективной работе пользователей; наличие развитых средств управления в интерактивном режиме; неизбыточность, независимость и целостность данных; модульность построения.

Появление ПЭВМ способствовало созданию интегрированных программных систем для создания и ведения библиотечных и текстовых баз данных, функционирования систем управления файлами, редактирования и управления БД, использования языков высокого уровня.

Современные программные системы (например, dBASE III+ «Ashton Tate», «Approarch Database for Windows», «FoxPro», «Access») разработаны на принципах «максимальной» дружественности пользователю, не требуют специальной подготовки по программированию и отличаются гибкостью, высоким быстродействием, имеют русифицированный вариант, позволяют работать в сетях ПЭВМ. Они позволяют объединять и группировать данные, проверять сведения, производить вычисления, формировать отчеты в заданной форме, менять цветовую гамму изображения на экране, взаимодействовать с другими пакетами прикладных программ, текстовыми редакторами, электронными таблицами, средствами машинной графики.

В последних разработанных СУБД появились мощные средства создания баз данных, с использованием многооконных режимов и синтаксическим контролем вводимой информации, средства оптимизации, обеспечение преемственности новых версий СУБД.

Требования, предъявляемые к базам, – использовать стандартные элементы изобразительного характера (точки, клеточки и т. д.):

- Геометрия (форма) компонентов модели и их расположение в пространстве.
- Топология или структура моделей, указывающая, как различные компоненты соединяются между собой, образуя модель.
- Специфические прикладные данные, например, свойства материалов.

Витебский государственный технологический университет

- Специфические прикладные программы, например, программы анализа методом конечных результатов.

Математическое обеспечение САПР. Понятие математической модели. Классификация математических моделей. Порядок разработки математических моделей. Математические модели при решении задач САПР текстильных материалов.

Математическое обеспечение САПР включает в себя математические модели объектов проектирования, методы и алгоритмы выполнения проектных процедур.

Математическое обеспечение САПР отличается богатством и разнообразием используемых методов вычислительной математики, статистики, математического программирования, дискретной математики, искусственного интеллекта. Программные комплексы САПР относятся к числу наиболее сложных современных программных систем.

Математическая модель – система соотношений между показателями объекта проектирования и его параметрами, а также параметрами процесса и ограничениями, накладываемыми на них.

Ограничения на параметры устанавливают границы возможных изменений параметров, определяющих применяемость математической модели. К математическим моделям (ММ) предъявляются требования универсальности, адекватности, точности и экономичности.

Степень универсальности характеризует полноту отображения в модели свойств реального объекта.

Точность математической модели оценивается степенью совпадения значений параметров реального объекта и рассчитанных с помощью математической модели (относительная и абсолютная погрешность).

Адекватность математической модели – способность отображать заданные свойства объекта с погрешностью не выше заданной.

Экономичность математической модели характеризует затраты вычислительных ресурсов (машинного времени и памяти) на её реализацию.

Математические модели классифицируются: по характеру отображаемых свойств объекта – на структурные и функциональные; по способу представления свойств объекта – аналитические, алгоритмические, имитационные; по способу получения – теоретические и эмпирические.

Структурные ММ – отображают структурные свойства объекта.

Функциональные ММ отображают физические и информационные процессы, протекающие в объекте при его функционировании или изготовлении, представляют собой системы уравнений, которые связаны внутренними, внешними и выходными параметрами.

Аналитическая модель – это математическая зависимость выходных параметров как функции входных и внутренних параметров.

Алгоритмическая модель выражает связь выходных параметров с остальными в виде алгоритма.

Витебский государственный технологический университет

Имитационная ММ – алгоритмическая модель, отражающая поведение исследуемого объекта во времени при заданном внешнем воздействии.

Стохастические ММ – параметры модели – случайные величины.

В текстильной промышленности по нормальному закону (формула 2.1) распределены характеристики качества изделий, показатели прочности исходного сырья, его неравномерность и т. п.

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-M)^2}{2\sigma^2}}. \qquad (2.1)$$

По закону Пуассона (формула 2.2) – возникновение самоостановов ткацких станков, оценка обрывности.

$$\grave{o}\,(x = \grave{I}\ \ ) = \frac{a^m}{m!} e^{-a}, \quad M=a,\ \sigma^2=a. \qquad (2.2)$$

Теоретические ММ создаются в результате исследования процессов и закономерностей, рассматриваемого класса объектов и явлений.

Эмпирические ММ – результат изучения свойств объекта с помощью измерений параметров и обработки результатов измерений.

Для получения теоретических и эмпирических ММ используются формальные и неформальные методы. Формальные – для получения ММ систем при известных ММ объектов. Неформальные применяются на различных иерархических уровнях для получения ММ элементов. Эти методы включают в себя изучение закономерностей процессов и явлений, связанных с моделируемым объектом, выделение существенных факторов, принятие различного рода допущений и их обоснование, математическую интерпретацию имеющихся сведений и т. п.

Методика получения ММ элементов включает операции:

- выбор свойств объекта, которые подлежат отражению в модели;
- сбор исходной информации о выбранных свойствах объекта;
- синтез структуры математической модели, которая может быть представлена уравнением, в форме схемы или графа;
- расчет числовых значений параметров ММ элементов и минимизации погрешности;
- оценка точности и адекватности, определение области адекватности.

2.4 Методы проектирования технологических режимов. Оптимизационные и описательные задачи САПР. Критерии оптимизации в САПР текстильных материалов

Технологический режим – составная часть технологических операций, образующих технологический процесс. При проектировании технологических процессов решают следующие задачи: расчет параметров ткани, определение совокупности технологических переходов, выбор

Витебский государственный технологический университет

вариантов оборудования, расчет сопряженности оборудования и паковок, определение и расчет грузопотоков. При проектировании технологических режимов рассчитывают и выбирают параметры технологического оборудования, необходимые для переработки нитей и пряжи и получения ткани требуемого потребительского качества при лучших технико-экономических показателях. Эта задача выполняется технологом постоянно, автоматизация ее решения осуществляется в первую очередь.

Методы, используемые для проектирования технологических режимов:

- метод, основанный на изучении и обобщении опыта переработки нитей и производства тканей разных видов на различных типах станков;
- метод проведения эксперимента на действующем оборудовании;
- аналитический метод, основанный на выполнении расчетов некоторых параметров;
- метод машинного проектирования.

Первый метод характеризуется большой трудоемкостью и некоторой субъективностью проектанта, поскольку формирование технологической картины процесса проводится на основе анализа информации о технологических параметрах и его технико-экономических показателях, полученных с предприятий. При использовании метода эксперимента (пассивного или активного) число параметров проектируемого процесса будет ограничено, увеличение числа параметров ведет к резкому росту длительности проведения эксперимента. Аналитический метод проектирования хотя и обладает большей, чем при первом методе, объективностью, но не позволяет рассчитать большое число параметров с учетом их взаимосвязей, а также влияния на процесс случайных факторов. Метод машинного проектирования является наиболее перспективным с точки зрения информативности и объективности результатов, применения современных систем проектирования и средств вычислительной техники.

При обычном проектировании можно получить решение с удовлетворительными характеристиками, но создать систему, удовлетворяющую высоким требованиям по целому ряду характеристик, не представляется возможным. Часто при улучшении одних показателей ухудшаются другие. Под системой понимают изделие, процесс, режим, то есть объект проектирования – имеется в виду ткань, технологический режим.

САПР позволяет вести проектирование, в результате которого спроектированная система дает множество наилучших характеристик, то есть многокритериальное проектирование. Такое проектирование сводится к построению допустимого множества вариантов моделей, удовлетворяющих всем требованиям, предъявляемым к проектируемому изделию, и анализу этого множества, а также выбору из последнего наиболее предпочтительного варианта. Построение допустимого множества моделей и их анализ – это единый процесс, определить допустимое множество можно лишь при решении задачи.

Витебский государственный технологический университет

Машинное проектирование включает: построение некоторого множества моделей системы; анализ этого множества и выбор наилучшего варианта; выдачу технической документации на готовый проект.

Различают *физическое и математическое моделирование*. При физическом моделировании проектант вместо реального объекта исследует какую-либо физическую (механическую, электрическую, электронную и т.п.) систему, являющуюся аналогом объекта, и определяет пути ее совершенствования. При математическом (символьном) моделировании характеристики проектируемого объекта заменяют математическими величинами, а их сложную взаимосвязь выражают математическими зависимостями. В человеко-машинной системе удобно работать с математическими моделями. Рассмотрим основные принципы их построения.

Для разработки математической модели следует определить те параметры системы, которые существенно влияют на результат проектирования. Это очень ответственный процесс. Если же часть значимых параметров не будет задействована, то модель окажется неадекватной. Если будут включены малозначимые и незначимые параметры в модель, то она окажется очень громоздкой и трудной для анализа. На каждом этапе развития САПР используемый математический аппарат позволяет решать строго ограниченные классы оптимизационных задач, что следует учитывать в обязательном порядке, то есть модели проектируемых систем следует сводить к одному из классов. Таким образом, на первом этапе разработки моделей определяют выбор варьируемых параметров $a = (a_1, a_2, \ldots a_к)$ в k-мерном пространстве.

Конкретные значения этих параметров определяют в процессе исследования модели – решения задачи проектирования. В реальных объектах проектирования параметры имеют ограничения, и искомые значения параметров принадлежат интервалам $a_{j.min} \le a_j \le a_{j.\,max}$, $j = 1, \ldots, k$. Минимальные и максимальные значения интервалов определены сутью самих параметров. Например, линейная плотность пряжи имеет верхний и нижний пределы, определяемые величиной допустимого отклонения. Ограничения такого вида называют параметрическими. Кроме параметрических ограничений на результаты проектирования существенно влияют функциональные ограничения, которые имеют вид

$$d_{j.min} \le f_j(a) \le d_{j.max}, \; j = 1, \ldots, m,$$

где $d_{j.min}$ и $d_{j.max}$ – предельные значения функциональных ограничений, которые определены физической сутью проектируемого объекта (например, плотность ткани по утку ограничена, с одной стороны, свойствами пряжи, а с другой – потребительскими свойствами самой ткани); $f_j(a)$ – функция, зависящая от параметров проектирования; m – число функциональных ограничений. Ограничения могут быть односторонними, то есть не иметь верхнего или нижнего предела.

Определение функциональных ограничений – очень сложная задача, которая требует четкого понимания сути проектируемого процесса и

Витебский государственный технологический университет

глубокого знания его теории. Если ограничения трудно определить аналитически, прибегают к эксперименту. Экспериментальное определение функции $f_j(a)$ широко используют при планировании эксперимента для исследования объекта любой природы.

В развитой САПР используются пакеты программ, обеспечивающих формирование ограничений в диалоге с машиной и по ее подсказке. Таким образом, *на втором этапе* разработки модели формулируют параметрические и функциональные ограничения.

На *третьем этапе* определяют критерии проектирования и их зависимости от параметров объекта. Хотя реальные задачи проектирования многокритериальные, но поскольку методы решения однокритериальных задач более простые и разработаны лучше, то на практике применяют следующий прием: получают ограниченное множество проектов объекта для разных критериев оптимальности. Затем проектант выбирает из множества вариант, который на его взгляд лучший, что вносит некоторый субъективный фактор и влияет на качество проектирования.

Зависимость критерия от параметров объекта представляют в виде целевой функции $F(a)$, значение которой надо максимизировать или минимизировать, то есть

$F(a) \to \max$ или $F(a) \to \min$.

Максимизация или минимизация целевой функции зависит от выбора критерия проектирования. Если критериями выбраны объем выпуска, норма производительности, прибыль, то они должны стремиться к максимуму; если критериями выбраны обрывность, себестоимость, материалоемкость, то – к минимуму. Обычно задачи такого типа приводят к стандартному виду и решают только на минимум независимо от выбранного критерия оптимизации. Приведение к стандартному виду достигается путем замены знаков и целевой функции на противоположные.

При однокритериальном проектировании формулировка задачи нахождения оптимальных параметров режима звучит так: определить набор варьируемых параметров $a = (a_1, a_2, \ldots, a_к)$, обеспечивающих минимум целевой функции $F(a) \to \min$ при следующих функциональных и параметрических ограничениях: $d_{j.\min} \le f_j(a) \le d_{j.\max}$, $a_{i.\min} \le a_i \le a_{i.\max}$.

При линейности функций $F(a)$ и $f_j(a)$ полученную модель приводят к задаче линейного программирования, методы решения которой хорошо разработаны [3]. Она имеет вид: $F(a) = \sum c_i \; a_i \to \min$ при ограничениях $\sum a_{ji} \; a_i \ne b_j$, $j = 1, \ldots, m$; $a_i > 0$, $i = 1, \ldots, k$,

где c_i, a_{ji} и b_j — коэффициенты, определенные условиями задачи; a_i – искомые переменные.

При многокритериальном проектировании вместо целевой функции вводят дополнительный вид критериальных ограничений.

Данные ограничения могут быть получены из целевых функций для различных критериев оптимальности.

Витебский государственный технологический университет

Параметрические, функциональные и критериальные ограничения выделяют допустимое множество вариантов проекта *D*, в котором требуется найти множество *P*, принадлежащее *D*, удовлетворяющее требованию минимизации. После нахождения этого множества определяют искомые значения параметров a_o, принадлежащих *P*, которые наиболее предпочтительны из всех вариантов множества *P*.

Основная особенность данного класса задач заключается в том, что постановка и решение задачи – единый процесс. В реальных условиях проектирования не возможно сразу формализовать все критерии качества. Как правило, сначала исследуется модель с большим количеством параметров, а после анализа и учета неформализуемых критериев отбираются наиболее предпочтительные решения.

Технологический процесс ткачества – сложная система, которая включает множество связанных друг с другом элементов, функционирующих как единое целое и обеспечивающих достижение поставленной цели [8]. Из этого определения следует:

- сложную систему можно расчленить на конечное число более простых подсистем, а каждую подсистему – на конечное число еще более простых подсистем до получения множество неделимых элементов;
- элементы сложной системы функционируют во взаимодействии друг с другом;
- свойства сложной системы определяются не только свойствами отдельных элементов, но и характером взаимодействия между ними.

Сложная система характеризуется множеством состояний, каждое из которых определяется конкретным набором выходных параметров (рисунок 2.1).

Рисунок 2.1 – Схема сложной системы

Значения выходных параметров в свою очередь зависят от величин, действующих на входы системы, и реакции на эти действия, как отдельных элементов, так и их совокупности с учетом связей между ними. Последнее обстоятельство затрудняет полное математическое описание поведения таких систем, поэтому на практике для исследования сложных систем и получения функциональных зависимостей для моделей проектируемого объекта используют методы имитационного моделирования.

Общий подход к построению имитационных моделей основан на интерпретации состояния системы как координаты точки в n-мерном фа-

Витебский государственный технологический университет

зовом пространстве [1, 2]. Функционирование системы можно представить как последовательную смену состояний, задачей моделирования является вычисление функций z_1 (t, x_t), $z_2(t, x_t)$. Полученные описания изменения выходных параметров системы во времени называют ее фазовой траекторией, которая зависит от начального состояния системы в момент t_o и входных воздействий x_t.

Последовательно вычисляя

$z_1(t_o + \mathrm{A}t, x_t)$, $z_2(t_o + \mathrm{A}t, x_t)$, $z_n(t_o + \mathrm{A}t, x_t)$;

$z_i(t_o + 2\mathrm{A}\, t, x_t)$, $z_2(t_o + 2\mathrm{A}\, t, x_t)$, $z_n(t_o + 2\mathrm{A}\, t, x_t)$.

Пользуясь соотношениями математической модели, получают моделирующий алгоритм для детерминированной сложной системы, в которой случайные факторы не учитываются. Если влияние этих факторов существенно, то меняется и алгоритм имитационного моделирования.

Характер изменения случайных входных величин определяется законом распределения, дающим представление о вероятности того или иного значения воздействия. Соответственно и частота появления тех или иных значений выходных параметров неодинакова. Поэтому при моделировании стохастических систем, имеющих случайные воздействия, получают не законы изменения выходных величин (фазовые траектории), а законы их распределения.

Наибольший интерес представляет реакция системы на изменение входных воздействий. В ряде реальных воздействий такое изменение происходит нечасто. Поэтому в этих системах можно выделить два типа состояний:

- обычное, в котором система находится почти все время;
- особое, являющееся реакцией на изменение входных воздействий.

Для имитационного моделирования в алгоритм следует ввести процедуру нахождения особых состояний системы по имеющейся информации о поступлении сигналов на входы.

В настоящее время методы имитационного моделирования совершенствуют и создают инструментальные средства в виде пакетов программ, позволяющих разрабатывать и исследовать имитационные модели в диалоге с ЭВМ, создавать интегрированные системы машинного проектирования, объединяя отдельные программы в единую систему.

Такие системы позволяют:

- оперативно корректировать постановку задачи на специальном языке, понятном инженеру, незнакомому с программированием;
- оперативно изменять текущий метод решения задачи;
- выбирать графический или цифровой режим работы при постановке задачи и наблюдении за процессом ее решения;
- получать на печатающем устройстве протокол диалогового сеанса решения задачи.

Витебский государственный технологический университет

Постановка задачи оптимизации:

- необходимо установить границы подлежащей оптимизации инженерной системы,

- определить качественные критерии, на основе которых можно произвести анализ вариантов с целью выявления наилучшего,

- осуществить выбор внутрисистемных переменных,

- построить модель, отражающую взаимосвязь между переменными.

Задачи оптимального планирования на текстильном предприятии:

- ассортиментные задачи – как распределить заданный к производству ассортимент между машинами и станками;
- задачи оптимального использования сырья – какие виды сырья заказать, какие компоненты использовать для смесей;
- задачи использования производственных площадей – объем продукции, структура выпускаемых изделий, построение производственной программы, расчет технологических параметров;
- транспортные задачи – оптимальный план сбыта, расстановка оборудования и т. д.

Витебский государственный технологический университет

3 САПР ТКАНЕЙ И ТКАЦКИХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ

3.1 Общие вопросы САПР тканей и ткацких переплетений

На протяжении многих десятилетий и веков процесс проектирования тканей при помощи изменения ткацких переплетений оставался неизменным. Сам процесс создания новых тканей очень сложный и трудоемкий, требует от дессинатора или художника как профессиональных знаний в строении тканей по структурам и видам рисунков переплетений, их выражении при использовании различных видов сырья, так и современных направлений развития ассортимента. Удачные решения по разработке тканей являются результатом множества попыток – художник разрабатывает много видов и выбирает из них один-два лучшие.

Современному этапу промышленного производства характерны существенные качественные изменения. Перестройка хозяйственной деятельности производств способствовала повышению роли интенсивных факторов роста, широкому использованию достижений научно-технического прогресса, систем автоматизации и компьютеризации.

Необходимость совершенствования ассортимента товаров народного потребления, изготовления их на уровне лучших мировых и отечественных образцов, повышении потребительского качества и художественно-колористического оформления потребовала изменения и совершенствования методов и приемов проектирования. А быстротечность моды диктует резкое сокращение сроков разработки продукции от идеи до промышленной серии. Решение данной проблемы обеспечивается путем применения современных инженерных методов проектирования на базе средств вычислительной техники, создания высокоэффективных САПР (систем автоматизированного проектирования рисунков) [15,17].

Первые САПР изделий легкой промышленности были показаны на выставке ИТМА-71 и представляли собой компьютерные системы, предназначенные для модернизации, создания, анализа и совершенствования изделий или технологического процесса легкой промышленности. Базой для их создания послужили САПР изделий машиностроения. Более широко САПР были представлены на выставках ИТМА – 87 и Инлегмаш – 88.

Уже при создании первых САПР легкой промышленности определился ряд специфических особенностей, которые отрицательно сказываются на процессе их создания:

- низкая степень формализации задач проектирования;
- большая роль эстетических, психофизиологических и других аналогичных факторов;

проектирование изделий с большим числом элементов (например, жаккардовый рисунок воспроизводится примерно в 1÷10 млн элементов – пересечений нитей основы и утка);

Витебский государственный технологический университет

- малая (или вспомогательная) роль расчетных методов, что связано с низкой степенью формализации задач проектирования изделий и отсутствием эффективных количественных методов в текстильном материаловедении;

Рисунок 3.1 – Структурная схема САПР легкой промышленности

- необходимость исходной информации о графическом образе создаваемого изделия (рисунок, объемная форма и др.) и специальных технических средств, не имеющих аналогов в других отраслях промышленности.

Структурная схема САПР легкой промышленности в общем виде приведена на рисунке 3.1. Ядро САПР составляет персональный компьютер с общесистемным обеспечением, графический пакет программ. Цветной монитор с высокой разрешающей способностью, устройство ввода и корректировки графической информации в виде планшета.

АРМД

Первая САПР тканей, разработанная в России получила название АРМД (автоматизированное рабочее место дессинатора) [6].

Целью разработки системы АРМД являлось обеспечение возможностей расширения ассортимента тканей, их художественно-колористического оформления, совершенствования структуры и сокращения сроков проектирования.

Необходимые условия для успешной работы дессинатора:

Витебский государственный технологический университет

- информативность о направлениях моды и конъюнктуры рынка;

- осведомленность о методах проектирования и взаимосвязи расчетных технических параметров;

- возможность реализации многовариантных расчетов оптимизации;

- возможность документировать результаты проектных решений.

Для обеспечения эффективной работы дессинатора в ЦНИИЛКА были созданы первые АРМД на базе компьютеров - Искра 226.

Автономное АРМД содержит:

- автоматизированную информационно-поисковую систему (АИПС);

- автоматизированную систему проектирования структуры ткани (АСПСТ);

- автоматизированную систему документирования информации (АСД).

Система АИПС обеспечивает выбор исходных данных проектирования различных по назначению тканей новых структур. Она предназначена для хранения и получения в автоматизированном режиме необходимой информации, включающей первичное описание структуры, заданные условия для ее воспроизводства, а также для формирования справочной информации, которая может быть выдана по запросу. Система АИПС сокращает сроки выбора исходных данных. Она содержит:

- теоретические материалы по перспективным направлениям развития ассортимента и художественно-колористического оформления тканей;

- протоколы художественно-технических советов различного уровня;

- документы, составленные по результатам продаж тканей;

- данные о физико-механических и других свойствах пряжи и нитей;

- технические характеристики технологического приготовительно-ткацкого оборудования;

- регламентированные технологические режимы производства тканей и их отделки;

- различные справочные материалы.

Система АСПСП представляет алгоритм расчета проектирования тканей различных структур на ЭВМ, обеспечивает проведение нестандартных расчетов и осуществляет поиск различной справочной информации.

Система АСД обеспечивает представление результатов с помощью ЭВМ в требуемой форме, а также реализацию целого ряда функций по формированию документов, необходимых для производства.

Общая схема процесса представлена в виде следующих блоков:

Витебский государственный технологический университет

Выбор исходной информации по поисковому предписанию

Просмотр, корректировка, обработка выходной информации в диалоговом режиме

Сохранение промежуточных значений для дальнейшей работы, вывод информации на печать

На этапе поиска информации формируются исходные предпосылки для разработки структуры ткани, а на этапе проектирования – выбор метода проектирования, сырья, переплетения, расчет параметров ткани.

АРМД способствует ускоренному обновлению ассортимента тканей, качественному выполнению разработок, многовариантных расчетов и построений в короткие сроки, использованию опыта других дессинаторов.

Системы автоматизированного проектирования занимают все более уверенные позиции в промышленных разработках текстильного производства, так как их использование позволяет снизить загруженность инженерно-технического персонала рутинными расчетами и повысить его творческий потенциал.

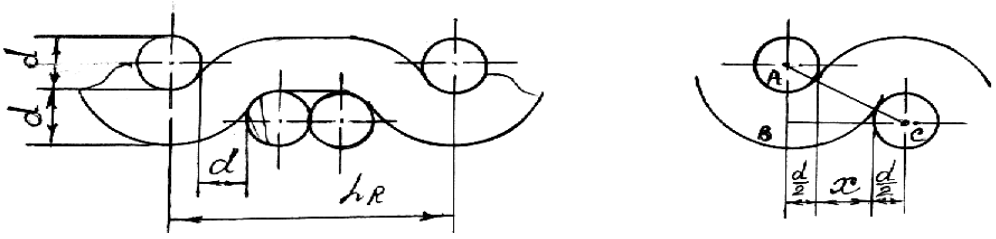
Внедрение компьютеров связано с разработкой программ, позволяющих выполнить необходимые технологические задачи. Чем больше программ в распоряжении технического персонала, тем больший объем инженерных задач можно автоматизировать.

Исторические корни автоматизированного проектирования тканей. Предпосылками для современного автоматизированного проектирования тканей являются труды многих ученых и работников текстильных предприятий, как за рубежом, так и в России. Ниже приведены некоторые из основополагающих методов, которые используются при современном проектировании параметров строения ткани.

Методы проектирования зарубежных авторов. Наибольшее распространение получила теория строения ткани полотняного переплетения зарубежных авторов К. Ашенхерста и Ф. Пирса [10, 12].

К. Ашенхёрст первым разработал теорию для проектирования ткани – теорию пересечения диаметров. Она основана на геометрическом методе строения и представляет собой методику расчетов для определения плотности нитей в тканях квадратного строения при определенных номерах пряжи и переплетении. Автором впервые, при выводе формул для определения максимальной плотности по основе и по утку, расстояние между двумя соседними нитями в местах их пересечения нитью противоположной системы выражено через диаметры этих нитей. Схема разреза для раппорта переплетения ткани и фрагмент пересечения нитей приведены на рисунке 3.2.

Витебский государственный технологический университет



а б

Рисунок 3.2 – Схема раппорта и фрагмент пересечения нитей

Длина раппорта переплетения в общем виде определяется по формуле:

$$L_R = Rd + td = d(R+t), \tag{3.1}$$

где L_R – длина одного раппорта в переплетении ткани; R – число нитей в раппорте; d – диаметр нити; t – число пересечений нити в пределах раппорта.

В тканях квадратного строения линейная плотность нитей основы и утка одинакова, а, следовательно, $d_o = d_y = d$.

Максимальная плотность нитей в ткани с учетом влияния переплетения определяется по формуле:

$$P = \frac{10R}{L_R} = \frac{10R}{d \cdot (R+t)}. \tag{3.2}$$

Учитывая угол обхвата нитей в местах их перекрещивания (рисунок 3.2 *б*), используя правило треугольника для определения расстояния X в местах пересечек и обозначив $M = 1/d$, формула (3.2) была скорректирована.

Из Δ ABC

$$\begin{aligned} \hat{A}\tilde{N} &= \sqrt{(2d)^2 - d^2} = d\sqrt{3}, \\ \tilde{O} &= \hat{A}\tilde{N} - d = d\sqrt{3} - d = d(\sqrt{3}-1) = 0{,}732d \end{aligned}, \tag{3.3}$$

Учитывая, что показателем степени перекрещивания является среднее перекрытие $F = R/t$, формула 3.2 Ашенхёрста представлена в виде:

$$Ð = \frac{10 \cdot M \cdot F}{F + 0{,}732}. \tag{3.4}$$

Ашенхёрст указывал, что диаметр сечения зависит от сырьевого состава нити. Им были составлены таблицы диаметров для хлопчатобумажной и шерстяной пряжи и выведена общая формула для определения диаметра, которая применяется и в наше время (в системе СИ):

$$d = C\sqrt{T}/31{,}6 = 0{,}0316C\sqrt{T}, \tag{3.5}$$

где C – коэффициент, учитывающий волокнистый состав нити.

Теория перекрещивания диаметров Ашенхёрста не учитывает влияние переплетения при расчете максимальной плотности и может

Витебский государственный технологический университет

быть применима только для проектирования тканей квадратного строения.

Продолжение развития теории геометрического строения ткани было осуществлено в трудах Ф. Пирса. Он пошел дальше и применил теоретические положения Ашенхёрста для определения уработки нитей в ткани.

Пирс ограничился только полотняным переплетением, которое имеет самое широкое использование, предполагая, что сделанные выводы могут быть использованы при анализе тканей других переплетений.

На рисунке 3.3 показаны схемы моделей элемента ткани полотняного переплетения с круглым сечением нитей.

При закрытии зева нити утка изгибаются под воздействием основных нитей, образуя некоторый элемент, который в процессе формирования ткани остается неизменным. Величина огибания нитей имеет длину *l* и характеризуется высотой волны изгиба *h*.

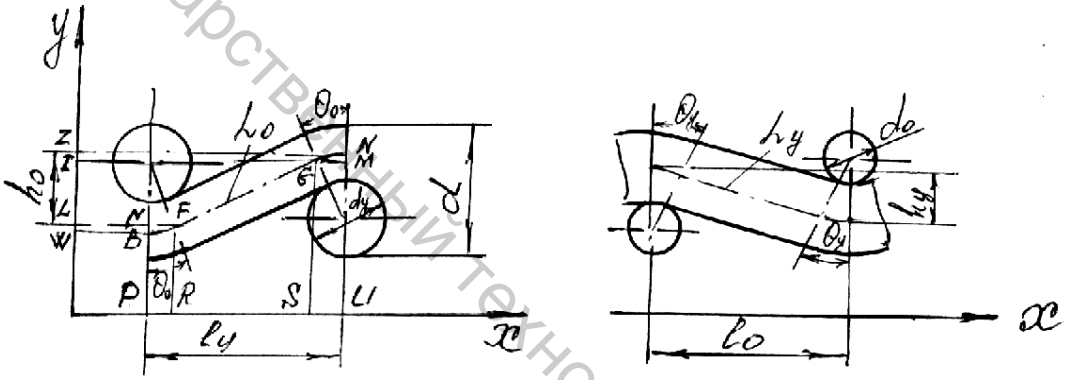


Рисунок 3.3 – Геометрические модели полотняного переплетения

Длина элемента основы L_o равна сумме длин двух дуг *BF* и *GN* и прямолинейной части FG.

$L_o = BF + FG + GN$. Проекция длины элемента основы на ось *OX* равна расстоянию между двумя уточными нитями l_y, которое является геометрической плотностью по утку:

$$l_ó = PU = PR + RS + SU = NF + RS + GM\,. \qquad (3.6)$$

Выполнив преобразования согласно основам геометрии и приняв $d = d_o + d_y$, получим:

$$NF = GM = 0{,}5(d_o + d_ó)\sin\theta_o = 0{,}5d\sin\theta_o,$$

$$RS = FG\cos\theta_o = (L_o - 2\cdot 0{,}5d\theta_o)\cos\theta_o = (L_o - d\theta_o)\cos\theta_o.$$

Следовательно, геометрическая плотность по утку определяется по выражению:

$$l_y = d\sin\theta_o + (L_o - d\theta_o)\cos\theta_o\,. \qquad (3.7)$$

Аналогично, геометрическая плотность по основе определяется по выражению:

Витебский государственный технологический университет

$$l_o = d\sin\theta_ó + (L_ó - d\theta_ó)\cos\theta_ó. \qquad (3.8)$$

Высота волны огибания определяется как вертикальная проекция длины элемента на ось ОУ и является высотой волны изгиба. Высота волны огибания утка основой

$$h_o = ZW = ZI + IL + LW = d(1-\cos\theta_o) + (L_o - d\theta_o)\sin\theta_o. \qquad (3.9)$$

Высота волны огибания основы утком

$$h_ó = d(1-\cos\theta_ó) + (L_ó - d\theta_ó)\sin\theta_ó.$$

При этом $h_o - h_y = d_o + d_y = d$, $\quad h_o/d + h_y/d = 1.$ (3.10)

Используя геометрические модели, Пирс вывел формулы для определения уработки нитей основы (a_o) и утка (a_y):

$$a_o = \frac{100\cdot(L_o - l_y)}{l_y} = \frac{100\cdot[L_o - (d\cdot\sin\theta_o + (L_o - d\cdot\theta_o)\cdot\cos\theta_o)]}{d\cdot\sin\theta_o + (L_o - d\cdot\theta_o)\cdot\cos\theta_o}; \qquad (3.11)$$

$$a_ó = \frac{100\cdot(L_ó - l_î)}{l_î} = \frac{100\cdot[L_ó - (d\cdot\sin\theta_ó + (L_ó - d\cdot\theta_ó)\cdot\cos\theta_ó)]}{d\cdot\sin\theta_ó + (L_ó - d\cdot\theta_ó)\cdot\cos\theta_ó}. \qquad (3.12)$$

Плотность нитей в ткани определяется по величине её геометрической плотности, полученной на основе геометрических моделей.

$$P_o = 100/l_o,\ P_ó = 100/l_ó. \qquad (3.13)$$

Ф. Пирс впервые учел влияние деформирующих сил на изменение сечения нити в ткани и предложил геометрическую модель элемента ткани с эллиптическим сечением, которая приведена на рисунке 3.4.

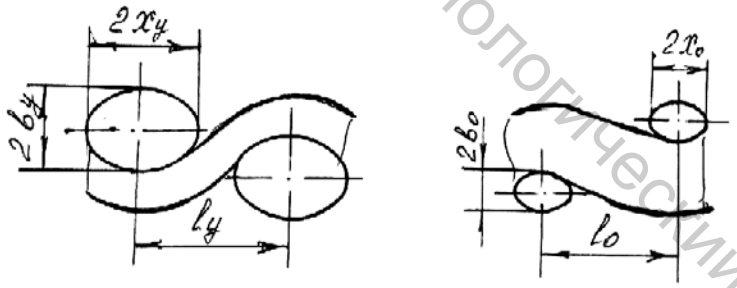


Рисунок 3.4 – Геометрическая модель строения ткани с эллиптическим сечением нитей

Для учета деформации нитей использованы соотношения:

$$e_o = b_o / x_o, \quad e_ó = b_ó / x_ó,$$

где x и b – соответственно половины длин большой и малой оси эллипса.

Уравнения для определения геометрических плотностей и высот волн изгиба нитей основы и утка для сечения эллипса имеют вид:

геометрические плотности

$$l_o = 2(x_o + b_ó)\cdot\sin\theta_ó + [L_ó - 2(\tilde{o}_o + b_ó)\cdot\theta_ó]\cos\theta_ó; \qquad (3.14)$$

Витебский государственный технологический университет

$$l_{ó} = 2(x_{ó} + b_{î}) \cdot \sin\theta_{î} + [L_{î} - 2(\tilde{o}_{ó} + b_{î}) \cdot \theta_{î}]\cos\theta_{î}; \qquad (3.15)$$

высоты волн изгиба нитей

$$h_{o} = 2(x_{ó} + b_{î}) \cdot (1 - \tilde{n}\hat{i}s\,\theta_{o}) + [L_{o} - 2(\tilde{o}_{ó} + b_{î}) \cdot \theta_{î}]\sin\theta_{o}; \qquad (3.16)$$

$$h_{ó} = 2(x_{o} + b_{ó}) \cdot (1 - \cos\theta_{ó}) + [L_{ó} - 2(x_{o} + b_{ó}) \cdot \theta_{ó}]\sin\theta_{ó}. \qquad (3.17)$$

Во многих зарубежных странах теория Ф. Пирса признана базовой и подвергается постоянному совершенствованию.

В России впервые вопросам строения ткани (вопросам переплетения нитей основы и утка в ткани) было уделено внимание в книге по ткачеству И. Герасимова, изданной в первой половине 19 века.

Позднее изучением вопросов строения ткани и свойств волокнистых материалов занимались русские ученые – Н. Ланговой, С. Ганешин, А. Разуваев, С. Федоров, Ф. Бобров. Они внесли большой вклад в решение проблемы строения ткани и определения её свойств, вывели ряд аналитических зависимостей между свойствами ткани и её строением.

В советское время значительно расширился круг исследователей, занимавшихся вопросами строения ткани, а также и методами её проектирования. Основоположником советской науки о строении ткани является проф. Н. Г. Новиков, работы которого были опубликованы в печати в 1927 – 1946 гг. Им определены основные параметры, влияющие на строение и взаимное расположение нитей в ткани. Н. Г. Новиков предложил различать девять порядков фаз строения ткани в зависимости от взаимного расположения нитей основы и утка, характеризующихся определенным отношением высот волн изгиба [2, 24].

Основные положения теории проф. Н. Г. Новикова взяты за основу своих теоретических выводов целым рядом советских и даже зарубежных исследователей и получили дальнейшее углубленное развитие [4].

А. Синицын разработал метод проектирования ткани по заданной прочности. Для теоретического определения прочности ткани на разрыв он ввел понятие разрывной длины ткани по основе $L_{o.p}$ и по утку $L_{y.p}$, определяемой из соотношения:

$$L_{o.p} = 20 \cdot Q_{o} / g_{\grave{O}}; \qquad L_{ó.p} = 20 \cdot Q_{ó} / g_{\grave{O}}, \qquad (3.18)$$

где Q_o, Q_y – масса разрываемой полоски ткани по основе и по утку в г, численно равная соответствующей разрывной нагрузке; g_m – поверхностная плотность ткани, г/м^2.

В таблице 3.1 приведены значения условных разрывных длин для некоторых видов готовых тканей [1]. Ткани, окрашенные в полотне, имеют условную разрывную длину меньше на 10 – 15 %, чем суровые, а ткани из пряжи безверетенного способа прядения – на 15 – 25 %.

А. Синицын ввел понятие «использование разрывной длины пряжи в ткани» – разрывной выход для основы ρ_o и для утка ρ_y (табл. 3.1):

$$\rho_{o} = L_{o.y} / L_{o(n).y}; \qquad \rho_{y} = L_{y.y} / L_{y(n).y}, \qquad (3.19)$$

Витебский государственный технологический университет

где $L_{o(n).y}$, $L_{y(n).y}$ – условная разрывная длина пряжи для основы и утка перед переработкой на ткацком станке, км.

Таблица 3.1 – Разрывные характеристики тканей

Вид ткани	Условная разрывная длина, км		Разрывной выход	
	$L_{o.y}$	$L_{y.y}$	ρ_o	ρ_y
Суконная	1,5 – 4,3	1,5 – 4,3	0,6 – 1,4	0,5 – 1,1
Камвольная	5,8 – 9	5,5 – 9	0,9 – 1,2	0,7 – 1,1
Хлопчатобумажная	9 –13	9 – 13	0,8 – 1,3	0,8 – 1,3
Натуральный шелк	16 – 30	16 – 30	0,6 – 1,1	0,5 – 1,1
Вискозный шелк	9 – 15	9 – 15	0,85 – 1,1	0,8 – 1,1
Льняная	9 – 12	9 – 12	0,9 – 1,1	0,9 – 1,2

Значение показателя ρ зависит от степени воздействий на нити в процессе ткачества, уплотняющих свойств переплетения, уплотненности нитей в ткани.

Согласно методу И. Ильина основным показателем строения ткани следует считать относительную плотность, определяемую отношением фактической плотности к предельной. Относительная плотность по основе:

$$\Delta_o = P_o \cdot [d_o(F_y - 1) + \sqrt{(d_o + d_y)^2 - h_o^{\,2}}]/F_y; \qquad (3.20)$$

$$\Delta_y = P_y \cdot [d_y(F_o - 1) + \sqrt{(d_o + d_y)^2 - h_y^{\,2}}]/F_o, \qquad (3.21)$$

где F_o , F_y – коэффициенты, характеризующие переплетение ткани, $F_o = R_o / t_o$; $F_y = R_y / t_y$; R_o, R_y – раппорты переплетения ткани; t_o, t_y – число пересечений основой утка, утком основы; h_o, h_y – высоты волн изгиба нитей в ткани.

$$h_o = (d_o + d_y) - h_y\ , \qquad h_y = 1{,}41\sqrt{F_y \cdot a_y}\ \ /(\mathring{a} \cdot P_o);$$

e – величина смятия нитей: $e = 0{,}8 \big/ \sqrt[3]{H_y}$; H_y – коэффициент наполнения ткани по утку, определяемый без учета расположения нитей в ткани,

$$H_y = P_y(F_o d_y + d_o)\big/F_o\,. \qquad (3.22)$$

Данная методика применима для анализа существующих тканей.

О. С. Кутепов предложил формулу для определения объемного заполнения ткани.

$$E_v = \frac{\pi P_o P_y[(d_{\hat{i}}^2(1 + 0{,}01a'_o)/Đ_y) + (d_{\acute{o}}^2(1 + 0{,}01a'_{\acute{o}})/Đ_{\hat{i}})]}{4b_{\grave{o}\hat{e}}}, \qquad (3.23)$$

где $b_{тк}$ – толщина ткани, мм.

В. Воробьев предложил характеризовать строение ткани коэффициентом наполнения волокнистым материалом

$$\acute{I}_{\ \tilde{n}\eth} = (\acute{I}_{\ \hat{i}}\grave{O}_y + H_y\grave{O}_o)\big/(\grave{O}_o + \grave{O}_y), \qquad (3.24)$$

Витебский государственный технологический университет

где H_o, H_y – коэффициент наполнения ткани волокнистым материалом

по основе $$H_o = (R_o d_o + t_y d_y) P_o / R_o \cdot 100, \quad (3.25)$$

по утку $$H_y = (R_y d_y + t_o d_o) P_y / R_y \cdot 100. \quad (3.26)$$

Метод проектирования ткани, предложенный В. П. Склянниковым, позволяет учесть порядковый номер фазы строения, уплотненность ткани в соответствии с изменением формы и размеров нитей.

Коэффициент наполнения ткани определяется по формуле:

$$H_T = 0{,}01 P_o^{\,2} \cdot K_p \cdot d_o^{\,2} \cdot \omega, \quad (3.27)$$

где ω – коэффициент, зависящий от вида переплетения и порядка фазы строения, определяемый по формуле:

$$\omega = z_o \cdot z_y \cdot \tau \cdot (1 - C) + (z_o + \tau \cdot \eta_y) \cdot (z_y \cdot \tau + \eta_o) \cdot \varphi \cdot C_{\acute{\imath}}, \quad (3.28)$$

z_o, z_y – коэффициенты расплющивания нитей основы и утка в ткани, $z_o = a_o / d_o$, $z_y = a_y / d_y$; η_o, η_y – коэффициенты сплющивания нитей основы и утка в ткани, $\eta_o = b_o / d_o$, $\eta_o = b_y / d_y$; a_o, a_y – большой размер поперечного сечения нитей основы и утка; b_o , b_y – малый размер поперечного сечения нитей основы и утка; τ – коэффициент соотношения диаметров нитей до ткачества, $\eta_o = d_y / d_o$; φ – коэффициент, зависящий от порядка фазы строения ткани:

$$\varphi = \sqrt{(1 - (\Phi - 1)^2 / 8^2)(1 - (9 - \Phi)^2 / 8^2)},$$

Φ – числовое значение порядка фазы строения ткани, определяемое в зависимости от толщины ткани,

$$\Phi = 8(b_{y.\hat{e}} + \Delta \grave{O}_{\hat{\imath}}) / (\grave{O}_{\grave{o}} - \Delta \grave{O}_{\hat{\imath}}), \quad (3.29)$$

$$\Phi = 8(b_{\hat{\imath}.\hat{e}} + \Delta \grave{O}_{\acute{o}}) / (\grave{O}_{\grave{o}} - \Delta \grave{O}_{\acute{o}}), \quad (3.30)$$

где T_m – толщина ткани; ΔT_o, ΔT_y – величина, на которую одна система нитей выступает над другой; $b_{o.к}$, $b_{y.к}$ – толщина нитей основы и утка в ткани в середине поля контакта (меньший размер поперечного сечения); $C_н$ – коэффициент уплотненности (напряженности) переплетения, определяемый на основании классификации полей связи, предложенной Г. Селивановым.

Коэффициент $C_н$ определяется отношением фактических чисел связи $n_{с.ф}$ и чисел просветов $n_{пр.ф}$ к их максимально возможному (теоретическому) числу

$$C_{\acute{\imath}} = (n_{\tilde{n}.\hat{o}} + n_{\ddot{\imath}\eth.\hat{o}}) / (n_{\tilde{n}.\grave{o}} + n_{\ddot{\imath}\eth.\grave{o}}). \quad (3.31)$$

Максимальное число полей связи и полей просветов характерно для полотняного переплетения и определяется по формуле

$$n_{\tilde{n}.\grave{o}} + n_{\ddot{\imath}\eth.\grave{o}} = 3 Đ_{\hat{\imath}} Đ_{\acute{o}}, \qquad n_{\tilde{n}.\grave{o}} + n_{\ddot{\imath}\eth.\grave{o}} = R_{\hat{\imath}} R_{\acute{o}} \cdot r,$$

где r – число раппортов.

Фактическое число полей связи определяют по раппорту переплетения или по формуле

Витебский государственный технологический университет

$n_{с.ф} = (2R_o R_y - n_{св.ф})r$,

где $n_{св.ф}$ – фактическое число свободных полей.

Для переплетений, имеющих длинные настилы, следует учитывать степень ликвидации полей просветов за счет сближения нитей на свободных полях, выражаемую коэффициентом:

$K = n_{пр.л} / n_{пр.ф}$,

где $n_{пр.л}$ – число ликвидируемых полей просветов.

Значение коэффициента уплотненности изменяется от 1 (полотняное переплетение) до 0, когда переплетение нитей отсутствует. Для главных переплетений $C_н$ определяется по формуле

$$C_í = [6R_o R_y - n_{ñâ}(2 + \hat{E})] / 6R_o R_y \ .$$

Для определения поверхностной плотности ткани В. Склянников рекомендовал следующую формулу:

$$g_ò = 10P_o d_o^{\,2} \cdot \delta(1 + K_p \cdot \tau^2 / e) / C_o, \qquad (3.32)$$

где е – отношение коэффициентов C_o и C_y, определяющих диаметры нитей основы и утка в зависимости от линейной плотности, $e = C_o^2/C_y^2$; δ – коэффициент изменения поверхностной плотности за счет уработки нитей и приклея при шлихтовании $У$,

$\delta = 1 - У / 100$.

При использовании коэффициента наполнения ткани формула для определения поверхностной плотности принимает вид

$$g_ò = 200d_o(e + K_p\tau^2) \cdot \delta\sqrt{H_ò/\omega} \Big/ (C_o^{\,2} e(1+\tau)\sqrt{K_p}) . \qquad (3.33)$$

Огромный вклад в развитие и дополнение теории Н. Г. Новикова о фазовом строении ткани внесли Н. Ф. Сурнина и А. А. Мартынова. Разработанные методики для определения основных параметров строения ткани послужили базой для разработки методов инженерного проектирования ткани по заданным параметрам. Методики проектирования тканей, разработанные М. Ф. Сурниной и А. А. Мартыновой, приведены ниже.

3.2 Компоненты математического и методического обеспечения САПР ткацких переплетений

Как известно, целью проектирования ткани является определение основных параметров ее строения, сочетание которых в ткани при минимальном расходе выбранного сырья дает наилучшее удовлетворение всех свойств, вытекающих из назначения ткани. В основу методики определения параметров строения положено знание зависимостей эксплуатационных свойств ткани от параметров строения. Зависимость любого свойства от параметров строения представляется в виде функции:

$y = F_{св}\ (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$,

Витебский государственный технологический университет

где y – значение эксплуатационного или любого другого желаемого свойства ткани, x_1, x_2, x_3 – параметры строения ткани.

Основными параметрами строения принимаются: вид переплетения и плотность основных нитей в ткани, плотность уточных нитей в ткани, остальные два в основном являются дополнительными. Самостоятельными задачами являются определение вида и коэффициента $F_{св}$ функциональной зависимости для отдельных свойств различного текстильного сырья [2,5].

В результате решения этих задач формируется информационный банк, который является ядром информационного обеспечения автоматизированной системы проектирования. Данная САПР тканей требует от текстильщиков целенаправленных научных экспериментов по изучению зависимостей отдельных технологических и эксплуатационных свойств от параметров строения ткани. Дессинатор или технолог по ткачеству готовит задание на проектирование, которое содержит три компонента исходных данных: вид сырья, требуемые свойства, переплетение.

Рассмотрим первый компонент. Из некоторого набора имеющихся видов сырья дессинатор должен выбрать близкие по свойствам и назначению виды сырья, которые, по его мнению, лучше других соответствуют назначению проектируемой ткани. Отдельные виды сырья для тканей различного применения разделены на группы: для шелковых тканей, для шерстяных камвольных тканей, для высокорастяжимых тканей, для льняных и т. д. Внутри каждой группы сырье может отличаться составом основных и уточных нитей или линейной плотностью.

Линейные плотности нитей для конкретных технологических производств характеризуются унифицированными значениями. При проектировании значения линейной плотности необходимо округлять, согласовывать с ГОСТ и использовать наиболее близкие из производимых. Кроме этого, линейная плотность нитей, особенно сочетание нитей по основе и по утку, предопределяет фактуру и внешний вид ткани. Эти эстетические показатели не поддаются формальному описанию, но опытные дессинаторы достаточно легко и точно оценивают их значения при выборе нитей с заданными линейными плотностями. Эти два обстоятельства и определили отказ от расчета линейной плотности и включения этого важного параметра строения ткани в характеристику сырья.

Второй компонент – это требования к свойствам проектируемой ткани. Как правило, при проектировании имеется в виду ткань определенного назначения, которая должна обладать некоторой совокупностью эксплуатационных свойств. Эта совокупность свойств устанавливается дессинатором исходя из значимости того или иного свойства для проектируемой ткани. Однако методология автоматизированного проектирования накладывает строгое ограничение на совокупность свойств, с учетом которых может быть осуществлено проектирование, а именно для каждого свойства совокупности для выбранного вида сырья в информа-

Витебский государственный технологический университет

ционном банке должны существовать данные – вид и коэффициенты функциональных зависимостей свойств от параметров строения ткани.

Третий компонент исходных данных – это переплетение. Переплетением представляется инженерная конструкция ткани, от которой в значительной степени зависит технологичность проектируемой ткани и ее эксплуатационные свойства и внешний вид. Методика автоматизированного проектирования предполагает составление алгоритма построения переплетения, по которому выполняется построение раппорта переплетения, выполняется расчет его цифровых характеристик и формирование заправочной документации.

Для реализации САПР переплетений может быть применена апроксимация функциональных зависимостей свойств от параметров строения только функциями одинакового вида, то есть функция $F_{св}$ является одинаковой для всех видов сырья и может быть апроксимирована неполным полиномом третьего порядка. Информационный банк обеспечивает доступ к набору постоянных параметров, характерных для вида сырья (например, линейная плотность нитей основы и утка), и доступ к коэффициентам отдельных зависимостей $F_{св}$ для выбранного вида сырья, которое обозначается своим кодовым названием, или ключом. С ключом связываются постоянные параметры сырья и список свойств, для которых имеются коэффициенты зависимостей $F_{св}$. Структура базы позволяет легко включать новые данные при постановке новых экспериментов и появлении новых видов сырья, что ведет к расширению информационного банка, не меняя его логической структуры.

Считается целесообразным создавать отдельные базы данных одинаковой структуры для разных групп сырья. Каждой базе данных сопоставляется конкретный набор свойств в виде упорядоченного списка названий свойств. Дессинатор может проектировать только по тем свойствам, которые имеются в списке свойств базы.

3.3 САПР тканей мелкоузорчатых переплетений

3.3.1 Программа «PROZARY» («Проектировщик заправочных рисунков»)

Программа предназначена для автоматизированного построения заправочных рисунков однослойных ремизных тканей.

Запуск программы PROZARY производится через файл prozary.exe. Основное окно программы содержит основное меню (в верхней части) с названиями групп переплетений и перечень управляющих клавиш для загрузки, сохранения, удаления и печати файлов.

Программа автоматически строит трехэлементный заправочный рисунок переплетения. В качестве исходных данных используются вид переплетения, раппорт по основе и утку, сдвиг, а также заданное количество основных и уточных перекрытий на первой уточной нити [17].

Витебский государственный технологический университет

Проектирование нового переплетения

При необходимости создания нового переплетения курсором выбирается соответствующая группа переплетений. После нажатия клавиши *Enter* открывается меню следующего уровня, в котором конкретизируется выбор переплетения: указывается раппорт переплетения по основе, утку, сдвиг и другие параметры, если они есть. Подтверждение введенных параметров переплетения осуществляется выбором альтернативы *OK* или нажатием клавиши *Enter*.

На экране появляется пустая раппортная сетка. Для построения переплетения следует нанести нажатием левой клавиши мыши или клавиши *Пробел* необходимые основные перекрытия на первую уточную нить раппорта переплетения, которой ограничено движение курсора, затем нажать *Enter*. Переплетение строится автоматически. После этого курсор получает возможность перемещаться по всему раппорту переплетения, и можно вносить в него изменения.

Замена перекрытия осуществляется повторным щелчком левой клавиши мыши по перекрытию или нажатием клавиши *Пробел*. Нажатие клавиши *Enter* выводит проборку, еще одно – картон. По умолчанию строится проборка по рисунку. Если в раппорте переплетения нет одинаково переплетающихся нитей основы, строится рядовая проборка. Для изменения проборки на рассыпную необходимо еще до построения рисунка переплетения, находясь в основном меню программы, нажать клавишу *F9* и в появившемся окне клавишей *Пробел* задать вид проборки.

Проектирование различных групп переплетений имеет особенности. Первыми в основном меню стоят *Саржи*. *Саржи, Усиленные саржи и Сложные саржи* предполагают построение сарж, имеющих на каждой основной или уточной нити одно основное перекрытие, более одного основного перекрытия, или несколько основных перекрытий, между которыми имеются уточные перекрытия. В программе PROZARY количество и расположение основных перекрытий на уточной нити зависит от того, сколько и каких клеток закрасим в пустой раппортной сетке заданного размера. Для главной саржи закрасить одну клетку, для усиленной – несколько клеток рядом, для сложной – несколько клеток вразбивку.

На рисунке 3.4 показаны окна, которые предусмотрены при построении переплетений по программе PROZARY.

При построении производных саржевого (а также сатинового и атласного) переплетения задаются параметры базового переплетения. Раппорт производного переплетения программа определяет сама.

Для построения ломаных и обратно сдвинутых сарж, в исходные данные включен такой важный параметр, как коэффициент повторения. Он определяет, сколько раз повторяется раппорт базовой саржи, прежде чем поменяется ее направление. Но ромбовидные и зигзагообразные

Витебский государственный технологический университет

саржи строятся с коэффициентом повторения, равным 1. В PROZARY не работают переменные сдвиги, которые используются для построения неправильных сатинов, диагоналей и криволинейных сарж.

При проектировании теневых переплетений следует в качестве исходных задавать главные переплетения, то есть переплетения, имеющие по одному основному перекрытию на первой уточной или основной нити. Только в этом случае получится правильное теневое переплетение.

Сатины и *Атласы* строятся заданием количества основных перекрытий на первой уточной нити и величины сдвига, не равного 1.

При построении *Креповых* переплетений методами добавления перекрытий, перестановки основных и уточных нитей следует сначала создать некоторое переплетение, затем к нему применить эти методы. Для реализации методов совмещения 2-х переплетений и размещения нитей основы и утка задаются параметры двух переплетений. Сами переплетения следует построить вручную в появившейся раппортной сетке.

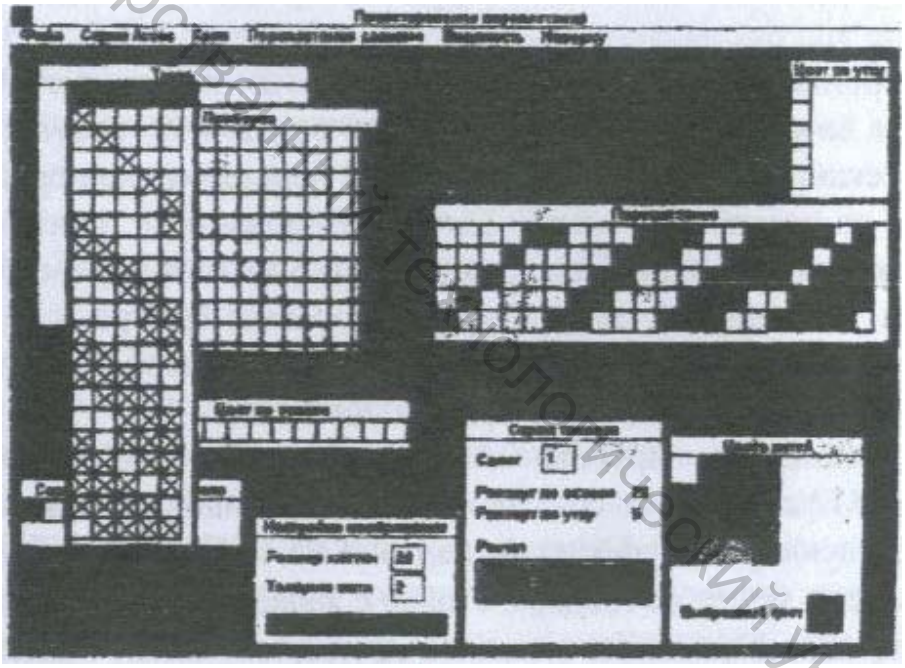


Рисунок 3.4 – Проектирование теневой саржи

Не следует выбирать переплетения со слишком большим раппортом, чтобы не испытывать затруднений при их построении и можно выработать результирующее переплетение на станке, оснащенном кареткой, а не жаккардовой машиной. Также вручную строится переплетение для негативного метода и метода вращения после задания его параметров.

В пункте меню *Шашечные* построение ткани в клетку на базе сатиновых переплетений следует учесть, что построение переплетения в

Витебский государственный технологический университет

первой клетке начинается с определенной нити основы (или утка) с тем, чтобы в смежных клетках не происходило сбоя рисунка переплетения.

В меню программы *Рубчиковые* переплетения для построения переплетения, например с закреплением основных настилов, необходимо ввести *Раппорт по основе*, *Раппорт по утку*, *Сдвиг*, *Параметр репса*. В графу *Раппорт по основе* ввести раппорт по основе закрепляющего переплетения, в графу *Раппорт по утку* – раппорт по утку базового репса, в графу *Параметр репса* – величину основного настила базового репса, то есть число нитей утка, над которыми поднят или под которые опущен настил основы. После задания исходных данных открывается раппортная сетка, содержащая раппорт по основе закрепляющего переплетения, раппорт по утку базового репса. Движение курсора ограничено первой уточной нитью, на которой нужно указать перекрытия нити закрепляющего переплетения. В результате строится рубчиковое переплетение.

Для построения переплетения с закреплением уточных настилов в графу *Раппорт по основе* необходимо ввести раппорт по основе базового уточного репса, в графу *Раппорт по утку* – раппорт по утку закрепляющего переплетения, в графу *Параметр репса* – величину уточного настила базового репса. В появившейся раппортной сетке на первой уточной нити нужно изобразить закрепляющее переплетение. В результате строится негатив переплетения с закреплением уточных настилов.

Программа PROZARY строит рубчиковое переплетение только с соотношением нитей 1:1 и не охватывает всего их разнообразия.

В меню *Диагоналевые* есть три подпункта: *Перестановка нитей основы*, *Перестановка нитей утка*, *Сокращение нитей основы*. Построение диагоналевых переплетений не вызывает трудностей. Для построения диагоналевого переплетения по способу чередования нитей используем меню *Креповые методом размещения нитей основы или утка.*

Далее по порядку в основном меню программы располагается пункт меню *ППВК* (*Полоски, Просвечивающие, Вафельные, Клетка*). Для построения тканей в полоску или клетку задаются количеством полосок или клеток, раппортом переплетений полосок или клеток, количеством нитей в полосках или клетках. Раппорты переплетений, которыми будут выработаны соседние клетки, должны быть равными или кратными, число нитей в них одинаковым. На рисунке 3.5 показаны окна, которые предусмотрены при построении переплетений клетки по программе PROZARY. В программе имеется ограничение раппорта основы проектируемого переплетения – 64 нити.

Просвечивающие переплетения строятся программой с раппортами, которые при делении на 2 дают нечетное число, исключая раппорты, кратные 4. Построение *Просвечивающих* и *Вафельных* переплетений выполняется автоматически после ввода значений раппортов переплетения.

Витебский государственный технологический университет

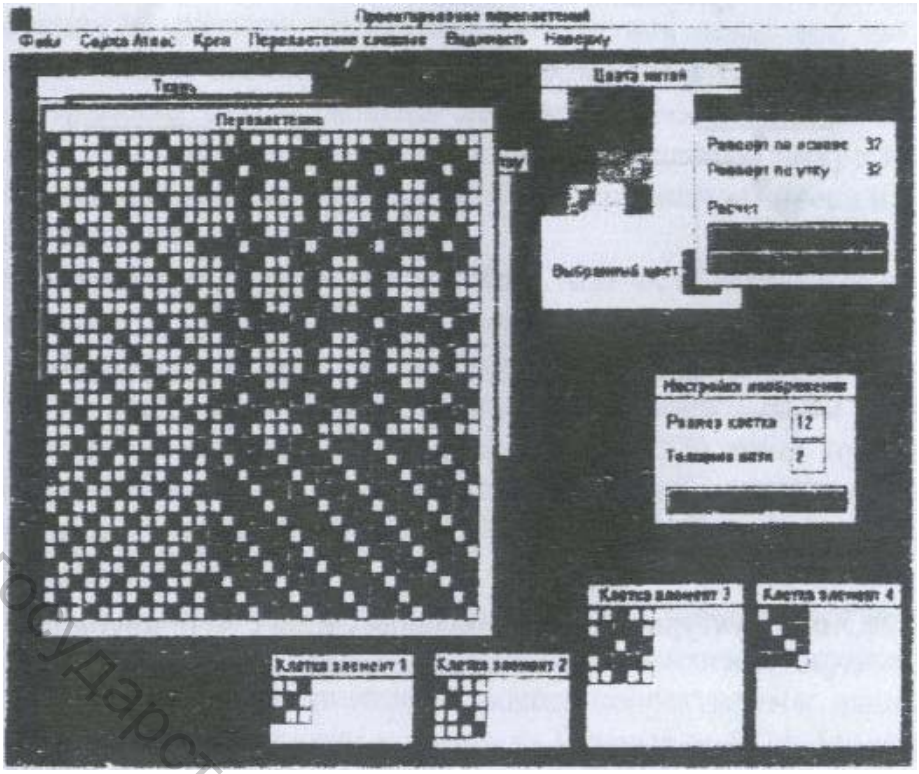


Рисунок 3.5 – Проектирование переплетения клетки

После построения переплетения можно сделать его просмотр в различных масштабах используя клавишу *F5*, нажатие которой выводит на экран окно просмотра и установки параметров цвета рисунка – поле установки цвета и количества цветных нитей основы и утка, палитра, в которой выбирается цвет нитей основы и утка, движки, позволяющие изменять оттенки выбранного на палитре цвета и поле изменения масштаба просмотра переплетения и рисунка ткани в зависимости от соотношения толщины основных и уточных нитей или плотности ткани по основе и утку. После ввода всех параметров цветного рисунка ткани и нажатия клавиши *Enter* на экране появляется рисунок переплетения в готовом виде, который можно сохранить двукратным нажатием клавиши *Esc* (возврат в основное меню программы) и клавиши *F2* (открывает окно записи на диск, курсор – в поле ввода имени файла рисунка). Присвоить файлу рисунка имя, нажать клавишу *Enter* и сохранить рисунок.

Программа предусматривает выполнение функций *Редактирование ранее созданного рисунка переплетения, Добавление переплетения, Работу с мотивным патроном.*

Положительное качество программы PROZARY – возможность изменения масштаба нитей основы и утка при полноэкранном просмотре ткани, что позволяет представить ее внешний вид при большой разнице по толщине и плотности нитей основы и утка. Недостаток программы – отсутствие в меню производных полотняного переплетения и ограничение по раппорту цвета – 8 вариантов цветов основы и утка.

Витебский государственный технологический университет

Построение переплетений в программе PROZARY существенно облегчает и ускоряет процесс построения заправочных рисунков однослойных ремизных тканей.

3.3.2 Компьютерная система автоматизированного проектирования тканей, разработанная ФГУП ЦНИИЛКА

Компьютерная система автоматизированного проектирования тканей ФГУП ЦНИИЛКА предназначена для проектирования и подготовки к промышленному производству ремизных тканей различного назначения (одежных, бельевых, декоративных, технических) [15, 20].

Программа предусматривает визуализацию внешнего вида проектируемой ткани на монитор или принтерную распечатку.

Использование системы компьютерного проектирования позволяет оперативно разрабатывать ткани и коллекции, эффективно продвигать свои разработки на рынок, участвовать в коммерческих предложениях, патентовать рисунки и изделия. Знакомство посредников и торговых фирм с разработанными тканями осуществляется по их визуализациям.

Программное обеспечение компьютерной системы для проектирования структур и дизайна тканей представляет собой набор исходных модулей с банками данных. Все программные модули функционируют на платформе Windows и являются авторскими программными продуктами. Из данных модулей разработчик может составлять различные версии программного обеспечения с учетом требуемых задач.

Проектирование ремизных тканей

Технические средства: программное обеспечение для проектирования ремизных тканей ориентировано на следующую техническую базу – персональный компьютер типа Pentium III, IV, Celeron с оперативной памятью более 256 Мб, наличие свободного места на диске более 2 Гб; монитор с диагональю более 17" с видеокартой, обеспечивающей разрешение более 1024x860 (пикселей) с глубиной цвета True Color (более 24 бита); операционная система Windows 2000, Windows NT, Windows XP; цветной принтер формата А4; источник бесперебойного питания.

Программное обеспечение.

В полную комплектацию программного обеспечения для проектирования ремизных тканей входят следующие модули: «Сырье, пряжа, нити»; «Проектирование структур тканей»; «Колористические решения»; «Ткацкие переплетения и условные разрезы»; «Визуализация тканей»; «Заправочный расчет тканей»; «Техническая документация».

Модуль «Сырье, пряжа, нити» предназначен для автоматизированной визуализации внешнего вида пряжи и нитей в зависимости от их сырьевого состава, строения и линейной плотности.

Входные данные – параметры, определяющие сырьевой состав и строение пряжи/нитей.

Банк данных – нормативная документация на пряжу и нити.

Витебский государственный технологический университет

База данных:

1) наименование сырья (текстовая информация);

2) линейная плотность пряжи/нитей (числовые значения);

3) крутка пряжи/нитей (текстовая и числовая информация).

Выходные данные – изображение пряжи/нитей на экране монитора с текстовым комментарием.

Модуль «Проектирование структур тканей» позволяет оптимизировать механизм обновления ассортимента в соответствии с требованиями рынка и быстро меняющимися тенденциями моды. Модуль позволяет проектировать ткани по заданной поверхностной плотности разного сырьевого состава (лен, хлопок, шерсть, натуральный шелк, химические волокна и нити) и строения. Расчет структуры тканей выполняется согласно требованиям ГОСТ и другой нормативной документации.

Банк данных – нормативная и справочная документация на пряжу и нити. База данных: виды сырья (вербальная информация); удельные плотности материалов (числовая информация); значения коэффициента, зависящего от природы волокна и строения пряжи/нитей (числовая информация); линейные плотности пряжи/нитей (числовые значения).

Выходные данные – основные параметры строения ткани при заданной поверхностной плотности и виде сырья.

Модуль «Колористические решения» предназначен для выбора цвета нитей основы и утка, а также порядка чередования нитей в основе и утке при проектировании пестротканей – расширения возможностей художественно-колористического оформления тканей. Ткацкий способ позволяет использовать большую цветовую гамму нитей и варьировать в широком диапазоне цвет изделия. Банк данных – цветовые атласы.

Выходные данные – цветное изображение нитей на экране монитора с текстовым комментарием.

Модуль «Ткацкие переплетения и условные разрезы» позволяет выполнять построение рисунков ткацких переплетений, формировать компьютерный банк переплетений, обеспечивающий автоматизированный подбор переплетений для проектируемых тканей из компьютерного банка с использованием количественных и качественных показателей, обеспечивающий получение заданных фактурных эффектов на ткани.

Входные данные – параметры, определяющие строение ткани.

Банк данных – рисунки однослойных переплетений. База данных: раппорт переплетения (числовая информация); конфигурация рисунков переплетения (текстовая информация); текстура лицевой поверхности (текстовая информация); соотношение площадей основных и уточных перекрытий в переплетении лицевой стороны (числовая информация).

Выходные данные – графическое изображение рисунка переплетения, текстовый комментарий.

Модуль «Визуализация тканей» позволяет без предварительной выработки экспериментальных образцов получить реальное изображе-

Витебский государственный технологический университет

ние проектируемой ткани на мониторе; расширяет возможности художественно-колористического оформления тканей, позволяет на базе спроектированных образцов создавать коллекции тканей, изменяя переплетения, чередование нитей, используя различные колористики и др.

Входные данные: сырьевой состав ткани (текстовая и числовая информация); линейная плотность нитей (числовые значения); строение нитей (текстовая и числовая информация); коэффициент смятия нитей (числовые значения); переплетение (графическая информация); технологическая плотность (числовая информация); дизайн ткани (варианты).

База данных – наименования адресно-справочных данных по изображениям ремизных тканей.

Выходные данные – цветное изображение проектируемой ткани или коллекции тканей на мониторе

Модуль «Заправочный расчет тканей» позволяет выполнять многовариантные расчеты технических заправочных данных при подготовке и освоении ткани в производстве. Схематическое изображение модуля «Заправочный расчет тканей» представлено на рисунке 3.6.

Рисунок 3.6 – Модуль «Заправочный расчет тканей»

Витебский государственный технологический университет

Входные данные – значения параметров строения ткани.

Выходные данные – параметры заправки ткацкого станка, параметры структуры ткани, расход сырья, масса 100 пог. м суровой ткани.

Модуль «Техническая документация» предназначен для составления технической документации для промышленного освоения спроектированных тканей. Документация включает: изображение (принтерная распечатка) спроектированной ткани; рисунок переплетения; схематическое изображение проборки основных нитей в ремизки; порядок подъема ремизок (картон); технический заправочный расчет ткани.

Витебский государственный технологический университет

3.4 Факторы, определяющие строение ткани

Под строением ткани понимают взаимное расположение и взаимодействие между собой нитей основы и утка в ткани.

Требуемые свойства ткани обеспечиваются взаимным изгибом и силами взаимодействия нитей в ткани, которые состоят главным образом из сил трения и сцепления между нитями и сил сцепления волокон в нитях. Величина необходимых сил трения между нитями обеспечивается за счет нормального давления нитей основы и утка друг на друга, получаемого в период формирования ткани на ткацком станке.

Строение ткани – это многофакторная функциональная зависимость, определяемая целым рядом параметров. Все параметры строения определяются в зависимости от назначения разрабатываемой ткани, показателей её физико-механических и потребительских свойств [6,7].

Основные параметры, определяющие строение ткани:

Сырьевой состав и структуры нитей, из которых вырабатывается ткань. Вид и строение исходных волокон определяют строение нити или пряжи, её объемную массу, форму и размеры поперечного сечения.

Линейная плотность основных и уточных нитей, выраженная в тексах, определяемая коэффициентом отношения линейных плотностей и степенью неуравновешенности ткани по линейной плотности.

Форма и размеры поперечного сечения нитей основы и утка, из которых предполагается вырабатывать ткань, выражаемые через диаметры нитей и коэффициент отношения диаметров.

Плотность основных и уточных нитей в ткани и степень неуравновешенности ткани по плотности, определяемая коэффициентом отношения плотностей нитей.

Вид переплетения нитей в ткани и его количественная оценка.

Порядковый номер фазы строения ткани, определяющий взаимное расположение нитей основы и утка, их взаимный изгиб. Характеризуется фаза строения высотой волн и длиной полуволн изгиба нитей.

Показатели степени наполнения ткани волокнистым материалом, определяемые коэффициентом наполнения по основе, по утку и ткани в целом. Данные параметры комплексно оценивают влияние диа-

метра нитей, плотности ткани, переплетения нитей и их взаимного расположения в ткани на её структуру и свойства.

Технологические параметры выработки ткани на ткацком станке, определяющие расположение нитей в ткани и их уработку. Основными из них являются величина натяжения основы, утка и коэффициент соотношения натяжений.

Все они характеризуют строение ткани, определяют её физико-механические и потребительские свойства: прочность, удлинение, жесткость, драпируемость, гигроскопичность, теплозащитность и другие. Рассмотрим основные параметры строения ткани в их взаимосвязи.

3.4.1 Текстильные нити и параметры их строения

Три первых выделенных параметра определяются видом нитей, используемых в качестве основы и утка для выработки ткани.

Текстильные нити включают в себя все виды пряжи, получаемой в процессе прядения из волокон ограниченной длины, и все виды нитей, состоящих из одной или нескольких элементарных нитей неопределенно большой длины, соединенных скручиванием, склеиванием или пневмоперепутыванием и называемых комплексными.

В зависимости от природы составляющих волокон, текстильные нити подразделяются на натуральные (хлопчатобумажные, шерстяные, льняные, натуральный шелк) и химические – искусственные и синтетические.

Для строения ткани очень важно, какие нити используются в основе и в утке: однородные или неоднородные смешанные, состоящие из нескольких видов волокон; однониточные или крученые в два и более сложения, с правым (Z) или левым (S) направлением кручения, простой или фасонной крутки; суровые или подвергнутые какому-то виду отделки (отбеливание, крашение). Важное значение имеет способ получения нитей.

Влияние перечисленных факторов оценивается коэффициентами сырьевого состава нитей основы C_o и нитей утка C_y. Значения коэффициентов C определяются исходя из объемной массы нитей δ (мг/мм^3).

$$C = \frac{1{,}13}{\sqrt{\delta}} \text{ или } C = \frac{1{,}13}{\sqrt{\sum_{t=1}^{n} n_i \cdot \delta_i}}, \qquad (3.34)$$

При применении смешанных нитей или пряжи, состоящих из двух или более составляющих в соответствии с объемной массой составляющих компонент (δ_i) и долей каждого составляющего компонента в нити (n_i). В таблице 3.2 приведены значения объемной массы, коэффициентов сырьевого состава и относительного разрывного усилия разных видов нитей.

Витебский государственный технологический университет

Для правильного выбора вида текстильных нитей при проектировании, необходимо знать их физико-химические свойства – линейную плотность, разрывные показатели, размеры поперечного сечения, выносливость, износостойкость, влажность, гигроскопичность и электризуемость.

Линейная плотность нитей показывает, какая масса волокон в граммах содержится в нити длиной 1 километр и определяется по формуле:

$$T = m/L = 1000\, m/L_1 \ ,$$

где m – масса нити, г; L – длина нити, км; L_1 – длина нити в м.

Единицей измерения линейной плотности является текс (г/км).

Степень неуравновешенности ткани по линейной плотности называется коэффициентом линейной плотности.

$$K_T = T_o / T_y \ .$$

Прочностные свойства ткани зависят от разрывной нагрузки нитей, величина которой зависит от вида волокна, способа получения, обработки, линейной плотности нити, крутки и других параметров. Для сравнения нитей по прочности используют показатель относительного разрывного усилия, которое характеризует разрывную нагрузку, приходящуюся на 1 текс:

$$\sigma_p = Q_p / T \ ,$$

где Q_p – наибольшее усилие, выдерживаемое нитью к моменту разрыва, сН.

Значения относительного разрывного усилия приведены в таблице 3.2.

В большинстве тканей суммарная прочность составляющих её нитей больше показателя прочности ткани. Для оценки влияния разных факторов на изменение прочностных свойств нитей применяется коэффициент использования прочности нитей в ткани, называемый разрывным выходом:

$$\rho = \sigma_{p_1} / \sigma_p \ ,$$

где σ_{p1} – фактическое относительное разрывное усилие, сН/текс.

$$\sigma_{p_1} = Q_{p.T} / (n_н \cdot T) \, ,$$

где $Q_{p.T}$ – разрывная нагрузка ткани, прочность ткани на разрыв, сН; $n_н$ – количество нитей в испытуемой полоске ткани.

Соотношение коэффициентов использования прочности нитей в ткани – степень неуравновешенности ткани по разрывному выходу:

$$K_p = \rho_o / \rho_y \ .$$

Под воздействием нагрузки, меньше чем разрывная, происходит удлинение нитей, которое состоит из упругого и остаточного удлинений.

При снятии нагрузки нить частично восстанавливает свою длину: уменьшается на величину упругого (обратимого) удлинения и растяги-

Витебский государственный технологический университет

вается на величину остаточного (необратимого) удлинения, которое приводит к изменению размеров поперечного сечения нитей, снижению прочностных свойств ткани, влияет на строение ткани и уработку нитей.

Таблица 3.2 – Показатели сырьевого состава нитей

Пряжа и нити		δ	C	σ_p
Хлопчатобумажная пряжа	кардная	0,115	1,25	12
	гребенная	0,828	1,24	13
Шерстяная пряжа	камвольная	0,731	1,32	11
	аппаратная	0,688	1,36	8
Льняная пряжа	мокрого прядения	1,016	1,12	15
	сухого прядения	0,855	1,22	12
Натуральный шелк	суровые	0,65	1,4	22
	отваренные	0,802	1,25	20
	креповые суровые	0,884	1,2	16
	креповые отваренные	1,052	1,1	14
Пряжа из вискозного волокна		0,842	1,23	10
Пряжа из полиэфирного волокна		0,777	1,38	20
Пряжа из ПАН-волокна		0,582	1,48	20
Пряжа из ПХВ-волокна		0,802	1,26	18
Пряжа из ПВА-волокна		0,753	1,3	12
Пряжа из ацетатного волокна		0,753	1,3	8
Полиамидные нити	комплексные	0,566	1,5	35
	текстурированные	0,485	1,62	32
Полиэфирные нити	комплексные	0,777	1,28	32
	текстурированные	0,582	1,48	30
	креповые	1,052	1,1	30
Вискозные нити	комплексные	1,052	1,1	15
	креповые	1,273	1	12
Медно-аммиачные нити	комплексные	1,052	1,1	15
	креповые	1,273	1	12
Ацетатные нити комплексные		0,582	1,48	12

Размеры поперечного сечения текстильных нитей зависят от их вида и сырьевого состава, линейной плотности и крутки. Принято считать, что нити до ткачества представляют собой цилиндрическое тело с диаметром основания $d_н$, определяемого исходя из объемной массы δ нити и её линейной плотности:

$$d_н = 0{,}0357\sqrt{T/\delta} = 0{,}0316C\sqrt{T}\,.$$

В процессе выработки ткани на ткацком станке под действием переменных по величине и направлению нагрузок и под действием давления друг на друга нити изгибаются, вытягиваются, плотность расположения волокон в них увеличивается. В результате размеры и форма поперечного сечения нитей изменяются – нити основы и утка либо сохра-

Витебский государственный технологический университет

няют форму сечения, близкую к кругу за счет равномерного сжатия и удлинения, либо сечение приобретает эллипсовидную форму.

Исследованиями установлено [7,9], что шерстяная и хлопчатобумажная одиночная пряжа сохраняет в ткани почти цилиндрическую форму поперечного сечения или приобретает форму эллипса с отношением осей 1,1:1 – 1,3:1. Размеры площади поперечного сечения уменьшаются на 10÷3,5 %. Химические нити и крученая пряжа с малой величиной крутки приобретают эллипсовидную форму поперечного сечения с более существенным различием в размерах большой и малой осей, с отношением 1,3:1 – 4:1. На рисунке 3.7 показаны наиболее часто встречающиеся формы поперечного сечения нитей: круг, эллипс, стадион.

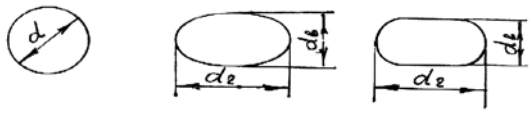


Рисунок 3.7 – Формы поперечного сечения нитей

Для выявления изменений сечения нитей в ткани и учета их при проектировании используют коэффициенты, характеризующие деформацию нитей в ткани под действием сил сжатия и растяжения (удлинения): для сечения круг – τ; для сечения эллипс – $\eta_г$, $\eta_в$.

Значение диаметра нити в ткани определяется по формуле:

для сечения круг $d = d_н \cdot \tau$;

для сечения эллипс $d_г = d_н \cdot \eta_г$, $d_в = d_н \cdot \eta_в$,

$$d = \sqrt{d_г \cdot d_в} = d_н \sqrt{\eta_г \cdot \eta_в},$$

где $d_г$, $d_в$ – горизонтальный и вертикальный размеры поперечного сечения нити; $\eta_г$, $\eta_в$ – коэффициенты изменения размеров поперечного сечения нити в ткани по горизонтальной и вертикальной осям.

3.4.2 Взаимное расположение нитей в ткани

Теория профессора Н. Г. Новикова о порядках фаз строения. Расположение нитей основы и утка в ткани относительно друг друга определяется их взаимным изгибом и характеризуется высотой волн изгиба нитей и длиной их полуволн. Определение высот волн изгиба основных и уточных нитей в ткани и нахождение аналитических зависимостей между высотами волн, длиной полуволн, диаметрами нитей основы и утка является одним из основных вопросов строения ткани .

Основоположником советской науки о волновом строении ткани является проф. Н. Г. Новиков. Им разработана теория «О строении ткани и о проектировании её с помощью геометрического метода», которая послужила основой для создания многих теоретических разработок, что позволило обеспечить современное инженерное проектирование ткани по заданным параметрам строения [7,15].

Витебский государственный технологический университет

Для характеристики взаимного изгиба нитей в ткани Н. Г. Новиков ввел понятие: высота волны изгиба (h) – расстояние по вертикали между центрами нитей одной системы при пересечении их нитью противоположной системы. Характеризуя взаимное расположение нитей в ткани, Н. Г. Новиков сформулировал три основных положения:

- одна система нитей (основа или уток), имеющая наибольший изгиб, может поставить другую систему в подчиненное положение, то есть все нити её будут располагаться в ткани прямолинейно, на одном уровне;

- нити обеих систем одновременно и в одинаковой степени влияют одна на другую, имеют одинаковый изгиб и располагаются на одном уровне;

- действие нитей одной системы на другую не одинаково, обе системы принимают волновую форму, но с различными высотами (уровнями) волн.

Строение основной массы тканей относится к третьему положению общего расположения нитей в ткани. Первое положение определяет два крайних случая во взаимном расположении нитей основы и утка:

- основные нити располагаются в ткани прямолинейно, а уточные нити изгибаются относительно основных нитей. Высота волны изгиба основы ($h_о$) равна нулю, высота волны изгиба утка ($h_у$) максимальна;

- уточные нити располагаются в ткани прямолинейно, а основные нити изгибаются относительно уточных нитей. Высота волны изгиба утка ($h_у$) равна нулю, высота волны изгиба основы ($h_о$) максимальна.

Между этими двумя крайними положениями может быть большое множество промежуточных положений, в которых изгибы нитей основы и утка находятся в различных соотношениях.

Характеризуя взаимное расположение нитей основы и утка в зависимости от высот волн их изгиба, проф. Н. Г. Новиков выделил девять основных порядков фаз строения ткани и обозначил их римскими цифрами (I, II, …, IX). Схематическое расположение нитей для девяти порядков фаз строения ткани приведено на рисунке 3.8. Новиков рассматривал ткани только полотняного переплетения и сделал следующие допущения: нити основы и утка в ткани сохраняют цилиндрическую форму; единицей измерения принят радиус нити r; диаметры нитей основы и утка равны, $d_o = d_y = 2r$.

Схема взаимного расположения нитей для заданного порядка фазы строения называется геометрической моделью строения ткани.

Согласно данной классификации при равных диаметрах нитей основы и утка, каждый порядок фазы строения отличается от предыдущего и последующего на величину сдвига нитей в вертикальной плоскости, равную половине радиуса нити r. Так для крайних порядков фаз строения высота волн изгиба нитей, имеющих криволинейную форму, равна сумме диаметров нитей и является максимальной, то есть $d_o + d_y = 4r$.

Витебский государственный технологический университет

Положение, при котором нити основы расположены прямолинейно без изгиба, а нити утка максимально изогнуты, соответствует I порядку фазы строения. Положение, при котором нити утка расположены прямолинейно без изгиба, а нити основы максимально изогнуты, соответствует IX порядку фазы строения.

Для I порядка $h_o = 0$, $h_y = 4r$, для IX порядка $h_o = 4r$, $h_y = 0$.

При переходе к последующим порядкам фаз строения, высоты волн изгиба изменяются на одну и ту же величину, высота волны изгиба одной системы нитей увеличивается, а другой системы – уменьшается.

Витебский государственный технологический университет

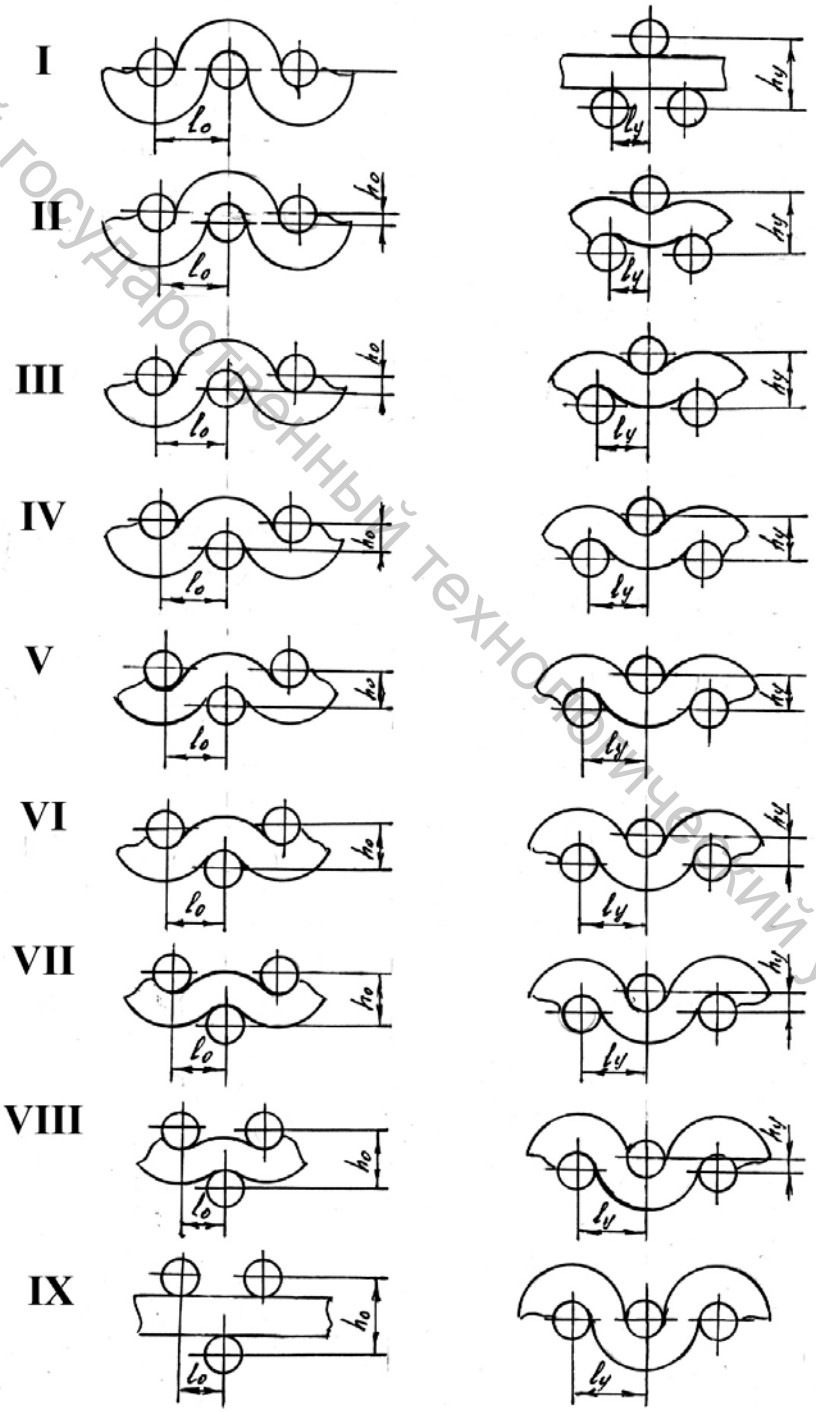


Рисунок 3.8 – Схемы расположения нитей полотняного переплетения для девяти порядков фаз строения

Так II порядку фазы строения соответствует положение, где высота волны изгиба основы увеличилась на 0,5r и составляет h_o = 0,5r, а высота волны изгиба утка уменьшилась на 0,5r и составляет h_y = 3,5r. и т. д.

Н. Г. Новиков вывел основное геометрическое свойство однослойной ткани: **сумма высот волн изгиба нитей основы и утка для каждого порядка фазы строения ткани есть величина постоянная и равная сумме диаметров нитей:**

$$h_o + h_y = d_o + d_y = const. \qquad (3.35)$$

Для характеристики порядкового номера фазы строения используют коэффициент отношения высот волн, определяемый по соотношению высот волн изгиба нитей

$$K_h = h_o / h_y . \qquad (3.36)$$

В таблице 3.3 приведены значения высот волн изгиба и коэффициентов отношения для девяти порядков фазы строения

Анализируя строение ткани полотняного переплетения при использовании нитей разной линейной плотности проф. Н. Г. Новиков рассматривает частный случай, когда диаметр одной системы нитей (основы) в 2 раза больше диаметра другой системы (утка), $d_o = 4r$, $d_y = 2r$.

И для таких тканей взаимное расположение нитей для I и IX порядков фаз строения аналогично рассмотренному выше, то есть для I порядка основа располагается прямолинейно, а для IX – уток располагается прямолинейно. Для остальных порядков фаз строения сдвиг высот волн изгиба в вертикальной плоскости составляет

$$(d_o + d_y)/8 = (4r + 2r)/8 = 0{,}75r .$$

На рисунке 3.9 приведены схемы расположения нитей основы и утка при $d_o = 2d_y$, а в таблице 3.4 – характеристики девяти основных порядков фаз строения и дополнительного нулевого, при котором на поверхности ткани в равной степени выступают основные и уточные нити.

Таблица 3.3 – Характеристики порядков фаз строения ткани

Порядок фазы строения, Φ	Высота волны изгиба		Коэффициент отношения K_h	Коэффициент изменения высот волн изгиба	
	основы h_o	утка h_y		K_{ho}	K_{hy}
I	0	4 r	0:8=0	0	2
II	0,5 r	3,5 r	1:7=0,143	0,25	1,75
III	1 r	3 r	1:3=0,333	0,5	1,5
IV	1,5 r	2,5 r	3:5=0,6	0,75	1,25
V	2 r	2 r	1	1	1
VI	2,5 r	1,5 r	5:3=1,666	1,25	0,75
VII	3 r	1 r	3:1=3	1,5	0,5
VIII	3,5 r	0,5 r	7:1=7	1,75	0,25

Витебский государственный технологический университет

IX	4 r	0	8:0	2	0

В этом случае рекомендуется использовать средний диаметр нитей в ткани: $d_{cp} = (d_o + d_y) / 2$.

Основное геометрическое свойство ткани выражено формулой:

$$h_o + h_y = d_o + d_y = 2d_{cp}. \qquad (3.37)$$

Высоты волн изгиба определяются по формулам:

$h_o = K_{ho} \cdot d_{cp}$, $\quad h_o = K_{hy} \cdot d_{cp}$,

где K_{ho}, K_{hy} – коэффициенты, учитывающие изменение высот волн изгиба нитей основы и утка в зависимости от порядка фазы строения.

Основное положение для тканей однослойного строения – сумма коэффициентов изменения высот волн изгиба нитей для любого порядка фазы строения ткани величина постоянная и равна двум:

$$K_{ho} + K_{hy} = 2.$$

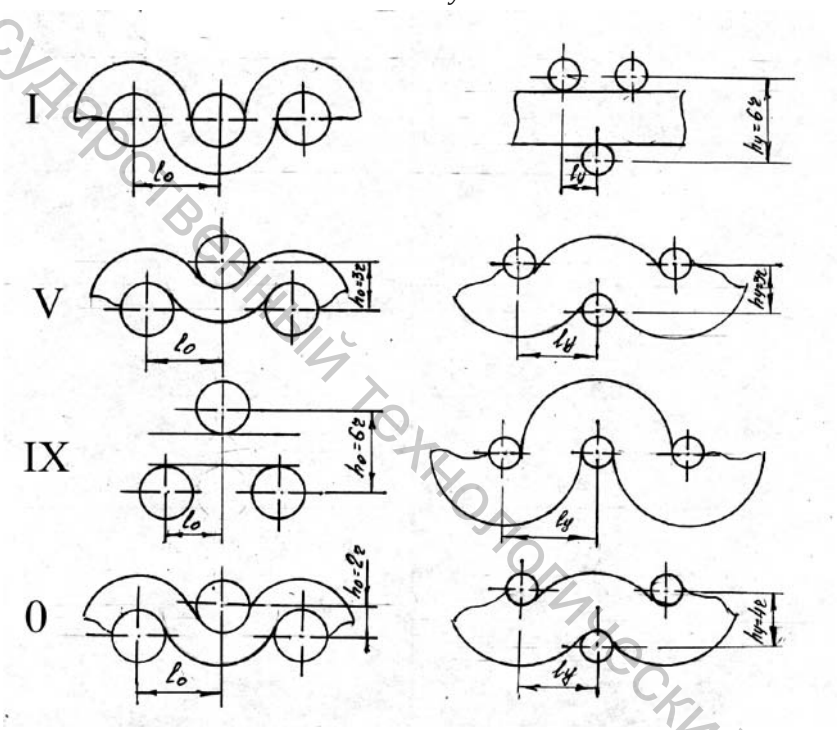


Рисунок 3.9 – Изменение в расположении нитей при диаметрах: $d_o = 2d_y$

Таблица 3.4 – Данные к расчету высот волн изгиба при $d_o = 2d_y$

Порядок фазы строения ткани, *Ф*	Высота волны изгиба нитей		Коэффициент отношения K_h
	основы h_o	утка h_y	
I	0	6 r	0
II	0,75 r	5,25 r	1:7
III	1,5 r	4,5 r	1:3
IV	2,25 r	3,75 r	3:5
V	3 r	3 r	1
VI	3,75 r	2,25 r	5:3
VII	4,5 r	1,5 r	3:1
VIII	5,25 r	0,75	7:1

Витебский государственный технологический университет

IX	6 г	0	-
0	2 г	4 г	1:2

При изменении фазы строения ткани на один порядок, значения коэффициентов K_{ho} и K_{hy} меняются на 0,25, а высота волны изгиба изменяется на 0,25 d_{cp}. Значения коэффициентов K_{ho} и K_{hy} для девяти порядков фаз строения приведены в таблице 3.4.

Порядок фазы строения определяется по следующим зависимостям:

$$\hat{O} = 4\hat{E}_{ho} + 1,\ \hat{O} = 9 - \hat{E}_{hy},\ \hat{O} = (9\hat{E}_h + 1)/(K_h + 1),\ \hat{E}_h = K_{ho} / K_{hy}.$$

Коэффициенты K_{ho} и K_{hy} определяют по порядку фазы строения.

$$K_{ho} = \frac{\hat{O} - 1}{4},\quad K_{hy} = \frac{9 - \hat{O}}{4},\quad K_h = \frac{\hat{O} - 1}{9 - \hat{O}}. \qquad (3.38)$$

Расстояние по горизонтали между центрами двух соседних нитей (l_o , l_y) в полотняном переплетении Н. Г. Новиков назвал геометрической плотностью ткани. Геометрическая плотность по своему определению идентична длине полуволны изгиба нити противоположной системы и является величиной, обратной технологической плотности (P_o , P_y) для ткани полотняного переплетения.

$$l_o = 100 / P_o,\quad l_y = 100 / P_y.$$

Как видно из схем, приведенных на рисунке 3.6, с изменением порядка фазы строения ткани от I до IX , при максимальном уплотнении нитей, геометрическая плотность по основе (l_o) уменьшается, а геометрическая плотность по утку (l_y) увеличивается.

Следовательно, при $d_o = d_y$ и прочих равных условиях, ткань с I по IV порядок фазы строения имеет плотность по утку (P_y) большую, чем плотность по основе (P_o). Для V порядка фазы строения $P_o = P_y$, а для VI – IX порядков ткань имеет плотность по основе большую, чем плотность по утку. Величина геометрической плотности определяется длиной полуволны изгиба нитей противоположной системы:

$$l_o = \sqrt{(d_o + d_y)^2 - h_o^2},\quad l_y = \sqrt{(d_o + d_y)^2 - h_y^2}. \qquad (3.39)$$

где d_o, d_y – диаметры нитей основы и утка; h_o, h_y – высоты волн изгиба нитей основы и утка с учетом порядка фазы строения ткани.

3.4.3 Плотность по основе и по утку, соотношение плотностей

Существует несколько понятий плотности нитей в ткани: технологическая, максимальная, теоретическая, предельная.

Технологическая плотность по основе P_o и по утку P_y показывает количество основных и уточных нитей в единице длины реальной ткани.

$$P_o = n_o / L_{Ty};\ P_y = n_y / L_{To},$$

где n_o, n_y – количество основных и уточных нитей; L_{Ty}, L_{To} – единица длины ткани, на которой определяется плотность.

Витебский государственный технологический университет

Отношение плотности по основе к плотности по утку характеризует степень неуравновешенности ткани по плотности и называется коэффициентом плотности:

$$K_p = P_o / P_y \ . \qquad (3.40)$$

В теории строения и проектирования ткани широко применяется понятие максимальной плотности. Максимальная плотность по основе $P_{o.max}$ или по утку $P_{y.max}$ определяется наибольшим количеством соответственно основных или уточных нитей, которые располагаются без свободных промежутков в единице длины ткани с учетом ее переплетения.

Теоретическим путем значение максимальной плотности определяется по геометрическим моделям с учетом порядка фазы строения.

Для тканей полотняного переплетения проф. Н.Г. Новиков вывел уравнение для определения максимальной плотности по основе и по утку при условии, что нити в ткани имеют круглую форму.

$$P_{o\max} = 100/l_o \ ; \ P_{y\max} = 100/l_y \ , \qquad (3.41)$$

где l_o, l_y – минимальные геометрические плотности ткани по основе, утку с учетом порядка фазы строения, определяемые по формулам (3.39).

Так как в каждом раппорте R_o и R_y нитей, то максимальная плотность определяется по формулам:

$$P_{o\max} = 100R_o / L_{Ro} \ , \ P_{y\max} = 100R_y / L_{Ry} \ , \qquad (3.42)$$

где L_{Ro}, L_{Ry} – длины раппорта переплетения ткани соответственно по нитям основы и утка.

Минимальная длина раппортов по основе и по утку при условии, что нити располагаются без промежутков:

$$L_{Ro} = t_y l_o + d_o (R_o - t_y), \quad L_{Ry} = t_o l_y + d_y (R_y - t_o), \qquad (3.43)$$

где t_o, t_y – число пересечений нитей основы нитями утка и нитей утка нитями основы в пределах раппорта.

Если в переплетении значения t_o и t_y не постоянны для всех нитей в раппорте, то находят среднее число пересечений в пределах раппорта.

При выполнении теоретических расчетов максимальную плотность называют теоретической.

Предельная плотность определяется количеством основных и уточных нитей, расположенных без промежутков в единице длины ткани с учетом ее переплетения.

$$P_{o.\text{ïðåä}} = \frac{100 \cdot R_o}{R_o \cdot d_o + t_{ó} \cdot d_{ó}}; \quad P_{ó.\text{ïðåä}} = \frac{100 \cdot R_{ó}}{R_{ó} \cdot d_{ó} + t_{\hat{i}} \cdot d_{\hat{i}}}. \qquad (3.44)$$

Предельная плотность не учитывает фазу строения ткани и изменение формы и размеров поперечного сечения нитей за счет ткачества.

Витебский государственный технологический университет

3.5 Параметры количественной оценки структуры ткани и ее переплетения

Параметры, которые позволяют определить изменение в переплетении, учесть особенности их строения при задании и построении на ЭВМ.

Каждое переплетение характеризуется раппортом $R_о$, $R_у$, сдвигом перекрытий $S_о$, $S_у$ и величиной перекрытия n_{fo}, n_{fy} .

На рисунке 3.10 приведено переплетение восьминитного усиленного сатина, для которого $R_о$ =8 н, $R_у$=8 н, $S_о$=5, $S_у$ =5, n_{fo} =2, n_{fy} = 6, t_o, t_y.

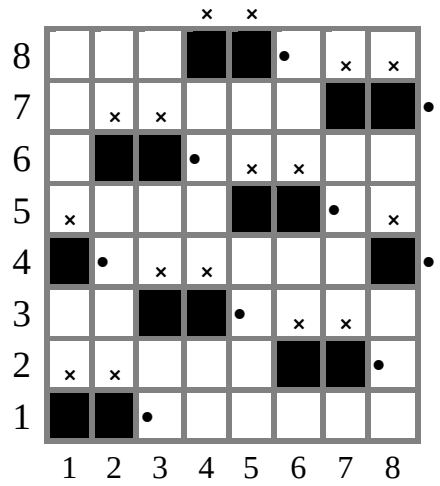


Рисунок 3.10 – Переплетение усиленного сатина 8/5

Коэффициент переплетения F характеризует степень его рыхлости:

$$F = \frac{R_o \cdot R_y}{K},$$

где K – число связей нитей основы и утка в раппорте, $\hat{E} = \frac{\hat{E}_{\hat{i}} + \hat{E}_{\acute{o}}}{2}$;

$K_о$ – число связей основы (×) в пределах всего раппорта; $K_у$ – число связей утка (•) в пределах всего раппорта.

Числа связей определяют по рисункам переплетения, как показано на рисунке 3.8.

Коэффициент связности C характеризует степень скрепления ткани точками перекрещивания основных и уточных нитей. Коэффициент связности определяется по формуле Н.С. Ереминой:

$$\tilde{N} = \frac{Đ_{\hat{i}} \cdot Đ_{\acute{o}} \cdot \grave{O}_{\tilde{n}đ}}{1000 \cdot F},$$

где $P_о$, $P_у$ – плотность суровой ткани по основе и по утку, н/см; $T_{ср}$ – средняя линейная плотность нитей в ткани,

$$\grave{O}_{\tilde{n}đ} = \frac{2\,\grave{O}_{\hat{i}} \cdot \grave{O}_{\acute{o}}}{\grave{O}_{\hat{i}} + \grave{O}_{\acute{o}}}.$$

Структурный угол Θ характеризует отношение уработок основных и уточных нитей и усадок суровой ткани от стирки в направлении основы и утка. Структурный угол Θ определяет расположение связей (точек перекрещивания основных и уточных нитей), то есть угол наклона линии связей в переплетении ткани к оси абсцисс.

Витебский государственный технологический университет

Величину структурного угла приближенно определяют так:

$$tg\theta = \frac{tg\alpha + tg\beta + tg\gamma}{3}$$

где $tg\ \Theta$ – тангенс общего структурного угла;

$tg\alpha$ – тангенс структурного угла в зависимости от отношения плотностей ткани, $tg\alpha = P_o / P_y$;

$tg\beta$ – тангенс структурного угла в зависимости от линии переплетения ткани (определяется в соответствии с эффектом её поверхности);

$tg\gamma$ – тангенс структурного угла в зависимости от соотношения линейных плотностей нитей, $tg\gamma = \sqrt{T_y} \Big/ \sqrt{T_o}$.

Для большинства тканей отношение плотностей нитей составляет 0,6÷2, значение $tg\beta$ находится в пределах 0,33. Для переплетений с уточным эффектом поверхности $tg\beta < 1$, для переплетений с основным эффектом – $tg\beta > 1$, для переплетений с равномерным эффектом – $tg\beta = 1$.

Коэффициент изогнутости нитей Q характеризует степень изогнутости основных и уточных нитей в зависимости от переплетения ткани и определяет соотношение уработок основных и уточных нитей в процессе ткачества.

Коэффициент изогнутости нитей основы

$$Q_o = \frac{(\Sigma 1/n_{fo} + \Sigma 1/n_{fó})_{î}}{t_o}.$$

Коэффициент изогнутости нитей утка

$$Q_{ó} = \frac{(\Sigma 1/n_{fo} + \Sigma 1/n_{fó})_{ó}}{t_{ó}}.$$

Коэффициент изогнутости нитей в ткани

$$Q_{òê} = \frac{Q_o + Q_y}{2},$$

где n_{fo}, n_{fy} – количество основных и уточных перекрытий, расположенных подряд на каждой нити основы (о), утка (у); t_o, t_y – число пересечений основы утком и утка основой.

Коэффициент уплотненности K_y характеризует технологичность выработки ткани на ткацком станке. По коэффициенту уплотненности ткани судят о правильности выбора ткацкого станка для выработки ткани требуемого ассортимента. Коэффициент уплотненности определяют по формуле П.Т. Букаева:

$$\hat{E}_{ó} = \frac{\tilde{N}^2 (Đ_{î}^2 \cdot Ò_{î} + Đ_{ó}^2 \cdot Ò_{ó}) \cdot Q_{òê\ (y)}}{316^2},$$

где C – коэффициент сырьевого состава нитей в ткани.

Рекомендуемые предельные значения коэффициентов уплотненности для разных типов ткацких станков: пневматических – 0,5; рапир-

Витебский государственный технологический университет

ных – 1,1; бесчелночных типа СТБ – 0,7; бесчелночных типа СТБТ – 0,8; челночных – 0,75; пневморапирных – 0,6.

Заполнение ткани нитями основы и утка характеризует отношение площади, занятой нитями, ко всей площади ткани.

Для характеристики заполнения ткани определяют:

линейное заполнение по основе

$$Ç_{ë.î} = Ð_{iñ} \cdot d_{oï},$$

линейное заполнение по утку

$$Ç_{ë.y} = Ð_{yñ} \cdot d_{yï},$$

заполнение ткани

$$Ç_{òê} = Ç_{ë.î} + Ç_{ë.ó} - 0{,}01\, Ç_{ë.î} \cdot Ç_{ë.ó}.$$

Усилие прибоя $P_{пр}$ – сопротивление, которое преодолевают нити утка и бердо в момент прибоя уточины к опушке ткани

$$Ð_{ið} = n_o \cdot K_ó \cdot \left(\frac{30 + 2{,}7\,T}{(1000 + 3{,}5\,T) \cdot l_o} + \frac{0{,}2\, K_ä \cdot R_{òî}}{E_ò \cdot P_o \cdot l_{òê}} \right)$$

где n_o – число нитей в основе; l_o – длина основы в упругой системе заправки станка, м; $l_{тк}$ – длина ткани в упругой системе заправки станка, м; $R_{то}$ – разрывная нагрузка ткани по основе в расчете на 1 нить; E_T – разрывное удлинение ткани по основе; $K_д$ – коэффициент динамичности ткани; для легких тканей $K_д$ = 1,05, для средних – 1,1, для тяжелых тканей – 1,2; $K_у$ – коэффициент уплотненности ткани.

3.6 САПР «Кодирование ткацких переплетений»

Система САПР «Кодирование ткацких переплетений» (САПР тканей DESINR) разработана в Каунасском политехническом институте проф. Милашюсом В. М. [6].

Анализ способов построения переплетений позволил выполнить их классификацию, согласно которой все способы подразделяются на два класса:

1) построение переплетения из начальных элементов (не составляющих законченного раппорта);

2) построение переплетения из начальных (более простых) переплетений.

В качестве начального элемента может быть принята одиночная нить (этап 1.1) или группа нитей (этап 1.2). Построение переплетений 2 класса может осуществляться при использовании строгих математических формул (этап 2.1) или расположением исходных переплетений по заданному рисунку (этап 2.2). Для построения переплетений 1 класса сначала необходимо построить перекрытия исходной нити или группы нитей, а затем, используя сдвиг перекрытий, достроить все последующие нити до полного раппорта переплетения (этап 1.1.2, 1.2.2). Для по-

Витебский государственный технологический университет

строения переплетений 2 класса необходимо сначала построить исходное переплетение, используя принцип построения переплетений первого класса. А затем, используя математические действия над исходными переплетениями (совмещение, размещение, умножение – этап 2.1.1) или расположение исходных переплетений согласно заданному способу (в виде квадрата по мотиву рисунка – 2.2.2), достраивают все последующие элементы до раппорта переплетения.

Построение переплетений 1 класса осуществляется в результате кодирования переплетения первой нити и ее трансформаций. Кодирование может осуществляться для построения переплетения первой основной или первой уточной нити.

Для построения рисунков переплетений, заправочных рисунков тканей на ЭВМ, использована система кодовых описаний DESINT – автором составлены кодовые описания процедур, которые определяют конкретные трансформации (этапы построения), вводимые посредством набора с клавиатуры, для реализации программы поэтапного построения переплетения. САПР тканей DESINR обеспечивает выполнение проектирования переплетений человеко-машинными процедурами в диалоговом режиме с ЭВМ с применением кодовых описаний (коды простых действий и коды сложных действий), которые представлены ниже в таблицах 3.5 и 3.6.

Программное обеспечение системы построения переплетений реализовано в виде пакета 35 подпрограмм на Фортран IV.

Относительно способов построения пакет четко разделен на 4 группы:

1 – модули построения переплетений из начальных элементов;

2 – модули, обеспечивающие действия с полными раппортами;

3 – модули построения переплетений по рисунку;

4 – модули подсчета числовых характеристик переплетения, модули формирования матриц проборки и картона, модуль выдачи листа документации на построенное переплетение.

Вход в систему осуществляется через основной программный модуль, при работе которого дессинатор, согласно используемому способу построения, определяет номер группы и устанавливает режим работы системы (диалоговый, автоматический).

В диалоговом режиме система всегда находится в ожидании директивы пользователя (символ x). На экран постоянно выводятся подсказки. Варианты подсказок: *введите переплетение первой нити, введите следующую директиву, введите рисунок, ошибка! повторите ввод (вв)… .*

Витебский государственный технологический университет

Таблица 3.5 – Коды простых действий

Код	Параметр	Характеристика выполняемых операций
XX	Последовательность перекрытий	Построение перекрытий первой уточной нити в раппорте переплетения. В каждой нечетной позиции параметра указано число основных перекрытий, а в каждой четной позиции – число уточных перекрытий, располагаемых подряд. Сумма чисел, указанных в параметре, определяет раппорт переплетения по основе
YY	Последовательность перекрытий	Построение перекрытий первой основной нити в раппорте переплетения. В каждой нечетной позиции параметра указано число основных перекрытий, а в каждой четной позиции – число уточных перекрытий, располагаемых подряд. Сумма чисел, указанных в параметре, определяет раппорт переплетения по утку
ZZ	Шаг одного сдвига или их последовательность	Смещение вправо (положительный горизонтальный, уточный сдвиг) для построения перекрытий второй нити утка в раппорте переплетения, или смещение вверх (положительный вертикальный, основный сдвиг) для построения перекрытий второй нити основы в раппорте переплетения. В параметре указана величина одиночного сдвига
SS	Шаг одного сдвига или их последовательность	Смещение влево (отрицательный горизонтальный, уточный сдвиг) для построения перекрытий второй нити утка в раппорте переплетения, или смещение вниз (отрицательный вертикальный, основный сдвиг) для построения перекрытий второй нити основы в раппорте переплетения. В параметре указана величина одиночного сдвига.
ZR	Число	Повторение директивы сдвига ZZ вверх или вправо в пределах заданного параметром числа нитей
SR	Число	Повторение директивы сдвига SS вниз или влево в пределах заданного параметром числа нитей
ZC	Шаг одного сдвига	Построение раппорта переплетения с постоянным положительным сдвигом, указанным в параметре (сдвиг постоянный до конца раппорта)
SC	Шаг одного сдвига	Построение раппорта переплетения с постоянным отрицательным сдвигом, указанным в параметре (сдвиг постоянный до конца раппорта)
NN	Число	Построение негативного изображения последней построенной нити. Параметр указывает количество повторений действия
EX	Число	Удаление (стирание) перекрытий последней построенной нити или числа нитей, указанных параметром при неправильном построении
GR	Число	Определение элемента раппорта переплетения группой, состоящей из числа нитей, указанного параметром, для дальнейших преобразований для группы нитей основы или утка
FN		Окончание построения раппорта переплетения с применением кодов простых действий

Витебский государственный технологический университет

Таблица 3.6 – Коды сложных действий

Код	Параметр	Характеристика выполняемых операций
AD		Сложение переплетений. Построение перекрытий по методу наложения матриц исходных построенных переплетений (добавление основных перекрытий на площади раппорта переплетения, построенного с использованием кодов простых действий)
SB		Вычитание переплетений. Построение перекрытий по методу наложения матриц исходных построенных переплетений (вычитание основных перекрытий на площади раппорта переплетения, построенного с использованием кодов простых действий)
DX	К1, К2	Распределение уточных нитей одного переплетения между уточными нитями в раппорте другого переплетения в заданном К1, К2 соотношении. В параметре указано соотношение нитей утка первого и второго переплетений
DY	К1, К2	Распределение основных нитей одного переплетения между основными нитями в раппорте другого переплетения в заданном К1, К2 соотношении нитей основы первого и второго переплетений
MP		Построение раппорта переплетения по методу перемножения исходных матриц (способ Даламара). С помощью кодов простых действий строим матрицы очередности зевов, базового переплетения и вида проборки нитей в ремизки
NQ		Построение переплетения (четвертей раппорта) по негативному методу. Построение переплетения первой четверти раппорта осуществляют с помощью кодов простых действий.
NT		Построение переплетения (четвертей раппорта) по негативному методу с поворотом на 180 град. Построение переплетения первой четверти раппорта выполняют кодами простых действий
TR		Построение переплетения (четвертей раппорта) по методу вращения – расположения заданного квадрата с поворотом по часовой стрелке на 90 град. в виде четверти раппорта переплетения до конца построения. Построение переплетения первой четверти раппорта осуществляют с помощью кодов простых действий
TL		Построение переплетения (четвертей раппорта) по методу вращения – расположения заданного квадрата с поворотом против часовой стрелки на 90 град. в виде четверти раппорта переплетения до конца построения. Построение переплетения первой четверти раппорта осуществляют с помощью кодов простых действий
MT		Расположение двух исходных матриц переплетений по мотиву клетки. Построение исходных матриц переплетений осуществляют с помощью кодов простых действий
AP	К1, К2	Построение раппортов переплетений плетеных сарж. К1 означает количество последовательно взаимно переплетаемых диагоналей, К2 величина укорочения диагоналей левого направления по отношению к диагоналям левого направления
EN		Окончание построения раппорта переплетения с применением кодов сложных действий

Витебский государственный технологический университет

Пример 1 – построение переплетения главного сатина 8/3.

Запуск задачи – **RUN PEREP** вв (ввод).

Вначале программа предлагает пользователю выбрать способ построения:

ЭВМ: Умею строить переплетения:

1. простыми способами
2. комбинированными способами
3. по рисунку

Введите номер группы: **1** вв.

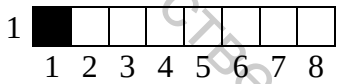
На экране появляется вопрос: диалог с ЭВМ?

(DA, NE) **DA** вв.

После ответа DA на экран выводится подсказка: введите переплетение первой нити.

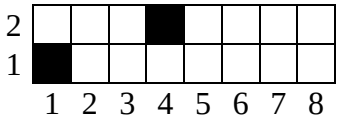
Оператор выбирает вид нити и вводит описание ее перекрытий – директиву **XX 1,7** вв (XX – построение перекрытий первой уточной нити, 1 – основное перекрытие, 7 – семь уточных перекрытий подряд).

На экране высвечивается изображение перекрытий 1 нити утка:

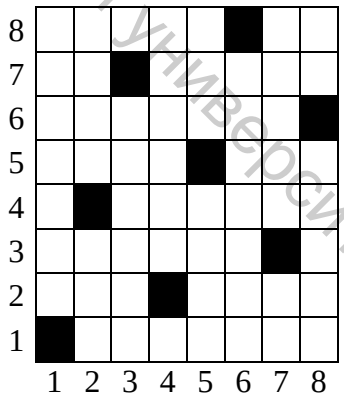


После этого на экран выводится подсказка: введите следующую директиву – оператор выбирает ход построения и вводит директиву **ZZ 3** вв (единичный правый сдвиг, предыдущий элемент сдвигается на величину шага вверх – если построение ведется по направлению YY, или направо – если построение ведется по направлению XX, 3 – шаг сдвига).

На экране выводится изображение перекрытий второй нити утка:



На экран вновь выводится подсказка: введите следующую директиву – оператор вводит директиву **ZR 6** вв (повторение директивы единичного сдвига, предыдущего элемента на величину шага, указанного предыдущей директивой, вверх – если построение ведется по направлению YY, или направо – если построение ведется по направлению XX, 6 – количество повторений директивы ZR). На экране высвечивается изображение перекрытий всех уточных нитей в раппорте:



Для завершения построения переплетения оператор вводит директиву **FN** вв (завершение построения переплетения с использованием кодов простых действий – кодов первой группы).

Витебский государственный технологический университет

Пример 2 – построение крепового переплетения по методу расположения двух переплетений на площади одного раппорта – полотняного и сатина 8/3.

Запуск задачи – **RUN PEREP** вв.

Вначале программа предлагает пользователю выбрать способ построения:

ЭВМ: Умею строить переплетения:

1. простыми способами
2. комбинированными способами
3. по рисунку

Введите номер группы --- вводим **3.**

На экране появляется вопрос: диалог с ЭВМ? (DA, NE) --- **DA** вв.

После ответа DA на экран выводится подсказка: введите переплетение первой нити.

Оператор выбирает вид нити и вводит описание ее перекрытий.

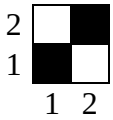
Последовательность ввода кодовых описаний по запросам программы:

- директива **XX 1, 1** вв (XX – построение перекрытий первой уточной нити, 1 – одно основное перекрытие, 1 – одно уточное перекрытие).

На экране выводится изображение перекрытий первой нити утка:

- директива **ZZ 1** вв (единичный правый сдвиг, предыдущий элемент сдвигается на величину шага вверх – если построение ведется по направлению YY, или направо – если построение ведется по направлению XX, 1 – шаг сдвига).

На экране выводится изображение перекрытий 2уточной нити:

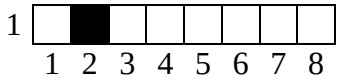


- директива **FN** вв (завершение построения переплетения с использованием кодов простых действий – кодов первой группы);

- директива **AD** вв (сложение переплетений – наложение последующего переплетения на предыдущее, при наложении основного перекрытия на уточное, перекрытие закрашивается как основное);

- директива **XX 0,1,1,6** вв (XX – построение перекрытий первой уточной нити, 0 – основное перекрытие, 1 – одно уточное перекрытие, 1 –одно основное перекрытие, 6 – шесть уточных перекрытий подряд).

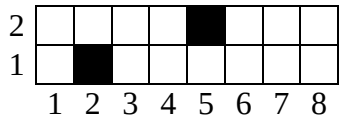
На экране выводится изображение перекрытий первой уточной нити второго переплетения:



Витебский государственный технологический университет

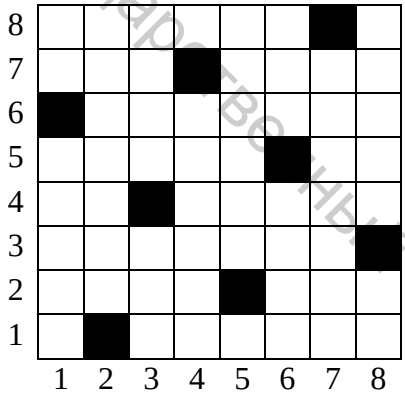
- директива **ZZ 3** вв (единичный правый сдвиг, предыдущий элемент сдвигается на величину шага вверх – если построение ведется по направлению YY, или направо – если построение ведется по направлению XX, 3 – шаг сдвига).

На экране выводится изображение перекрытий 2 нити утка:



- директива **ZR 6** вв (повторение директивы единичного сдвига, предыдущего элемента на величину шага, указанного предыдущей директивой, вверх – если построение ведется по направлению YY, или направо – если построение ведется по направлению XX, 6 – количество повторений директивы ZR).

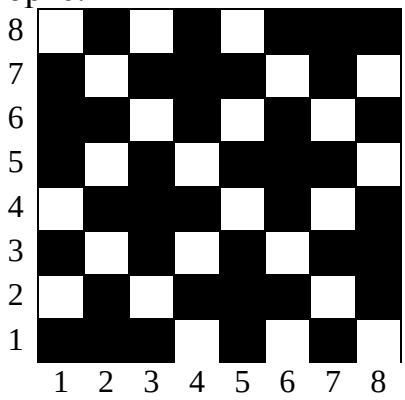
На экране выводится изображение перекрытий всех уточных нитей в раппорте:



- директива **FN** вв (завершение построения переплетения с использованием кодов простых действий – кодов первой группы);

- директива **EN** вв (завершение построения переплетения с использованием кодов сложных действий – кодов второй группы).

На экране выводится изображение перекрытий всех уточных нитей в раппорте:



Витебский государственный технологический университет

Пример 3. Построение переплетений методом перемножения матриц.

Для построения переплетений, имеющих симметрично расположенные одинаково переплетающиеся нити основы и утка, применяется метод перемножения матриц, который реализуется при использовании кодового описания **MP**. С использованием дерективы MP строятся переплетения *ромбовидной и криволинейной сарж, мотивных и вафельных переплетений.* Программа предусматривает последовательное построение единичной матрицы закономерности чередования зевов, матрицы базового переплетения, единичной матрицы закономерности проборки нитей основы в ремизки, по которым выполняется построение рисунка переплетения.

Построение ромбовидной саржи, базовая саржа 1/1 2/2.

Запуск задачи – **RUN PEREP** вв.

Вначале программа предлагает пользователю выбрать способ построения:

ЭВМ: Умею строить переплетения:

1. простыми способами
2. комбинированными способами
3. по рисунку

Введите номер группы --- **2** вв.

На экране появляется вопрос: диалог с ЭВМ? (DA, NE) --- **DA** вв.

После ответа DA на экран выводится подсказка: введите переплетение первой нити. Оператор выбирает направление построения и вводит описание закономерности перекрытий для первого зева.

Последовательность ввода кодов по запросам программы:

- директива **XX 1, 5** вв. На экране выводится изображение первого зева:

1	o					
	1	2	3	4	5	6

- директива **ZZ 1** вв – построение изображения второго зева:

2		o				
1	o					
	1	2	3	4	5	6

- директива **ZR 4** вв – построение изображения 3-6 зевов:

6						o
5					o	
4				o		
3			o			
2		o				
1	o					
	1	2	3	4	5	6

Витебский государственный технологический университет

- директива **SS 1** вв – построение изображения 7 зева, который повторяет изображение 5-го зева:

7					o	
6						o
5					o	
4				o		
3			o			
2		o				
1	o					
	1	2	3	4	5	6

- директива **SR 3** вв – построение изображения 8-10 зевов:

10		o				
9			o			
8				o		
7					o	
6						o
5					o	
4				o		
3			o			
2		o				
1						
	1	2	3	4	5	6

- директива **FN** вв – завершение построения матрицы зевов с применением кодов первой группы;

- директива **MP** вв – перемножение матриц;

- директива **YY 0, 2, 2, 1, 1** вв (YY – направление построения первой основной нити, 0 – ноль основных перекрытий (x), 2 – два уточные перекрытия, 2 – два основных перекрытия, 1 – одно уточное перекрытие, 1 – одно основное перекрытие;

На экране высвечивается изображение перекрытий первой основной нити базового переплетения:

1	x
2	
3	x
4	x
5	
6	
	1

- директива **SC 1** вв (отрицательный левый сдвиг в пределах всего раппорта). Изображение на экране:

1	x			x	x	
2		x			x	x
3	x		x			x
4	x	x		x		
5		x	x		x	
6			x	x		x
	1	2	3	4	5	6

- директива **FN** вв – завершение построения матрицы базового переплетения;

- директива **MP** вв – перемножение матриц;

- директива **YY 0, 5, 1** вв (YY – построение проборки первой основной нити в первую ремизку, o – место проборки).

Витебский государственный технологический университет

На экране высвечивается изображение проборки первой основной нити в первую ремизку:

	1
1	o
2	
3	
4	
5	
6	

- директива SS**1** вв – построение изображения проборки 2 основной нити во вторую ремизку:

	1	2
1	o	
2		o
3		
4		
5		
6		

- директива S**R 4** вв – построение изображения проборки 3 – 6 нитей основы в 3 – 6 ремизки:

	1	2	3	4	5	6
1	o					
2		o				
3			o			
4				o		
5					o	
6						o

- директива **ZZ 1** вв – построение изображения проборки 7 основы нити в 5 ремизку:

	1	2	3	4	5	6	7
1	o						
2		o					
3			o				
4				o			
5					o		o
6						o	

- директива **ZR 3** вв – построение изображения проборки 8 – 10 нитей основы в 4 – 2 ремизки:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	o									
2		o								o
3			o						o	
4				o				o		
5					o		o			
6						o				

- директива **FN** вв – завершение построения матрицы проборки;

- директива **EN** вв – завершение построения сложного переплетения.

Витебский государственный технологический университет

На экране высвечивается изображение переплетения ромбовидной саржи.

1	o											x			x	x	
2		o								o			x			x	x
3			o						o			x		x			x
4				o				o				x	x		x		
5					o		o						x	x		x	
6						o								x	x		x
												1	2	3	4	5	6
10		■		■	■		■	■		■			o				
9			■		■	■	■		■					o			
8	■			■		■		■							o		
7	■	■			■		■			■						o	
6		■	■			■			■	■							o
5	■	■			■		■			■						o	
4	■			■		■		■							o		
3			■		■	■	■		■					o			
2		■		■	■		■	■		■			o				
1	■		■	■				■	■			o					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6

Витебский государственный технологический университет

4 МЕТОДЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ТКАНИ

4.1 Методы теоретического проектирования ткани по заданным показателям свойств

Ассортимент тканей, вырабатываемый на предприятиях текстильной промышленности, очень разнообразен по назначению и потребительским свойствам. В зависимости от применения различаются требования, которым должны соответствовать параметры строения ткани, происходит перераспределение их важности. Так, для тканей бытового назначения основным показателем является их материалоемкость, для тканей технического назначения – прочностные свойства, толщина. Ткани, вырабатываемые для холодного климата, достаточно плотные с высокой теплозащитностью, а для теплого климата – малой плотности и большой воздухопроницаемости.

Проектирование тканей по заданным параметрам представляет собой инженерное проектирование, цель которого – определение основных параметров строения ткани, необходимых для выполнения ее технического расчета и выработки ткани регламентируемых потребительских свойств.

Методы проектирования тканей по заданным параметрам свойств разработаны А.А. Мартыновой, Н.Ф. Сурниной на основе теории строения тканей с помощью геометрического метода Н.Г. Новикова [5, 7, 10, 14].

4.1.1 Методика проектирования тканей с учетом заданной линейной плотности нитей

Текстильные предприятия страны работают с ограниченным диапазоном линейных плотностей нитей, что сопряжено со значительными трудозатратами прядильного и приготовительного производств. На предприятиях уже сложились традиции в видении и разработке ассортимента тканей, имеется определенный парк технологического оборудования в ткачестве и отделочном производстве. Поэтому методика проектирования ткани с учетом заданной линейной плотности нитей широко применяется при разработке ассортимента по имеющимся аналогам-образцам и сводится, в основном, к определению заправочных параметров ткани.

В проектном задании определяют вид и назначение проектируемой ткани. В соответствии с заданием выбирают исходные данные к выполнению расчетов. В качестве исходных данных используют: линейную плотность нитей T_o, T_y; коэффициенты сырьевого состава C_o, C_y, характеризующие вид нитей и способ их формирования; коэффициенты наполнения ткани волокнистым материалом $K_{но}$, $K_{ну}$; порядок фазы

Витебский государственный технологический университет

строения Φ и коэффициенты изменения высот волн изгиба нитей K_{ho}, K_{hy}; форму поперечного сечения нитей в ткани и коэффициенты, характеризующие изменение размеров поперечного сечения нитей в ткачестве τ_o, τ_y или η_{og}, $\eta_{ов}$, $\eta_{yг}$, $\eta_{yв}$.

Для учета изменений, происходящих с тканью в результате отделки, принимают величины усадок ткани по длине $\pm U_o$, по ширине $\pm U_y$ и потери массы ткани $\pm\beta_м$.

В соответствии с назначением выбирают переплетение нитей в ткани и определяют R_o, R_y, t_o, t_y.

Расчет показателей

Диаметр основных и уточных нитей до ткачества определяют по формуле Ашенхерста:

$$d_{on} = 0{,}0316 C_o \sqrt{T_o}\ ,\ \ d_{yn} = 0{,}0316 C_y \sqrt{T_y}\ . \qquad (4.1)$$

Коэффициент соотношения диаметров нитей на паковке

$$K_d = d_{on} / d_{oy}\ . \qquad (4.2)$$

Диаметры основных и уточных нитей в ткани:

для сечения круг $\quad d_o = d_{on}\tau_o\,,\quad d_y = d_{yn}\tau_y\,; \qquad (4.3)$

для сечения эллипс или стадион

$$d_{og} = d_{on}\eta_{og}\,,\ \ d_{ов} = d_{on}\eta_{ов}\,;\ \ d_o = \sqrt{d_{og}\cdot d_{ов}} = d_{on}\sqrt{\eta_{og}\cdot\eta_{ов}}\,; \qquad (4.4)$$

$$d_{yг} = d_{yn}\eta_{yг}\,,\ d_{yв} = d_{yn}\eta_{yв}\,;\ d_y = \sqrt{d_{yг}\cdot d_{yв}} = d_{yn}\sqrt{\eta_{yг}\cdot\eta_{yв}}\,. \qquad (4.5)$$

Расчетный диаметр нитей, значение которого используется при определении высот волн изгиба, геометрических плотностей и построении геометрических моделей:

для сечения круг $\quad d_p = (d_o + d_y)/2 = (d_{on}\tau_o + d_{yn}\tau_y)/2\,; \qquad (4.6)$

для сечения эллипс $\ d_p = (d_{ов} + d_{yв})/2 = (d_{on}\eta_{ов} + d_{yn}\eta_{yв})/2\,. \qquad (4.7)$

Высота волны изгиба нитей основы и утка в ткани:

для сечения круг

$$h_o = d_p \cdot K_{ho} = (d_o + d_y)K_{ho}/2\,, \qquad (4.8)$$

$$h_y = d_p \cdot K_{hy} = (d_o + d_y)K_{hy}/2\,; \qquad (4.9)$$

для сечения эллипс

$$h_o = d_p \cdot K_{ho} = (d_{ов} + d_{yв})K_{ho}/2\,, \qquad (4.10)$$

$$h_y = d_p \cdot K_{hy} = (d_{ов} + d_{yв})K_{hy}/2\,. \qquad (4.11)$$

В соответствии с порядком фазы строения и переплетением ткани изображают геометрические модели строения ткани по основе и по утку при максимальном уплотнении нитей. Построение геометрических моделей рассмотрено в разделе 3. Для построения геометрических моделей находят значения геометрических плотностей, длины раппортов и длины нитей в раппорте переплетения на основе геометрической теории Н. Г. Новикова, А. А. Мартыновой и других авторов.

Витебский государственный технологический университет

Геометрическая плотность нитей:

для сечения круг

$$l_o = \sqrt{(d_o + d_y)^2 - h_o^{\ 2}} = \sqrt{(2d_p)^2 - (d_p \cdot K_{ho})^2} = d_p \sqrt{4 - K_{ho}^{\ 2}}\,; \qquad (4.12)$$

$$l_y = \sqrt{(d_o + d_y)^2 - h_y^{\ 2}} = \sqrt{(2d_p)^2 - (d_p \cdot K_{hy})^2} = d_p \sqrt{4 - K_{hy}^{\ 2}}\,; \qquad (4.13)$$

для сечения эллипс геометрическую плотность определяют через средний диаметр нитей до ткачества:

$$l_o = d_{ср.п}(K_d \eta_{ог} + \eta_{ув}) \sqrt{4 - K_{ho}^{\ 2}} \Big/ (K_d + 1)\,, \qquad (4.14)$$

$$l_y = d_{ср.п}(K_d \eta_{ов} + \eta_{уг}) \sqrt{4 - K_{hy}^{\ 2}} \Big/ (K_d + 1)\,. \qquad (4.15)$$

Длина раппорта переплетения по основе и по утку:

$$L_{Ro} = t_y \cdot l_o + (R_o - t_y) d_o = t_y \cdot d_p \sqrt{4 - K_{ho}^{\ 2}} + (R_o - t_y) d_{on} \tau_o\,, \qquad (4.16)$$

$$L_{Ry} = t_o \cdot l_y + (R_y - t_o) d_y = t_o \cdot d_p \sqrt{4 - K_{hy}^{\ 2}} + (R_y - t_o) d_{yn} \tau_y\,; \qquad (4.17)$$

для сечения эллипс

$$L_{Ro} = t_y l_o + (R_o - t_y) d_{ог} = t_y \frac{d_{ср.п}(K_d \eta_{ог} + \eta_{ув}) \sqrt{4 - K_{ho}^{\ 2}}}{(K_d + 1)} + (R_o - t_y) d_{on} \eta_{ог}\,, \qquad (4.18)$$

$$L_{Ry} = t_o \cdot l_y + (R_y - t_o) d_{уг} = [t_o \cdot d_{срп}(K_d \eta_{ов} + \eta_{уг}) \sqrt{4 - K_{hy}^{\ 2}} \Big/ (K_d + 1)] + (R_y - t_o) d_{yn} \eta_{уг}\,. \qquad (4.19)$$

Значения d_{on} и d_{yn} могут быть выражены через средний диаметр нити на паковке

$$d_{on} = 2 d_{ср.п}\, K_d \big/ (K_d + 1)\,,\ d_{yn} = 2 d_{ср.п} \big/ (K_d + 1)\,. \qquad (4.20)$$

Длину нити в раппорте определяют по фактическим геометрическим моделям, построенным с учетом наполнения ткани, характеризуемого коэффициентами наполнения $K_{но}$ и $K_{ну}$.

Фактическая геометрическая плотность нитей в ткани:

$$l_{оф} = l_o \big/ K_{но}\,, \quad l_{уф} = l_y \big/ K_{ну}\,; \qquad (4.21)$$

для сечения круг

$$l_{оф} = d_p \sqrt{4 - K_{ho}^{\ 2}} \Big/ K_{но}\,,\ l_{уф} = d_p \sqrt{4 - K_{hy}^{\ 2}} \Big/ K_{ну}\,; \qquad (4.22)$$

для сечения эллипс

$$l_{оф} = d_{ср.п}(K_d \eta_{ог} + \eta_{ув}) \sqrt{4 - K_{ho}^{\ 2}} \Big/ (K_d + 1) K_{но}\,,$$

$$l_{уф} = d_{ср.п}(K_d \eta_{ов} + \eta_{уг}) \sqrt{4 - K_{hy}^{\ 2}} \Big/ (K_d + 1) K_{ну}\,. \qquad (4.23)$$

Фактическая длина раппорта переплетения по основе и по утку:

для сечения круг

$$L_{Roф} = (t_y \cdot d_p \sqrt{4 - K_{ho}^{\ 2}} \Big/ K_{но}) + ((R_o - t_y)\, d_{on} \tau_o \big/ K_{но})\,, \qquad (4.24)$$

Витебский государственный технологический университет

$$L_{Ryф} = (t_o \cdot d_p \sqrt{4 - K_{hy}^2} \big/ K_{ну}) + ((R_y - t_o)\, d_{yп} \tau_y \big/ K_{ну}); \qquad (4.25)$$

для сечения эллипс

$$L_{Roф} = [t_y \cdot d_{cpп} (K_d \eta_{oг} + \eta_{yв}) \sqrt{4 - K_{ho}^2} \big/ (K_d + 1) K_{но}] + \\ + ((R_o - t_y)\, d_{oп} \eta_{oг} \big/ K_{но}), \qquad (4.26)$$

$$L_{Ró.ô} = [t_{î} \cdot d_{cpп} (K_d \eta_{îâ} + \eta_{óã}) \sqrt{4 - K_{hó}^2} \big/ (K_d + 1) K_{íó}] + \\ + ((R_{ó} - t_{î})\, d_{óп} \eta_{óã} \big/ \hat{E}_{íó}). \qquad (4.27)$$

Длина нити основы, утка в раппорте переплетения:

Для сечения круг

$$L_{Oф} = t_o \sqrt{l_{yф}^2 + h_o^2} + (R_y - t_o)\, d_{yп} \tau_y \big/ K_{ну} = \\ = (t_o d_p \sqrt{4 - K_{hy}^2 + K_{ho}^2 \cdot K_{ну}^2} \big/ K_{ну}) + ((R_y - t_o)\, d_{yп} \tau_y \big/ K_{ну}) \qquad (4.28)$$

$$L_{Yф} = t_y \sqrt{l_{oф}^2 + h_y^2} + (R_o - t_y)\, d_{oп} \tau_o \big/ K_{но} = \\ = (t_y d_p \sqrt{4 - K_{ho}^2 + K_{hy}^2 \cdot K_{но}^2} \big/ K_{но}) + ((R_o - t_y)\, d_{oп} \tau_o \big/ K_{но}) \qquad (4.29)$$

для сечения эллипс

$$L_{Oф} = t_o \sqrt{l_{yф}^2 + h_o^2} + (R_y - t_o)\, d_{yп} \eta_{yг} \big/ K_{ну} = \\ = t_o \sqrt{(d_{cp.п} (K_d \eta_{oв} + \eta_{yг}) \sqrt{4 - K_{hy}^2} \big/ (K_d + 1) K_{ну})^2 + (d_{cp.п} (K_d \eta_{oв} + \eta_{yв}) K_{ho} \big/ (K_d + 1))^2} + \\ + (R_y - t_o)\, d_{yп} \eta_{yг} \big/ K_{ну} = \left[(t_o d_{cp.п} \sqrt{\xi_y^2 (4 - K_{hy}^2) + \psi^2 K_{ho}^2 \cdot K_{ну}^2}) \big/ (K_d + 1) K_{ну} \right] + \\ + (R_y - t_o)\, d_{yп} \eta_{yг} \big/ K_{ну}, \qquad (4.30)$$

$$L_{Yф} = t_y \sqrt{l_{oф}^2 + h_y^2} + (R_o - t_y)\, d_{oп} \eta_{oг} \big/ K_{но} = \\ = t_y \sqrt{(d_{cp.п} (K_d \eta_{oг} + \eta_{yв}) \sqrt{4 - K_{ho}^2} \big/ (K_d + 1) K_{но})^2 + (d_{cp.п} (K_d \eta_{oв} + \eta_{yв})\, K_{hy} \big/ (K_d + 1))^2} + \\ + (R_o - t_y)\, d_{oп} \eta_{oг} \big/ K_{но} = \left[(t_y d_{cp.п} \sqrt{\xi_o^2 (4 - K_{ho}^2) + \psi^2 K_{но}^2 \cdot K_{hy}^2}) \big/ (K_d + 1) K_{но} \right] + \\ + (R_o - t_y)\, d_{oп} \eta_{oг} \big/ K_{но}; \qquad (4.31)$$

где ξ_o, ξ_y, ψ – коэффициенты взаимного смятия нитей основы и утка,

$$\xi_o = K_d \eta_{oг} + \eta_{yв},$$

$$\xi_y = K_d \eta_{oв} + \eta_{yг},$$

$$\psi = K_d \eta_{oв} + \eta_{yв}.$$

Уработки нитей основы a_o и утка a_y определяются по известным аналитическим формулам с учетом геометрических моделей строения ткани.

$$a_o = (L_o - L_{To}) \cdot 100 \big/ L_o, \quad a_y = (L_y - L_{Ty}) \cdot 100 \big/ L_y, \qquad (4.32)$$

где L_o, L_y – длина нити заработанной в ткань, м

$$L_o = L_{oф}, \quad L_y = L_{yф};$$

L_{To}, L_{Ty} –длина ткани, выработанной из заданной длины нити, м

Витебский государственный технологический университет

$$L_{To} = L_{Ry.ф}, \qquad L_{Ty} = L_{Ro.ф}.$$

Подставив соответствующие значения в формулы уработки и выполнив ряд преобразований, получают следующие формулы:

для сечения круг

$$a_o = \frac{t_o d_p \cdot 100(\sqrt{4 - K_{hy}^2 + K_{ho}^2 K_{ну}^2} - \sqrt{4 - K_{hy}^2})}{t_o d_p \sqrt{4 - K_{hy}^2 + K_{ho}^2 K_{ну}^2} + (R_y - t_o) d_{yп} \tau_y}, \qquad (4.33)$$

$$a_y = \frac{t_y d_p \cdot 100(\sqrt{4 - K_{ho}^2 + K_{hy}^2 K_{но}^2} - \sqrt{4 - K_{ho}^2})}{t_y d_p \sqrt{4 - K_{ho}^2 + K_{hy}^2 K_{но}^2} + (R_o - t_y) d_{oп} \tau_o}, \qquad (4.34)$$

для сечения эллипс

$$a_o = \frac{t_o d_{ср.п} \cdot 100(\sqrt{\xi_y^2 (4 - K_{hy}^2) + K_{ho}^2 \psi^2 K_{ну}^2} - \xi_y \sqrt{4 - K_{hy}^2})}{t_o d_{ср.п} \sqrt{\xi_y^2 (4 - K_{hy}^2) + K_{ho}^2 \psi^2 K_{ну}^2} + (R_y - t_o) d_{yп} \eta_{yг} (K_d + 1)}, \qquad (4.35)$$

$$a_y = \frac{t_o d_{срп} \cdot 100(\sqrt{\xi_o^2 (4 - K_{ho}^2) + K_{hy}^2 \psi^2 K_{но}^2} - \xi_o \sqrt{4 - K_{ho}^2})}{t_y d_{срп} \sqrt{\xi_o^2 (4 - K_{ho}^2) + K_{hy}^2 \psi^2 K_{но}^2} + (R_o - t_y) d_{oп} \eta_{oг} (K_d + 1)}. \qquad (4.36)$$

Плотность нитей в ткани фактическая

$$P_{оф} = 100 R_o / L_{Ro.ф}, \quad P_{уф} = 100 R_y / L_{Ry.ф}. \qquad (4.37)$$

для сечения круг

$$P_{оф} = 100 \cdot R_o K_{но} / [t_y d_p \sqrt{4 - K_{ho}^2} + (R_o - t_y) d_{oп} \tau_o], \qquad (4.38)$$

$$P_{уф} = 100 \cdot R_y K_{ну} / [t_o d_p \sqrt{4 - K_{hy}^2} + (R_y - t_o) d_{yп} \tau_y]; \qquad (4.39)$$

для сечения эллипс

$$P_{îô} = \frac{100 \cdot R_o \cdot K_{îî}}{t_y \cdot d_{срп} \cdot \xi_o \sqrt{4 - K_{ho}^2} / (K_d + 1) + (R_o - t_y) \cdot d_{oп} \cdot \eta_{oã}}, \qquad (4.40)$$

$$P_{óô} = \frac{100 \cdot R_ó \cdot K_{íó}}{t_î \cdot d_{ср.п} \cdot \xi_ó \sqrt{4 - K_{hó}^2} / (K_d + 1) + (R_ó - t_î) \cdot d_{óп} \cdot \eta_{óã}}, \qquad (4.41)$$

Заправочная плотность нитей на станке

$$P_{oз} = P_{оф}(1 - 0{,}01 a_y), \; P_{уз} = P_{уф}(1 - 0{,}01 a_o). \qquad (4.42)$$

После расчета плотности нитей в ткани выбирают номер берда $N_б$, число нитей, пробираемых в зуб берда, сменные шестерни механизма товарного регулятора и устанавливают фактические значения заправочных плотностей нитей $P_{oз}'$ и $P_{уз}'$ и плотностей нитей в ткани $P_{оф}'$ и $P_{уф}'$:

$$P_{оф}' = P_{oз}' / (1 - 0{,}01 a_y), \; P_{уф}' = P_{уз}' / (1 - 0{,}01 a_o). \qquad (4.43)$$

Витебский государственный технологический университет

Поверхностную плотность суровой ткани определяют по формуле:

$$M_{м^2с} = [P_{оф}' \cdot T_o(1-0{,}01B_o)(1+0{,}01B_ш)10^{-2}/(1-0{,}01a_o)] + \\ + [P_{уф}' \cdot T_y(1-0{,}01B_y)10^{-2}/(1-0{,}01a_y)], \quad (4{,}44)$$

где B_o, B_y – общая вытяжка нитей основы и утка по переходам ткацкого производства, %; $B_ш$ – величина остаточного приклея, зарабатываемого в суровую ткань, %. $B_ш = 2A_и/3$; $A_и$ – величина истинного приклея в процессе шлихтования.

Поверхностная плотность готовой ткани

$$M_{м^2г} = M_{м^2с}(1 \pm 0{,}01\beta_м)/(1 \pm 0{,}01U_o)(1 \pm 0{,}01U_y). \quad (4.45)$$

Полученное значение поверхностной плотности готовой ткани сравнивают с нормативными данными по ГОСТ.

4.1.2 Методика проектирования ткани по заданной поверхностной плотности

Показатель поверхностной плотности ткани является основным регламентируемым показателем физико-механических и потребительских свойств большинства тканей бытового назначения, так как позволяет оценить их материалоемкость. Выработка тканей в соответствии с требованиями поверхностной плотности позволяет обеспечить оптимальный расход сырья, повысить технико-экономические показатели производства [5, 7, 14, 17].

В проектном задании указывают вид, назначение и сырьевой состав ткани, величину поверхностной плотности ткани в готовом виде. В соответствии с назначением ткани определяют условия ее эксплуатации, уточняют сырьевой состав нитей основы и утка и принимают значения показателей, определяющих изменение основных параметров строения ткани: C_o, C_y, форму поперечного сечения нитей в ткани, τ_o, τ_y, η_{og}, $\eta_{ов}$, $\eta_{уг}$, $\eta_{ув}$. В зависимости от назначения и физико-механических свойств проектируемой ткани выбирают переплетение, определяют R_o, R_y, t_o, t_y, порядок фазы строения, значения коэффициентов K_{ho}, K_{hy}, степень неуравновешенности ткани по линейной плотности нитей.

Если при проектировании ткани в соответствии с ее назначением ткань должна иметь строение, близкое к квадратному, опорную поверхность создают в равной степени как из основных, так и из уточных нитей, то есть ткань имеет V порядок фазы строения. Если же опорную поверхность необходимо создать из основных или уточных нитей, то ткань проектируют по V-VIII или II-V порядку фазы строения соответственно.

Используя опыт работы предприятий по выпуску аналогичного ассортимента тканей, устанавливают значения параметров отделки – U_o, U_y, $\beta_м$.

Витебский государственный технологический университет

Неуравновешенность ткани по линейной плотности характеризуется коэффициентом соотношения диаметров нитей основы и утка до ткачества K_d:

$$K_d = d_{on} \big/ d_{yn} = 0{,}1C_o\sqrt{0{,}1T_o} \big/ 0{,}1C_y\sqrt{0{,}1T_y}\,. \qquad (4.46)$$

Так как на начальном этапе проектирования значение линейных плотностей нитей основы и утка не заданы, то расчетные значения всех параметров строения ткани выражают через один неизвестный показатель – средний диаметр нитей до ткачества, $d_{ср.п}$:

$$d_{ср.п} = (d_{on} + d_{yn})/2\,. \qquad (4.47)$$

Определение диаметров нитей через средний диаметр

В результате преобразования формул 4.46 и 4.47 получены выражения для определения значений диаметров нитей на паковке через средний диаметр:

$$K_d = d_{on}/d_{yn} \Rightarrow d_{on} = K_d d_{yn}\,,\; d_{yn} = d_{on}/K_d\,;$$

$$d_{on} + d_{yn} = 2d_{ср.п} \Rightarrow d_{yn} = 2d_{ср.п}/(K_d+1)\,, d_{on} = 2d_{ср.п}\cdot K_d/(K_d+1)\,.$$

Диаметры нитей в ткани:

для сечения круг $d_o = 2d_{ср.п}K_d\,\tau_o/(K_d+1)\,, d_y = 2d_{ср.п}\,\tau_y/(K_d+1)$;

для сечения эллипс

$$d_{og} = 2d_{ср.п}K_d\,\eta_{og}/(K_d+1), \quad d_{ов} = 2d_{ср.п}K_d\,\eta_{ов}/(K_d+1),$$

$$d_{yг} = 2d_{ср.п}\,\eta_{yг}/(K_d+1), \quad d_{yв} = 2d_{ср.п}\,\eta_{yв}/(K_d+1)\,.$$

Расчетный диаметр нитей:

для сечения круг $d_p = d_{ср.п}(K_d\tau_o + \tau_y)/(K_d+1)$;

для сечения эллипс $d_p = d_{ср.п}(K_d\eta_{ов} + \eta_{yв})/(K_d+1)$.

Для заданного вида переплетения выполняется построение геометрических моделей строения. Для примера на рисунке 4.1 приведены геометрические модели для переплетения усиленный сатин 5/3, V порядок фазы строения.

Геометрическая плотность нитей при максимальном уплотнении:

для сечения круг

$$l_o = d_{ср.п}(K_d\tau_o + \tau_y)\sqrt{4 - K_{ho}^{\;2}}\Big/(K_d+1),$$

$$l_y = d_{ср.п}(K_d\tau_o + \tau_y)\sqrt{4 - K_{hy}^{\;2}}\Big/(K_d+1); \qquad (4.48)$$

для сечения эллипс

$$l_o = d_{ср.п}(K_d\,\eta_{og} + \eta_{yв})\sqrt{4 - K_{ho}^{\;2}}\Big/(K_d+1),$$

$$l_y = d_{ср.п}(K_d\,\eta_{ов} + \eta_{yг})\sqrt{4 - K_{hy}^{\;2}}\Big/(K_d+1)\,. \qquad (4.49)$$

Витебский государственный технологический университет

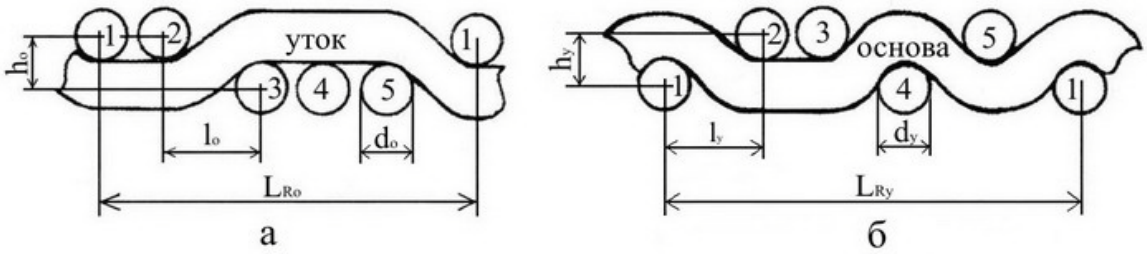


Рисунок 4.1 – Геометрические модели строения ткани:
а) вдоль утка; б) вдоль основы (форма сечения нитей – круг)

В соответствии с геометрическими моделями строения ткани определяют длину раппорта переплетения

для сечения круг

$$L_{Ro} = t_y l_o + (R_o - t_y) d_o =$$
$$= d_{cp.n}[t_y (K_d \tau_o + \tau_y)\sqrt{4 - K_{ho}^{\ 2}} + (R_o - t_y) 2 K_d \tau_o] / (K_d + 1),$$
$$L_{Ry} = t_o l_y + (R_o - t_y) d_y =$$
$$= d_{cp.n}[t_o (K_d \tau_o + \tau_y)\sqrt{4 - K_{hy}^{\ 2}} + (R_y - t_o) 2 \tau_y] / (K_d + 1); \quad (4.50)$$

для сечения эллипс

$$L_{Ro} = t_y l_o + (R_o - t_y) d_{oг} =$$
$$= d_{cp.n}[t_y (K_d \eta_{oг} + \eta_{yв})\sqrt{4 - K_{ho}^{\ 2}} + (R_o - t_y) 2 K_d \eta_{oг}] / (K_d + 1),$$
$$L_{Ry} = t_o l_y + (R_y - t_o) d_{yг} =$$
$$= d_{cp.n}[t_o (K_d \eta_{oв} + \eta_{yг})\sqrt{4 - K_{hy}^{\ 2}} + (R_y - t_o) 2 \eta_{yг}] / (K_d + 1). \quad (4.51)$$

Максимальная (теоретическая) плотность нитей:

$$P_{o\max} = 100 R_o / L_{Ro} \ , \quad P_{y\max} = 100 R_y / L_{Ry} \ ,$$

для сечения круг

$$P_{o\max} = \frac{100 \cdot R_o \cdot (K_d + 1)}{d_{cp.n} \cdot (t_y (K_d \tau_o + \tau_y)\sqrt{4 - K_{ho}^{\ 2}} + (R_o - t_y) \cdot 2 \cdot K_d \tau_o)},$$
$$P_{y\max} = \frac{100 \cdot R_y \cdot (K_d + 1)}{d_{cp.n} \cdot (t_o (K_d \tau_o + \tau_y)\sqrt{4 - K_{hy}^{\ 2}} + (R_y - t_o) \cdot 2 \cdot \tau_y)}, \quad (4.52)$$

для сечения эллипс (с учетом обозначений ξ_o, ξ_y, раздел 4.1)

$$P_{o\max} = \frac{100 \cdot R_o \cdot (K_d + 1)}{d_{cp.n} \cdot (t_y \cdot \xi_o \sqrt{4 - K_{ho}^{\ 2}} + (R_o - t_y) \cdot 2 \cdot K_d \eta_{oг})},$$

Витебский государственный технологический университет

$$P_{y\max} = \frac{100 \cdot R_o \cdot (K_d + 1)}{d_{cp.n} \cdot (t_o \cdot \xi_y \sqrt{4 - K_{hy}^2} + (R_y - t_o) \cdot 2 \cdot \eta_{og})}. \quad (4.53)$$

Для определения значений уработки нитей предварительно по геометрическим моделям находят значения длины нитей основы и утка в раппорте переплетения с учетом наполнения ткани и фактической длины раппортов.

Длина раппортов фактическая определяется по соотношениям:

$L_{Roф} = L_{Ro} / K_{но}$, $L_{Ry.ф} = L_{Ry} / K_{ну}$.

Через средний диаметр нитей:

для сечения круг

$$L_{Ro.ф} = d_{cp.n}[t_y(K_d\tau_o + \tau_y)\sqrt{4 - K_{ho}^2} + (R_o - t_y)2K_d\tau_o]/(K_d + 1)K_{но},$$

$$L_{Ry.ф} = d_{cp.n}[t_o(K_d\tau_o + \tau_y)\sqrt{4 - K_{hy}^2} + (R_y - t_o)2\tau_y]/(K_d + 1)K_{ну}; \quad (4.54)$$

для сечения эллипс

$$L_{Ro.ф} = d_{cp.n}[t_y\xi_o\sqrt{4 - K_{ho}^2} + (R_o - t_y)2K_d\eta_{og}]/(K_d + 1)K_{но},$$

$$L_{Ry.ф} = d_{cp.n}[t_o\xi_y\sqrt{4 - K_{hy}^2} + (R_y - t_o)2\eta_{yг}]/(K_d + 1)K_{ну}. \quad (4.55)$$

Длина нитей в раппорте:

для сечения круг

$$L_{o.ф} = t_o\sqrt{l_{yф}^2 + h_o^2} + (R_y - t_o)d_y / K_{ну} =$$

$$= \frac{d_{cp.n}[t_o(K_d\tau_o + \tau_y)\sqrt{4 - K_{hy}^2 + K_{ho}^2K_{ну}^2} + (R_y - t_o)2\tau_y]}{(K_d + 1) \cdot K_{ну}},$$

$$L_{y.ф} = t_y\sqrt{l_{oф}^2 + h_y^2} + (R_o - t_y)d_o / K_{но} =$$

$$= \frac{d_{cp.n}[t_o(K_d\tau_o + \tau_y)\sqrt{4 - K_{ho}^2 + K_{hy}^2K_{но}^2} + (R_o - t_y)2K_d\tau_o]}{(K_d + 1) \cdot K_{но}}; \quad (4.56)$$

для сечения эллипс

$$L_{o.ф} = t_o\sqrt{l_{yф}^2 + h_o^2} + (R_y - t_o)d_{yг} / K_{ну} =$$

$$= \frac{d_{cp.n}[t_o\sqrt{\xi_y^2(4 - K_{hy}^2) + \psi^2K_{ho}^2K_{ну}^2} + (R_y - t_o)2\eta_{yг}]}{(K_d + 1) \cdot K_{ну}},$$

$$L_{y.ф} = t_y\sqrt{l_{oф}^2 + h_y^2} + (R_o - t_y)d_{og} / K_{но} =$$

$$= \frac{d_{cp.n}[t_y\sqrt{\xi_o^2(4 - K_{ho}^2) + \psi^2K_{hy}^2K_{но}^2} + (R_o - t_y)2 \cdot K_d\eta_{og}]}{(K_d + 1) \cdot K_{но}}, \quad (4.57)$$

Уработка нитей в ткани

Витебский государственный технологический университет

Так как формулы длины раппортов и длины нити в раппортах приведены к одному неизвестному – среднему диаметру, то после сокращения и вычитания величин формулы уработки имеют вид:

$$a_o = \frac{100 \cdot t_o(\sqrt{4 - K_{hy}{}^2 + K_{ho}{}^2 K_{ну}{}^2} - \sqrt{4 - K_{hy}{}^2})}{t_o\sqrt{4 - K_{hy}{}^2 + K_{ho}{}^2 K_{ну}{}^2} + (R_y - t_o)\dfrac{2 \cdot \tau_y}{(K_d \tau_o + \tau_y)}},$$

$$a_y = \frac{100 \cdot t_y(\sqrt{4 - K_{ho}{}^2 + K_{hy}{}^2 K_{но}{}^2} - \sqrt{4 - K_{ho}{}^2})}{t_y\sqrt{4 - K_{ho}{}^2 + K_{hy}{}^2 K_{но}{}^2} + (R_o - t_y)\dfrac{2 \cdot K_d \cdot \tau_o}{(K_d \tau_o + \tau_y)}}, \qquad (4.58)$$

для сечения эллипс

$$a_o = \frac{100 \cdot t_o(\sqrt{(4 - K_{hy}{}^2)\xi_y{}^2 + K_{ho}{}^2 \psi^2 K_{ну}{}^2} - \xi_y\sqrt{4 - K_{hy}{}^2})}{t_o\sqrt{\xi_y{}^2(4 - K_{hy}{}^2) + K_{ho}{}^2 \psi^2 K_{ну}{}^2} + (R_y - t_o)2\eta_{уг}};$$

$$a_y = \frac{100 \cdot t_y(\sqrt{(4 - K_{ho}{}^2)\xi_o{}^2 + K_{hy}{}^2 \psi^2 K_{но}{}^2} - \xi_o\sqrt{4 - K_{ho}{}^2})}{t_y\sqrt{\xi_o{}^2(4 - K_{ho}{}^2) + K_{hy}{}^2 \psi^2 K_{но}{}^2} + (R_o - t_y) \cdot 2 \cdot K_d \eta_{ог}}. \qquad (4.59)$$

После подстановки значений параметров, входящих в формулы, получают числовые значения величин уработки по основе и по утку в процентах.

Фактическая плотность нитей в ткани определяется через средний диаметр нити по формулам:

для сечения круг

$$P_{о.ф} = \frac{100 R_o (K_d + 1) \cdot K_{но}}{d_{ср.п}(t_y(K_d \tau_o + \tau_y)\sqrt{4 - K_{ho}{}^2} + (R_o - t_y)2K_d \tau_o)}$$

$$P_{у.ф} = \frac{100 R_y (K_d + 1) \cdot K_{ну}}{d_{ср.п}(t_o(K_d \tau_o + \tau_y)\sqrt{4 - K_{hy}{}^2} + (R_y - t_o)2\tau_y)}, \qquad (4.60)$$

для сечения эллипс

$$P_{о.ф} = \frac{100 R_o (K_d + 1) \cdot K_{но}}{d_{ср.п}(t_y \xi_o \sqrt{4 - K_{ho}{}^2} + (R_o - t_y)2K_d \eta_{ог})},$$

$$P_{у.ф} = \frac{100 R_y (K_d + 1) \cdot K_{ну}}{d_{ср.п}(t_o \xi_y \sqrt{4 - K_{hy}{}^2} + (R_y - t_o)2 \cdot \eta_{уг})}. \qquad (4.61)$$

Линейная плотность нитей основы и утка, заработанных в ткань, определяется через средний диаметр нити по формулам:

для сечения круг

$$T_o = d_o{}^2 \cdot 1000 \big/ C_o{}^2 = 4000 d_{срп}{}^2 K_d{}^2 \tau_o{}^2 \big/ (K_d + 1)^2 C_o{}^2,$$

Витебский государственный технологический университет

$$T_y = d_y^{\,2} \cdot 1000 \big/ C_y^{\,2} = 4000 d_{cpn}^{\;2}\, \tau_y^{\,2} \big/ (K_d + 1)^2 C_y^{\,2}, \qquad (4.62)$$

для сечения эллипс

$$T_o = 4000 d_{cpn}^{\;2} K_d^{\,2} \eta_{og}\, \eta_{ов} \big/ (K_d + 1)^2 C_o^{\,2},$$

$$T_y = 4000 d_{cpn}^{\;2} \eta_{yг}\, \eta_{yв} \big/ (K_d + 1)^2 C_y^{\,2}. \qquad (4.63)$$

Расчетное значение поверхностной плотности суровой ткани

Значения $P_{o.ф}$, $P_{y.ф}$, T_o, T_y, a_o, a_y подставляют в общую формулу поверхностной плотности суровой ткани и приводят к $d_{cp.n}$:

$$M_{м^2c} = \frac{P_{o.ф} T_o \cdot 10^{-2}}{(1 - 0{,}01 a_o)} + \frac{P_{y.ф} T_y \cdot 10^{-2}}{(1 - 0{,}01 a_y)} = C \cdot d_{cp.n},$$

где C – постоянная, полученная при подстановке расчетных значений.

Используя проектное значение поверхностной плотности готовой ткани, находят требуемое фактическое значение поверхностной плотности проектируемой суровой ткани по формуле:

$$M'_{м^2c} = M_{м^2г} (1 \pm 0{,}01 U_o)(1 \pm 0{,}01 U_y) \big/ (1 \pm 0{,}01 \beta_м).$$

Приравняв полученные значения $M_м^{\,2}{}_c$ по обеим формулам, находят значение $d_{cp.n}$:

$$d_{cp.n} = M'_{м^2c} \big/ C.$$

Определение линейных плотностей нитей

Подставив значение $d_{cp.n}$ в полученные результаты расчета по формулам 4.62 или 4.63, находят значение линейных плотностей нитей в ткани T_o и T_y. Затем определяют значения линейных плотностей нитей на паковке до ткачества:

для сечения круг

$$T'_o = T_o \big/ \tau_o^{\,2}, \qquad T'_y = T_y \big/ \tau_y^{\,2};$$

для сечения эллипс

$$T'_o = T_o \big/ \eta_{og} \eta_{ов}, \quad T'_y = T_y \big/ \eta_{yг} \eta_{yв}.$$

По справочной литературе находят номинальные значения линейных плотностей, вырабатываемых на текстильных предприятиях $T_{он}$, $T_{ун}$, и находят фактическое значение среднего диаметра:

$$d_{он} = 0{,}0316 C_o \sqrt{T_{он}},\; d_{ун} = 0{,}0316 C_y \sqrt{T_{ун}},\; d_{cpn} = (d_{он} + d_{ун)} \big/ 2.$$

Значение $d'_{cp.n}$ используют для определения фактических значений плотности нитей в ткани по формулам 4.60 или 4.61.

Определение расчетной поверхностной плотности спроектированной ткани:

- суровой ткани

$$M_{м^2c} = \frac{P_{o.ф} T_o 10^{-2} (1 - 0{,}01 B_o)(1 + 0{,}01 B_ш)}{(1 - 0{,}01 a_o)} + \frac{P_{y.ф} T_y 10^{-2} (1 - 0{,}01 B_y)}{(1 - 0{,}01 a_y)},$$

Витебский государственный технологический университет

где B_o, B_y – вытяжка основных и уточных нитей в ткачестве, %; $B_ш$ – величина остаточного приклея, $B_ш = 2A_и/3$; $A_и$ – величина истинного приклея при шлихтовании основы, %;

- готовой ткани

$$M_{м^2г} = M_{м^2с}\,(1 \pm 0{,}01\beta_м)/(1 \pm 0{,}01U_o)\,(1 \pm 0{,}01U_y).$$

Отклонение расчетной поверхностной плотности готовой ткани от заданной не должно превышать 2,5 %.

4.1.3 Методика проектирования ткани по заданной толщине

Для многих видов тканей технического назначения основным потребительским свойством является толщина ткани. Толщиной ткани называется расстояние между касательными плоскостями или касательными, проведенными по вершинам волн изгиба нитей с обеих сторон ткани. Толщина ткани зависит от линейной плотности и волнового расположения (строения) нитей, которое они приобретают в ткачестве [5,7].

Толщину ткани определяют в зависимости от того, какая система нитей формирует ее опорную поверхность, что в свою очередь зависит от фазы строения ткани. Следовательно, формулы для определения толщины однослойной ткани учитывают порядок фазы строения и форму поперечного сечения нитей в ткани. Для тканей, нити в которых сохраняют форму поперечного сечения в виде круга, толщину ткани определяют следующим образом:

для ткани от I до V порядков фазы строения

$$b_T = h_y + d_y = d_p \cdot K_{hy} + d_y = \frac{d_{ср.п}(K_d\tau_o + \tau_y)K_{hy}}{(K_d+1)} + \frac{2d_{ср.п}\tau_y}{(K_d+1)} = \frac{d_{ср.п}[K_{hy}(K_d\tau_o + \tau_y) + 2\tau_y]}{(K_d+1)}; \quad (4.64)$$

для ткани V порядка фазы строения

$$b_T = d_o + d_y = 2d_p = 2d_{срп}\,(K_d\tau_o + \tau_y)/(K_d+1); \quad (4.65)$$

для ткани с V по IX порядок фазы строения

$$b_T = h_o + d_o = d_p \cdot K_{ho} + d_o = \frac{d_{ср.п}(K_d\tau_o + \tau_y)K_{ho}}{(K_d+1)} + \frac{2d_{ср.п}K_d\tau_o}{(K_d+1)} = \frac{d_{ср.п}[K_{ho}(K_d\tau_o + \tau_y) + 2K_d\tau_o]}{(K_d+1)}. \quad (4.65)$$

Для тканей, в которых нити имеют форму поперечного сечения в виде эллипса, толщину ткани определяют следующим образом:

для ткани от I до V порядков фазы строения

$$b_T = h_y + d_{ув} = d_p \cdot K_{hy} + d_{ув} = \frac{d_{ср.п}(K_d\eta_{ов} + \eta_{ув})K_{hy}}{(K_d+1)} + \frac{2d_{ср.п}\eta_{ув}}{(K_d+1)} = \frac{d_{ср.п}[K_{hy}(K_d\eta_{ов} + \eta_{ув}) + 2\eta_{ув}]}{(K_d+1)}; \quad (4.66)$$

Витебский государственный технологический университет

для ткани V порядка фазы строения

$$b_T = d_{ов} + d_{ув} = 2d_p = 2d_{срп}\,(K_d\eta_{ов} + \eta_{ув})/(K_d + 1); \qquad (4.67)$$

для ткани с V по IX порядок фазы строения

$$b_{\grave{O}} = h_{\hat{i}} + d_{\hat{i}\hat{a}} = d_p K_{h\hat{i}} + d_{\hat{i}\hat{a}} = \frac{d_{cp.n}(K_d\eta_{o\hat{a}} + \eta_{y\hat{a}})K_{h\hat{i}}}{(K_d + 1)} + \frac{2d_{cp.n}K_d\eta_{\hat{i}\hat{a}}}{(K_d + 1)} =$$

$$= \frac{d_{cp.n}[K_{h\hat{i}}\,(K_d\eta_{o\hat{a}} + \eta_{y\hat{a}}) + 2K_d\eta_{\hat{i}\hat{a}}\,]}{(K_d + 1)}. \qquad (4.68)$$

Как следует из приведенных формул, толщина ткани зависит от порядка фазы строения, размеров поперечного сечения нитей, деформации нитей в ткани и соотношения их диаметров.

Если K_d = 1 и деформация нитей основы и утка в ткани одинакова, то максимальное значение толщины будет иметь ткань I и IX порядков фаз строения. При этом толщина ткани от I до V порядка фазы строения уменьшается, а с V до IX порядков увеличивается. В V порядке фазы строения толщина ткани имеет наименьшее значение, равное сумме диаметров нитей основы и утка. Если $K_d > 1$, то наименьшее значение толщины ткани может быть получено при порядке фазы строения ниже V, если $K_d < 1$ – то при порядке фазы выше V. Следовательно, изменяя условия подготовки нитей к ткачеству и формирования ткани на ткацком станке, обеспечивают выработку ткани требуемой толщины.

Проектирование ткани заданной толщины осуществляют по двум направлениям:

1) когда известна линейная плотность нитей и нужно определить порядок фазы строения ткани, который обеспечит заданную толщину b_T;

2) когда выбирается определенный порядок фазы строения и необходимо определить линейные плотности нитей основы и утка для обеспечения заданной толщины ткани b_T.

Особенности методики проектирования ткани заданной толщины с учетом линейных плотностей нитей

Учитывая опыт работы проектных организаций и промышленных предприятий выбирают значения линейных плотностей нитей основы T_o и утка T_y, их сырьевой состав и структуру, определяемую коэффициентами C_o и C_y. В соответствии с назначением ткани и ее эксплуатационными свойствами определяют переплетение нитей, ширину ткани и степень неуравновешенности ткани по плотности, определяемую коэффициентом $K_p = P_o/P_y$. Исходя из сырьевого состава нитей определяют форму их поперечного сечения в ткани и коэффициенты смятия τ_o, τ_y или η_{og}, $\eta_{ов}$, $\eta_{yг}$, $\eta_{ув}$. Так как при проектировании используют коэффициент K_p, то принимают коэффициент наполнения ткани по основе $K_{но}$.

Зная линейные плотности нитей по известным формулам определяют значения их диаметров до ткачества – d_{on}, d_{yn}, в ткани – d_o, d_y или

Витебский государственный технологический университет

$d_{ог}$, $d_{уг}$, $d_{ов}$, $d_{ув}$, расчетного – $d_р$, среднего диаметра нити на паковке – $d_{ср.п}$.

Проектирование ткани начинают с определения коэффициентов K_{ho} и K_{hy}, учитывающих изгиб нитей в ткани. Для чего формулу для определения толщины ткани, принятую в соответствии с эффектом ее поверхности, преобразуют (решают) относительно K_{ho} или K_{hy}.

Используя формулы 4.64 – 4.68 получаем следующие зависимости:

- для тканей с I до V порядка фазы строения:

для сечения круг

$$K_{hy} = [b_T\,(K_d + 1)/d_{cpn} - 2\tau_y]/(K_d\tau_o + \tau_y),$$

для сечения эллипс

$$K_{hy} = [b_T\,(K_d + 1)/d_{cpn} - 2\eta_{ув}]/(K_d\eta_{ов} + \eta_{ув});$$

- для тканей с V по IX порядок фазы строения:

для сечения круг

$$K_{ho} = [b_T\,(K_d + 1)/d_{cpn} - 2K_d\tau_o]/(K_d\tau_o + \tau_y),$$

для сечения эллипс

$$K_{ho} = [b_T\,(K_d + 1)/d_{cpn} - 2K_d\eta_{ов}]/(K_d\eta_{ов} + \eta_{ув}).$$

Значение другого коэффициента изменения высоты волны изгиба определяют из равенства: $K_{ho} + K_{hy} = 2$.

Порядок фазы строения определяют в зависимости от K_{ho}:

$$\Phi = 4K_{ho} + 1.$$

Исходя из переплетения ткани и коэффициента наполнения по основе, определяют плотность ткани по основе:

для сечения круг

$$P_o = \frac{100R_o(K_d + 1)K_{но}}{[d_{cpn}\,t_y(K_d\tau_o + \tau_y)\sqrt{4 - K_{ho}^{\,2}} + (R_o - t_y)2K_d\tau_o]},$$

для сечения эллипс

$$P_o = \frac{100R_o(K_d + 1)K_{но}}{[d_{cpn}\,t_y(K_d\eta_{ов} + \eta_{ув})\sqrt{4 - K_{ho}^{\,2}} + (R_o - t_y)2K_d\eta_{ов}]}.$$

Плотность ткани по утку определяют из соотношения плотностей:

$$P_y = P_o/K_p\ .$$

Затем определяют коэффициент наполнения ткани по утку, $K_{ну}$:

$$K_{ну} = P_y/P_{y\max} = P_y L_{Ry}/100\cdot R_y,$$

для сечения круг

$$K_{ну} = \frac{P_y[d_{cpn}\,t_o(K_d\tau_o + \tau_y)\sqrt{4 - K_{hy}^{\,2}} + (R_y - t_o)\,2\tau_y]}{100R_y(K_d + 1)},$$

для сечения эллипс

Витебский государственный технологический университет

$$K_{ну} = \frac{P_y[d_{срп}\, t_o (K_d \eta_{ов} + \eta_{ув})\sqrt{4 - K_{hy}^{\ 2}} + (R_y - t_o)\, 2\eta_{ув}]}{100 R_y (K_d + 1)}.$$

Уработку основы и утка, поверхностную плотность ткани определяют по формулам, приведенным в разделе 4.1.2.

Особенности методики проектирования ткани заданной толщины, если линейные плотности нитей не известны

В соответствии с назначением и потребительскими свойствами ткани, используя накопленный опыт работы, выбирают сырьевой состав и структуру нитей, переплетение и ширину ткани, задают коэффициенты C_o и C_y, форму и коэффициенты изменения поперечного сечения нитей при ткачестве τ_o, τ_y или $\eta_{ог}$, $\eta_{ов}$, $\eta_{уг}$, $\eta_{ув}$. В соответствии с выбранным переплетением и эксплуатационными свойствами ткани задают порядок фазы строения Φ, коэффициент соотношения диаметров K_d, коэффициент плотности K_p и коэффициент наполнения ткани по основе $K_{но}$.

Проектирование ткани начинают с определения значения коэффициентов, учитывающих изгиб нитей в ткани:

$$K_{ho} = (\Phi - 1)/4, \quad K_{hy} = 2 - K_{ho}.$$

В зависимости от переплетения выбирают формулу для определения толщины ткани и преобразуют ее относительно среднего диаметра. Для тканей, нити в которых сохраняют форму поперечного сечения в виде круга, получают следующие зависимости:

для I = Φ < V

$$d_{срп} = b_T\,(K_d + 1)/[K_{hy}(K_d \tau_o + \tau_y) + 2\tau_y],$$

для Φ = V

$$d_{срп} = b_T\,(K_d + 1)/(K_d \tau_o + \tau_y),$$

для V < Φ = IX

$$d_{срп} = b_T\,(K_d + 1)/[K_{ho}(K_d \tau_o + \tau_y) + 2K_d \tau_o].$$

Для тканей, нити в которых в процессе ткачества приобретают форму поперечного сечения эллипс, получают следующие зависимости:

для I = Φ < V

$$d_{срп} = b_T\,(K_d + 1)/[K_{hy}(K_d \eta_{ов} + \eta_{ув}) + 2\eta_{ув}],$$

для Φ = V

$$d_{срп} = b_T\,(K_d + 1)/(K_d \eta_{ов} + \eta_{ув}),$$

для V < Φ = IX

$$d_{срп} = b_T\,(K_d + 1)/[K_{ho}(K_d \eta_{ов} + \eta_{ув}) + 2K_d \eta_{ов}].$$

По полученному значению среднего диаметра определяют линейные плотности нитей на паковке до ткачества:

$$T_{оп} = 4000 d_{срп}^{\ 2} \cdot K_d^{\ 2} / C_o^{\ 2} (K_d + 1)^2,$$

$$T_{уп} = 4000 d_{срп}^{\ 2} / C_y^{\ 2} (K_d + 1)^2.$$

Витебский государственный технологический университет

По справочной литературе находят значения фактических линейных плотностей нитей, вырабатываемых на текстильных предприятиях $T_{он}$ и $T_{ун}$, и определяют фактические значения диаметров нитей.

$$d_{он} = 0{,}1C_o\sqrt{0{,}1T_{он}}\,, \qquad d_{ун} = 0{,}1C_y\sqrt{0{,}1T_{ун}}\,, d_{срф} = (d_{он} + d_{ун})/2.$$

Полученные значения $d_{ср.ф}$ подставляют в исходную формулу толщины ткани и находят расчетное значение b_T'. Далее определяют отклонение в процентах расчетного значения b_T' от заданного b_T.

Если величина отклонения не превышает ±2,5 % , то выполняют расчеты плотностей нитей в ткани, уработок основы и утка, поверхностной плотности ткани по методике, указанной в разделе 4.1.2. Если величина отклонения больше регламентируемой, то следует изменить порядок фазы строения и выполнить повторный расчет.

4.1.4 Методика проектирования ткани по заданной разрывной нагрузке

Для тканей технического назначения основным потребительским свойством является прочность (показатель разрывной нагрузки) ткани.

По показателю разрывной нагрузки рекомендуется проектировать ткани для спецодежды [7, 9].

Так как ткани для спецодежды вырабатывают в основном с применением химических или смесовых нитей, то проектирование необходимо проводить для сечения нитей в ткани в виде эллипса.

Для проектирования ткани по разрывной нагрузке Мартыновой А. А. рекомендованы следующие формулы:

$$R_{To} = 0{,}5P_{o\max} \cdot K_{но}(g_o\rho_o + f_o) \cdot \eta \cdot \cos\beta_o \cdot 10^{-3},$$

$$R_{Ty} = 0{,}5P_{y\max} \cdot K_{ну}(g_y\rho_y + f_y) \cdot \eta \cdot \cos\beta_y \cdot 10^{-3},$$

где R_{To}, R_{Ty} – разрывная нагрузка ткани по основе и по утку, даН;

$P_{o.max}$, $P_{y.max}$ – максимально возможная плотность нитей основы и утка в ткани, н/10 см; g_o, g_y – разрывная нагрузка нитей, выбранных для проектирования, сН; ρ_o, ρ_y – коэффициенты, характеризующие изменение величин разрывных нагрузок в процесс ткачества; f_o, f_y – сила, обусловленная взаимным давлением основы и утка, сН; β_o, β_y – углы наклона нитей основы и утка к линии приложения растягивающей нагрузки, град.; η – коэффициент пропорциональности.

Проектирование ткани может быть осуществлено в нескольких вариантах.

1. Заданы линейные плотности и волокнистый состав нитей, из которых рекомендуется вырабатывать ткань: C_o, C_y, T_o, T_y. По справочной литературе находят величины относительной разрывной нагрузки нитей $g_{o.отн}$, $g_{y.отн}$ и определяют значения g_o, g_y.

Выбирают (или согласовывают) вид переплетения ткани, для которого определяют: раппорты R_o, R_y; число пересечений t_o, t_y; порядок

Витебский государственный технологический университет

фазы строения Φ, K_{ho}, K_{hy}; угол наклона нитей к линии приложения растягивающей нагрузки β_o, β_y; силы, обусловленные взаимным давлением основы и утка f_o, f_y; коэффициенты, характеризующие изменение величин разрывных нагрузок ρ_o, ρ_y.

Определяют значения коэффициентов изменения размеров нитей в ткани: η_{og}, $\eta_{ов}$, $\eta_{уг}$, $\eta_{ув}$.

Диаметры нитей определяют по известным формулам:

до ткачества

$$d_{оп} = 0{,}0316 C_o \sqrt{T_o}\ ,\ d_{уп} = 0{,}0316 C_y \sqrt{T_y}\ ,\ d_{срп} = (d_{оп} + d_{уп})/2.$$

в ткани $d_{og} = d_{оп}\eta_{og}$, $d_{ов} = d_{оп}\eta_{ов}$, $d_o = \sqrt{d_{og} \cdot d_{ов}}$,

$d_{уг} = d_{оп}\eta_{уг}$, $d_{ув} = d_{оп}\eta_{ув}$, $d_y = \sqrt{d_{уг} \cdot d_{ув}}$,

расчетные $d_{ро} = d_y + d_{ов}/2$, $d_{ру} = d_o + d_{ув}/2$.

Далее определяют:

высоты волн изгиба $h_o = d_{ро} \cdot K_{ho}$, $h_y = d_{ру} \cdot K_{hy}$;

геометрические плотности

$$l_o = \sqrt{(d_{og} + d_{ув})^2 - h_o^{\ 2}}\ ,\qquad l_y = \sqrt{(d_{уг} + d_{ов})^2 - h_y^{\ 2}}\ ;$$

длины раппортов

$$L_{Ro} = t_y \sqrt{(d_{og} + d_{ув})^2 - h_o^{\ 2}} + (R_o - t_y) d_{og},$$

$$L_{Ry} = t_o \sqrt{(d_{уг} + d_{ов})^2 - h_y^{\ 2}} + (R_y - t_o) d_{уг}.$$

Максимально возможная плотность нитей в ткани

$$P_{o\max} = 100\, R_o \Big/ L_{Ro} = 100\, R_o \Big/ (t_y \sqrt{(d_{og} + d_{ув})^2 - h_o^{\ 2}} + (R_o - t_y) d_{og}),$$

$$P_{y\max} = 100\, R_y \Big/ L_{Ry} = 100\, R_y \Big/ (t_o \sqrt{(d_{уг} + d_{ов})^2 - h_y^{\ 2}} + (R_y - t_o) d_{уг}).$$

Коэффициенты наполнения ткани по основе и по утку.

Значения коэффициентов наполнения ткани находят из расчетных формул разрывной нагрузки:

$$K_{но} = 2R_{To} \cdot 10^3 \Big/ [P_{o\max}(g_o \cdot \rho_o + f_o)\eta \cos\beta_o],$$

$$K_{ну} = 2R_{Ty} \cdot 10^3 \Big/ [P_{y\max}(g_y \cdot \rho_y + f_y)\eta \cos\beta_y].$$

Плотность ткани фактическая

$$P_o = P_{o\max} \cdot K_{но},\quad P_y = P_{y\max} \cdot K_{ну}.$$

Уработка нитей в ткани

$$a_o = t_o(\sqrt{l_{уф}^{\ 2} + h_o^{\ 2}} - l_{уф}) \cdot 100 \Big/ [t_o \sqrt{l_{уф}^{\ 2} + h_o^{\ 2}} + (R_y - t_o) d_y / K_{ну}],$$

$$a_y = t_y(\sqrt{l_{оф}^{\ 2} + h_y^{\ 2}} - l_{оф}) \cdot 100 \Big/ [t_y \sqrt{l_{оф}^{\ 2} + h_y^{\ 2}} + (R_o - t_y) d_o / K_{но}],$$

где h_o, h_y – высота волны изгиба нитей, $h_o = d_{ро} K_{ho}$, $h_y = d_{ру} K_{hy}$;

$l_{оф}$, $l_{уф}$ – геометрическая плотность нитей основы и утка с учетом наполнения ткани.

Витебский государственный технологический университет

$$l_{оф} = l_o / K_{но} = \sqrt{((d_o + d_{ов}) \ /2 + d_{ув})^2 - h_o^{\ 2}} \Big/ K_{но} \ ,$$

$$l_{уф} = l_y / K_{ну} = \sqrt{((d_y + d_{ув}) \ /2 + d_{ов})^2 - h_y^{\ 2}} \Big/ K_{ну} \ .$$

Заправочная плотность нитей на ткацком станке

$$P_{оз} = P_o(1 - 0{,}01a_y), \qquad P_{уз} = P_y(1 - 0{,}01a_o).$$

Выбор номера берда $N_б$, проборки в бердо $Z_ф$ и сменных шестерен: $P_{оз} = N_б \cdot Z_ф$, $P_{уз}$ – по справочной литературе.

Если расчетные значения $P_{оз}$ и $P_{уз}$ нельзя установить, то необходимо принять ближайшие большие значения; определить фактические значения плотностей $P_{оф}$ и $P_{уф}$, расчетное значение R'_{To} и R'_{Ty} и процент ошибки расчета.

2. Задан сырьевой состав нитей, коэффициенты наполнения и величина разрывной нагрузки ткани: C_o, C_y, $K_{но}$, $K_{ну}$, R_{To}, R_{Ty}.

По справочной литературе находят величину относительной разрывной нагрузки нитей $g_{o.отн}$, $g_{y.отн}$. Выбирают вид переплетения, для которого определяют: R_o, R_y, Φ, K_{ho}, K_{hy}, β_o, β_y, f_o, f_y, ρ_o, ρ_y. В соответствии с сырьевым составом и напряженностью процесса ткачества определяют η_{og}, $\eta_{ов}$, $\eta_{уг}$, $\eta_{ув}$.

Так как линейная плотность нитей не задана, то значения всех параметров (диаметров, фактической линейной плотности) определяют через средний диаметр нитей на паковке и коэффициент неуравновешенности ткани по линейной плотности K_d .

$$d_{on} = 2d_{cpn} \cdot K_d / (K_d + 1), \qquad d_{yn} = 2d_{cpn} / (K_d + 1),$$

$$d_o = 2d_{cpn} \cdot K_d \sqrt{\eta_{og}\eta_{ов}} / (K_d + 1), \qquad d_y = 2d_{cpn} \sqrt{\eta_{уг}\eta_{ув}} / (K_d + 1),$$

$$d_{po} = d_{cpn} \cdot (K_d \eta_{ов} + \sqrt{\eta_{уг}\eta_{ув}} / (K_d + 1),$$

$$d_{py} = d_{cpn} \cdot (K_d \sqrt{\eta_{ов}\eta_{og}} + \eta_{ув} / (K_d + 1).$$

Определяют высоты волн изгиба

$$h_o = d_{po} \cdot K_{ho} = d_{cpn} \cdot K_{ho}(K_d \eta_{ов} + \sqrt{\eta_{уг}\eta_{ув}} / (K_d + 1),$$

$$h_y = d_{py} \cdot K_{hy} = d_{cpn} \cdot K_{hy}(K_d \sqrt{\eta_{ов}\eta_{og}} + \eta_{ув} / (K_d + 1).$$

Определяют длину раппорта переплетения ткани по основе и по утку по формулам:

$$L_{Ry} = d_{cpn}[t_o(K_d\eta_{ов} + \eta_{уг})\sqrt{4 - K_{hy}^{\ 2}} + (R_y - t_o)2\eta_{уг}] / (K_d + 1).$$

$$L_{Ro} = d_{cpn}[t_y(K_d\eta_{og} + \eta_{ув})\sqrt{4 - K_{ho}^{\ 2}} + (R_o - t_y)2K_d\eta_{og}] / (K_d + 1),$$

Значение фактической плотности нитей в ткани

$$P_o = P_{o\max}K_{но} = \frac{100R_o(K_d + 1)K_{но}}{d_{cp.n}[t_y(K_d\eta_{og} + \eta_{ув})\sqrt{4 - K_{ho}^{\ 2}} + (R_o - t_y)2K_d\eta_{og}]},$$

Витебский государственный технологический университет

$$P_y = P_{y\max} K_{ну} = \frac{100 R_y (K_d + 1) K_{ну}}{d_{ср.п}[t_o (K_d \eta_{ов} + \eta_{уг}) \sqrt{4 - K_{hy}^2} + (R_y - t_o) 2\eta_{уг}]}.$$

Из формулы разрывной нагрузки определяют значение среднего диаметра нити на паковке и коэффициент соотношения диаметров K_d.

Значение линейной плотности нитей

$$T_{оп} = 4000 d_{срп}^2 \cdot K_d^2 \big/ C_o^2 (K_d + 1)^2,$$

$$T_y = 4000 d_{срп}^2 \big/ C_y^2 (K_d + 1)^2.$$

и плотности ткани подставляют в формулы разрывной нагрузки:

$$2R_{To} = \frac{100\, R_o \cdot K_{íî} \cdot (K_d + 1) \cdot \eta \cdot ñîs\, \beta_o \cdot 10^{-3} \left(\dfrac{4000\, d_{срп}^2 \cdot K_d^2 \cdot g_{o.îòí} \cdot \rho_î}{(K_d + 1)^2 \cdot C_o^2} + f_o \right)}{d_{срп}(t_ó (K_d \cdot \eta_{oã} + \eta_{yâ}) \sqrt{4 - K_{ho}^2} + (R_o - t_y) \cdot 2\, K_d \cdot \eta_{oã})}$$

$$2R_{Tó} = \frac{100\, R_ó \cdot K_{íó} \cdot (K_d + 1) \cdot \eta \cdot ñîs\, \beta_ó \cdot 10^{-3} \left(\dfrac{4000\, d_{срп}^2 \cdot K_d^2 \cdot g_{ó.îòí} \cdot \rho_ó}{(K_d + 1)^2 \cdot C_ó^2 + f_ó} \right)}{d_{срп}(t_î\, (K_d \cdot \eta_{oâ} + \eta_{yã}) \sqrt{4 - K_{hó}^2} + (R_ó - t_î) \cdot 2\, \eta_{óã})}$$

После подстановки значений заданных параметров из формулы расчета ($2R_{To}$) определяют K_d через $d_{ср.п}$, а из формулы расчета ($2R_{Ty}$) определяют значение $d_{ср.п}$.

Зная значение $d_{ср.п}$ находят величину линейной плотности нитей T_o, T_y, плотности ткани P_o, P_y.

Продолжение расчета осуществляют аналогично варианту 1.

Проектирование ткани по заданной разрывной нагрузке также может быть осуществлено относительно параметров f_o, f_y, g_o, g_y.

3. Особенности проектирования ткани по заданной прочности на разрыв без учета углов наклона нитей к линии приложения растягивающей нагрузки β_o, β_y и сил, обусловленных взаимным давлением основы и утка f_o, f_y.

В тех случаях, когда значения сил f_o, f_y, β_o, β_y нет возможности определить, а также при выработке ткани по неизменной заправке нитей основы на станке, для проектирования ткани по заданной величине разрывной нагрузки применяют упрощенную формулу взаимосвязи разрывной нагрузки ткани с параметрами ее строения.

$R_{т.о} = P_o T_o\, \sigma_o\, \rho_o$ / 2000;

$R_{т.у} = P_y T_y\, \sigma_y\, \rho_y$ /2000,

Для выполнения теоретического проектирования выбираем вид сырья и коэффициент неуравновешенности по линейной плотности K_T.

Размеры поперечного сечения нити в ткани по сравнению с её размерами до ткачества немного уменьшается, то задаем значения ко-

Витебский государственный технологический университет

эффициентов смятия $\tau_о$, $\tau_у$, и рассчитывают значения коэффициентов взаимного смятия для сечения эллипс: $\eta_{о.г}$, $\eta_{о.в}$, $\eta_{у.г}$, $\eta_{у.в}$.

По справочной литературе выбираем величину относительной разрывной нагрузки для заданного вида нитей: $\sigma_о$, $\sigma_у$.

Коэффициент использования разрывной прочности пряжи в ткани выбираем таким же, как у аналогичных тканей, выпускаемых промышленностью: $\rho_о$, и $\rho_у$.

Наполнение ткани по основе $K_{но}$.

Для проектирования принимаем порядок фазы строения и задаем значения коэффициентов изменения высот волн изгиба т.е. K_{ho}, K_{hy}.

Проектирование выполняем в следующем порядке.

По формулам разрывной нагрузки выражаем произведение неизвестных плотности ткани и линейной плотности нитей, подставив заданные и выбранные параметры в формулы, определяющие прочность ткани на разрыв по основе и утку:

$$P_o T_o = R_{т.о} - 2000/\ \sigma_o\ \rho_o; \quad (1)$$

$$P_y T_y = R_{т.у} - 2000/\ \sigma_y\ \rho_y. \quad (2)$$

Для определения плотности ткани и линейной плотности нитей выразим эти величины через средний диаметр нитей, подставив выбранные коэффициенты в формулы, определяющие плотность ткани по основе и линейную плотность нитей.

Плотность ткани по основе

$$P_{о.ф} = \frac{100R_o(K_d+1)\cdot K_{но}}{d_{ср.п}(t_y(K_d\eta_{о.г}+\eta_{у.в})\sqrt{4-K_{ho}^{\ 2}}+(R_o-t_y)2K_d\eta_{о.г})} = \ldots\ldots = \frac{Const1}{d_{ср.п}}.$$

$$T_{\hat{i}} = 4000\cdot d_{\tilde{n}\eth.\ddot{i}}^{\ 2}\cdot K_d^{\ 2}/(K_d+1)^2 C_{\hat{i}}^{\ 2} = \ldots\ldots = d_{\tilde{n}\eth.\ddot{i}}^{\ 2}/\tilde{N}\hat{i}nst\ 2.$$

После подстановки значений $P_{о.ф}$ и T_o в формулу (1) определяем значение $d_{ср.п}$,величину линейной плотности основы T_o и линейной плотности утка T_y - T_y= T_o / K_T или по формуле

$$T_y = 4000\cdot d_{ср.п}^{\ 2}/(K_d+1)^2 C_y^{\ 2}.$$

Подставляем полученные значения в уравнение (2), выражающее произведение плотности ткани по утку на линейную плотность утка и решаем его относительно P_y.

По по формуле определения плотности нитей утка находим значение коэффициента наполнения ткани:

$$P_{у.ф} = \frac{100R_y(K_d+1)\cdot K_{ну}}{d_{ср.п}(t_o(K_d\eta_{о.в}+\eta_{у.г})\sqrt{4-K_{hy}^{\ 2}}+(R_y-t_o)2\eta_{у.г})},$$

$$K_{ну} = \frac{P_{у.ф}\cdot d_{ср.п}(t_o(K_d\eta_{о.в}+\eta_{у.г})\sqrt{4-K_{hy}^{\ 2}}+(R_y-t_o)2\eta_{у.г})}{100R_y(K_d+1)}.$$

Выполняем проверочный расчет разрывной нагрузки ткани.

Витебский государственный технологический университет

Далее определяем значения уработки нитей основы и утка, используя формулы 4.26, 4.27; 4.30, 4.31; 4.35 и 4.36 и поверхностную плотность суровой ткани

уработки нитей сечением эллипс

$$a_o = \frac{t_o d_{ср.п} \cdot 100(\sqrt{\xi_y{}^2(4-K_{hy}{}^2)+K_{ho}{}^2\psi^2 K_{ну}{}^2} - \xi_y\sqrt{4-K_{hy}{}^2})}{t_o d_{ср.п}\sqrt{\xi_y{}^2(4-K_{hy}{}^2)+K_{ho}{}^2\psi^2 K_{ну}{}^2} + (R_y - t_o)d_{уп}\eta_{уг}(K_d+1)},$$

$$a_y = \frac{t_o d_{срп} \cdot 100(\sqrt{\xi_o{}^2(4-K_{ho}{}^2)+K_{hy}{}^2\psi^2 K_{но}{}^2} - \xi_o\sqrt{4-K_{ho}{}^2})}{t_y d_{срп}\sqrt{\xi_o{}^2(4-K_{ho}{}^2)+K_{hy}{}^2\psi^2 K_{но}{}^2} + (R_o - t_y)d_{оп}\eta_{ог}(K_d+1)}.$$

Поверхностная плотность суровой ткани

$$M_м^2 = \frac{P_{о.ф} \cdot T_o \cdot 100}{(100-a_o)} + \frac{P_{у.ф} \cdot T_y \cdot 100}{(100-a_y)}.$$

4.1.5 Методика проектирования ткани по заданному объемному заполнению

Для ряда тканей бытового и технического назначения наряду с поверхностной плотностью основным параметром строения является величина объемного заполнения [7, 9].

Так как ткани различной структуры могут иметь одинаковое объемное заполнение, для определения оптимального варианта проектного расчета Мартыновой А. А. разработана методика применительно к ЭВМ.

Величина объемного заполнения определяется по формуле:

$$E_v = M_{м^2} / (b_T \cdot \delta_{TK} \cdot 10),$$

где $M_м{}^2$ – поверхностная плотность ткани, г/м^2; b_T – толщина ткани, мм; δ_{TK} – объемная масса ткани, мг/мм^3.

Зная значение объемного заполнения и поверхностной плотности определяют требуемую толщину ткани:

$$b_T = M_{м^2} / \cdot 10 \cdot E_v \cdot \delta_н,$$

где $\delta_н$ – объемная масса нитей в ткани, мг/мм^3.

Устанавливают границы возможных значений изменения среднего диаметра основных и уточных нитей:

$$d_{срп} = 3b_T / 2(\eta_{îâ} + 4\eta_{óâ}) \div b_T / (\eta_{yâ} + \eta_{oâ}).$$

Интервал изменения среднего диаметра

$$\Delta d_{ср} = 0{,}1 \cdot [b_T / (\eta_{îâ} + \eta_{óâ}) - 3b_T / 2(\eta_{oâ} + 4\eta_{yâ})].$$

Границы возможных значений средней плотности нитей в ткани, н/мм:

$$P_{ср} = 0{,}1 \div 3(K_d + 1)4d_{срп}K_d\eta_{ог}.$$

Витебский государственный технологический университет

Интервал изменения средней плотности

$$\Delta P_{ср} = (3(K_d + 1) - 0{,}4 d_{срп} K_d \eta_{ог} / 80 d_{ср} K_d \eta_{ог}.$$

Высота волны изгиба нитей утка

$$h_y = 2 d_{срп} \cdot K_d^{\,2} (K_d \eta_{ов} + \eta_{ув}) / (K_d + 1)(K_d^{\,2} + K_p).$$

Геометрическая плотность нитей основы

$$l_o = (R_o - (R_o - t_y) P_o d_{ог}) / P_o t_y,$$

учитывая, что $P_o = 2P_{ср} \cdot K_p / (K_p + 1)$,

$$l_o = [R_o (K_p + 1)(K_d + 1) - 4 d_{срп} \cdot P_{ср} \cdot K_p \cdot K_d \cdot \eta_{ог} (R_o - t_y) P_o d_{ог})] /$$
$$/ [2 P_{ср} K_p t_y (K_d + 1)].$$

Сумма вертикального диаметра уточных и горизонтального диаметра основных нитей А

$$A = 2 d_{срп} (K_d \eta_{ог} + \eta_{ув}) / (K_d + 1).$$

Если $l_o < A$, находят значение максимально возможной высоты волны утка

$$h_{y\max} = [2 d_{срп} (K_d \eta_{ов} + \eta_{ув}) / (K_d + 1)] \times$$
$$\times [1 - \sqrt{4 d^2_{срп} (K_d \eta_{ог} + \eta_{ув})^2 - l_o^{\,2} (K_d + 1)^2} / 2 d_{срп} (K_d \eta_{ог} + \eta_{ув})],$$

сравнивают с h_y и принимают для дальнейших расчетов меньшее значение h_y'.

Для нитей основы определяют:

высоту волны изгиба основы

$$h_o = d_{срп} (K_d \eta_{ов} + \eta_{ув}) / (K_d + 1) - h_y',$$

геометрическую плотность нитей утка

$$l_y = [R_y (K_d + 1)(K_p + 1) - 4 d_{срп} P_{ср} \cdot \eta_{уг} (R_y - t_o)] / 2 P_{ср} t_o (K_d + 1),$$

сумму вертикального диаметра основных и горизонтального диаметра уточных нитей *Б*

$$Б = 2 d_{срп} (K_d \eta_{ов} + \eta_{уг} / (K_d + 1).$$

Если $l_y < Б$, то определяют значение максимально возможной высоты волны основы

$$h_{o\max} = [2 d_{срп} (K_d \eta_{ов} + \eta_{ув}) / (K_d + 1)] \times$$
$$\times [1 - \sqrt{4 d^2_{срп} (K_d \eta_{ов} + \eta_{ув})^2 - l_y^{\,2} (K_d + 1)^2} / 2 d_{срп} (K_d \eta_{ов} + \eta_{уг})],$$

сравнивают с h_o и принимают для дальнейших расчетов меньшее значение h_o'.

Окончательно величину высоты волны изгиба определяют по формуле:

$$h_y'' = [2 d_{срп} (K_d \eta_{ов} + \eta_{ув}) / (K_d + 1) - h_o'.$$

Далее определяют толщину ткани с уточным эффектом поверхности

Витебский государственный технологический университет

$$b_{Ty} = h_y'' + (2d_{cpn} \cdot \eta_{ув} / (K_d + 1)),$$

и полученное значение сравнивают с заданной величиной b_T с учетом допустимого отклонения по толщине.

Для вариантов, в которых $b_T' = b_T \pm \Delta$, проводят расчеты диаметров нитей, плотности и уработки.

$$d_{yn} = 2d_{cpn} / (K_d + 1), \quad d_{on} = d_{yn} \cdot K_d.,$$

$$P_y = 2P_{cp} / (K_p + 1), \quad P_o = P_y \cdot K_p.;$$

$$a_y = t_y(\sqrt{l_o^2 + (h_{y1}'')^2} - l_o) \cdot 100 \Big/ [t_y \sqrt{l_o^2 + (h_{y1}'')^2} + (R_o / P_o - l_o t_y)];$$

$$a_o = t_o(\sqrt{l_y^2 + (h_o')^2} - l_y) \cdot 100 \Big/ [t_o \sqrt{l_y^2 + (h_o')^2} + (R_y / P_o - l_y t_o)].$$

Для данных вариантов рассчитывают величину объемного заполнения по формуле Е.В. Юхиной.

$$E_V = (100 \cdot \pi / 4b_T')[(d_{on}^2 \eta_{ов} \eta_{ог} P_o / (1 - 0{,}01a_o)) + (d_{yn}^2 \eta_{ув} \eta_{уг} P_y / (1 - 0{,}01a_y)].$$

Полученные значения сравнивают с заданной величиной E_V и если погрешность превышает допускаемые значения, то вариант отбрасывают. Для вариантов расчета соответствующим допускаемым отклонениям находят значения линейной плотности нитей:

$$T_o = 1000 d_{on}^2 / C_o^2, \quad T_y = 1000 d_{yn}^2 / C_y^2.$$

Проектные значения параметров d_{on}, d_{yn}, T_o, T_y, P_o, P_y, b_T, E_V, a_o, a_y используют для выполнения заправочного расчета ткани.

4.1.6 Методика расчета уработки нитей по параметрам заправки ткани на станке

Расчет уработки нитей в ткани по фотографиям микросрезов без анализа ее строения является весьма сложной задачей.

На практике, при расчете норм расхода сырья на выработку ткани, величину уработки принимают на основе экспериментальных данных, которые могут значительно отличаться для одной и той же ткани в зависимости от ткачества. Для любой ткани существуют номинальные значения уработки основных и уточных нитей, которые определяются основными ее заправочными параметрами; линейной плотностью нитей, их волокнистым составом, видом переплетения, плотностью нитей в ткани. Поэтому расчет ткани по параметрам ее заправки на станке позволит выполнить анализ текущего и проектировать ткани-аналоги перспективного ассортимента.

Методика расчета значений уработки нитей в ткани для обоснованного выбора норм расхода сырья была предложена Юхиным С.С.

Для расчета должны быть известны следующие параметры ткани:

- линейная плотность нитей основы – T_o и нитей утка – T_y;
- коэффициенты, учитывающие волокнистый состав C_o, C_y;
- плотность ткани по основе P_o и по утку P_y;

Витебский государственный технологический университет

- переплетение нитей в ткани и его параметры R_o, R_y, t_o, t_y;

- заправочная плотность ткани по основе, определяемая $N_б$ и $Z_ф$.

При выработке ткани на станке изгиб уточных нитей определяется заправочной шириной станка, величиной длины нити, отрезаемой после пролета прокладчика, постоянными деформациями перемещения опушки ткани и расширения ее ширины до ширины заправки по берду в момент прибоя за каждый цикл движения главного вала станка.

В первую очередь необходимо определить высоту изгиба нитей утка, которая зависит от величины изгиба нитей утка и определяется ею.

Используя исходные данные по известным формулам (раздел 4.1) производится расчет значений диаметров нитей основы и утка до ткачества, геометрической плотности, коэффициентов наполнения.

Для определения высоты волны изгиба нитей утка по геометрической модели строения ткани определяют длину уточной нити, заработанной в ткань

$$L_y = t_y \sqrt{l_{оф}^2 + h_y^2} + (R_o - t_y) d_{оф},$$

где h_y – высота волны изгиба нитей утка; $l_{о.ф}$ – значение фактической геометрической плотности по основе с учетом наполнения ткани; $d_{о.ф}$ – значение расстояния между центами двух соседних нитей утка при отсутствии пересечений.

Длина уточной нити может быть определена исходя из ширины заправки ткани по берду для раппорта переплетения

$$L_y = 100 \cdot R_o / (N_б \cdot Z_ф).$$

Приравняв два определения решают их относительно h_y:

$$\sqrt{l_{оф}^2 t_y^2 + h_y^2 t_y^2} + (R_o - t_y) d_{оф} = 100 \cdot \mathrm{R_o} / (N_б \cdot Z_ф),$$

$$h_y^2 t_y^2 + l_{оф}^2 t_y^2 = [(100 \cdot \mathrm{R_o} / (N_б \cdot Z_ф)) - (R_o - t_y) d_{оф}]^2,$$

$$h_y = \sqrt{[(100 \cdot \mathrm{R_o} / (N_б \cdot Z_ф)) - (R_o - t_y) d_{оф}]^2 - t_y^2 l_{оф}^2} \Big/ t_y.$$

Для определения значения фактической геометрической плотности используют определение величины длины раппорта нитей:

$$L_{Ro} = t_y l_{оф} + (R_o - t_y) d_{оф}, \text{ откуда } t_y l_{оф} = L_{Ro} - (R_o - t_y) d_{оф}.$$

Значение L_{Ro} определяют по показателю плотности ткани

$$L_{Ro} = 100 \cdot R_o / P_o,$$

получают $t_y l_{оф} = (100 \cdot R_o / P_o) - (R_o - t_y) d_{оф}$.

После подстановки получают конечную формулу изгиба нитей утка:

$$h_y = \sqrt{[(100 \mathrm{R_o} / (N_б \cdot Z_ф)) - (R_o - t_y) d_{оф}]^2 - [100 R_o / P_o - (R_o - t_y) d_{оф}]^2} \Big/ t_y.$$

Высоту волны изгиба нитей основы находят по основному геометрическому свойству однослойных тканей:

$$h_o + h_y = d_o + d_y = 2d_p, \qquad h_o = 2d_p - h_y.$$

Витебский государственный технологический университет

Применительно к геометрической теории величину уработки нитей утка определяют исходя из раппорта переплетения:

$$a_y = 100(L_y - L_{Ro})/L_y = 100(1 - L_{Ro}/L_y).$$

Длину нитей утка определяют по формуле:

$$L_y = \sqrt{[(100 \cdot R_o/P_o) - (R_o - t_y)d_{оф}]^2 + t_y{}^2 h_y{}^2} + (R_o - t_y)d_{оф}.$$

С учетом того, что $d_{о.ф} = d_o / K_{но}$, формула для определения уработки нитей утка принимает вид:

$$a_y = 100\{1 - \frac{100R_o}{P_o[\sqrt{(100 \cdot R_o/P_o) - (R_o - t_y)d_o/K_{но})^2 + t_y{}^2 h_y{}^2} + (R_o - t_y)d_o/K_{но}]}\}.$$

Аналогично определяют уработку нитей основы.

$$a_o = 100(L_o - L_{To})/L_o = 100(L_o - L_{Ry})/L_o = 100(1 - L_{Ry}/L_o),$$

где L_o – длина основной нити, заработанной в ткань, или в раппорте переплетения; L_{To} – длина ткани, выработанной из данной длины L_o основной нити; L_{Ry} – длина раппорта нитей утка в переплетении.

Требуемые преобразования:

$$L_o = t_o\sqrt{l_{уф}{}^2 + h_o{}^2} + (R_y - t_o)d_{уф} = \sqrt{t_o{}^2 l_{уф}{}^2 + h_o{}^2 t_o{}^2} + (R_y + t_o)d_{уф},$$

$$L_{Ry} = t_o l_{уф} + (R_y - t_o)d_{уф}, \quad L_{Ry} = 100 \cdot R_y/P_y,$$

$$t_o l_{уф} = L_{Ry} - (R_y - t_o)d_{уф} = (100\,R_y/P_y) - (R_y - t_o)d_{уф}.$$

$$L_o = \sqrt{[(100 \cdot R_y/P_y) - (R_y - t_o)d_{оф}]^2 + t_o{}^2 h_o{}^2} + (R_y - t_o)d_{уф}.$$

Формула уработки нитей основы с учетом равенства $d_{уф} = d_y/K_{ну}$ принимает вид:

$$a_o = 100\{1 - \frac{100R_y}{P_y[\sqrt{(100 \cdot R_y/P_y) - (R_y - t_o)d_y/K_{ну})^2 + t_o{}^2 h_o{}^2} + (R_y - t_o)d_y/K_{ну}]}\}.$$

По данной методике можно определять уработку нитей без анализа микросрезов ткани.

4.2 Реализация на ЭВМ задач автоматизированного проектирования структуры ткани

Для реализации на ЭВМ задач автоматизированного проектирования структуры ткани разработаны программы **«Проект для студентов»,** составленные с применением алгоритмов выше указанных методик [5].

На рисунке 4.2 приведены копии окон программы **«Проект для студентов. Проектирование ткани по заданной толщине».**

В результате проектирования получают значения основных параметров строения ткани, которые используют для составления технического расчета ткани и дальнейшей ее выработки на ткацком станке.

Для выполнения расчета необходимо задать значения исходных данных (окно 1) и нажать клавишу «далее».

Витебский государственный технологический университет

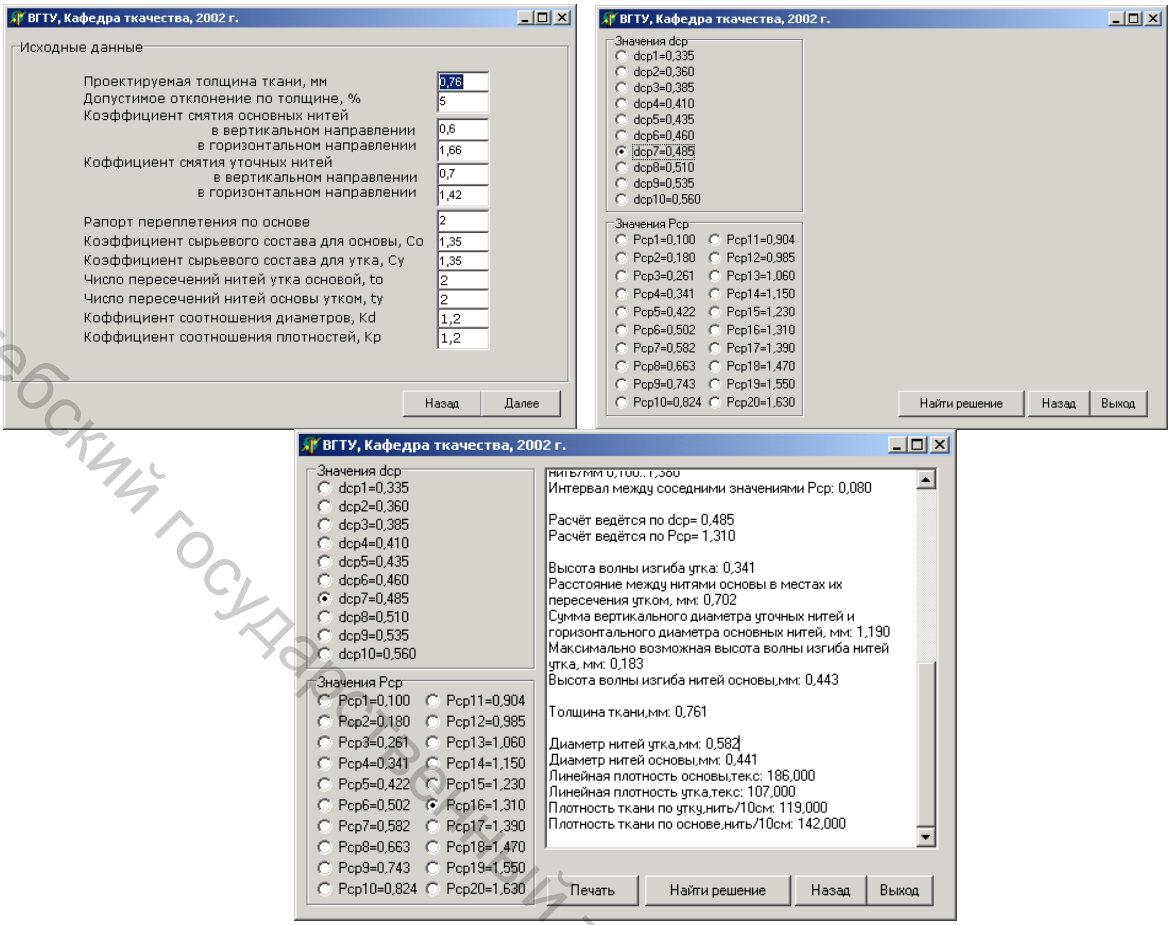


Рисунок 4.2

Программа предусматривает нахождение решения в автоматизированном режиме работы компьютера после нажатия клавиши «найти решение».

4.3 Кодирование картонов для выработки переплетений на разных типах кареток

Для выработки переплетения ткани на ткацком станке СТБ, оснащенных скоростными ремизоподъемными каретками, необходимо выполнить кодирование картонов в соответствии с рисунком переплетения ткани и выбранным типом каретки.

Кодирование картона с применением разработанной программы на ЭВМ позволит избежать возможных ошибок ручного построения.

Согласно программе «Кодирование картонов кареток СКР, СКН, КРУ» необходимо задать раппорты переплетения, число ремизок в заправке, вид проборки нитей в ремизки, вид переплетения и выбрать вид ремизоподъемной каретки. ЭВМ выполняет кодирование картона в соответствии с выбранным типом каретки. Рисунок картона отображается на экране ЭВМ, может быть распечатан для реализации.

Витебский государственный технологический университет

Ниже приведены примеры построения на ЭВМ перфокартонов для станков СТБ с зевообразовательными каретками СКР, СКН и КРУ.

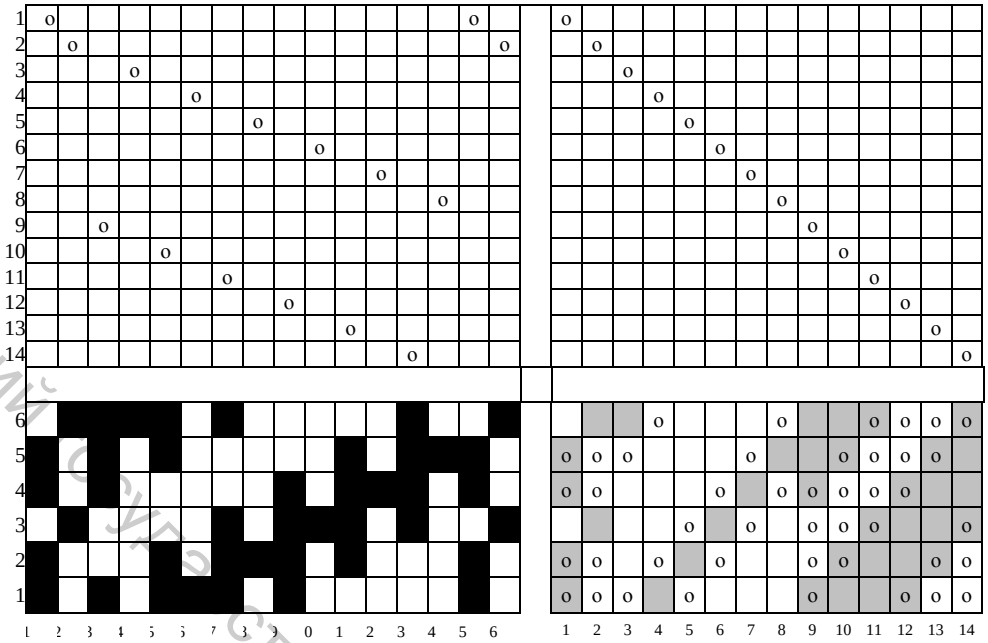


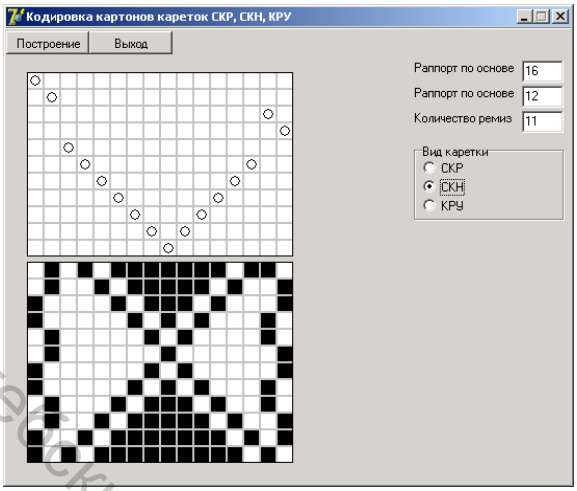
Схема картона для каретки СКР

6	к				о						о	о	о	о
	Р		о	о				о	о	о	о			
5	К	о	о	о			о			о	о	о	о	
	Р	о						о	о	о			о	о
4	к	о	о				о		о	о	о	о	о	
	р	о						о		о			о	о	о
3	к					о		о		о	о	о			о
	Р		о				о				о	о	о	о
2	к	о	о		о		о			о	о		о	о
	р	о				о					о	о	о	о	
1	к	о	о	о		о				о			о	о	о
	Р	о			о					о	о	о	о		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Номера ремизок

Копии окон с изображением переплетений для кареток СКН и КРУ

Витебский государственный технологический университет



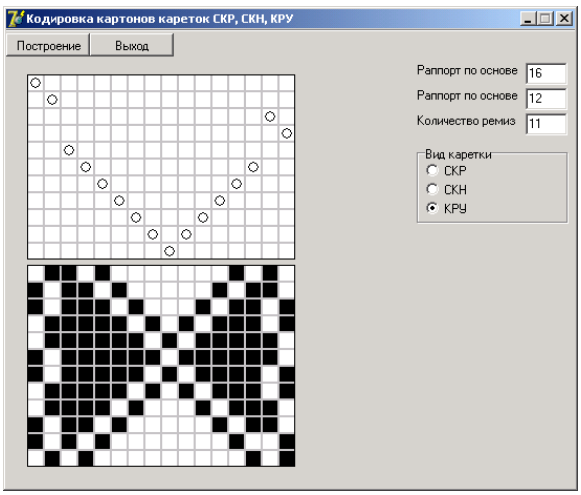


Схема картона для каретки КРУ

		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
1	р				о				о				о										
	к			о				о						о				о		о		о	
2	р		о						о		о				о								
	к	о						о				о				о		о		о		о	
3	р		о				о				о		о				о						
	к	о				о				о				о		о		о		о		о	
4	р				о		о				о		о		о				о				
	к			о		о						о				о		о		о		о	
5	р				о				о		о		о		о		о				о		
	к			о				о						о				о		о		о	
6	р		о						о				о		о		о		о				о
	к	о						о								о				о		о	
7	р		о				о				о		о		о		о		о		о		
	к	о				о												о				о	
8	р				о		о				о		о		о		о		о				о
	к			о		о														о			
9	р				о				о		о		о		о		о				о		
	к			о				о														о	
10	р		о						о		о		о		о				о				
	к	о						о												о			
11	р						о				о		о				о						
	к	о				о												о				о	
12	р				о		о				о				о								
	к			о		о										о				о			

Схема картона для каретки СКН

	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
1		о				о				о				о		о		о		о		о
2	о						о				о				о		о		о		о	
3				о				о						о				о		о		о
4			о		о										о				о		о	
5		о				о												о				о
6	о						о												о			
7				о				о														о
8			о		о														о			

Витебский государственный технологический университет

9		o				o												o				o
10	o						o								o				o		o	
11				o				o						o				o		o		o
12			o		o						o				o		o		o		o	

Витебский государственный технологический университет

5 СОВРЕМЕННЫЕ САПР ТКАНЕЙ

5.1 САПР тканей мелкоузорчатых переплетений

За рубежом, а в последние годы в России и Беларуси, разработаны различные САПР тканей, позволяющие дессинаторам заниматься исключительно творческим трудом, создавать принципиально новые разработки с высокими технологическими и потребительскими свойствами.

САПР мелкоузорчатых переплетений обеспечивает разработку и построение рисунков переплетений всех видов ремизных тканей, разработку рисунков в разнообразной цветовой гамме, их программирование и создание копий, построение картона с последующей его подготовкой для выработки ткани на современных высокоскоростных ремизоподъемных кареток. Любая САПР тканей обеспечивает возможность автоматического ввода, хранения, обработки информации о переплетениях и быстрого, безошибочного построения рисунков в разных масштабах.

Основной задачей САПР мелкоузорчатых тканей является создание переплетения и отработка фактуры проектируемой ткани.

Разработка САПР тканей может быть осуществлена в двух режимах: - «автодессинатора», конечный результат деятельности САПР – построение заправочных рисунков тканей; - в системном режиме, с включением электронного блока управления ремизоподъемной кареткой ткацкого станка или подключением через автономное управляющее устройство ткацкого станка для отработки образца ткани.

Системы обычно состоят из трех частей: системы дессинатора, системы управления технологическим процессом и ткацкого станка с электронным управлением ремизоподъемной каретки. Программируемое постоянное запоминающее устройство расположено на ткацком станке, а хранимая в нем информация используется микропроцессором как программа для управления станком. Микропроцессор станка подключается к центральному процессору системы управления технологическим процессом.

В зависимости от особенностей оформления и назначения ткани изменяются технические и программные средства САПР.

5.1.1 Практика автоматизированного проектирования тканей мелкоузорчатых переплетений за рубежом

Практика разработки и применения САПР мелкоузорчатых переплетений за рубежом имеет достаточно большой опыт [5].

САПР тканей фирмы «Steubli» (Швейцария) для ремизоподъемной каретки «Steubli» с элементами САПР включает видеотерминал программиста, графопостроитель на гибком магнитном диске и программируемое запоминающее устройство, контролирующее работу ремизоподъемной каретки и устройства перфорации карт. В блоке управления,

Витебский государственный технологический университет

на базе микро-ЭВМ, содержатся программы автоматической координации функций каретки и рабочих органов станка, автоматической подготовки процедуры поиска прокидки, выбора размеров зева, установки заданного скоростного режима станка и отвода наработанной ткани.

Многие САПР тканей обеспечивают возможность моделирования переплетений на экране дисплея, получение цветного изображения ткани с учетом ее структурных особенностей в зависимости от вида применяемого переплетения, структуры и колористики нитей основы и утка. Технически проблема изображения цветов заложена в память компьютера в виде числовых значений. Система воспроизводства графического изображения работает путем передачи информации на экран пользователя. Система может использоваться многими пользователями или на персональных компьютерах с графическими терминалами с присоединением алфавитно-цифровых терминалов, печатных устройств для получения нормативных документов.

Системы моделирования ткацких переплетений на основе ЭВМ позволяют создавать полный структурный объем образца ткани с достаточной цветовой точностью. Математическое обеспечение программ позволяет создавать любое переплетение основных и уточных нитей с учетом их колористического оформления, обеспечивает воспроизведение 16 млн цветовых оттенков и 1000 элементов переплетения в процессе создания цветного узора. Модульный блок для подбора цвета обеспечивает визуальную настройку цветного экрана с учетом заданного цвета или создание требуемых оттенков палитры цветов с последующей распечаткой карточек моделируемых структур для потребителей и согласования их производства, что экономит и материалы и трудовые ресурсы.

Современные САПР имеют выход непосредственно на ремизоподъемную каретку. Передача движения на ремизки осуществляется с помощью магнитных селекторов с иглами, управляемых с помощью интерфейса непосредственно мини-ЭВМ с оперативной памятью не менее 32 кбайт. Вывод информации осуществляется на печатающее устройство или 2 магнитных диска объемом более 512 кбайт. Интерфейс содержит 88 каналов, разрабатываемый рисунок – до 20000 точек связи переплетения, на диске размещается информация о 120000 прокидок утка.

САПР тканей, в которых автоматизированы функции управления процессом ткачества, осуществляют программное управление ремизоподъемными каретками ткацких станков с помощью микропроцессоров, установленный непосредственно на станке. Информация на микропроцессор поступает от центральной ЭВМ через программно-запоминающее устройство и обеспечивает накопление в системе статистических данных о числе прокидок утка в каждую смену, суммирование количества обрывов по основе и по утку, фиксацию времени простоя, скорости выпуска ткани, определение КПД станка, которые выводят на экран центрального терминала.

Витебский государственный технологический университет

Многие САПР тканей работают в режиме диалога человек-ЭВМ. Графическое представление результатов в форме общепринятой для ткацких переплетений, позволяет работать оператору, не имеющему специальной подготовки в области программирования и ЭВМ. Такая система позволяет решать задачи проектирования тканей, технической подготовки их производства, организовать информацию в виде банка данных. Так в базе данных системы Patter Master может храниться свыше миллиарда вариантов рисунков для всех видов переплетений для станков с 16 ремизками в заправке, обеспечивается графическое отображение любого рисунка для его построения, модификации и оценки и непосредственная связь с ткацким станком, оснащенным ремизоподъемными каретками Dobby фирмы «Eltex» с электронным управлением. Система подготовки переплетений представляет собой визуальный дисплей с клавиатурой ввода и привода дискет. Посредством портативной памяти накапливаемая информация считывается в компьютер каретки.

САПР, разработанные японскими учеными, распознают ткацкие переплетения и цвета нитей с помощью цифрового анализа изображений поступающих через видеокамеру в микро-ЭВМ, анализирующую точки пересечения нитей основы и утка, линейную плотность пряжи и изменение положения нитей в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Программа Pixel Weaver позволяет моделировать процесс ткачества на мониторе или бумаге, использует диск с инструкцией для жаккардовой машины, осуществляющей отбор нитей основы в соответствии с индивидуальной базой данных, и введение параметров работы ткацкого станка, что позволяет превратить ЭВМ в виртуальный ткацкий станок. Программа обеспечивает возможность оценки ткани и ее визуальных и цветовых характеристик без действительной выработки ткани и с небольшими затратами получить ряд образцов ткани.

5.1.2 Программа Weave для построения ткацких переплетений

Программа WEAVE предназначена для автоматизированного построения четырехэлементных заправочных рисунков однослойных ремизных тканей для ручного ткацкого станка [16].

Программа строит схему переплетения по введенным схеме проборки, вариантам и последовательности зевообразований. Максимально возможное число ремизок и вариантов зевообразований – 16.

Для запуска программы необходимо открыть каталог WEAVE, выбрать в нем и запустить файл weave. exe. Откроется окно программы.

Окно и основное меню программы

Окно WEAVE представляет собой экран черного цвета, разделенный на четыре неравные части (рисунок 5.1). Основную часть экрана занимает поле схемы переплетения, над ним – поле проборки, справа – поле последовательности зевообразований. В правом верхнем углу экрана расположено поле вариантов зевообразований. Размеры полей могут из-

Витебский государственный технологический университет

меняться в зависимости от установленного количества ремизок и проступных рычагов.

Нажимая клавишу E в основном окне программы, можно увеличить поле рисунка переплетения в два раза для просмотра рисунков с большим раппортом. Повторное нажатие клавиши **E** вернет поле рисунка в первоначальный вид.

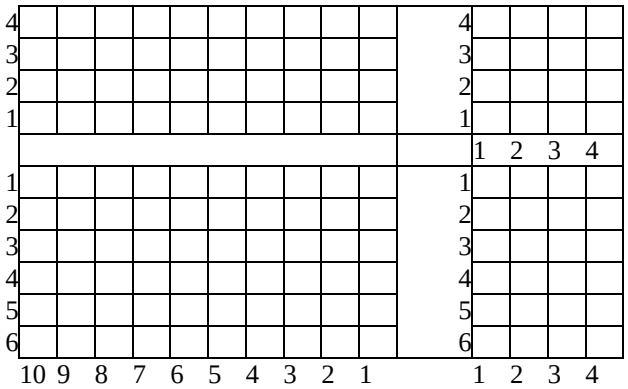


Рисунок 5.1 – Пример задания

В нижней части экрана под схемой рисунка расположено основное меню программы. Основное меню программы состоит из 6-ти пунктов:

Quit - выход из программы (клавишу *Q*).

Keypad Map - карта функциональных клавиш.

Hardware - установка количества ремизок и педалей.

Graphics – полноэкранный просмотр рисунков в масштабе.

Files – работа с файлами рисунков.

Colors – работа с цветом основных и уточных нитей.

В основном меню первая буква каждой команды выделена и для выполнения этой команды достаточно на клавиатуре нажать клавишу с соответствующей буквой.

Нажав на клавиатуре клавишу *Q*, можно выйти из программы, для чего необходимо подтвердить выход, набрав *Y (Yes)*, или отказаться от него, набрав *N (No)*. Клавиша *K* открывает список функциональных клавиш программы, расположенных в двух окнах, перемещение между окнами и выход из списка осуществляется нажатием клавиши *Пробел*.

В правой части строки основного меню программы показаны координата курсора/раппорт переплетения по утку и координата курсора/раппорт переплетения по основе. Например: *R: 1/4 C: 6/6*. Это значит, что текущее положение курсора по утку (в поле последовательности зевообразований) – первая уточная нить, раппорт по утку построенного переплетения – 4; текущее положение курсора по основе (в поле проборки) – шестая нить основы, раппорт переплетения по основе – 6.

Ввод проборки, вариантов и последовательности зевообразований. Вызвать пункт основного меню Hardware - установки. Появляется вложенное меню, в котором также имеется несколько команд:

Quit - выход в основное меню.

Treadle - установка количества педалей от 2 до 16.

Витебский государственный технологический университет

Shaft - установка количества ремизок от 2 до 16.

X/O - переключатель обозначений вариантов зевообразований.

Клавиша *X* позволяет поменять обозначение крестика, то есть подъема ремизок в вариантах зевообразований, на обозначение 0 – опускание ремизок. Повторное нажатие клавиши *X* отменяет это изменение.

Следует установить необходимое количество ремизок и педалей, которое по умолчанию равно 3, и дать имя рисунку. После изменения установок изменится размер полей окна (при увеличении количества ремизок и педалей увеличиваются соответствующие поля, а поле схемы переплетения уменьшается). В левой части, на границе полей рисунка и проборки, выводится имя файла рисунка нажатием клавиши *T*, находясь в основном окне программы.

Управление перемещением курсора осуществляется тремя клавишами, расположение которых на клавиатуре соответствует расположению полей ввода на экране (рисунок 5.2). Клавиша *Home* перемещает курсор в поле проборки, *Page Up* – в поле вариантов зевообразований, *Page Down* – в поле последовательности зевообразований.

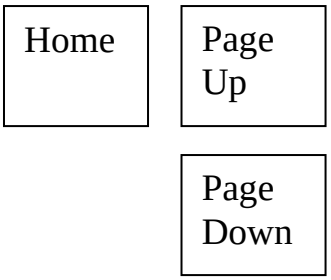


Рисунок 5.2

Ниже показаны результаты ввода исходных данных с заполнения поля проборки. Проборку нитей в соответствующие ремизки можно вводить двумя способами:

Поместить курсор в правый нижний угол поля проборки и нажать клавишу с номером ремизки, в которую пробрана очередная нить основы.

Для ввода номера ремизок и педалей от 1 до 10 используем клавиши с цифрами от 1 до 0, для ввода номера от 11 до 16 ремизок и педалей – клавиши *Alt*+1 – *Alt*+6. Цифры вводятся только с верхней цифровой клавиатуры.

2.Установить курсор в место пересечения нити с соответствующей ремизкой и нажать клавишу [+]. Удаление ошибочно введенной информации – поместить курсор на нужную нить основы и нажать клавишу с номером той ремизки, в которую нить должна быть пробрана, ошибка исправится автоматически.

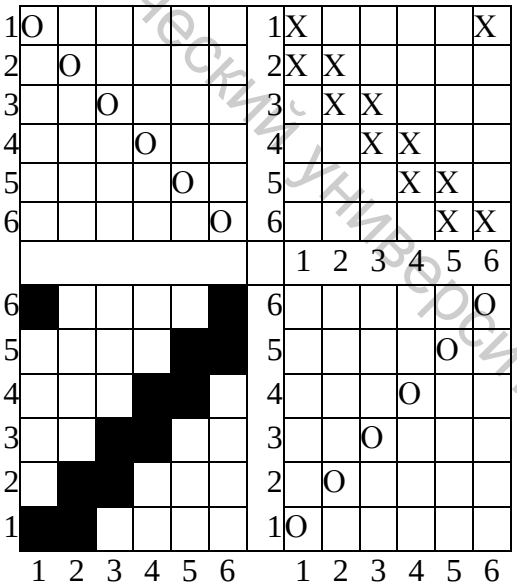


Рисунок 5.3 – *Пример задания*

Витебский государственный технологический университет

В программе WEAVE первой нитью основы считается крайняя правая нить, первой нитью утка – верхняя уточная нить. Распространить раппорт проборки на всю область – переместить курсор в последнюю позицию раппорта проборки и нажать клавишу *R* (repeat).

Ввод вариантов зевообразований – клавишей *Page Up* перемещают курсор в соответствующее поле. Подъем ремизки обозначается (×).

Вводить подъемы ремизок в определенных зевообразованиях можно двумя способами.

Установить курсор в нужную позицию и нажать клавишу [+] для обозначения подъема или [-] для удаления ошибочно введенного крестика.

Установить курсор в любой позиции первого зева и нажать клавиши с цифрами номеров ремизок, поднятых в этом зеве.

После ввода подъемов всех ремизок переместить курсор на следующее зевообразование и продолжить обозначение подъемов.

Переход в поле последовательности зевообразований – клавиша *Page Down*. Ввод последовательности зевообразований аналогичен вводу проборки. Здесь так, как и в поле проборки, использование соответствующего варианта зевообразований при очередной уточной прокидке обозначается цифрой, соответствующей номеру цвета уточной нити.

После ввода исходных данных в поле рисунка автоматически строится схема переплетения. Полученный рисунок можно просмотреть в различном масштабе. Для просмотра нужно войти в пункт меню *Graphics*, появляется маленькое окно, в котором расположены команды: *Q* – выход в основное меню, *P* – печать рисунка, *F1 - F4* – различные масштабы просмотра рисунка от самого мелкого *F1* до крупного *F4*.

Просмотр рисунка осуществляется прямо в основном окне программы, перемещаясь по области при помощи клавиши *Alt* + стрелки (в начало) и клавиши *Ctrl* + стрелки (перемещение в направлении стрелки на один полный экран). Программа позволяет редактировать рисунок.

Редактирование схемы переплетения путем добавления и удаления нитей основы и утка с помощью клавишей *Ins* и *Del*. Программа WEAVE предусматривает редактирование целых блоков нитей, переместив курсор в требуемое поле и нажав комбинацию клавиш *Alt + C*.

Выделение блоков нитей основы и утка – если речь идет об основных нитях, курсор помещаем в поле проборки, если же об уточных нитях, то курсор перемещаем в поле последовательности зевообразований.

Выделить блок нитей можно двумя способами:

Установить курсор на первую нить блока, нажать клавишу *Пробел*, затем клавишами со стрелками перемещать выделение к последней нити блока. Окончание выделения и отмена – нажатие клавиши *Пробел*.

Выделить блок – правой клавишей мыши щелкнуть в начале и в конце блока.

Витебский государственный технологический университет

Операции с выделенными блоками. Если нажать клавишу *V*, то выделенный блок отобразиться негативно; клавишу *B* – повторение требуемое число раз с учетом цвета, или *Alt + B* – повторение без учета цвета; изменение цвета нитей в выделенном блоке.

Работа с цветом нитей основы и утка

По умолчанию нитям основы присваивается синий цвет (цвет 2), а нитям утка – черный (цвет 1). Для изменения цвета нитей используется пункт основного меню Colors, нажатие на клавишу C:

Quit – выход в основное меню. *Substitute* – замена. *Xchange* – обмен. *Block* – блок. *Region* – область. *Map* – карта цветов.

Клавиша *M* откроет карту цветов. Для обозначения цвета от 1 до 10 используют клавиши *F1 – F10*, от 11 до 16 – *клавиши Shift + F1 – Shift + F6*. Нажав *Q*, возвратимся в предыдущее меню. Существует 4 возможности изменения цвета нитей основы, если курсор в поле проборки, или утка, если курсор в поле последовательности зевообразований:

- изменение цвета 1 нити – нажать клавишу с номером нужного цвета;

- изменение цвета всех нитей области – команды *C – R* – клавиша, соответствующая цвету, который надо присвоить нитям области. Программа выводит подсказку в строке меню: *Press Color Key for Region – Нажмите клавишу цвета для региона* – изменяется цвет всех нитей; изменение цвета блока нитей – выделить блок и изменить цвет нитей с помощью команд *C – B* – клавиша цвета. *C* – вход в меню цвета, *B* – изменение цвета нитей выделенного блока.

Для многоцветных рисунков замена одного какого-либо цвета на любой другой цвет – команда *Xchange* – два выбранных цвета в рисунке, меняются местами. Нажатие клавиши *M* – переход в режим монохромного изображения. Повторное нажатие клавиши вернет в режим цвета.

Печать рисунков непосредственно из программы WEAVE возможна только если на компьютере установлен широкий матричный принтер (пункт меню *Graphics*, масштаб просмотра – клавиши *F1 – F4* и клавиша *P*). На других типах принтера – только при помощи клавиши *Print Screen*. Эту возможность для программы WEAVE поддерживают все версии Windows кроме Windows XP. *Print Screen* позволяет изображение, помещенное в буфер обмена, вставить в графический редактор Paint или в документ Word.

Операции с файлами рисунков. Рисунки, созданные в программе WEAVE, хранятся в виде файлов в каталоге WEAVE. Их можно сохранять, загружать, удалять, используя пункт основного меню *Files* и следующие команды: *Quit* – выход в основное меню, каталоги *Pattern (PTN)* – для хранения рисунков, *Warp (WRP)* – для проборок, *Treadle (.TRD)* – вариантов зевообразований, *Tie Up (TIU)* – для последовательности зевообразований, *Color Map (CLR)* – для хранения цветовых рисунков.

Витебский государственный технологический университет

Нажав клавишу *P* войти в меню, которое содержит следующие команды: *Quit* – выход в предыдущее меню, *Load File* – загрузить файл, *Save File* – сохранить файл, *Delete File* – удалить файл. Загрузить файл – нажать клавишу *L*, сохранить – клавишу *S*, удалить – клавишу *D*.

Пример выполнения задания

Последовательность выполнения задания: построить переплетение саржа 2/4. Раппорт равен 6 – установить 6 ремизки и 6 проступных рычагов (варианта зевообразования). Нажать клавишу *H* основного меню, клавишу *T* вложенного меню и ввести в появившемся окошке цифру 6, нажать *Enter*. Далее нажать клавишу *S*, ввести 4, *Enter*, вернуться в основное меню. Клавишей *Home* установить курсор в поле проборки на первую (крайнюю правую) основную нить и нажать поочередно клавиши с цифрами 1, 2, 3, 4, 5, 6. Нажатием клавиши *R* проборка повторяется на всю область построения. Перевести курсор в поле вариантов зевообразований на первый вариант зева и нажать клавишу *Page Up*, нажать на клавиши 1, 2 (при прокладывании первой уточины должны быть подняты первая и вторая ремизки). Перемещением курсора указываем второй и все остальные варианты зевообразования. После ввода исходных данных поле рисунка переплетения автоматически заполнится, рисунок можно просмотреть и сохранить.

5.1.3 Использование электронных таблиц Excel для построения переплетений

В электронных таблицах Excel строится трехэлементный заправочный рисунок ремизной ткани. Этот вид заправочного рисунка аналогичен трехэлементному заправочному рисунку, строящемуся в программе PROZARY. Четвертый элемент – связь – устанавливает соответствие между расположением ремизок в проборке и картоне. Связь представляет собой постоянный элемент, который выглядит для всех заправочных рисунков одинаково, изменяется только размер этого элемента в зависимости от количества ремизок в заправке [16]. Связь строится вручную, каждый из остальных элементов строится автоматически по двум другим. Картон повернут на 90 градусов по часовой стрелке. Пример заправочного рисунка ткани в ЭТ Excel, представлен на рисунке 5.4.

При построении четырехэлементного заправочного рисунка ремизной ткани возникают задачи трех типов:

- построение картона по рисунку переплетения и проборке;
- построение рисунка переплетения по картону и проборке;
- построение проборки по картону и рисунку переплетения.

Построение картона по рисунку переплетения и проборке

Сначала необходимо уменьшить ячейки электронных таблиц – выделить весь массив ячеек рабочего листа, щелкнув по прямоугольнику, расположенному в левом верхнем углу массива, между заголовками столбцов и номерами строк. Затем выбрать в основном меню команды

Витебский государственный технологический университет

Формат – Столбец – Ширина и введем ширину столбца 1,5 мм, приблизительно равную высоте строки, соответствующей размеру шрифта 10.

Пример задания:

1	O										1	X				X	X
2		O								O	2	X	X				X
3			O						O		3	X	X	X			
4				O				O			4		X	X	X		
5					O		O				5			X	X	X	
6						O					6				X	X	X
												1	2	3	4	5	6
6	■	■				■				■	6						O
5	■				■	■	■				5					O	
4			■	■	■	■	■	■			4				O		
3			■	■	■		■	■	■		3			O			
2		■	■	■			■	■	■	■	2		O				
1	■	■	■					■	■	■	1	O					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6

Рисунок 5.4

Рассмотрим решение задачи первого типа. Для этого представим исходные элементы заправочного рисунка в виде матриц, в закрашенные клетки которых вводится значение 1, в не закрашенные – 0 (рис. 5.4*а*).

Процесс заполнения матриц можно облегчить. Прежде всего ограничим пространство, необходимое для построения матрицы, при помощи кнопки *Все границы* панели инструментов *Форматирование*. Для элементов заправочного рисунка, имеющих преимущественно незакрашенные клетки, заполним матрицу нулями, для имеющих преимущественно закрашенные клетки – единицами.

Быстрое заполнение, например, нулями делается так: в любую угловую ячейку матрицы вносится 0. Затем курсор мыши подводится к черному квадрату, расположенному в правом нижнем углу ячейки. Курсор мыши принимает форму черного крестика с тонкими перекладинами. Нажав левую клавишу мыши и не отпуская ее, растянем эту ячейку на весь столбец матрицы. После отпускания клавиши мыши столбец заполнится нулями. Выделив заполненный столбец, растянем его аналогичным образом на остальные столбцы матрицы. Теперь вся матрица заполнена нулями. Заменив нули в закрашенных ячейках на единицы – матрица исходного элемента заправочного рисунка построена.

Так строят матрицы рисунка переплетения и проборки. Для получения матрицы картона нужно матрицу рисунка переплетения умножить на транспонированную матрицу проборки. Транспонируем матрицу проборки: выделяем матрицу проборки и нажав кнопку *Копировать* па-

Витебский государственный технологический университет

нели инструментов *Стандартная*, затем – произвольную ячейку, которая будет верхней левой ячейкой транспонированной матрицы.

Осуществим последовательность команд: *Правка – Специальная вставка – Транспонировать*. Матрица транспонирована.

Рассмотрим операцию умножения матриц. Для этого, прежде всего, необходимо выделить пространство рабочего листа под матрицу картона. Матрицу картона следует расположить на продолжении строк матрицы рисунка переплетения и столбцов связи (рисунок 5.4 *а*). В выделенный массив введем формулу массива = МУМНОЖ (матрица рисунка переплетения; транспонированная матрица проборки). Реализация формулы массива происходит при одновременном нажатии трех клавиш: *Ctrl + Shift + Enter*. Матрица картона может содержать значения, равные 0 и больше 0. 0 соответствует опусканию ремизки в данном зеве, значение больше 0 – подъему. Число, обозначающее подъем ремизки – 1, 2, 3 и т. д., соответствует числу нитей основы, пробранных в ремизку в пределах раппорта проборки.

Построение рисунка переплетения по картону и проборке. При решении задачи второго типа по картону и проборке строится рисунок переплетения. Картон и проборка представляются в виде матриц. Для получения матрицы переплетения выделяется массив ячеек, соответствующий размеру раппорта переплетения. В выделенный массив вводится формула массива:= МУМНОЖ (матрица картона; матрица проборки). Не следует забывать, что реализация формулы массива происходит при одновременном нажатии трех клавиш: *Ctrl + Shift + Enter*.

Форматирование заправочного рисунка ткани

Для получения заправочного рисунка ткани в виде, более привычном для технолога, когда подъемы и опускания обозначены не соответствующими цифрами, а закрашенными и незакрашенными клетками, следует произвести условное форматирование элементов заправочного рисунка. Зададим условия форматирования: *Формат – Условное форматирование*. Введем *Условие 1*, выбрав значение полей условия следующим образом: *Значение – Равно – 0*. Затем нажав клавишу *Формат*, выберем белый цвет поля ячейки и шрифта.

Щелкнув мышью по клавише *А также>>*, можно задать *Условие 2*: *Значение – Больше – 0*, выбрав в меню *Формат* черный цвет поля ячеек. Шрифт можно не форматировать, так как он и так черный. После нажатия клавиши *ОК* заправочный рисунок примет привычный вид (рисунок 5.4). Форматировать рекомендуется готовый заправочный рисунок, а не его отдельные элементы, чтобы избежать возможных ошибок при умножении матриц.

Построение узоров тканей сочетанием цвета пряжи и рисунка переплетения. Условное форматирование дает возможность также решать задачи на построение узоров тканей сочетанием цвета пряжи и рисунка переплетения. Ограничением является лишь то, что можно ис-

Витебский государственный технологический университет

пользовать не более трех цветов пряжи основы и утка, так как в условное форматирование можно ввести только три условия.

Для построения узора ткани сочетанием переплетения и цвета пряжи необходимо в первую очередь построить или скопировать рисунок переплетения ткани в виде матрицы. Если рисунок переплетения копируется с уже построенного при решении задачи первого типа, то проблем при копировании не будет. Если же рисунок переплетения копируется с рисунка, полученного при решении задачи второго типа, то матрица рисунка содержит не значения, а формулы умножения матриц. При копировании, если эти формулы не содержат абсолютных ссылок, могут возникнуть проблемы, в результате чего рисунок может исказиться. В этом случае нужно копировать только значения, содержащиеся в ячейках, или при внесении формулы массива сделать абсолютными адреса исходных матриц, при копировании относительные адреса изменяются.

Рассмотрим процедуру копирования значений, содержащихся в ячейках таблицы. Выделим блок ячеек, подлежащих копированию. Щелкнем мышью по кнопке *Копировать* панели инструментов *Стандартная*. Затем выделим произвольную ячейку, которая будет левой верхней ячейкой того блока, в который произойдет копирование значений. Далее осуществим последовательность команд: *Правка – Специальная вставка – Значения – ОК*. Значения, содержащиеся в матрице рисунка переплетения, будут скопированы в указанный нами блок.

Чтобы сделать адреса исходных матриц абсолютными при их умножении, в формуле массива после внесения адреса очередной матрицы нажать один раз клавишу *F4*. Рядом с именем столбца и номером строки появятся значки $, свидетельствующие об абсолютности данных адресов по столбцу и строке, и неизменяемости при копировании.

Итак, имеем рисунок переплетения ткани в виде матрицы, лучше не отформатированной. Назначим каждому цвету пряжи основы и утка номер 1, 2, 3. Укажем номер цвета каждой нити основы в строке под матрицей рисунка переплетения, а номер цвета каждой нити утка в столбце слева от матрицы. Далее выделим блок ячеек, равный по размерам матрице рисунка. В любую угловую ячейку этого блока внесем условную функцию = ЕСЛИ (условие; условие выполнено; условие не выполнено). Эта функция выводит номер цвета нити утка, если в матрице рисунка в соответствующей клетке содержится 0.

Функция ЕСЛИ имеет три аргумента. Для ввода первого из них – условия – щелкнем мышью в соответствующей угловой клетке матрицы рисунка, затем введем: = 0. Следующий аргумент – то, что должно быть выведено, если условие выполняется. Щелкнем по номеру цвета соответствующей уточной нити и сделаем адрес этой ячейки абсолютным по столбцу. Для этого нажмем трижды клавишу *F4* после ввода адреса ячейки. Последний аргумент – то, что должно быть выведено в ячейке, если условие не выполняется. Щелкнем мышью на ячейке, содержащей

Витебский государственный технологический университет

номер цвета соответствующей основной нити. Этот адрес должен быть абсолютным по строке, для чего после его ввода дважды нажмем клавишу *F4*. Теперь эту формулу можно скопировать на остальные ячейки блока. Блок будет содержать в каждой ячейке номер цвета той нити, которая в соответствии с переплетением расположена сверху.

Остается применить к данному блоку условное форматирование, при котором каждому из значений номера цвета присваивается цвет.

Очень часто один раппорт рисунка не дает наглядного представления об узоре ткани. Следует скопировать значения, содержащиеся в ячейках отформатированного блока, вправо и вниз от него, так, чтобы рядом располагались хотя бы 4 раппорта узора. Чтобы не проводить еще раз процедуру условного форматирования, можно воспользоваться кнопкой *Формат по образцу* панели инструментов *Форматирование*. Для этого выделим любую отформатированную ячейку, затем дважды нажмем кнопку *Формат по образцу* и выделим поочередно добавленные блоки.

5.1.4 САПР мелкоузорчатых переплетений, разработанные отечественными авторами

САПР проектирования технологического процесса

Многие разработанные методы проектирования строения тканей не учитывают технологические особенности ткачества, и ткань не удается выработать на станке.

На кафедре ткачества Московского государственного текстильного университета им. Косыгина разработана программа проектирования технологического процесса выработки ткани заданных свойств [17].

Программа содержит шесть блоков.

Первый блок включает проектирование ткани по одному из известных методов проектирования. Это методы проектирования тканей по заданным свойствам или по заданным параметрам, которые изложены в разделах 3, 4. В результате проведения расчетов находят все параметры строения ткани и ее заправочные параметры.

Второй блок учитывает знание свойств используемых нитей. В предлагаемом методе проектирования необходимо знание следующих свойств:

- вязкоупругие параметры нитей, как при растяжении, так и при сжатии; в качестве вязкоупругой модели использована модель линейной теории наследственной вязкоупругости Больцмана-Вольтера; для описания напряженно-деформационного состояния нитей основы и утка – слабосингулярное ядро Ржаницына и резольвента Колтунова;

- параметры долговечности нити, определяемые степенной зависимостью между временем нагружения и возникающим при этом напряжением по критерию длительной прочности Москвитина;

- стойкость нитей на истирание и их выносливость на многократное растяжение.

Витебский государственный технологический университет

Данные параметры могут быть определены экспериментально или быть приняты на основе имеющихся статистических данных по НИР.

Третий блок позволяет по известным параметрам заправки ткани и параметрам ее строения с учетом типа ткацкого станка, на котором будет изготовляться ткань, рассчитать технологические параметры – натяжение основы и утка при прибое. Расчет осуществляется по дифференциальным уравнениям изгиба осевых линий нитей основы и утка. Расчеты, проведенные в этом блоке, позволяют графически получить геометрические модели строения тканей с реальными размерами и формами сечений нитей.

Четвертый блок позволяет выполнить расчет заправочных натяжений нитей основы и утка, необходимых для получения ткани заданного строения, учитывая тип ткацкого станка, его скоростной режим, зная закономерности изменения натяжения за цикл формирования ткани. Полученные результаты позволяют оценить возможность получения ткани заданного строения и, в случае необходимости, внести коррективы – выбрать другой тип станка, изменить скоростной режим и т. п.

Пятый блок обеспечивает проведение расчета повреждаемости основных нитей на ткацком станке с учетом неравномерности свойств текстильных материалов. Приняты значения повреждаемости нитей: 0 – до начала нагружения, 1 – в процессе разгружения образца. Чем меньше значение повреждаемости, тем легче условия выработки ткани на ткацком станке.

Шестой блок позволяет рассчитать обрывность нитей основы и утка с учетом подчинения обрывности нормальному закону распределения вероятностей. Расчет обрывности основы проводится по стойкости нитей к истиранию и выносливости к многократному растяжению. Расчет обрывности проводится по разрывной нагрузке и разрывному удлинению нитей при большой скорости деформирования на разрывной машине, соизмеримой со скоростью прокладывания утка.

В предлагаемом методе проектирования критерием является ткань заданного строения, свойства и качество которой, заданы потребителем.

Предлагаемый метод является активным, способным решать задачу выработки практически любого ассортимента тканей.

Авторы рекомендуют разработанную САПР для внедрения в производство с целью уменьшения времени на освоение нового ассортимента тканей.

САПР тканей DESPAR

Система автоматизированного проектирования тканей DESPAR, разработанная проф. Милашюсом В. М. (г. Каунас), обеспечивает определение основных параметров строения тканей мелкоузорчатых переплетений, сочетание которых, при минимальном расходе сырья, обеспечивает наилучшие потребительские свойства согласно назначению.

Витебский государственный технологический университет

Для построения рисунков переплетений, заправочных рисунков тканей на ЭВМ использована система кодовых описаний DESINT [5,6].

САПР тканей DESINR обеспечивает выполнение проектирования новых видов тканей человеко-машинными процедурами, при выполнении которых на ЭВМ возлагаются все трудоемкие построения и расчеты вариантов проектирования, а их оценка и принятие проектных решений на пути поиска наилучшего решения остается за разработчиком.

В основе методики определения параметров строения использованы функциональные зависимости эксплуатационных свойств от параметров строения ткани вида:

$$y = F_{св.}\left(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 ...\right),$$

где y – значение эксплуатационного или другого требуемого свойства ткани; $x_1, x_2 ...$ – параметры строения ткани.

Основными параметрами строения приняты переплетение, плотность по основе, плотность по утку.

Функциональные зависимости представляют собой регрессионные уравнения, полученные в результате проведения целенаправленных экспериментов по изучению зависимостей отдельных технологических и эксплуатационных свойств от параметров строения ткани.

В соответствии с назначением ткани и учетом ее внешнего вида, дессинатор определяет вид сырья и линейную плотность нитей, информация о которых имеется в информационном банке данных системы.

Структурно-функциональная схема САПР тканей DESPAR представлена на рисунке 5.5. Представленную систему САПР составляют подсистемы переплетения, информационная и расчетная, которые ориентированы на диалоговый режим проектирования.

Ядро САПР составляет персональный компьютер с общесистемным обеспечением, графический пакет программ и специализированный пакет прикладных программ, цветной монитор с высокой разрешающей способностью, устройство ввода и корректировки графической информации в виде планшета.

Ядро САПР составляет персональный компьютер с общесистемным обеспечением, графический пакет программ и специализированный пакет прикладных программ, цветной монитор с высокой разрешающей способностью, устройство ввода и корректировки графической информации в виде планшета.

В соответствии с назначением проектируемой ткани дессинатор определяет и задает показатели эксплуатационных и технологических свойств исходя из их значимости для разрабатываемой ткани. При этом для каждого выбранного свойства с учетом вида сырья в информационном банке должны существовать данные о виде и коэффициентах функциональных зависимостей свойств от параметров строения.

Витебский государственный технологический университет

Рисунок 5.5.

Выбор переплетения определяет технологичность проектируемой ткани, ее эксплуатационные свойства и внешний вид. Переплетение нитей в ткани разрабатывается по кодовым описаниям с использованием системы DESINT. Для характеристики переплетения выполняется построение матриц раппортов, рассчитываются его цифровые характеристики, и составляется заправочная документация. В функциональных зависимостях переплетение ткани представляется коэффициентом напряженности.

Информационная подсистема САПР объединяет: средства поддержки информационного банка, то есть средства определения коэффициентов функциональных зависимостей, получаемых в результате обработки данных экспериментальных исследований; средства загрузки банка данными (формирование базы данных); средства управления доступом к данным в режиме проектирования и корректировки.

Расчетная подсистема позволяет определить допустимые области проектирования в заданных дессинатором координатах по параметрам строения ткани. Область проектирования строится по совокупности свойств, указанных в задании на проектирование. Во всех точках допустимой области должны удовлетворяться нормативные требования по требуемым свойствам.

Дессинатору предстоит выбрать определенную точку внутри допустимой области, которая, по его мнению, дает оптимальные результаты. Кроме того, расчетная подсистема позволяет выполнить расчет за-

Витебский государственный технологический университет

правки ткани, расчет значений всех свойств, для которых в базе данных имеются функциональные зависимости, расчет параметров сечения ткани, составить и распечатать нормативные документы на проектирование. Проектирование ткани может быть осуществлено в результате одного или ряда этапов, что зависит от полученных промежуточных результатов и принимаемых дессинатором решений.

В соответствии с назначением и эксплуатационными свойствами ткани, дессинатор выбирает вид сырья и линейные плотности основных и уточных нитей, а затем приступает к проектированию переплетения с помощью кодовых описаний подсистемы DESINT и рассчитывает его числовые характеристики. С получением переплетения, которое его удовлетворяет, дессинатор переходит в расчетную подсистему, выполняющую построение допустимой области проектирования в координатах плотность по утку – плотность по основе.

Допустимая область строится путем расчета значений каждого свойства в дискретных точках плоскости с последующей проверкой по их нормативным значениям. Нормативные значения свойств устанавливает дессинатор перед расчетом допустимой области.

В допустимой области рекомендуется выбирать такую точку, которая обеспечит минимальный расход сырья и наибольшую производительность ткацкого станка. В выбранной точке проектирования дессинатору выдаются расчетные значения всех свойств проектируемой ткани.

Если допустимая область не существует, то рекомендуется ее получить сначала путем изменения переплетения и подбором вида сырья с другой линейной плотностью нитей основы или утка, и только после предпринятых попыток корректирующими действиями в результате снижения требований к свойствам с учетом ранга их влияния.

При помощи сервисных программ заправочный рисунок ткани и расчетные данные выдаются в виде проектной документации на печать.

В Республиканском отраслевом вычислительном центре (РОВЦ) разработана САПР ткань «Caipo», предназначенная для проектирования однослойных мелкоузорчатых кареточных тканей с использованием до 24 ремизок в системе MS-DOS версия 3.30.

В комплекс технических средств входит персональная ЭВМ, совместимая с IBM PC/AT в комплекте: процессор 80286, цветной монитор 14”, карта EGA, винчестер 20 МБ с контролером, флоппи диск 360 КВ (5,25’’) с контролером, клавиатура с кириллицей, принтер (297x420).

Система позволяет автоматизировать все этапы проектирования:

Выбор или создание новых переплетений и проборки.

Визуализацию проектируемого образца ткани.

Оперативное изменение любых элементов образца (переплетения, проборки, манера цвета по основе и т. д.).

Проведение необходимых технических расчетов и печать комплекта технической документации на созданный образец.

Витебский государственный технологический университет

Подбор вариантов колористического оформления ткани.

Подсистема «Управление переплетением» обеспечивает введение до 36 библиотек по 256 переплетений в каждой, а также:

- ввод в базу данных как типовых, так и оригинальных переплетений, используя привычный для дессинатора принцип бумаги на экране цветного монитора;
- просмотр базы данных переплетений;
- ручная корректировка (модификация) стандартных и оригинальных переплетений;
- контроль корректности переплетения (максимальная длина перекрытия, максимальное количество ремиз, согласованность переплетения на стыке раппортов и др.);
- автоматические преобразования фрагментов (зеркальное отображение по основе и утку, усиление по основе и утку, негативное изображение, копирование, удаление и вставка основных и уточных нитей и др.);
- сервисные функции по обслуживанию каталога базы данных переплетений (создание \ удаление библиотек переплетений, справка, запись и удаление переплетения, смена библиотеки).

Подсистема «Управление проборкой» обеспечивает:

- ввод/корректировка произвольной проборки в текстовом и графическом режимах;
- формирование оптимальной проборки для заданного переплетения;
- выполнение автоматических функций графического построения проборки (копирование, зеркальное отображение и пр.);
- обслуживание каталога базы данных проборок (для каждого переплетения обеспечивается подготовка и ведение до 9 проборок);
- печать графического изображения проборки;
- автоматическое построение и печать заправочного рисунка.

Подсистема «Технический расчет» обеспечивает:

- расчет параметров суровой и готовой ткани с учетом ее назначения (в т. ч. процентного содержания компонентов сырья готовой ткани);
- расчет ремиза по зонам для станков СТБ2-180 (220, 250);
- формирование и печать схемы картона для любого вида ремизоподъемных кареток (СКН, СКР, КРУ);
- печать документов «Техническое описание», «Технический расчет», «Проборка», «Снование», «Полный заправочный рисунок» и др.;
- ввод библиотек технических расчетов (до 999), пряж и смесок.

Подсистема «Управление дизайном» обеспечивает:

- ввод и корректировку манеров по основе и утку;
- выбор, назначение, корректировку цветов пряжи (из 64-х, поддерживаемых адаптером EGA);

Витебский государственный технологический университет

- построение и просмотр (корректировка) цветового оформления ткани с заданным переплетением, манером по основе и утку;

- введение библиотеки колористического оформления ткани в различных вариантах.

Автоматизированное проектирование проводится в диалоговом режиме, при этом используются привычные для пользователя форма и структура данных, при необходимости система выдает необходимые подсказки и пояснения, сообщает о допущенных ошибках.

Автоматизированное проектирование переплетений по заданным параметрам получает самые неожиданные модификации известных переплетений, которые могут храниться в памяти машины, и для построения которых вручную требуется значительно времени.

5.2 Методы построения и создания рисунка узора пестротканей

САПР крупнораппортных тканей.

В Димитровградском институте технологии, управления и дизайна разработана САПР для проектирования крупнораппортных тканей с помощью компьютера [8, 13, 19].

Как известно, для узорообразования крупнораппортных тканей, вырабатываемых на ремизных станках, применяют мотивный патрон, позволяющий построить узор путем комбинирования переплетений с противоположным эффектом на лицевой поверхности ткани или равносторонних переплетений, но с зеркальным расположением перекрытий.

Мотивный патрон представляет собой сокращенную схему узора и состоит из четырех элементов:

- схема узора, в которой каждая закрашенная клетка обозначает раппорт переплетения с основным эффектом, а незакрашенная – раппорт переплетения с уточным эффектом;

- схема последовательности зевообразований, в которой каждое горизонтальное междустрочие представляет группу уточных нитей, а каждое вертикальное междустрочие – группу основных нитей с одинаковой последовательностью зевообразований;

- схема вариантов зевообразования, число горизонтальных междустрочий равно числу сводов ремизок, определяемому числом групп основных нитей, имеющих разную последовательность зевообразования;

- схема проборки, в которой каждое вертикальное междустрочие характеризует группу нитей основы, а каждое горизонтальное – свод ремизок. Закрашенное перекрытие обозначает группу нитей основы, пробранных в ремизки данного свода.

Использование мотивного патрона при проектировании узора позволяет подготовить документацию на заправку станка, состоящую из рисунка проборки и картона (или вариантов картона). Число вариантов зевообразований определяется как факториал числа сводов.

Витебский государственный технологический университет

САПР крупнораппортных тканей разработана для персонального компьютера на языке Бейсик, позволяет для заданной схемы спроектировать узор и подготовить техническую документацию на заправку ткацкого станка. Программа предусматривает просмотр на экране дисплея всех возможных вариантов узора, полученных для одной заправки, распечатку узоров и подготовку для них документации на выработку.

На рисунке 5.6 приведена документация, получаемая при реализации САПР крупнораппортных переплетений.

Витебский государственный технологический университет

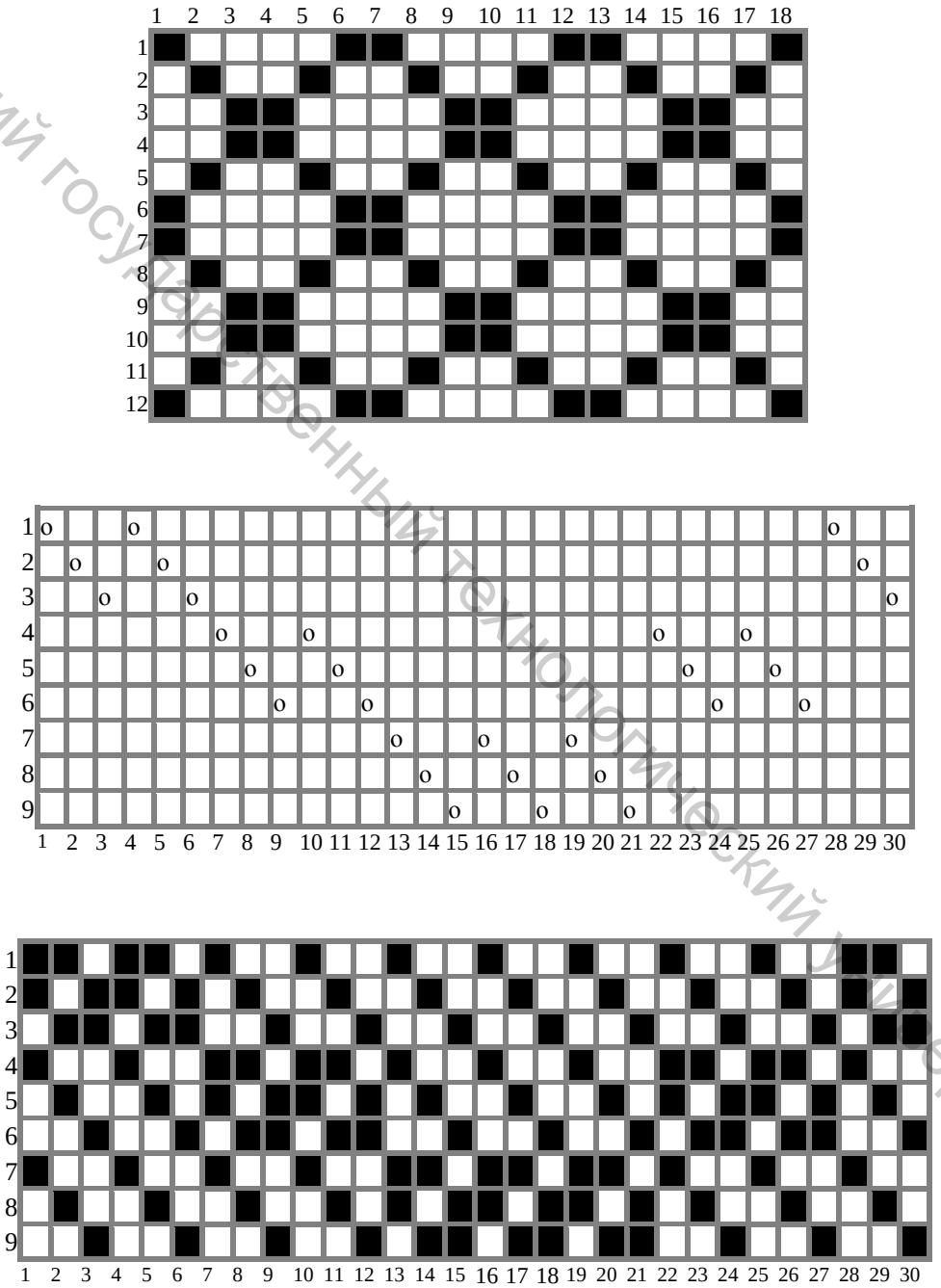


Рисунок 5.6 – Мотив узора, проборка в ремизки и рисунок переплетения по САПР крупнораппортных переплетений

При создании САПР были решены следующие задачи:

- построчный ввод схемы исходного узора, представляемого в виде двухмерного массива, состоящего из единиц и нулей;
- построение схемы последовательности зевообразований за счет выделения групп нитей, имеющих разную последовательность, и определение необходимого числа сводов ремизок;
- формирование схемы нового узора, полученного при изменении вариантов зевообразования;
- определение всех возможных вариантов зевообразований для данного числа сводов на базе рядовой схемы, при которой каждую группу основных нитей пробирают в свой свод ремизок;
- формирование схемы проборки в виде одномерного массива, каждый элемент которого показывает номер свода ремизок для проборки каждой группы нитей по порядку проборки;
- вывод полученного узора для просмотра на экран дисплея или на печатное устройство в текстовом режиме;
- расчет размеров узора в зависимости от базового переплетения и масштаба;
- формирование рисунка проборки и картона и вывод их на печать.

5.3 САПР крупноузорчатых тканей

Патронирование тканей крупноузорчатых переплетений сопряжено с большими затратами ручного труда на разработку рисунков патрона, а также насекание картонов для рисунков с большими раппортами. Поэтому проблема разработки систем автоматизированного проектирования тканей крупноузорчатых переплетений выдвинулась на первое место при создании САПР тканей. А актуальность проблемы быстрого освоения и расширения ассортимента жаккардовых тканей способствовала ускорению работ по автоматизированному проектированию.

Разработанные зарубежными фирмами и отечественными разработчиками САПР позволяют создавать рисунки больших размеров с последующей перфорацией картона на специальной бумажной ленте для ткацкого станка с жаккардовой машиной. В процессе создания рисунков крупноузорчатых тканей обеспечивается мобильность в изменениях оттенков и точек связи ткацких переплетений посредством моделирования на экране дисплея внешнего вида ткани с учетом ее структуры [5].

Основная структурно-функциональная схема САПР крупноузорчатых переплетений приведена на рисунке 5.7.

Воспроизводимый рисунок считывается камерой или сканирующим устройством 7, обрабатывается центральным процессором 5 и выводится для просмотра на экран дисплея 4. Необходимые коррекции, ри-

Витебский государственный технологический университет

сунки модельных переплетений набирают и вводят при помощи устройства дискретизатора или клавиатуры алфавитно-цифровой панели 3.

Вывод результатов проектирования осуществляется в устройство печати 8; в архив – файл на магнитном диске 2; в устройство для перфорации картона 1 или в запоминающее устройство 9. Управление системой осуществляет алфавитно-цифровой дисплей 6.

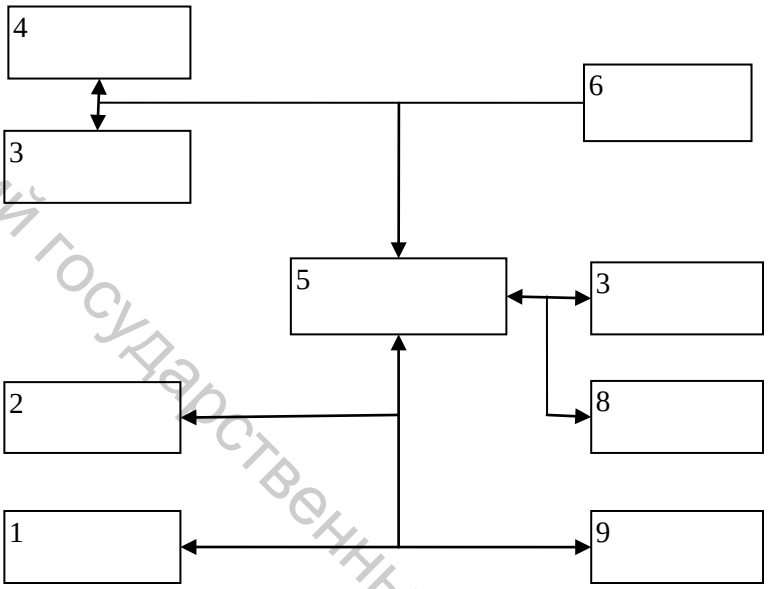


Рисунок 5.7 – Структурно-функциональная схема САПР крупноузорчатых переплетений

В России и Беларуси решение проблемы разработки и применения САПР крупноузорчатых переплетений длится более 20 лет.

В ЦНИИЛВС (г. Москва) был создан центр по разработке САПР крупноузорчатых переплетений. Его специалистами совместно с болгарскими учеными был разработан проблемно-ориентированный комплекс Жаккард-1, торговая марка САПР «Логитрон» 1000 С. Комплекс предназначен для автоматизированного изготовления управляющих карт к жаккардовым машинам мелкого деления. В настоящее время данная САПР и комплекс эксплуатируются под единым названием «Логитрон».

Комплекс состоит из мини-ЭВМ, устройства считывания или сканирования рисунков, устройства корректирования цветного или черно-белого рисунка с отображением на экране дисплея, цветного или черно-белого дисплея для выработки считанного рисунка в режиме диалога, автоматической насекальной машины и пакета прикладных программ.

Комплекс Логитрон (Жаккард) позволяет программировать рисунки любого типа и рисунки, которые традиционным способом запрограммировать невозможно. Это рисунки, выполненные художником в свободной манере, сложные полутоновые, с фотографических снимков.

Витебский государственный технологический университет

САПР «Логитрон» обеспечивает: автоматическое считывание фотографий или рисунков художников; кодирование и запись введенной информации на магнитной ленте или магнитном диске; отображение рисунка на экране дисплея для визуального контроля и коррекции, осуществляемых в диалоговом режиме работы; запись откорректированной информации на магнитном диске; разработку рисунка развернутого патрона с учетом видов переплетения вводимых с панели управления или используемых из банка данных; автоматическую перфорацию карт с учетом переплетений, вида ошнуровки жаккардовой машины и числа рабочих крючков; автоматический расчет картона и его насекание.

Комплекс обеспечивает выполнение ряда операций, связанных с построением переплетений составлением базы переплетений; внесение различных изменений путем дорисовки изображения на экране; компоновку рисунка из отдельных элементов, удаление или размножение элементов, получение его зеркального отображения. Выполнение этих операций осуществляется командами с клавиатуры.

Размеры рисунка зависят от вида ткани, вида проборки и числа крючков жаккардовой машины. Максимальные размеры 420×300 мм.

Модульный принцип системы Логитрон позволил осуществить модернизацию комплекса с применением современных модулей и ЭВМ.

Промышленная эксплуатация САПР крупноузорчатых переплетений позволила существенно расширить художественный уровень жаккардовых тканей, сократить время подготовки картонов до пяти дней.

Применение систем автоматизированного проектирования тканей может осуществляться по вариантному или вариационному методу.

По вариантному методу осуществляется подготовка картонов для всех или для части вариантов рисунка, которые художник разрабатывает в процессе творческой работы над рисунком. При считывании каждого варианта рисунка можно изменять настройку считывающего устройства (производить растяжки) или менять базовые переплетения.

По вариационному методу разрабатывают серии (вариации) рисунков путем различных преобразований на основе единого мотива, непосредственно при его обработке на ЭВМ, пополняя банк рисунков.

Система «Логитрон» использовалась в производственных условиях предприятия АПТП «Оршанский льнокомбинат», ОАО «Моготекс» и на ряде предприятий России.

Благодаря широкому распространению персональных компьютеров и специфических электронных компонентов обеспечивается возможность объединения в единый технологический цикл для выполнения трудоемких расчетов, дизайнерских операций проектирования тканей и управления технологическим оборудованием.

Витебский государственный технологический университет

5.3.1 Некоторые зарубежные САПР крупноузорчатых переплетений

Одной из первых сравнительно простых зарубежных САПР крупноузорчатых переплетений является система Weavette фирмы «Viable Systems» (США). Данная система обеспечивает перфорацию картона для жаккардовой машины непосредственно по цветным фотографиям, рисункам или образцам ткани. Система не имеет режима свободного рисования, что существенно ограничивало возможности импровизации при разработке рисунка узора жаккардовой ткани. Математическое обеспечение САПР позволяет изменять размеры рисунка узора (до 16-кратного увеличения или уменьшения), а также корректировать точки связи ткацких переплетений. На экране дисплея может быть отражено до 64 точек связи ткацких переплетений при 128 оттенках цвета. Программа обеспечивает возможность архивирования и хранения рисунков на магнитной ленте или магнитном диске, возможен вывод информации в постоянное запоминающее устройство для управления лентоткацкими станками, отсутствует алфавитно-цифровой дисплей и панель дискретизатора.

Система Hell-Patroscan фирмы «Hell» (Германия) внедрена на многих крупных предприятиях за рубежом.

Считывание рисунка узора в данной САПР осуществляется в автоматическом режиме с помощью специального устройства. Имеются два уровня считывания рисунка, обеспечиваемые устройствами Патроскан 4015 и 4115. На первом уровне считывается до 12 оттенков и 999x999 точек; на втором – 24 оттенка и 1536x1536 точек при двойной скорости считывания. Аналогично в системе имеются два уровня контроля и коррекции цветных рисунков, обеспечиваемые устройствами Патроскан 4020 и 4120.

Контроль и коррекция цветных рисунков осуществляется при помощи клавиатуры на панели дискретизатора. Все изменения отражаются на видеотерминале. По завершении процесса корректировок данные вводятся в мини-ЭВМ при помощи устройства Патроскан 4025. Мини-ЭВМ в системе Hell-Patoscan обеспечивает создание крупнораппортных композиций в режиме свободного рисования, наложение переплетений, расчет картона и вывод информации при помощи информатора, а также дополнительные операции. Окончательные расчеты фиксируются на перфоленте или гибком магнитном диске. Кроме того, система предусматривает воспроизведение цветных рисунков для визуальной оценки.

Аналогичные функции выполняют система Elatex-scan фирмы Grosse (Германия) и САПР Verdol фирмы «Verdol» (Франция).

Фирмы «Famada Dobby Sals» и «Mitsubishi Ragon» (Япония) разработали устройство модель VJC-250, которое используется вместо жаккардовой машины и не требует перфорации картона.

САПР крупноузорчатых переплетений фирмы «Mitsubishi» (Япония) основана на системном, распределительном, графическом управ-

Витебский государственный технологический университет

ляющем устройствах IBM и графическом дисплее IBM man 5175001, обеспечивает по данным сканирования образцов ткани, выдачу рисунка переплетения и заправочных данных на его выработку, воспроизводство рисунка и его колорита на печатающем устройстве большой разрешающей способности. Воспроизводимый рисунок абсолютно аналогичен образцу ткани по колориту и по структуре, печатающее устройство создает зрительно воспринимаемую объемность переплетения. Система обеспечивает разработку ткани по имеющемуся образцу или с использованием банка данных переплетений и усилий художника, работающего в диалоговом режиме с цветным дисплеем большой разрешающей способности.

САПР тканей фирмы M.and S.Europe, «Maarssen» (Голландия) обеспечивает получение твердых копий цветных узоров ковровых изделий при помощи графических цветных принтеров и вывод результатов на перфоленту. Ввод рисунка осуществляется телекамерой или путем вычерчивания светочувствительным карандашом на электронной панели дискретизатора. Система обрабатывает 16 цветов с более чем 15 млн оттенков, позволяет компоновать симметричные рисунки из составляющих элементов, изменять цветовую гамму рисунка в целом и отдельных его частей, масштабировать размеры рисунков. Разработанные рисунки накапливаются в архиве или распечатываются цветным принтером.

5.3.2 САПР крупноузорчатых переплетений разработанные в России и Республике Беларусь

Компьютерная система автоматизированного проектирования жаккардовых тканей, разработанная ФГУП ЦНИИЛКА

Компьютерная система автоматизированного проектирования тканей, разработанная ФГУП ЦНИИЛКА, предназначена для проектирования и подготовки к промышленному производству жаккардовых тканей разного назначения (одежных, бельевых, декоративных, технических).

Программа предусматривает визуализацию на монитор или принтерную распечатку поверхности проектируемой ткани до её выработки.

Использование системы компьютерного проектирования тканей позволяет оперативно разрабатывать ткани и коллекции, эффективно продвигать разработки на рынок, участвовать в коммерческих предложениях, патентовать рисунки и изделия. Знакомство посредников и торговых фирм осуществляют по визуализациям разработанных тканей.

Программное обеспечение компьютерной системы для проектирования структур и дизайна тканей представляет набор модулей с банками данных. Программные модули функционируют на платформе Windows, являются авторскими. Из модулей разработчик может составлять разные версии программного обеспечения с учетом требуемых задач [20].

Проектирование жаккардовых тканей

***Технические средства*:** программное обеспечение для проектирования жаккардовых тканей ориентировано на следующую техническую

Витебский государственный технологический университет

базу – персональный компьютер типа Pentium III, IV, Celeron с оперативной памятью не менее 256 Мб, наличие свободного места на диске не менее 2 Гб; монитор с диагональю не менее 19” с видеокартой, обеспечивающей разрешение не менее 1024x860 (пикселей) с глубиной цвета True Color (не менее 24 бита); операционная система Windows 98 SE, Windows 2000, Windows NT, Windows XP; цветной принтер формата А4/А3; сканер формата А4/А3 для считывания рисунков; цифровая камера с разрешением 1024x768, глубина цвета 24 бит для ввода рисунков.

Программное обеспечение. В полную комплектацию программного обеспечения для проектирования ремизных тканей входят следующие модули: «Проектирование текстильных рисунков»; «Патронирование ткацких рисунков»; «Сырье, пряжа, нити»; «Проектирование структур тканей»; «Колористические решения»; «Ткацкие переплетения и условные разрезы»; «Визуализация тканей»; «Заправочный расчет тканей»; «Информация для управления жаккардовой машиной»; «Конвертор форматов»; «Техническая документация».

Модуль «Проектирование текстильных рисунков» предназначен для проектирования рисунков жаккардовых тканей по композиционным схемам, используемым в ткачестве.

Банк «Текстильные рисунки» может содержать практически неограниченное количество записей разных текстильных рисунков и создает широкие возможности для обогащения ассортимента тканей.

Входные данные: текстильный рисунок (графическая информация); текстовая информация по рисунку (при необходимости); композиционная схема проектируемого рисунка, выбранная из банка «Композиционные схемы» (графическая информация).

Выходные данные – рисунок проектируемой ткани на мониторе.

Модуль «Патронирование ткацких рисунков» - технологическая программа, предназначенная для формирования электронного заливного патрона по текстильным рисункам, выбранным из компьютерного банка «Текстильные рисунки» или непосредственно созданных пользователем.

Входные данные: текстильный рисунок (графическая информация); информация о строении жаккардовой ткани (вербальная); информация по жаккардовой уборке (числовая); данные о количестве эффектов рисунка ткани (числовая информация); рисунки раппортов переплетений (графическая, числовая, текстовая информация).

Выходные данные: изображение патрона жаккардового рисунка на мониторе; условные разрезы ткани по заданным нитям (по запросу).

Модуль «Сырье, пряжа, нити» предназначен для автоматизированной визуализации внешнего вида пряжи и нитей в зависимости от их сырьевого состава, строения и линейной плотности.

Входные данные – параметры, определяющие сырьевой состав и строение пряжи/нитей.

Банк данных – нормативная документация на пряжу и нити.

Витебский государственный технологический университет

База данных: наименование сырья (текстовая информация); линейная плотность пряжи/нитей (числовые значения); крутка пряжи/нитей (текстовая и числовая информация).

Выходные данные – изображение пряжи/нитей на экране монитора с текстовым комментарием.

Модуль «Проектирование структур тканей» позволяет оптимизировать механизм обновления ассортимента в соответствии с требованиями рынка и быстро меняющимися тенденциями моды. Модуль позволяет проектировать ткани по заданной поверхностной плотности различного сырьевого состава (лен, хлопок, шерсть, натуральный шелк, химические волокна и нити) и строения. Расчет структуры тканей выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ и другой нормативно-технической документации.

Банк данных – нормативная документация на пряжу и нити.

База данных: виды сырья (вербальная информация); удельные плотности материалов (числовая информация); значения коэффициента, зависящего от природы волокна и строения пряжи/нитей (числовая информация); линейные плотности пряжи/нитей (числовые значения).

Выходные данные – основные параметры строения ткани при заданной поверхностной плотности и виде сырья.

Модуль «Колористические решения» предназначен для выбора цвета нитей основы и утка, а также порядка чередования нитей в основе и утке при проектировании пестротканей – расширения возможностей художественно-колористического оформления тканей. Ткацкий способ позволяет использовать большую цветовую гамму пряжи и нитей и варьировать в широком диапазоне цвет изделия.

Банк данных – цветовые атласы.

Выходные данные – цветное изображение нитей на экране монитора с текстовым комментарием.

Модуль «Ткацкие переплетения и условные разрезы» выполняет построение рисунков ткацких переплетений, формирует компьютерный банк ткацких переплетений, обеспечивающий автоматизированный подбор переплетений для проектируемых тканей из компьютерного банка с использованием количественных и качественных показателей, обеспечивающий получение заданных фактурных эффектов на ткани.

Входные данные – параметры, определяющие строение ткани.

Банк данных – рисунки однослойных ткацких переплетений.

База данных: раппорт переплетения (числовая информация); конфигурация рисунков переплетения (текстовая информация); текстура лицевой поверхности ткани (текстовая информация); соотношение площадей основных и уточных перекрытий в раппорте переплетения на лицевой стороне ткани (числовая информация).

Выходные данные – графическое изображение рисунка переплетения, текстовый комментарий.

Витебский государственный технологический университет

Модуль «Визуализация тканей» позволяет без выработки образцов получить реалистичное изображение проектируемой ткани на мониторе; расширяет возможности художественно-колористического оформления тканей, позволяет на основе спроектированных образцов создавать коллекции новых тканей за счет изменения рисунков переплетений, чередования нитей, использования различных колористических решений и др.

Входные данные: сырьевой состав ткани (текстовая и числовая информация); линейная плотность нитей (числовые значения); строение нитей (текстовая и числовая информация); коэффициент смятия нитей (числовые значения); переплетение (графическая информация); технологическая плотность (числовая информация); дизайн ткани (варианты).

База данных – наименования адресно-справочных данных по изображениям ремизных тканей.

Выходные данные – цветное изображение проектируемой ткани или коллекции тканей на мониторе.

Модуль «Заправочный расчет тканей» позволяет выполнять многовариантные расчеты технических заправочных данных при подготовке и освоении ткани в производстве.

Входные данные – значения параметров строения ткани.

Выходные данные – параметры заправки станка, параметры структуры ткани, расход сырья, масса 100 погонных метров суровой ткани.

Модуль «Информация для управления жаккардовой машиной» используется для формирования программы управления жаккардовой машиной на ткацком станке.

Входные данные: электронный патрон жаккардовой ткани с рисунками переплетений (графическая, числовая, текстовая информация); данные по уборке жаккардовой машины (числовая, текстовая информация); данные о распределении свободных и рабочих крючков жаккардовой машины (графическая, числовая, текстовая информация).

Выходные данные: запись информации для изготовления картона на картонасекальной машине или запись данной информации для электронных жаккардовых машин.

Модуль «Конвертор форматов» позволяет преобразовать информацию по электронному патрону рисунка применительно к картонасекальному оборудованию комплекса «Логитрон».

Модуль «Техническая документация» предназначен для составления технической документации для промышленного освоения спроектированных тканей. Документация включает: изображение (принтерная распечатка) ткани; информацию для изготовления картона на картонасекальной машине или запись данной информации для электронных жаккардовых машин; технический заправочный расчет ткани.

Витебский государственный технологический университет

Пример проектирования рисунка жаккардовой ткани

Этапы:

- Художник разрабатывает эскиз узора жаккардовой ткани, уточняет контуры, элементы. Создаёт крок (эскиз рисунка узора жаккардовой ткани с учетом ее структуры), размеры по горизонтали и вертикали должны учитывать заправку жаккардовой машины – плотности P_o и P_y.
- Сканирование рисунка узора (крока).

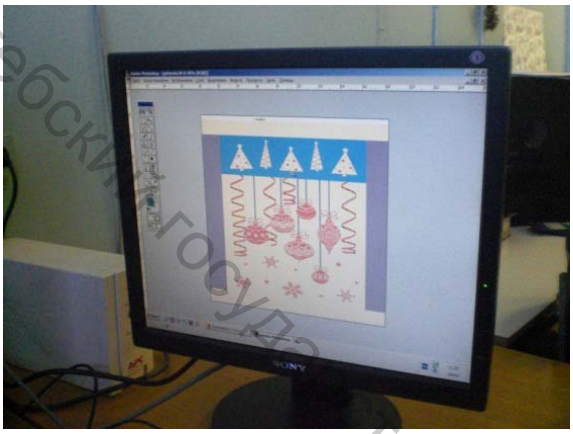


Рисунок 5.8

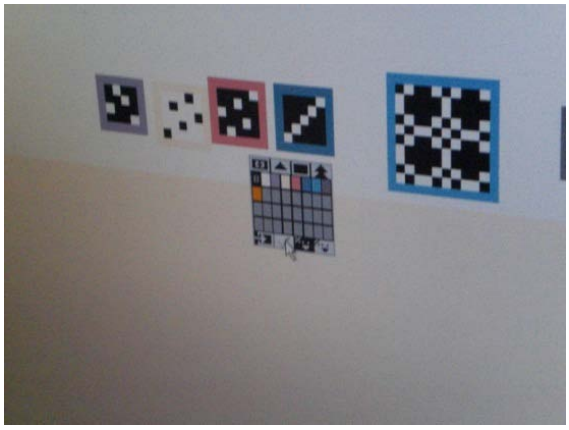


Рисунок 5.9

- Сканированный рисунок выводят на экран компьютера, где уточняют цветовые эффекты, количество ткацких переплетений, необходимые для создания данного рисунка (рисунок 5.8).
- В базе данных компьютера выбирают вид проборки жаккардовой машины или создают новую информацию о требуемой проборке аркатных шнуров в отверстия кассейной доски (рисунок 5.9).
- Уточняют плотность по основе и по утку. С учетом данных параметров, построенный рисунок делится на пиксели, определяют размеры пикселей аналогично размерам канвовой бумаги. Рисунок преобразуется в сокращенный патрон. Осуществляют корректировку контуров рисунка для каждого ткацкого эффекта.
- Изображение сокращенного патрона выводится на экран и может быть проанализировано по всей ширине и длине размера рисунка.
- Из базы данных выбирают и активизируют переплетения для каждого ткацкого и цветового эффекта в рисунке сокращенного патрона. Число переплетений должно соответствовать числу цветовых эффектов.
- После выбора переплетений осуществляется операция присваивания – рисунок сокращенного патрона преобразуется в развернутый патрон (фрагмент сокращенного патрона приведен на рисунке 5.10).

Рисунок развернутого патрона следует откорректировать по элементам во избежание длинных настилов и провисания нитей на станке.

После получения развернутого патрона передают команду на насекание карт. Насекальный узел устройства перфорации патрона для механических жаккардовых машин представлен на рисунке 5.11.

Витебский государственный технологический университет

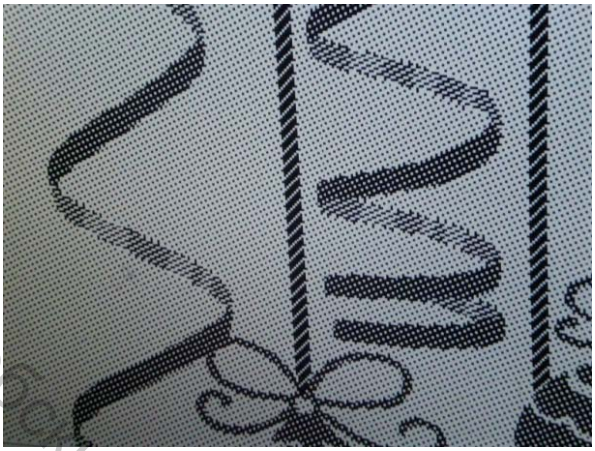


Рисунок 5.10

Рисунок 5.11

Система «Логитрон» используется в производственных условиях предприятия АПТП «Оршанский льнокомбинат», ОАО «Моготекс» и на ряде предприятий России.

Благодаря широкому распространению персональных компьютеров и специфических электронных компонентов обеспечивается возможность объединения в единый технологический цикл для выполнения трудоемких расчетов, дизайнерских операций проектирования тканей и управление технологическим оборудованием.

В Санкт-Петербургском электротехническом университете разработана компьютерная система проектирования тканей, предназначенная для патронирования рисунков любой сложности и подготовки перфорированного картона для управления жаккардовой машиной.

Работа системы начинается с выполнения заправочного расчета и компьютерного формирования рисунка ткани. Эскиз рисунка, созданный художником, вводится в компьютер с помощью обычных средств вычислительной техники: сканирующего устройства или видеокамеры. После создания электронного варианта эскиза с помощью любого графического редактора выполняется коррекция эскиза. При загрузке подготовленного рисунка в программу патронирования по заданным параметрам раппорта автоматически создается заливной патрон.

После формирования рабочей палитры в соответствии с цветовой гаммой нитей основы и утка осуществляется подбор переплетений: указывается участок заливного патрона, для него создается или выбирается из банка данных переплетение, которое накладывается на указанный цвет патрона. Эти операции выполняются для каждого цвета заливного патрона до тех пор, пока цветовой эффект, полученный путем сочетания переплетения и цвета нитей, не будет максимально соответствовать замыслу художника. Дессинатор оценивает результаты подбора посредством масштабирования изображения ткани, выполнить продольные и поперечные разрезы и осуществить контроль провисания нитей. Для подбора переплетений может быть использована встроенная библиотека пе-

Витебский государственный технологический университет

реплетений, которая содержит разные виды главных и мелкоузорчатых переплетений, создаваемых в процессе работы.

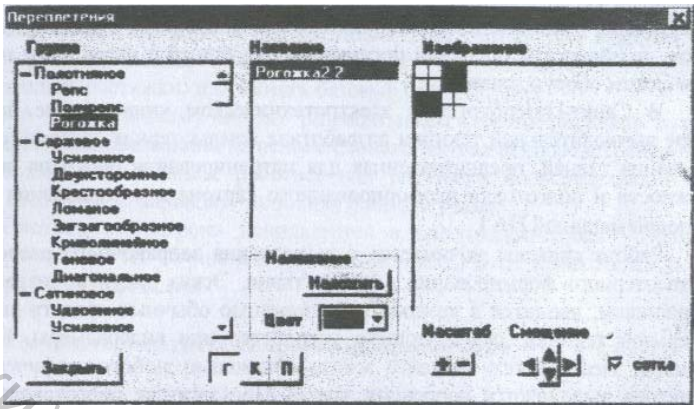


Рисунок 5.12 – Рабочее окно программы

Программное обеспечение ориентировано на использование персональных компьютеров типа IBM PC 486 и выше, объем ОЗУ не менее 8 Мбайт, операционная система Windows-95. Программа поддерживает многооконный интерфейс, имеет встроенную систему помощи.

На рисунке 5.12 показано рабочее окно программы, которое содержит строку заголовка, меню, пиктографическое меню для вызова часто используемых команд, и статусную строку, с краткой информацией о режиме работы программы. Управление осуществляется с помощью мыши или клавиатуры. Слева от рисунка указаны линейки цветности.

Рисунок 5.13 – Окно работы с переплетением

На рисунке 5.13 приведено «окно работы с переплетением». В меню «Окно работы с переплетением», поле «Группа» содержит библиотеку переплетений, в поле «Изображение» – воспроизводится рисунок выбранного переплетения. После окончания компьютерного проектирова-

Витебский государственный технологический университет

ния переплетение по всему раппорту преобразуется в рисунок картона для жаккардовой машины и формируется система кодов, необходимых для его перфорации. Применение системы ускоряет проектирование, что очень важно при выпуске тканей малых партий с разными рисунками.

Жаккардовые гобеленовые ткани имеют сложную структуру, богатое колористическое оформление. Для патронирования цветных и ткацких эффектов с применением ЭВМ Г.В. Казарновской и П.И. Скоковым (УО «ВГТУ») разработан комплекс **«Процвитэ»** для ускорения разработки вариантов переплетений гобеленов, более полно использования возможностей заданного цветового набора нитей основы и утка [22, 23].

Комплекс функционирует в операционной системе Windows 3.11, реализуемый на персональном компьютере с процессором 486-Pentium, ввод исходной информации и вывод информации производится в окнах.

Группа *Вид переплетения* содержит две команды, соответствующие двум видам переплетений в лицевом слое основного гобелена: «Рубчик» и «Полотняное». Группа *Масштаб* содержит команды для просмотра лицевого слоя ткани и увеличения изображения в 2, 3 и 4 раза. Группа *Окно* содержит команды по работе с окнами «Исходные данные», «Цветовой эффект ткани», «Модельные переплетения». Группа *Представление* содержит три команды «Контрастное», «Символьное», «Цветовое» и осуществляет вывод на экран модельных переплетений.

Команде «Контрастное» соответствует представление модельных переплетений, закрашенная клетка обозначает подъем каждой нити основы при прокладывании каждого утка. Команде «Символьное» соответствует представление модельных переплетений с символьными обозначениями нитей основы и утка, находящихся сверху принятых в окне «Исходные данные». Команде «Цветовое» соответствует представление модельных переплетений с использованием цветных основных нитей.

Работа комплекса начинается с вывода на экран окна «Исходные данные» (рисунок 5.15). Окно содержит схему продольного разреза проектируемой ткани, шкалу для выбора цветов нитей, столбец задания линейных плотностей нитей, поле выбора коэффициента сырьевого состава *C*, кнопку «Применить» для запуска расчетной части программы.

Задание цвета нитей осуществляется с помощью диалогового окна «Выбор цвета нитей», содержащего 36 цветов стандартной цветовой палитры и позволяющего поочередно изменять цвет необходимых нитей.

С помощью команды «Создать палитру» осуществляется создание собственной цветовой палитры. Для переплетений «рубчик» может быть создано 18 вариантов, а для переплетений «полотняное» всего 72 варианта образования цветовых эффектов. Данные варианты цветовых эффектов расположены в диалоговом окне «Варианты цветовых эффектов» (рисунок 5.14) для соответствующих переплетений. Пользователь может

Витебский государственный технологический университет

задать любой из вариантов в зависимости от рисунка узора патронируемой ткани и вида модельного переплетения (рисунок 5.16).

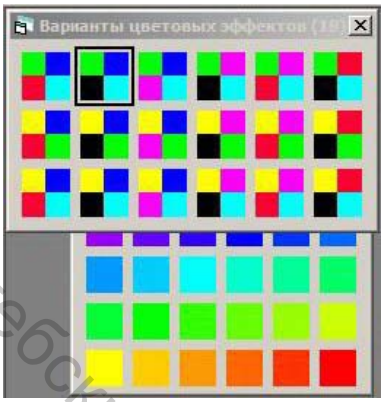


Рисунок 5.14

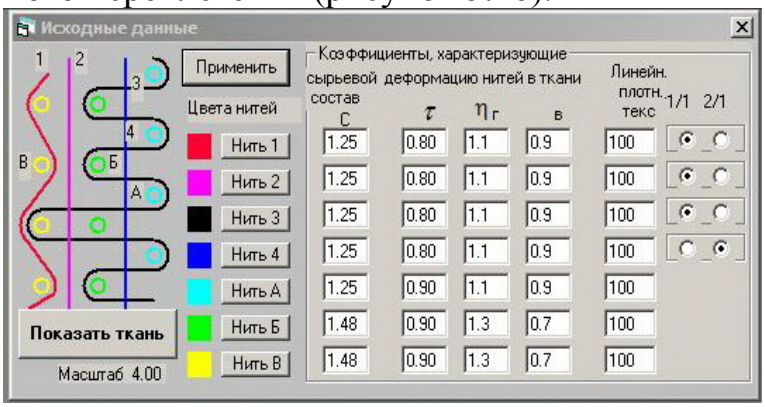


Рисунок 5.15

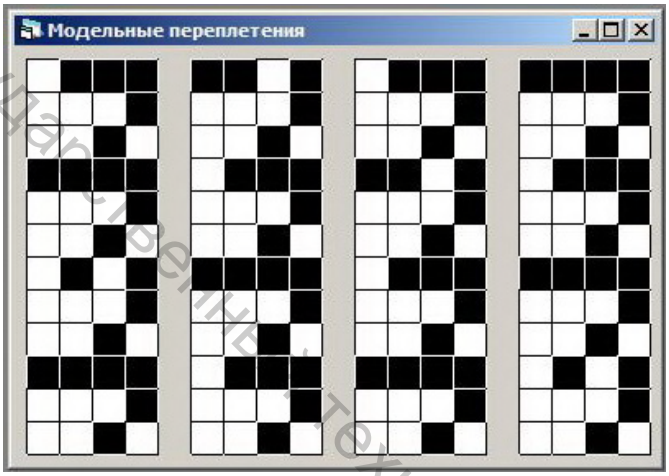


Рисунок 5.16

Образование цветового эффекта на ткани зависит как от содержания выбранной элементарной цветовой ячейки, так и от взаимных размеров сечения основных и уточных нитей.

САПР патронирование ковровых изделий. На современных восьмицветных станках GTM640 и ALPHA 300 фирмы CHONHERR для выработки ковровых изделий используются жаккардовые машины LX2490 электронного действия.

Жаккардовая машина оснащена трехпозиционным модулем (патент STAHBLI), содержит электронные платы управления.

Жаккардовая машина LX 2490 предлагается в трех вариантах: 4032, 6720 и 8064 крючка и их варианты. Ее концепция позволяет уменьшить количество крючков путем сокращения групп, равных 192 крючкам (по 24 модуля в ряду), в зависимости от нужд ткачей.

Программирование управления основано на использовании контролера JC5T для ковровых тканей, изготавливаемой фирмой Штойбли, который представляет собой настоящий компьютер, разработанный для ткацкого производства и отличающийся скоростью работы и функцио-

Витебский государственный технологический университет

нальностью. Контролер, смонтированный в малогабаритном алюминиевом шкафу, включает в себя:

- тактильный экран с высокой разрешающей способностью, очень удобный для выбора различных функций;

- жесткий диск с объемом памяти в 2 Гбайт для записи специфического программного обеспечения жаккардовой машины LX2490 и хранения рисунков объемов в 2 млн утков (формат 4032 крючка);

- процессор в 32 бита, дисковод 3,5″;

- низковольтное питание, обеспечиваемое электрическим шкафом жаккардовой машины; - связь с сетью Ethernet стандарта TCP/IP с интегрированным коммутирующим устройством.

Используя многофункциональное программное обеспечение, контролер JC5T осуществляет программирование полных рисунков, мотивов или переплетений. Контролер JC5T позволяет в реальном диалоговом режиме осуществлять следующие функции.

Независимое управление коврами (до 10) по ширине основы и их свободное расположение. Управление коврами независимо от номера крючка, учитывая различные проборки (последовательная, основами…)

Модификацию переплетений рисунка при помощи трехпозиционных крючков, так же и глобальные модификации (симметрия, копия…)

Контролер JC5T Штойбли позволяет управлять сборками из двух машин, с общим количеством крючков до 16128, совместим с дискетами контролера JC4T и CGS. Использование различных функций контролера JC5T Штойбли можно построить на 4 уровнях персонализированного доступа. Модуль МТ для ковровых изделий играет важнейшую роль, в достижении технических характеристик LX 2490. Расположенные в одной плоскости два полиспаста позволяют уменьшить габаритные размеры и получить регулировку зева до 2×155 мм. Большим достоинством модуля МТ для ковров является возможность свободного выбора для утка любого из трех положений. Базовый формат можно уменьшить, удалив один из нескольких рядов, содержащих по 24 модуля.

При выработке ковровых изделий могут быть использованы следующие техники переплетений:

- техника переплетений СУПРА (SUPRA) обеспечивает наилучшую изнанку ковра для переплетений в два прибоя, которая достигалась ранее только при помощи переплетения в три прибоя;

- техника СТРУКТУР (STRUKTUR). Новые возможности структурного рисунка для ковра как, например, одновременное использование ворсовой нити и в качестве ворса, и для формирования рисунка основы;

- техника НЬЮ БУКЛЬ (NEW BOUCLE). Плоские ковровые рисунки при использовании переплетений грунтовой (основа переплетается с утком, образуя длинные настилы – безворсовые участки) и ворсовой нитей;

Витебский государственный технологический университет

- техника МУЛЬТИКОЛОР (MULTICOLOR). Метод ткачества ворсовых поверхностей с меланжевыми цветовыми оттенками с целью обогащения их цветовой палитры и возможностей рисунка ковра.

Витебский государственный технологический университет

6 САПР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ТКАЦКОГО ПРОИЗВОДСТВА

6.1 Методы проектирования технологических режимов ткацкого производства. Метод машинного проектирования

Проектирование оптимальных технологических режимов базируется на поиске экстремума (максимума или минимума) некоторых показателей, обусловливающих эффективность процесса. Правильный выбор критерия оптимальности определяет качество проектирования.

Критерий оптимальности выбирается исходя из конкретной задачи. Он может представлять собой единичную (обрывность, плотность намотки) или обобщенную (производительность, качество ткани и др.) характеристику. Он должен удовлетворять комплексу требований, к которым относится количественная оценка, однозначность, физический смысл, простота, точность, удобство измерения или расчета [12].

Как следует из рисунка 6.1, при разработке оптимальных параметров отдельных технологических процессов в качестве критериев оптимальности используют технологические и экономические характеристики. Количественную оценку можно осуществить в процессе наблюдения, измерения и вычисления по известным соотношениям, технологические показатели в зависимости от вида процесса и поставленной задачи отражают качественные характеристики ткани, нитей, параметры процесса и их неравномерность. Экономические характеристики – производительность машин, производительность труда, себестоимость продукции.

Вынужденное и собственное состояния нити. Выбор процессов, непосредственно приводящих к обрыву нити, сводится к выявлению причин обрыва. Математическое моделирование и проектирование требуют количественной оценки параметров процесса. Применительно к переработке нитей на технологическом оборудовании такая количественная оценка должна быть дана, например, слету нити с исходной паковки при перематывании и сновании, или заклиниванию нити в щели контрольно-очистительного прибора, или степени износа и усталости нити на ткацком станке. Однако заклинивание порока нити в щели или в глазке галева проявляется в виде пиковых изменений натяжения, а интенсивность износа и усталости зависит от поверхности направляющих (скало, ламели, галева, зубья берда) и натяжения, которое вместе с другими факторами определяет деформацию нитей и пиковые нагрузки. Исследованиями установлено, что предел выносливости нити как средняя арифметическая характеристика значительно выше числа циклов, получаемых нитью в процессе ткачества, предел износостойкости больше числа истирающих воздействий, которым подвергается нить. Стойкость к многократным изгибам не может быть в числе тех параметров, что вы-

Витебский государственный технологический университет

зывают обрыв. В то же время многократные растягивающие и истирающие воздействия значимо снижают способность нитей к переработке.

Рисунок 6.1 – Классификация критериев оптимальности режимов ткацкого производства по способам определения

При выборе случайных процессов, приводящих к обрыву, следует учитывать, что обрыв произойдет в том случае, когда на некотором участке нити в некоторый момент растягивающая нагрузка на нить окажется равной или больше сопротивления нити этой нагрузке. Растягивающая нагрузка на нити непостоянна в процессе переработки и зависит от параметров процесса. Сопротивление нити растягивающей нагрузке также непостоянно и зависит как от свойств, так и от состояния нити в статическом режиме процесса.

Нить не разрушится, если она не испытывает каких-либо внешних воздействий. Детерминированные и случайные воздействия и реакция нити на внешние возмущающие воздействия (например, зевообразова-

Витебский государственный технологический университет

ние, прибой, циклические перемещения скала при образовании ткани или трение о тормозные шайбы, усилие, тянущее нить с переменной скоростью при перематывании и т. д.) есть вынужденное состояние нити, которое характеризуется функцией изменения натяжения во времени.

Количественную оценку вынужденного состояния нити, то есть изменения натяжения во времени, можно провести как аналитическим, так и экспериментальным методом, используя для прогнозирования обрывности расчетную и фактическую информацию о вынужденном состоянии нити. Расчетную информацию можно получить на основе математического моделирования процесса натяжения, а фактическую – в результате непосредственного измерения. Для определения распределения прочности нити по длине используют измерение на коротких отрезках. Результаты зависят от зажимной длины нити и допустимой ошибки – количества испытаний. Увеличение объема выборки существенно снижает уровень воспроизводимости результатов за счет влияния редко появляющихся слабых и прочных мест в нити.

Для оценки собственного состояния нити необходимо:

- учитывать статические условия процесса переработки – длина нити в заправке, скорость ее поступательного движения, заправочное натяжение в ткачестве;

- для получения большого объема информации – автоматизировать процесс испытания нити и сбора информации, ее обработку и хранение на удобном носителе для последующего чтения данных на ЭВМ;

- решить вопрос о представлении информации о собственном состоянии нити в виде математической или корреляционной функции.

Виды случайных процессов в ткацком производстве и методы их оценки. Любые данные, полученные в результате наблюдения за реальным процессом, можно отнести к детерминированному или случайному типу. Детерминированные процессы – это такие процессы, которые можно описать явными математическими зависимостями. Например, изменение высоты зева у берда в зависимости от перемещения ремиза и размеров зева по горизонтали по формуле:

$h(t) = S(t)\, l_2 / l_1$,

где $S(t)$ – перемещение ремизки; l_1, l_2 – расстояние от опушки ткани до ремизки и до берда соответственно.

Как известно, случайным процессом (вероятностным, стохастическим) называют случайную функцию $x(t)$ от действительного параметра времени $t \in T$, значения которой при каждом t – случайные величины.

Один процесс может описываться несколькими реализациями $x_1(t)$, $x_2(t)$, $x_3(t)$. Основными характеристиками, которые описывают свойства случайного процесса, являются математическое ожидание $Mx(t)$, дисперсия $\sigma^2 x(t)$, автокорреляционная функция $K(t, t+\tau)$, определяемые по сечениям реализаций.

Витебский государственный технологический университет

Для оценки стационарности случайного процесса необходимо рассчитать корреляционную функцию и проверить на соответствие требованиям неизменности. Если установлена нестационарность случайного процесса, то его реализации можно подвергнуть преобразованиям для перехода к стационарному – центрированию и нормированию. Трудоемкость расчетов требует применения вычислительной техники и соответствующего программного обеспечения.

Методы оценки фактического распределения случайных величин по теоретическому закону изложены в литературе по математической статистике, а для соответствующих вычислений можно использовать типовые программы для ЭВМ. Следует отметить, что при использовании ряда критериев для оценки соответствия закону распределения нужно знать ограничения их применения.

Планирование машинного эксперимента. При организации натурно-машинного эксперимента можно выделить следующие этапы:

При прогнозировании обрывности принципиально важно взаимное расположение функций собственного и вынужденного состояний относительно временной оси. Проблема случайности смещения во времени двух функций решается независимо от исследователя, так как операции съема и регистрации информации стохастичны. Идентификация переменных в рассмотренных алгоритмах:

- постановка проблемы, выбор проектируемого режима;
- выбор критерия оптимальности режима;
- определение перечня параметров технологического режима и их значений с указанием диапазона и интервала изменения;
- выбор плана натурного эксперимента;
- подготовка (выбор или разработка) программного обеспечения для статистической обработки фактической информации, расчета значений выбранного критерия оптимальности, регрессионного анализа, оценки адекватности и т. д.;
- подготовка аппаратурного обеспечения, позволяющего снять фактическую информацию о процессе, и преобразование ее в вид, удобный для обработки на ЭВМ;
- определение необходимого числа реализаций, гарантирующего достоверность информации о процессе;
- проведение натурного эксперимента;
- машинную обработку натурного эксперимента;
- принятие решения о необходимости машинной оптимизации;
- выбор вида оптимизационного машинного эксперимента и разработка его программы;
- проведение машинного оптимизационного эксперимента;
- формирование карты технологического режима.

Витебский государственный технологический университет

6.2 Обрывность нитей как критерий оптимальности технологического режима

Особое место среди критериев оптимальности занимает обрывность нитей, которая связана как с технологичностью процесса, так и с его экономической оценкой. Нахождение и реализация на практике режима, способствующего снижению обрывности, отражается на изменении технико-экономических показателей производственного процесса.

Однако универсальность и убедительность обрывности как критерия оптимальности ограничивается уровнем достоверности ее оценки в технологических процессах. Показатель обрывности зависит от большого числа факторов, различных по своей природе и характеризуется нестабильностью; каждый конкретный результат имеет только свою область применения, а условия опытов различаются диапазоном варьирования факторов, видом сырья и ткани, настройкой параметров, не учитываемых в данном исследовании. Обрывность нитей рассматривают как критерий устойчивости технологического процесса – для получения 90 – 95% достоверности уровня обрывности проводят длительные наблюдения – на длине ткани от 300 до 10000 м, что сопряжено со сменой навоя, а, следовательно, изменением свойств перерабатываемых нитей. Таким образом, выбор обрывности нитей в качестве критерия оптимальности требует значительных затрат времени для получения надежных рекомендаций. Поэтому для снижения трудоемкости и сокращения длительности разработки режимов в качестве критериев оптимальности применяют характеристики, в последующем связанные с обрывностью нитей – натяжение, возможности измерения которого значительно расширились с освоением электротензометрических методов. Для обоснования оптимальности режимов по значениям натяжения применяется корреляционный анализ пар характеристик натяжение – обрывность нитей на самую тесную связь с уровнем обрывности.

Правильно выбранный критерий оптимальности технологического режима позволяет не только разрабатывать параметры, но и управлять ими с помощью автоматизированных систем непосредственно в процессе получения полуфабрикатов и ткани.

Условная себестоимость. Наиболее эффективный параметр оптимизации технологического процесса образования ткани – ее себестоимость. В частности, при производстве ткани известного артикула можно рассматривать условную себестоимость ткани, которая рассчитывается по сумме измененных затрат на сырье и на заработную плату.

Условная себестоимость:

$$C_y = З_c + З_з, \qquad (6.1)$$

Витебский государственный технологический университет

где $З_c$ – затраты на сырье (основные и уточные нити), используемое для изготовления ткани, руб.; $З_з$ – затраты на заработную плату ткача, или основных производственных рабочих, руб.

При определении затрат на сырье учитываются как цены основных и уточных нитей, так и заправочные параметры ткани, характеризующие расход сырья. Затраты (в руб.) на сырье определяют по формуле:

$$З_c = (N_o\ T_o\ Ц_o\ 10^{-4} / (100 - a_o)) + P_y\ T_y\ B_з\ Ц_y\ 10^{-5}, \qquad (6.2)$$

где N_o – число нитей основы в ткани; T_o и T_y – линейная плотность основных и уточных нитей, текс; $Ц_o$ и $Ц_y$ – цена 1 кг нитей основы и утка, руб.; a_o – уработка основных нитей, %; P_y – плотность ткани по утку, число нитей утка на 10 см; $B_з$ – ширина заправки по берду с учетом кромки, м.

Расходы на заработную плату (в руб.) учитывают тарифную ставку и время наработки 1 м ткани, определяемое скоростью станка и уровнем обрывности основы и утка.

$$З_з = C_t\ t / 3600,$$

где C_t – часовая тарифная ставка, руб.; t – время наработки 1 м ткани, с.

$$t = t_м / (K_a\ \ K_б).$$

Машинное время определяется в зависимости от частоты вращения n главного вала станка и плотности ткани по утку

$$t_м = 600\ P_y / n.$$

Коэффициент K_a, учитывающий простои станка, связанные с выполнением технологических операций

$$K_a = t_м / [(t_м + t_{вн})\ K_c],$$

где $t_{вн}$ – вспомагательное неперекрываемое время, с; K_c – коэффициент, учитывающий совпадение операций.

$$t_{вн} = \sum t_i + K_o\ t_o + K_y\ t_y,$$

где $\sum t_i$ суммарное время перерывов в работе станка, за исключением перерывов на ликвидацию обрывов основы и утка, с; K_o и K_y – обрывность основных и уточных нитей, обр./м ткани; t_o и t_y – норматив времени на ликвидацию обрыва основной и уточной нитей, с.

С учетом приведенных соотношений расходы на заработную плату (в руб.) определяют по формуле:

$$З_з = D\ ((600\ P_y / n) + \sum t_i + K_o\ t_o + K_y\ t_y), \qquad (6.3)$$

где $D = C_t\ K_c / 3600\ K_б$.

Следовательно, при постоянном контроле частоты вращения главного вала станка, плотности ткани по утку, обрывности основных и уточных нитей в ткачестве можно определить условную себестоимость 1 м ткани (в руб.) по формуле:

$$C_y = A(100 - a_o)^{-1} + B\ P_y + D\ ((600\ P_y / n) + E\ t_i + K_o\ t_o + K_y\ t_y). \qquad (6.4)$$

Витебский государственный технологический университет

По результатам исследований изменяемости себестоимости ткани в зависимости от параметров технологического режима и, в частности, заправочного натяжения основных нитей X_1 и частоты вращения главного вала X_2 на станках СТБ-2-180 получена регрессионная модель, описывающая условную себестоимость вырабатываемой ткани вида:

$$C_y = 1{,}223 - 0{,}006X_1 - 0{,}001\,X_2 - 0{,}004\,X_1\,X_2 + 0{,}002\,X_1^{\,2} + 0{,}005\,X_2^{\,2}.$$

6.3 Причины разрушения нитей при переработке в ткацком производстве и методы оценки обрывности

Анализ исследований технологии текстильного производства показал, что при совершенствовании технологических процессов и режимов в прядении, подготовке нитей к ткачеству и формирования ткани предпочтение отдается обрывности нитей как основному показателю напряженности режима, в котором работают нити.

Действительно, обрывность – самый наглядный и убедительный критерий качества режима и процесса. Систематическое изучение ее началось еще с внедрения механического ткачества. При автоматизации процессов прокладывания утка производительность станка зависит в основном от обрывности основы, на изучении и анализе причин обрывов основных нитей концентрировалось все внимание исследователей.

Механические воздействия, испытываемые нитью в процессах переработки, изменяют весь комплекс ее взаимосвязанных свойств. Принято считать, что обрыв представляет собой разрушение нити под действием сил растяжения и сжатия, истирания и изгиба, а также происходит из-за ворсистости, зарядов статического электричества и температурно-влажностного состояния нити. При неравномерности свойств это проявляется в изменении структуры пряжи на небольшом участке и потере ее массы. Влияние механических воздействий на обрывность не одинаково. Свойства пряжи, влияющие на ее обрывность, могут быть ранжированы следующим образом: разрывное удлинение, неровнота по удлинению, неровнота по разрывной нагрузке, относительная разрывная нагрузка, пороки структуры, стойкость к истиранию и многократному растяжению, разрывная нагрузка и неровнота по линейной плотности.

В процессе изучения обрывность классифицируют по причинам и зонам заправки. Считается, что без причины обрыв нити не произойдет, и допускается лишь 7 – 10% обрывов по неизвестным причинам.

Если обрыв нити происходит в результате ее постепенного истирания и усталости, то это схема обрыва из-за накапливающихся изменений в структуре нити. Если обрыв нити наступает, когда натяжение превышает прочность самого слабого места, то это схема мгновенных повреждений. При нормальном технологическом процессе нити не истираются до обрыва, а обрыв нити возникает в ослабленных местах, для

Витебский государственный технологический университет

которых нормальная нагрузка становится пиковой, или при резком увеличении натяжения нити, например, при прохождении узла через галево.

Э.А. Оников, исследуя обрывность нитей на ткацком станке, приходит к выводу, что основой для ее снижения являются улучшение качества пряжи и совершенствование процессов подготовки нитей к ткачеству [16]. Недостатки подготовки и плохое качество влияют на повторные обрывы одних и тех же нитей. Доля повторных обрывов составляет от 7 до 30 % в зависимости от вида ткани.

Рисунок 6.2 – Схема факторов, влияющих на обрыв основной нити

Зависимость уровня обрывности от большого числа факторов и их неравномерности усложняет разработку методики контроля и приводит к применению различных способов наблюдения и обработки результатов. Длительность одного контроля составляет 3 – 24 ст-ч, длиной выработанной ткани 100-200 м и более, на одном или группе станков одноразовым или многоразовым способом.

Принято считать, что обрывность как редкое случайное событие подчиняется закону Пуассона. При увеличении длительности наблюдения от 30 мин до 4 ч распределение обрывности приближается к нормальному; при обрывности менее 0,1 и наблюдениях до 2 ч на 4 – 20 станках – близко к распределению Пуассона, а при обрывности более 10 и времени наблюдения более 2 ч на более 20 станках – ближе к нормальному. На одном станке в течение 3 – 4 ч – по закону Вейбулла-Гнеденко. Для получения достоверных результатов обрывности метода-

Витебский государственный технологический университет

ми натурного эксперимента длительность наблюдений нередко значительно превышает время срабатывания одного навоя.

6.4 Методы прогнозирования обрывности, их применение и эффективность

В современных исследованиях применяют прогнозирование уровня обрывности. Можно выделить пять направлений прогнозирования обрывности нитей: изучение законов распределения обрывности; прогнозирование обрывности по свойствам перерабатываемого продукта; прогнозирование по характеристикам нагружения нити в технологическом процессе; прогнозирование на основе изучения комплексного влияния свойств нити и нагрузок на нее с учетом их стохастичности; прогнозирование обрывности с использованием теории случайных функций.

Изучение законов распределения обрывности позволяет выявить станки с повышенным уровнем обрывности. На основе анализа полуцикловых, одноцикловых и многоцикловых характеристик растяжения, изгиба, истирания пряжи установлено, что с обрывностью не коррелируют разрывная нагрузка и удлинение, а коррелирует её выносливость.

При прогнозировании обрывности по характеристикам нагружения нити необходима информация о взаимосвязи параметров с обрывностью в виде математических или графических зависимостей, полученных экспериментально в результате предварительного эксперимента.

В основе прогнозирования обрывности по надежности текстильных материалов лежит положение о том, что обрыв нити является исключительно редким случаем совпадения слабого места нити с максимумом (пиком) натяжения. Используя теорию вероятностей и аппроксимацию функций распределения установлено, что обрывность быстро возрастает с увеличением неравномерности по прочности и натяжению нити, среднего натяжения нити и со снижением средней прочности нити.

Разрывная нагрузка, обеспечивающая заданное число циклов нагружения нити, рассматривается как случайная величина с нормальным распределением, а нагрузка, вызванная технологическим процессом, – в вариантах распределения: нормальном и экспоненциальном.

При расчете прогнозируемого числа отказов – обрывов нити при ее переработке – используется формула выбросов для стационарного нормального процесса, предложена аналитическая зависимость прогнозируемой обрывности в ткачестве от свойств нитей. Обрыв возникает, когда работа деформации $A_1(x)$ становится равной или большей работы разрыва $A_2(x)$ в данном сечении пряжи. Ожидаемое количество обрывов Q определяют как число выбросов случайной функции $y(x) = A_1(x) - A_2(x) > 0$ за нулевой уровень:

$$Q = (n / 2\pi\, l_{cp}) \exp(-\varphi K^2 / 2\, C^2), \qquad (6.3)$$

Витебский государственный технологический университет

где n — число нитей в основе; $l_{ср}$ — средняя длина волокна в пряже; φ — коэффициент участия нитей основы в заправке ткацкого станка; K — коэффициент запаса по работе деформации; C — суммарный коэффициент неравномерности.

Это соотношение показывает, что обрывность возрастает с уменьшением средней длины волокна в пряже, увеличением коэффициента неравномерности, снижением коэффициента участия нитей основы в заправке и коэффициента запаса.

С. Д. Николаев для прогнозирования обрывности рекомендует использовать информацию о многократном растяжении и истирании, а напряженность процесса оценивать коэффициентом повреждаемости, который не учитывает неравномерность свойств нитей и их натяжения, существенно влияющих на обрывность.

Прогнозирование обрывности нитей на основе теории случайных процессов. При прогнозировании обрыв следует рассматривать как случайное событие и как выброс при пересечении функций случайных процессов. Основные статистические характеристики теории случайных процессов и задачи о выбросах: среднее количество выбросов за заданное время, вероятность отсутствия выбросов за заданный интервал времени, средняя продолжительность выброса [12]. Вычисление среднего количества выбросов связано с определением числа пересечений двух некоторых случайных процессов $x(t)$ и $y(t)$.

Если исследуемый процесс не соответствует нормальному и не приводится к нему, то применение задачи о выбросах исключено из-за сложности определения совместной плотности вероятности $W(z(t), z(t))$.

Если нормальный процесс $x(t)$ стационарен (частный случай), формула закона распределения имеет вид:

$$N(T) = (\sqrt{-\mathrm{Ro}''} / 2\pi)\, exp\, [-0{,}5(C-m/\sigma)^2], \qquad (6.4)$$

где Ro'' — вторая производная корреляционной функции $x(t)$; m и σ^2 — соответственно среднее значение и дисперсия функции математического ожидания $m(t)$.

При отклонении стационарного процесса от нормального формула (6.4) меняет вид в соответствии с тем, какое преобразование исходных случайных величин необходимо провести, чтобы приблизить закон распределения к нормальному, а также определить оптимальный шаг дискретизации непрерывной информации о случайном процессе.

Перед технологом ставятся следующие вопросы: какие случайные процессы приводят к появлению обрыва нити; можно ли эти процессы описать математически или измерить с достаточным уровнем точности; как оценить нормальность и стационарность процессов?

Алгоритмы прогнозирования обрывности нитей в ткацком производстве. Ввиду того, что обрывность нитей один – из важных критериев качества технологического режима, рассмотрим алгоритм прогнозиро-

Витебский государственный технологический университет

вания обрывности по информации, полученной по результатам непосредственных измерений, блок-схема представлена на рисунке 6.3.

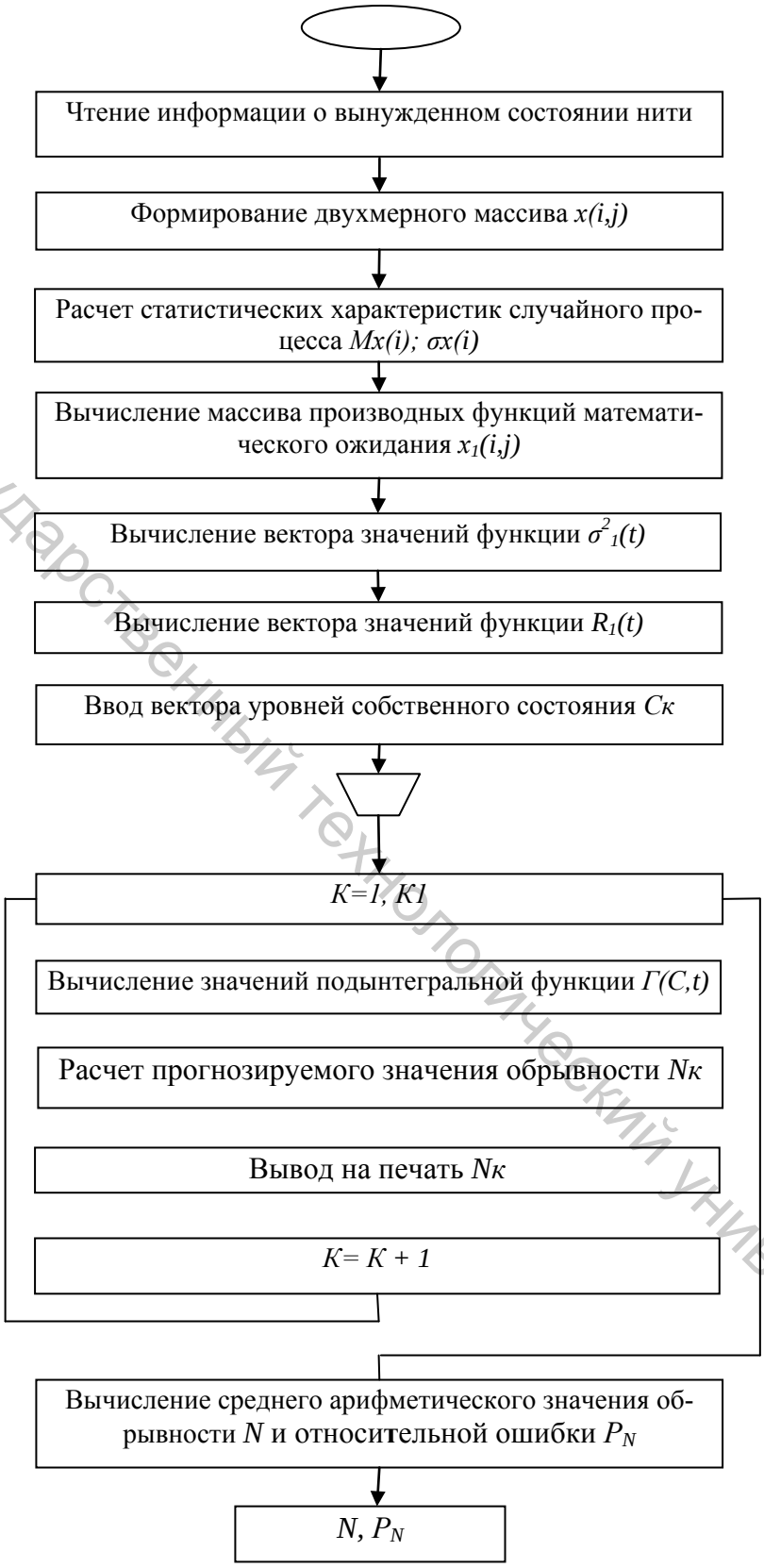


Рисунок 6.3 – Классификация критериев оптимальности режимов ткацкого производства по способам определения

Витебский государственный технологический университет

Три первых блока – подготовительные операции для создания предпосылок и обеспечения достоверности информации об исследуемых процессах, блок 4 – представление информации в математическом виде, блок 5 – проверка на соответствие нормальному закону распределения, блок 6 – процесс приведения к нормальному закону с повторной проверкой (блок 7), блок 8 – преобразование нестационарного процесса в стационарный (центрирование, нормирование или вычитание из случайной функции ее детерминированной периодической составляющей – блок 10, 13). Функция собственного состояния представлена постоянным уровнем $C_к$ $(1 < K < K1)$.

В процессе образования ткани многократные циклические нагрузки действуют на медленно перемещающиеся основные нити. Вынужденное состояние в большей степени определяется реакцией нити на технологические операции зевообразования, прибоя и др. и в меньшей степени – реакцией на поступательное движение нитей. Каждый цикл нагружения воспринимается множеством нитей с определенной длиной заправки.

Перемещение нитей составляет всего 0,4 длины заправки, собственное состояние нитей не меняется в течение времени срабатывания длины заправки, его можно представить числовой последовательностью значений прочности нитей при объеме выборки, представляющем информацию о прочностных характеристиках всех нитей ткацкого навоя.

Проектирование технологических режимов ткачества на основе прогнозируемой обрывности нитей предполагает проведение машинных экспериментов, в результате получают систему вариантов сочетаний технологических параметров и предполагаемой обрывности. Лучший вариант определяют автоматизированным путем при наличии оптимизационных программ или путем визуального сравнения результатов машинного эксперимента. Фактическую информацию о вынужденном состоянии нитей при различных вариантах сочетания технологических параметров находят по результатам натурного эксперимента.

6.5 Проектирование технологического режима процесса образования ткани

Разделение процесса образования ткани на составляющие. Процесс образования ткани на ткацком станке обладает следующими основными отличительными признаками:

1. Параметры наладки отдельных узлов ткацкого станка, свойства перерабатываемой пряжи, свойства ткани, натяжение основных нитей и утка и др. представляют собой большое количество взаимодействующих и взаимосвязанных элементов.

2. Получение ткани высокого качества с заданными свойствами и структурой при максимальной производительности станка и минималь-

Витебский государственный технологический университет

ной себестоимости является сложной функцией процесса образования ткани (системы станок – человек).

3. Наличие повторяющихся в строгой последовательности технологических операций (зевообразование, введение утка, прибой утка, отвод ткани, натяжение и отпуск основы, натяжение и подача утка) позволяет разделить процесс образования ткани на отдельные процессы.

4. Автоматическое регулирование натяжения основы, саморегулирование структуры ткани, режима натяжения и формирования рулона ткани свидетельствует о наличии сложно организованного управления.

5. Взаимодействие с внешней средой и функционирование в условиях взаимодействия случайных факторов проявляются в зависимости свойств нитей и ткани от температурно-влажностных условий и натяжения, в неравномерности свойств и натяжения нитей, обрывности основных и уточных нитей, которые являются случайными событиями.

Заправки основных и уточных нитей на ткацком станке могут находиться в двух состояниях: статическом и динамическом. Заправку основных нитей в статическом состоянии характеризуют следующие параметры: конструктивно-заправочная линия (геометрия заправки), заправочное натяжение, деформационные характеристики нитей.

Статическое состояние заправки уточных нитей характеризуется натяжением нити в паковке, ее деформационными характеристиками, геометрией заправки и определенной наладкой уточных механизмов.

При образовании ткани системы основных и уточных нитей выходят из статического состояния и деформируются под воздействием механизмов ткацкого станка. Разделение процесса тканеобразования на отдельные процессы определяет общую структуру САПР, которая содержит частные, детерминированные и вероятностные модели, учитывает кратковременность образования элемента ткани и наличие ряда случайных факторов. Комплекс частных задач для получения расчетной информации о вынужденном состоянии нитей, представлен на рисунке 6.4.

Пунктиром на схеме выделено начальное состояние процесса, остальные блоки для периодического способа образования ткани.

После формулирования перечня исходных данных и конечных параметров и принятия требуемой точности вычислений в соответствии со структурной схемой для имитации процессов натяжения нитей при образовании ткани, необходимо следующее:

- определить начальные условия, характеризующие начальное состояние системы;

- выбрать из известных или создать новые детерминированные математические модели, описывающие реакцию нитей основы и утка на воздействие механизмов в отдельных технологических операциях;

- определить вероятностные элементы системы в соответствии с законами распределения моделируемых случайных параметров;

Витебский государственный технологический университет

- выбрать из известных или создать новые соотношения, описывающие связи между элементами системы;

- выделить выходные параметры, характеризующие вынужденное состояние нитей в произвольные или заданные моменты времени.

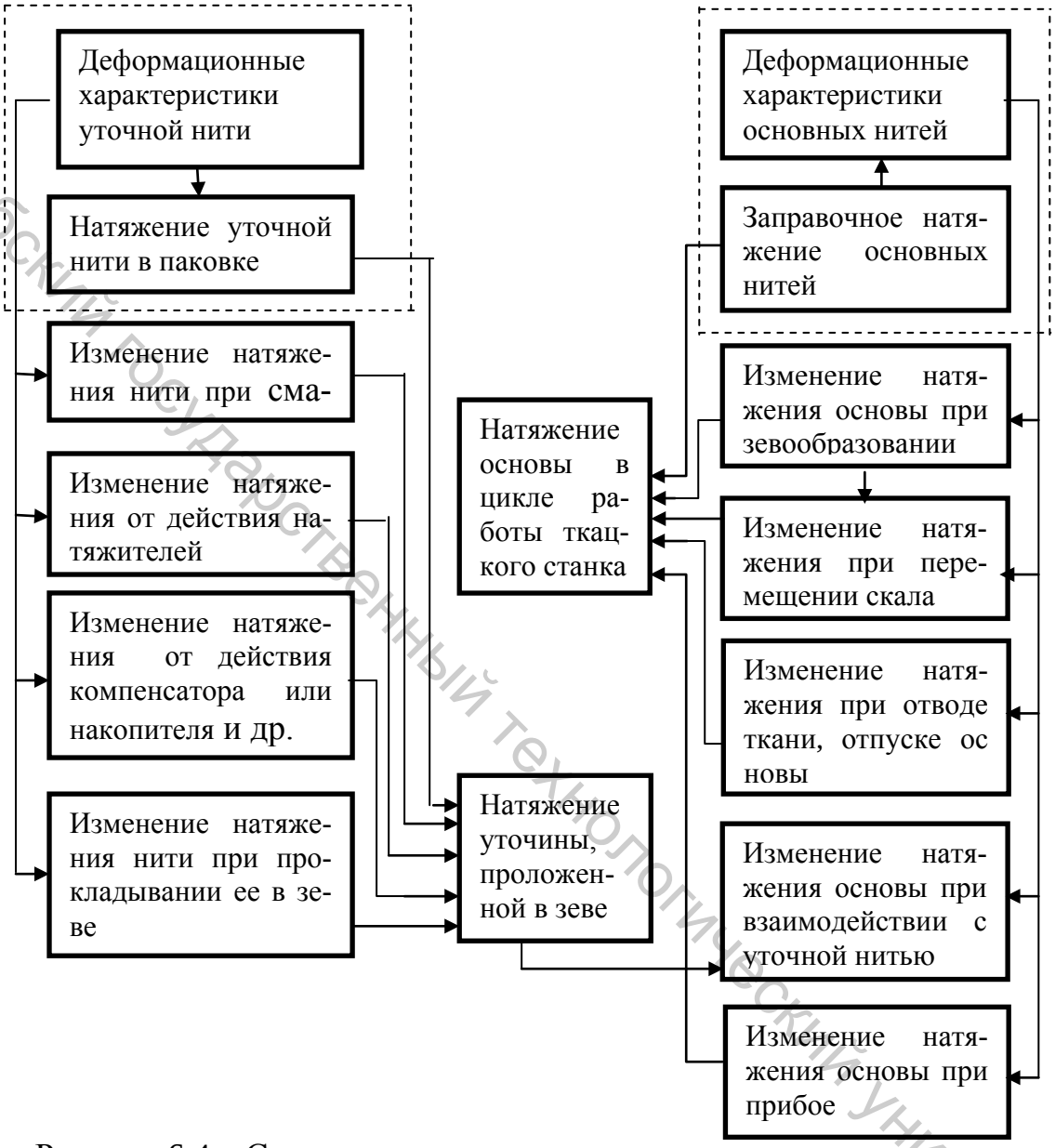


Рисунок 6.4 – Схема составляющих вынужденного состояния нитей в процессе тканеобразования

6.6 Математическое описание и имитационное моделирование процессов, определяющих вынужденное состояние основных нитей на ткацком станке

Начальное состояние заправки

Характеристика конструктивно-заправочной линии представляется перечнем параметров с числовыми значениями, постоянными или рас-

Витебский государственный технологический университет

считываемыми с учетом интервалов варьирования, которые задаются проектировщиком в зависимости от конструкции станка. В частности, глубина зева для i-й ремизки без учета величины прибойной полоски

$$\ell_{1i} = L_3 - L_4 + \delta_p (i - 1), \qquad (6.5)$$

а вынос зева

$$\ell_{2i} = L_2 - L_4 - \ell_{1i} + \delta_л (i-1). \qquad (6.6)$$

Для характеристики начального состояния заправки необходимо определить значения следующих параметров (в мм):

L_1 – расстояние от грудницы до скала;

L_2 – расстояние от грудницы до первой ламельной рейки;

L_3 – расстояние от грудницы до первой ремизной рамы;

L_4 – расстояние от грудницы до берда в переднем положении батана;

L_5 – расстояние от грудницы до опоры ткани, мм;

δ_p – шаг ремизных рам;

$\delta_л$ – шаг ламельных реек;

δ_c – шаг крепления скала по глубине;

$У_1$ – уровень скала относительно грудницы;

$У_2$ – уровень ламелей первой ламельной рейки относительно грудницы;

$У_3$ – уровень глазков галев относительно грудницы по первой ремизке;

$У_4$ – уровень опоры ткани относительно грудницы;

$l_в$ – положение оси навоя относительно грудницы по вертикали;

l_m – положение оси навоя относительно грудницы по горизонтали.

Заправочное натяжение основных нитей, под которым понимают статическое натяжение в момент заступа при максимальных размерах навоя, следует рассматривать как случайную величину. Случайность этого параметра начального состояния заправки основных нитей определяется двумя факторами: разнонатянутостью всех нитей по ширине навоя и нестабильностью работы механизма отпуска основы.

При определении оптимальных параметров заправки ткацкого станка необходимо задать нижнюю границу диапазона изменения заправочного натяжения. Известно, что в челночном ткачестве малое заправочное натяжение приводит к повышению обрывности из-за увеличивающегося истирания нитей. На станках СТБ необходимость формирования закладной кромки требует повышения натяжения основы по сравнению с челночным ткачеством, так как уменьшение общего натяжения приводит к нарушениям процесса формирования кромки. Критическая величина прибойной полоски, при которой кромка не зарабатывается кромкообразующим механизмом, составляет 12 мм, или 23 град. угла поворота главного вала. В действительности критическое значение зависит от заполнения ткани и вида основной пряжи и определяется из выражения:

Витебский государственный технологический университет

$$\varphi_1 = \varphi_2 + К\ (З_{кр} - З_ф),$$

где φ_1 – величина прибойной полоски в кромке, град.;

φ_2 – величина прибойной полоски в фоне, град.;

К – коэффициент, учитывающий вид пряжи;

$З_{кр.}$, $З_ф$ – поверхностное заполнение ткани соответственно в зонах кромки и фона, %.

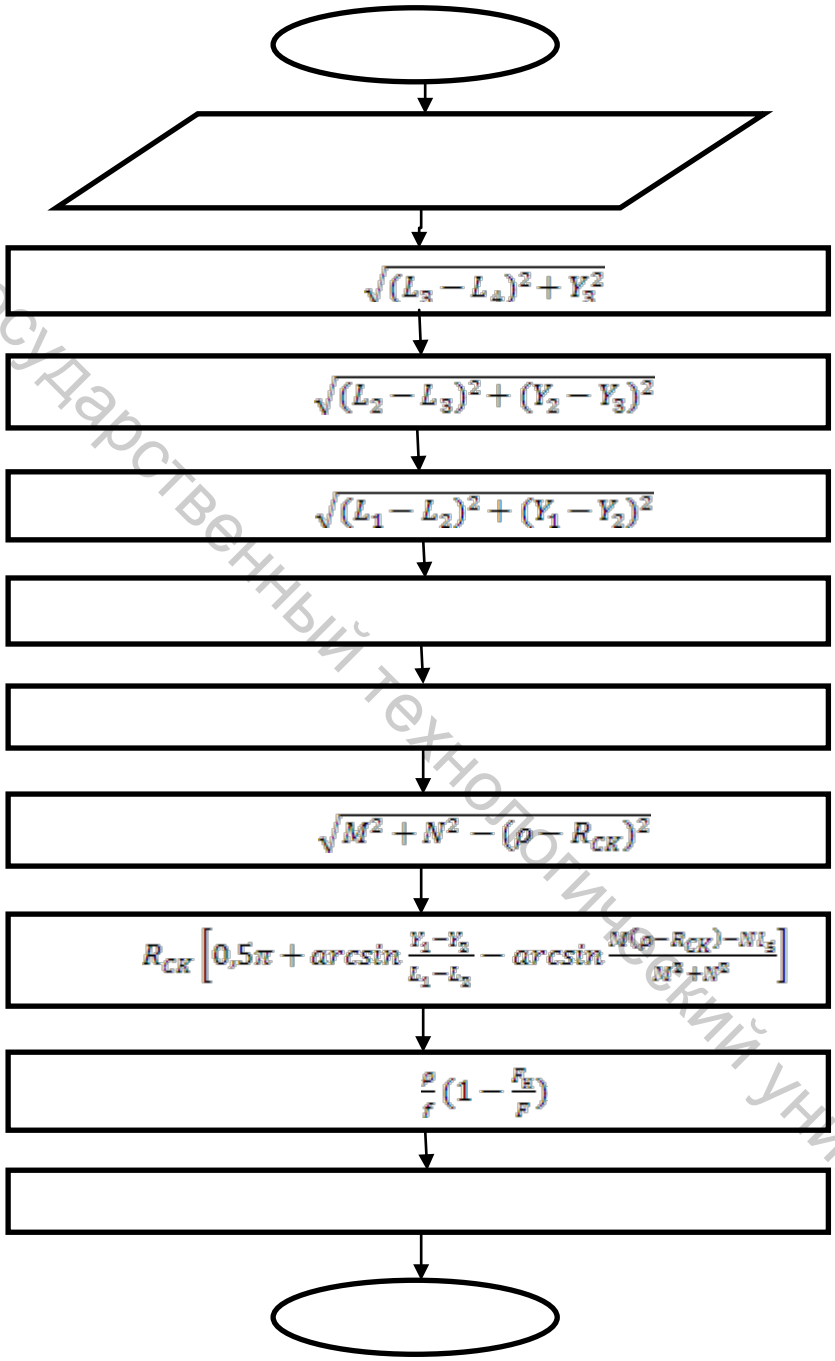


Рисунок 6.5 – Блок-схема расчета длины основы в заправке

Инструментальная оценка деформационных свойств нити сводится, прежде всего, к выбору модели текстильного материала, отражающей соотношение его упругих и вязких свойств.

Витебский государственный технологический университет

Для оценки упругих свойств нитей и ткани необходимо измерить динамический коэффициент жесткости в условиях испытаний, максимально приближенных к условиям нагружения нитей на ткацком станке.

Деформационные характеристики нитей и ткани должны содержать кроме динамического коэффициента жесткости коэффициент вязкости и показатель, характеризующий релаксационные свойства нити и ткани.

Коэффициенты жесткости C_1 и вязкости η_1 метровых отрезков определяются экспериментально и рассчитываются по формулам

$$C_1 = \Delta P\, L_3 / \Delta l;\ \eta_1 = C_1\, tg\alpha\, L_3 / \omega, \qquad (6.7)$$

где ΔP – изменение нагрузки при деформировании, сН; L_3 – заправочная длина пробы, мм; Δl – амплитуда деформации, мм; α – сдвиг по фазе максимумов натяжения и деформации, рад; ω – частота деформирования, $с^{-1}$.

Зависимость коэффициентов жесткости и вязкости от предварительной нагрузки имеет нелинейный характер:

$$C_1 = a\, F^n;\ \eta_1 = b\, F^m,$$

где F – натяжение основных нитей в заправке, сН.

Коэффициенты жесткости и вязкости упругой системы заправки учитывают длину нити основы и ткани в заправке и определяются по формулам

$$C = a\, F^n / L_o;\ \eta = b\, F^m / L_o,$$

где a, n, b, m – эмпирические коэффициенты, зависящие от вида нитей; L_o – длина основы или ткани в заправке ткацкого станка, м.

Окончательно деформационные характеристики начального состояния заправки

$$C = C_o\, C_{тк} / (C_o + C_{тк}); \qquad (6.8)$$

$$\eta = \eta_o \eta_{тк}\, tg\gamma / (\eta_o tg\beta + \eta_{тк} tg\alpha), \qquad (6.9)$$

где $C, C_o, C_{тк}$ – коэффициент жесткости соответственно всей системы, основы и ткани в заправке; $\eta, \eta_o, \eta_{тк}$ – коэффициенты соответственно вязкости всей системы, основы и ткани в заправке; γ, β, α – соответственно сдвиг по фазе максимумов натяжения и деформации системы нити-ткань, нитей и ткани.

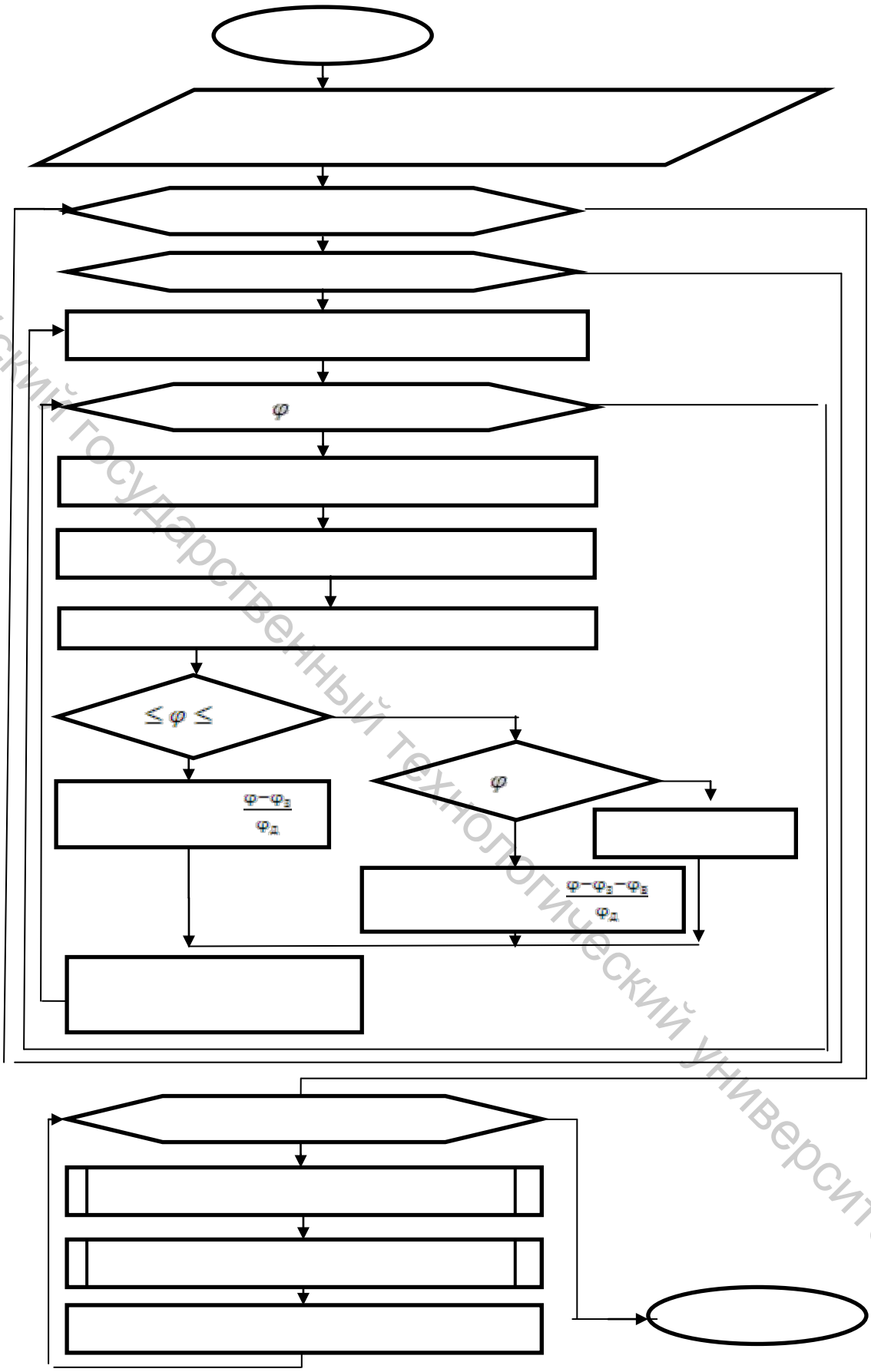
Зевообразование

Натяжение основных нитей при зевообразовании складывается из заправочного натяжения и приращения натяжения, вызванного изменяющейся деформацией нитей.

Первая составляющая для различных нитей неодинакова из-за несовершенства процессов их подготовки. Натяжение нитей по ширине ткацкого навоя имеет некоторый закон распределения, параметры которого можно определить экспериментально и обработкой результатов.

Вторая составляющая учитывает закон деформирования нитей зевообразовательным механизмом и реакцию нити на деформирование, которая может быть упругой или упруговязкой. Блок-схема для расчета натяжения нитей при зевообразовании приведена на рисунке 6.6.

Витебский государственный технологический университет



6.6 – Блок-схема расчета натяжения нитей при зевообразовании

Витебский государственный технологический университет

Движение ремизной рамы на станке СТБ описывается одним из представленных уравнений в зависимости от угла поворота главного вала:

$$H(\varphi)=\left\{\begin{array}{l} \acute{I}_{\max}\sin(180\dfrac{\varphi-\varphi_3}{\varphi_{\ddot{i}}})\ \ddot{i}\eth\grave{e}\ \ 0^0\le\varphi\le155^0 \\ H_{\max}\ddot{i}\eth\grave{e}\ 155^0<\varphi\le245^0; \\ H_{\max}\sin(180\dfrac{\varphi-\varphi_{\acute{c}}-\varphi_{\hat{a}}}{\varphi_{\ddot{A}}})\ \ddot{i}\eth\grave{e}\ \ 245^0<\varphi<360^0, \end{array}\right\}$$

где $H(\varphi)$ – текущее перемещение ремизной рамы, мм;

H_{max} – максимальное перемещение ремизной рамы вверх или вниз относительно заправочной линии, мм;

φ – текущее значение угла поворота главного вала, град.;

$\varphi_З$ – положение главного вала в момент заступа, град.;

$\varphi_Д$ – угол поворота главного вала, в течение которого происходит движение ремизок, град.;

$\varphi_в$ – угол поворота главного вала, в течение которого ремизка выстаивает, град.

Значение H_{max} зависит от заданного угла раскрытия зеваγ, глубины зева $l'_{i/}$

$$H_{maxi}=l'_I\ tg0.5\gamma. \qquad (6.10)$$

Для расчета деформации при зевообразовании рекомендуется использовать следующую зависимость

$$\Delta_i(\varphi)=\frac{H_i(\varphi)}{l_i'(L_1-L_4-l_i')}\left[(L_1-L_4)\frac{H_i(\varphi)}{2}+ce+cl_i'(Y_1-Y_4)\right], \qquad (6.11)$$

где c – константа, определяемая в зависимости от подъема или опускания ремизки, c =+1 или c=-1; e – смещение глазка галева по высоте относительно уровня опушки ткани, мм.

$$e=Y_3-Y_2-\frac{(Y_2-Y_4)(L_2-L_3)}{L_2-L_5}. \qquad (6.13)$$

Изменение вынужденного состояния нитей основы при зевообразовании определяют для различных моментов времени t. Натяжение для различных моментов времени t, связанных с углом поворота главного вала ткацкого станка, определяют по формуле

$$F(\varphi)=F+\Delta(\varphi)C+\frac{d\Delta(\varphi)}{dt}\eta. \qquad (6.20)$$

Продольное перемещение основы и ткани

Изменение натяжения нитей в результате отпуска основы и отвода ткани для установившегося процесса детерминировано, так как постоянство величины отвода ткани из рабочей зоны обеспечивается типом то-

Витебский государственный технологический университет

варного регулятора, а отпуск основы зависит от суммарного натяжения нитей, воспринимаемого подвижной системы скала. Периодический отпуск основы в сочетании с непрерывным отводом ткани приводит к циклическому изменению натяжения, которое при малых скоростях деформирования (2-5 мм/с) определяют по формуле

$$\Delta F_o = C\,(\Delta_1 - \Delta_2),$$

где C – коэффициент жесткости заправки основных нитей, сН/мм; Δ_1, Δ_2 – деформация нитей в результате отвода ткани и отпуска основы, мм.

Витебский государственный технологический университет

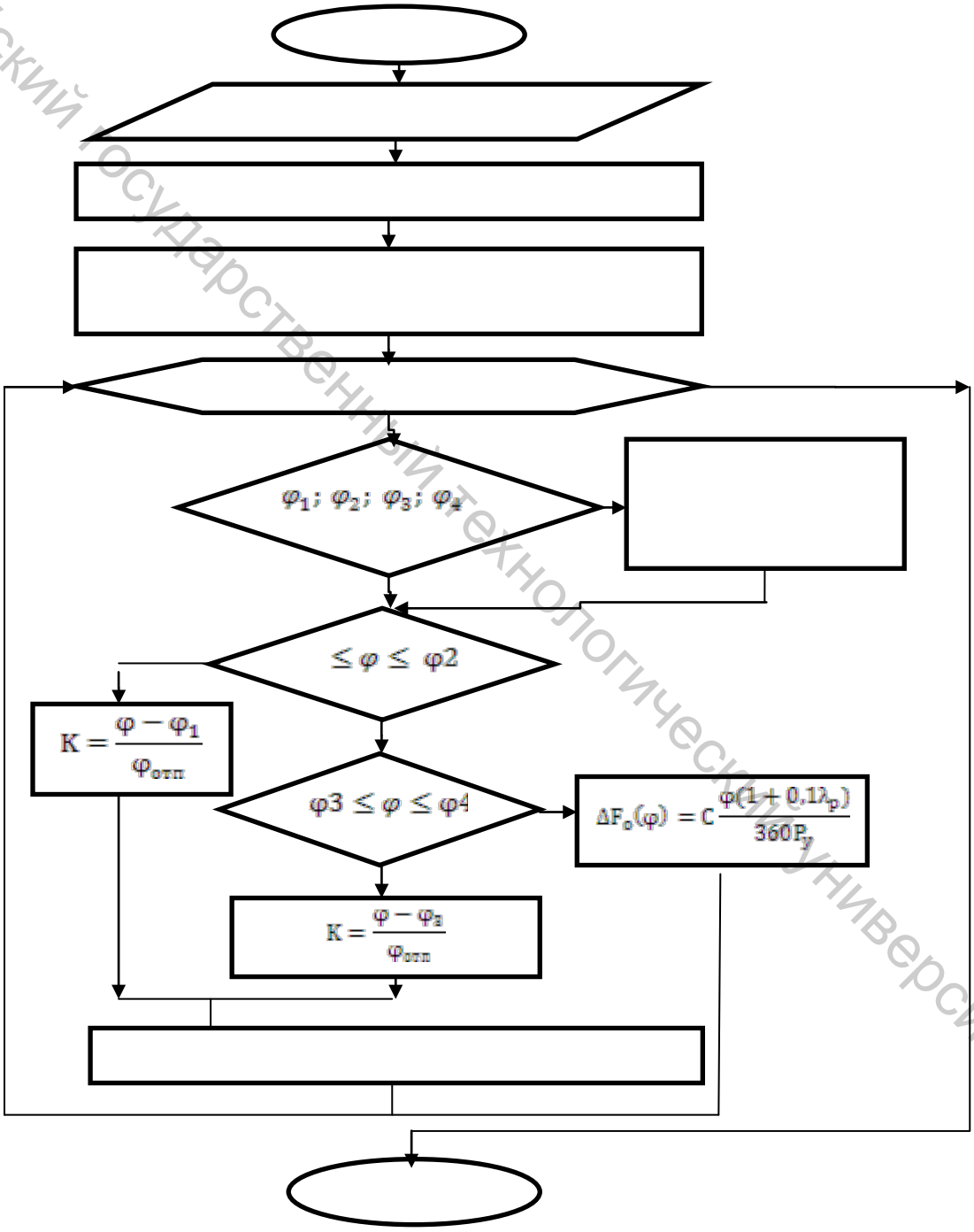


Рисунок 6.7 – Алгоритм для расчета изменения натяжения нитей в результате отпуска основы и отвода ткани

Значение ΔF_o может быть отрицательным и положительным в зависимости от соотношения момента отпуска основы регулятором и рассматриваемого момента образования ткани

$$\Delta F_o\left(\varphi\right)=C\frac{1+0{,}01\lambda_{\eth}}{Đ_{ó}}\left[\frac{\varphi}{360}-\hat{E}\left(1+0{,}01\grave{a}_o-0{,}01\lambda_{\eth}\right)\right], \qquad (6.21)$$

$$K = (\varphi - \varphi_1) / \varphi_{отп},$$

где λ_p – релаксационная усадка ткани по длине на станке и после снятия ее со станка, зависящая от структурных параметров ткани и свойств пряжи, от натяжения основы и ткани в рулоне, %; P_y – плотность ткани по утку, число нитей на 1 мм; a_o – уработка основы, %; φ_1 – угол поворота главного вала, соответствующий началу отпуска основы, град.; $\varphi_{отп.}$ – угол поворота главного вала, в течение которого происходит поворот навоя, град.

Расчет изменения натяжения нитей в результате отпуска основы и отвода ткани осуществляется по схеме, приведенной на рисунке 6.7.

Значение φ_1 зависит от настройки основного регулятора по моменту *Mo* контакта ролика с максимальным размером горки, который называется моментом отпуска основы:

$$\varphi_1 = Mo - 0{,}5\varphi_{отп.}$$

Длительность поворота навоя в углах поворота главного вала с достаточной точностью можно вычислить по формуле

$$\varphi_{отп.} = \mu(1 + 0{,}01a_o)/(\rho P_y I), \qquad (6.22)$$

где μ – передаточное отношение червячной пары основного регулятора; ρ – радиус намотки основы на навое, мм; I – коэффициент проскальзывания во фрикционной муфте.

Дополнительные воздействия на основу

На ткацком станке СТБ основные нити подвергаются дополнительным воздействиям подвижного скала, исполняющего роль датчика натяжения основы. Движение скала описывается неоднородным линейным дифференциальным уравнением второго порядка, правая часть которого представляет собой возмущающее воздействие от циклического изменения натяжения основы. Возмущающее воздействие зависит от суммарной деформации системы заправки при зевообразовании, прибое и процессов. Вследствие существенного превышения частоты прибоя над частотой собственных колебаний скала система подвижного скала реагирует только на воздействие зевообразования.

Изменение натяжения нитей в результате воздействия качающегося скала определяется по формуле

$$\Delta F_{ск\,J}(\varphi) = C\,\gamma_J(t)\,r_p, \qquad (6.23)$$

где C – коэффициент жесткости упругой системы заправки, сН/мм; $\gamma_J(t)$ – угловое перемещение скала в момент t цикла работы станка; r_p – радиус качания центра скала, мм.

Витебский государственный технологический университет

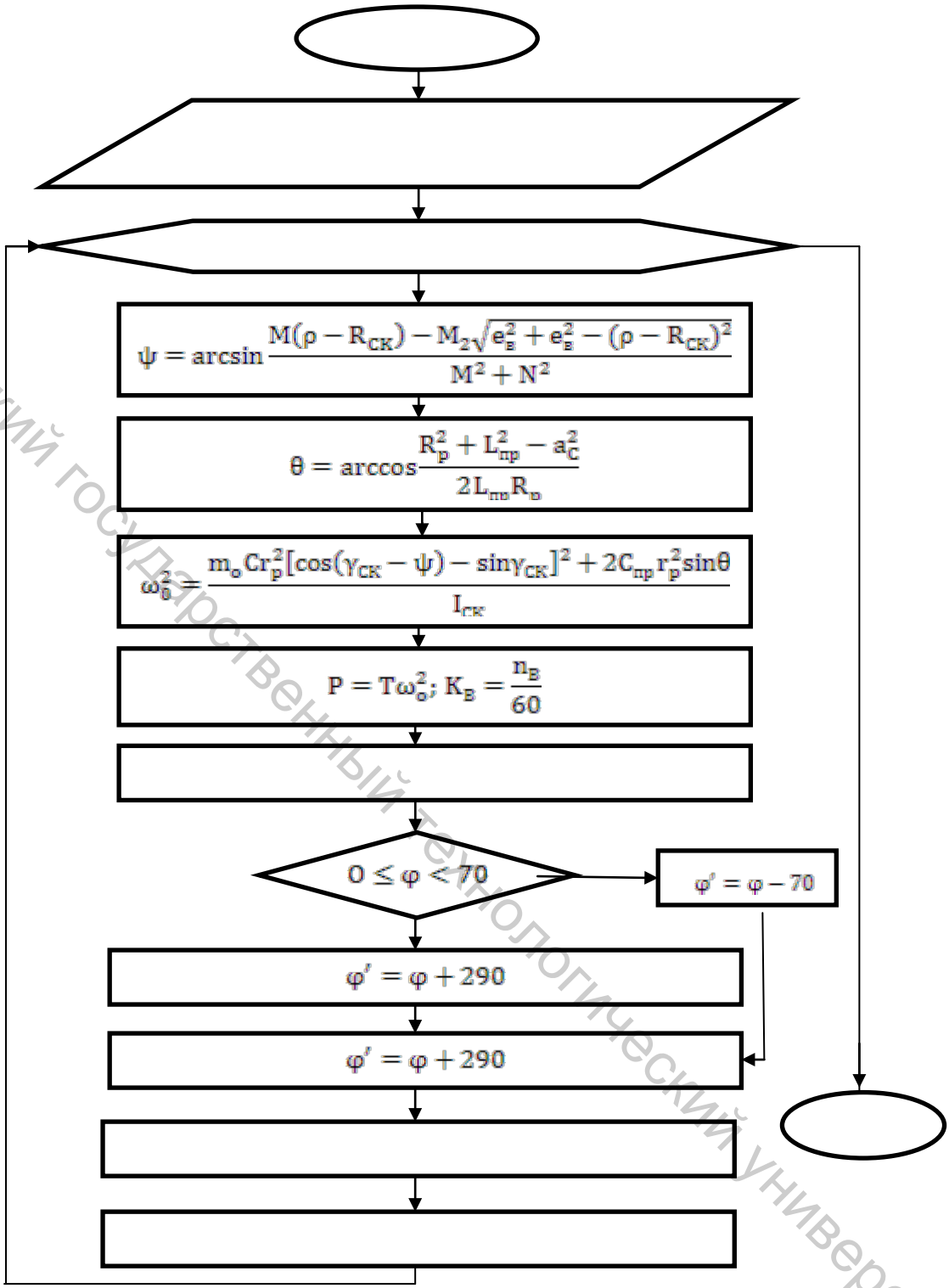


Рисунок 6.8 – Блок-схема расчета натяжения от качания скала

Угловое перемещение скала определяется по условию

$$\gamma_J(t) = \frac{1}{\omega_o I_{ск}} \int_o^t MF_j(u) exp(-0{,}5P(t-u)) \sin 2\pi K_в (t-u) du\,, \qquad (6.24)$$

где ω_o – частота собственных колебаний системы скала с учетом сил сопротивления, с$^{-1}$; $I_{ск}$ – приведенный момент инерции системы ска-

Витебский государственный технологический университет

ла, сН·мм·с^2; MF_j – момент сил натяжения основных нитей от зевообразования, сН·мм; P – параметр, зависящий от демпфирующих свойств упругой системы заправки и трения в подшипниках подскалины, определяемый экспериментально по кривым переходного процесса при колебании системы скала от единичного возмущения; u – вспомогательная переменная; $K_в$ – частота изменения возмущающего воздействия, с$^{-1}$;

$$t = \varphi / (6\, n_в),$$

где $n_в$ – частота вращения главного вала, мин$^{-1}$.

При этом принципиально важно определить начальные условия, при которых $\gamma_j\ (t)$ и $\gamma_j(\ t)$ равны нулю.

Расчет изменения натяжения нитей в результате отпуска основы от качания скала осуществляется по схеме, приведенной на рисунке 6.8.

6.7 Проектирование технологического режима и имитационное моделирование процесса прокладывания и прибоя уточной нити на ткацком станке

Прибой уточной нити

Для определения перемещения уточной нити при прибое используют скоростную киносъемку зоны формирования ткани, которая позволяет определить расстояния S_1 – расстояние между последней и предпоследней уточинами сразу после отхода берда от опушки ткани, S_2 – это же расстояние перед очередным прибоем.

На значения S_1 и S_2 влияют заполнение ткани и вид взаимодействующих нитей. Сравнение абсолютных величин смещений ($S_1 - 1/P_y$) и ($S_2 - 1/P_y$) с реальной прибойной полоской $\lambda_{пр}$ показывает, что смещение уточной нити не превышает 8 – 10 % и, следовательно, влияние на деформацию основных нитей несущественно.

Многочисленные измерения сдвига максимума натяжения относительно переднего положения берда при различных вариантах заполнения ткани и режима натяжения показали, что его средняя величина в установившемся режиме не превышает 7 град. С учетом реального закона движения батана на станке СТБ-180 7 град. соответствует 0,427 мм горизонтального перемещения опушки ткани, что по сравнению с прибойной полоской ($\lambda_{пр}$ = 8 – 9 мм) не превышает 5 – 6 %.

При подобном положении изменение натяжения при прибое можно определить по формуле

$$\Delta F_{прij} = \lambda_o C_o + \frac{d\lambda_o}{dt}\eta_o, \qquad (6.25)$$

где $\lambda_o = \lambda_{пр}$, если $\varphi = \varphi_{н.прij}$.

Эмпирическая зависимость, связывающая момент начала прибоя $\varphi_{н.пр}$ с натяжением основных нитей в этой фазе тканеобразования $F_{н.прij}$,

Витебский государственный технологический университет

заполнением ткани $З_{тк}$, степенью разнонатянутости зева W_j и коэффициентом жесткости основной нити C_o, имеет вид

$$\varphi_{н.прij} = e^{bo} F^{b1}_{н.прij} З^{b2}_{тк} W^{b3}_{j} C_o^{\ b4}, \qquad (6.26)$$

где b_o, b_1, b_2, b_3, b_4 – эмпирические коэффициенты.

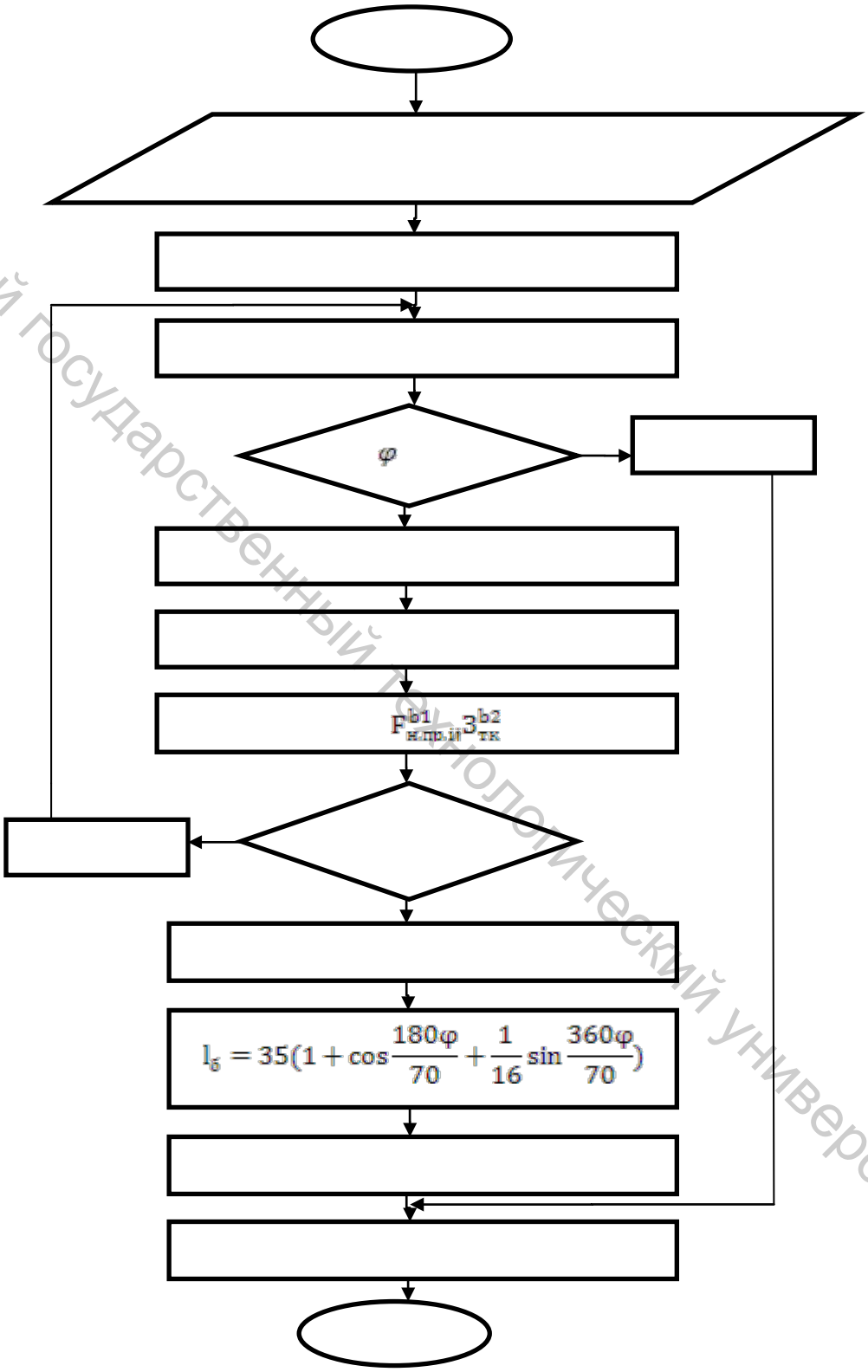


Рисунок 6.9 – Блок-схема расчета натяжения нити в момент прибоя

Витебский государственный технологический университет

Натяжение нити в момент встречи берда с опушкой определяется суммой всех натяжений в результате деформирования системы заправки при $\varphi = \varphi_{н.прij}$:

$$F_{н.пр.ij} = F_{ij}(\varphi) + \Delta F_0(\varphi) + \Delta F_{пij}(\varphi) + \Delta F_{скj}(\varphi). \qquad (6.27)$$

Степень разнонатянутости зева, существенно влияющую на условия прибоя, определяют как отношение натяжений опущенной $F_{ijн}$ и поднятой $F_{ijв}$ нитей:

$$W_j = (\Sigma F_{ijн})/(\Sigma F_{ijв}).$$

Расчет изменения натяжения нитей в результате прибоя осуществляется по схеме, приведенной на рисунке 6.9.

Приращение натяжения в результате прибоя рассчитывают в диапазоне 50 – 70 град. угла поворота главного вала с интервалом 1 град, что позволяет с достаточной точностью определить момент начала смещения опушки ткани.

Описание процесса нагружения уточной нити. Сматывание нити с паковки

На станке СТБ процесс нагружения уточной нити разделяют на четыре отдельных процесса: сматывание нити в паковки, торможение нити в уточном тормозе, движение ее через глазок перемещающегося компенсатора, разгон и движение с прокладчиком. Натяжение уточной нити по зонам прокладывания распределяется примерно следующим образом: уточный тормоз – 24 %, компенсатор – 12 %, уточный контролер – 16 %, сматывание нити с паковки и полет прокладчика – 52 %. Последовательность изменения натяжения уточной нити: $F_н$ – начальное натяжение нити в паковке; F_1 – натяжение нити в глазке баллоноограничителя; F_2 – натяжение после уточного тормоза; F_3 – натяжение после компенсатора; F_4 – конечное натяжение, создаваемое комплексом всех воздействий, в том числе и полетом прокладчика.

Особенностью моделирования процесса натяжения уточной нити является то, что, несмотря на периодичность прокладывания утка (от 140 до 290 – 300° угла поворота главного вала), составляющие процесса целесообразно рассчитывать для всех значений φ в пределах полного оборота главного вала с шагом $\Delta\varphi$ не менее 10°.

Сматывание нити с паковки возможно в процессе движения прокладчика, причем в зависимости от настройки уточных механизмов этот процесс может совмещаться как с разгоном прокладчика, так и второй частью свободного полета. Скорость сматывания зависит от скорости движения прокладчика и скорости перемещения глазка компенсатора.

Т. Б. Москаева рекомендует для моделирования процесса сматывания и определения натяжения нити в глазке баллоноограничителя следующую зависимость:

Витебский государственный технологический университет

$$F_1 = F_н + \frac{T_y \nu^2 \cos^2 \psi (2H^2{}_1 - R^2{}_б}{4R^2{}_b \sin^2 \alpha} 10^{-3}, \qquad (6.28)$$

где T_y – линейная плотность уточной нити, текс; ν – линейная скорость сматывания, м/с; ψ – угол между нитью и плоскостью, перпендикулярной оси бобины, град.; H_1 – радиус баллоноразбивателя, мм; $R_б$ – радиус бобины в точке сматывания, мм; α – угол входа нити в глазок баллоноразбивателя, град.

Скорость сматывания нити

$$v = v_{пр} + v_к,$$

где $v_{пр}$ – скорость движения прокладчика, м/с; $v_к$ – скорость движения компенсатора, м/с.

Для определения скорости движения компенсатора необходимо знать закон его движения.

Периодичность сматывания нити определяется периодичностью работы уточного тормоза и компенсатора. На процесс сматывания влияет тип кулачков тормоза и компенсатора и вероятность появления петель, сукрутин и размеры этих образований. При непрерывном осевом сматывании длина нити в провисшей петле не учитывается, так как она образуется только из-за цикличности работы компенсатора, а появление сукрутин вызвано неравновесностью по крутке пряжи (доля сукрутин составляет примерно 14%, доля петель – 80%).

Распределение длин петель подчиняется нормальному закону. В связи с этим момент начала сматывания нити с паковки – величина непостоянная и должна определяться по формуле

$$\varphi_н = \varphi_б + \Delta\varphi_к + \Delta\varphi_п + \Delta\varphi_с, \qquad (6.29)$$

где $\varphi_б$ – момент начала боя, $\Delta\varphi_к$, $\Delta\varphi_п$, $\Delta\varphi_с$ – углы поворота главного вала, соответствующие длительности выбора прокладчиком петли, оставшейся к этому моменту в компенсаторе, провисшей петли и длины нити в сукрутине, град.

Соответствующую длительность выбора петли в градусах угла поворота главного вала можно определить по формуле

$$\Delta\varphi = \sigma\, n_в\, l_п / v_{пр},$$

где $n_в$ – частота вращения главного вала, мин$^{-1}$;

$l_п$ – длина нити в петле (компенсатора, провисшей петли или сукрутины), м.

Момент начала сматывания нити с бобины характеризуется случайностью и может находиться в пределах 180 – 252 град угла поворота главного вала станка. Конец сматывания соответствует моменту входа прокладчика в приемную коробку и началу действия контролера посадки прокладчика. Случайность процесса сматывания уточной нити проявляется также в положении точки схода нити с конической бобины с учетом ее текущего радиуса и в значениях угла α – угла входа нити в глазок баллоноразбивателя.

Витебский государственный технологический университет

Расчет изменения натяжения нитей утка в результате сматывания ее с паковки осуществляется по схеме, приведенной на рисунке 6.10.

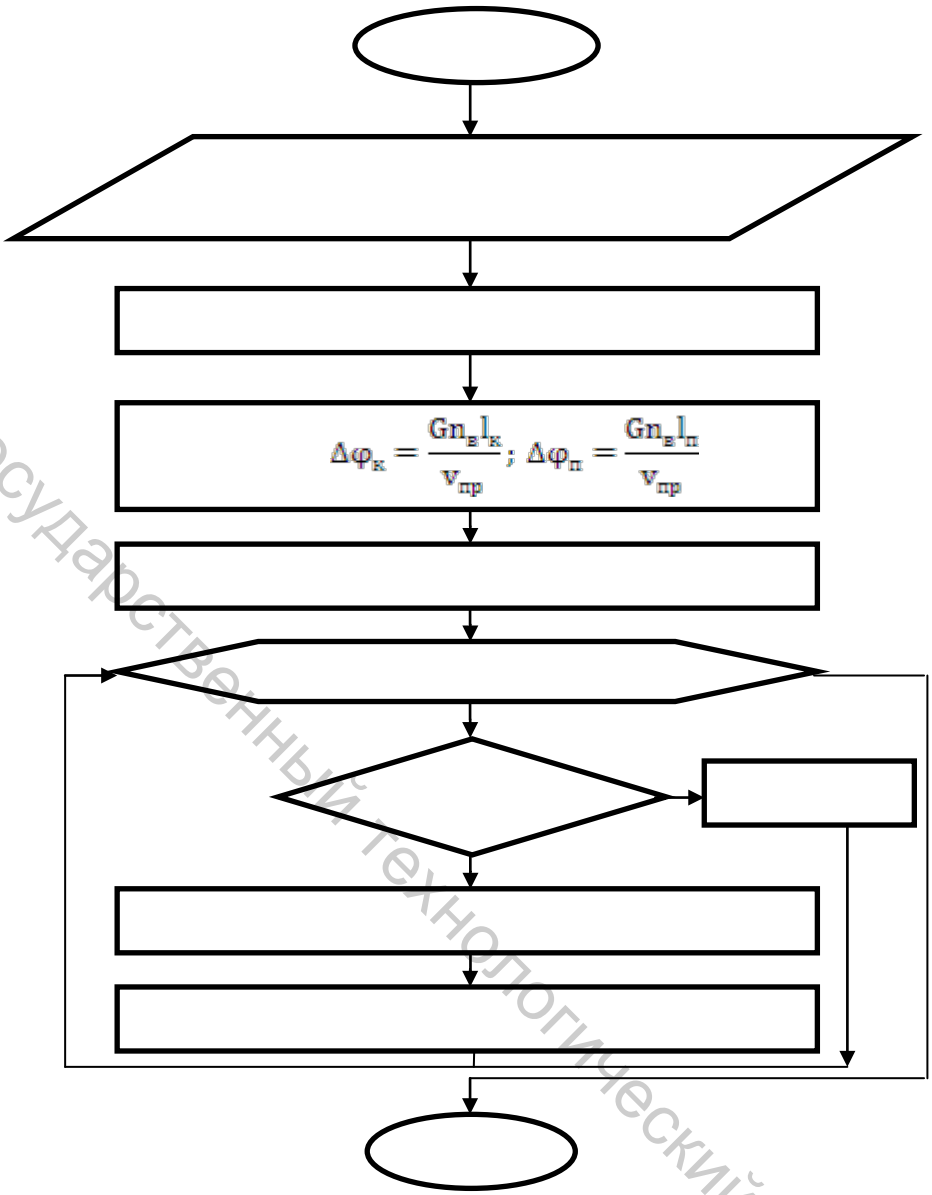


Рисунок 6.10 – Блок-схема расчета натяжения нити в глазке баллоноразбивателя

Торможение нити в уточном тормозе

В уточном тормозе периодического действия торможение осуществляется путем трения нити о лапку, которая перемещается в соответствии с законом, заданным кулачком, и путем трения о пластину, прогиб которой зависит от хода лапки, предварительной затяжки пружины и толщины пластины. Изменение натяжения уточной нити в уточном тормозе моделируется согласно методике расчета сил давления пластины на нить с учетом размеров пластины, разработанной Т. Б. Москаевой по результатам выполненных исследований.

Витебский государственный технологический университет

Расчетная схема уточного тормоза приведена на рисунке 6.11.

Изменение натяжения нити на выходе из уточного тормоза в соответствии с расчетной схемой определяют по формуле

$$F_2 = F_1 \exp[f_1'((\gamma - \alpha_1) + \alpha) + \alpha) + f_2'(\alpha + \gamma)] + q(R + 0{,}5d)\frac{f_2' + f_3'}{f_2'} \quad (6.30)$$

$$\exp\{[f_2'(\beta + \beta_1)] - 1\} \times \exp[f_1'(\gamma - \alpha_1) + f_2'(\gamma - \beta_1)]$$

$$f_1' = f_1 \frac{r}{r + 0{,}5d}; \quad f_2' = f_2 \frac{R}{R + 0{,}5d}; \quad f_3' = f_3 \frac{R + d}{R + 0{,}5d}.$$

где F_1 – натяжение нити до уточного тормоза, сН;

γ, α_1, α – углы перегиба нити, рад.;

q – удельное давление ленты на нить, сН/м;

R – радиус тормозной лапки, м;

d – диаметр нити, м;

β, β_1 – углы перегиба тормозной ленты, рад;

r – радиус нитепроводника, м;

f_1, f_2, f_3 – коэффициенты трения нити соответственно о нитепроводник, о лапку тормоза, о тормозную пластину.

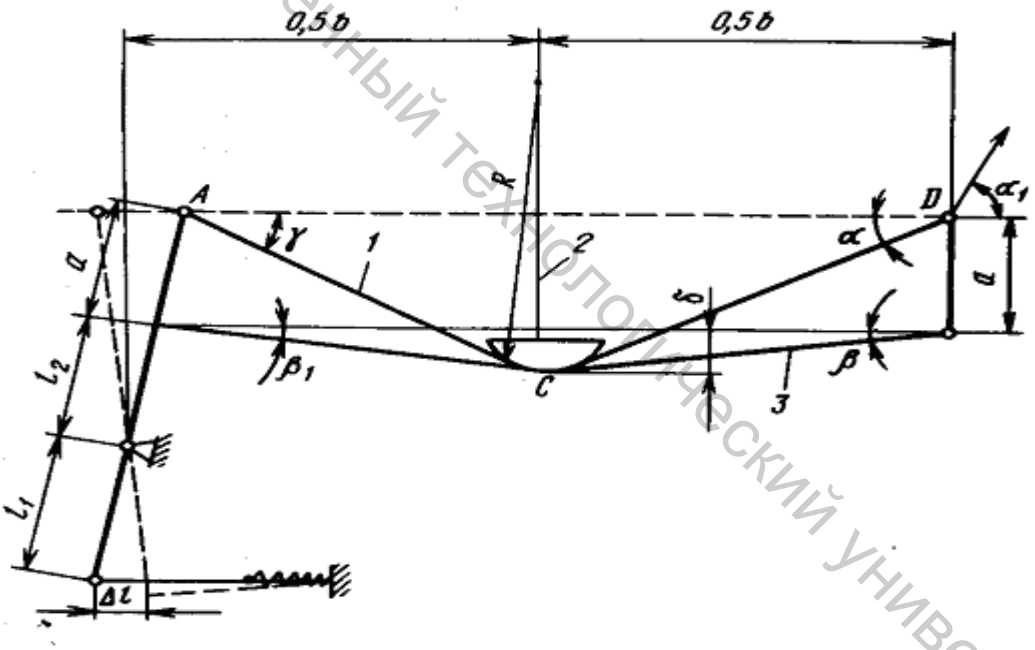


Рисунок 6.11 – Расчётная схема уточного тормоза
(1-нить; 2-лапка; 3-пластина)

Угол α_1 зависит от положения глазка компенсатора. Его расчет представлен в следующем пункте. Существует два этапа торможения нити лапкой: слабое при пролете прокладчика через зев и более сильное при влете прокладчика в приемную коробку. Условно, весь ход лапки делится на два равных участка. Величина хода лапки задается её предварительной установкой по высоте.

Витебский государственный технологический университет

В моделирующий алгоритм введен случайный параметр в виде изменяющегося диаметра нити d, закон изменения которого соответствует закону изменения пороков пряжи по её длине, который чаще всего принимается нормальным законом.

Взаимодействие нити с компенсатором

Глазок компенсатора на станке СТБ является для движущейся нити направляющим элементом с переменным углом обхвата.

Расчетная схема взаимодействия нити с компенсатором приведена на рисунке 6.12.

Модель взаимодействия нити с направляющей, учитывающая коэффициент трения нити, углы обхвата и жёсткость нити на изгиб:

$$F_i = F_{i-1}\exp\left[R_i f\alpha_i/(R_i+0,5d)\right]+0,5B/(R_i+0,5d)^2\left[\exp\left[R_i f\alpha_i/(r_i+0,5d)\right]-1\right], \quad (6.31)$$

где i – номер направляющей;

F_{i-1} – натяжение нити до i-ой направляющей, сН;

R_i – радиус кривизны i-ой направляющей, мм;

f – коэффициент трения нити о направляющую;

α_i – угол обхвата нитью i-ой направляющей, рад;

d – диаметр нити, м;

B – жёсткость нити на изгиб, сН/мм^2.

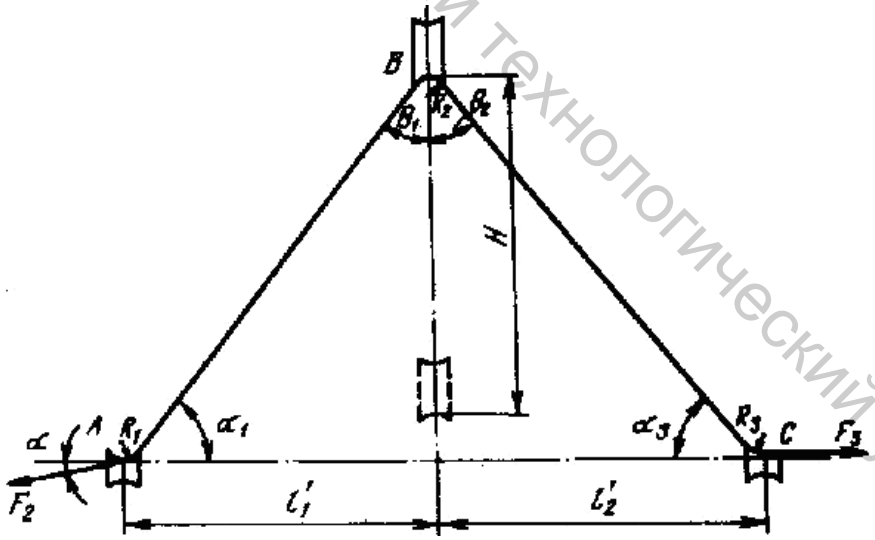


Рисунок 6.12 – Расчетная схема

Для определения значений углов обхвата нитью направляющих необходимо знать закон перемещения глазка компенсатора, который задаётся соответствующим кулачком. Так, для кулачка 3/127 уравнение перемещения рычага компенсатора, полученное путем апроксимации по участкам экспериментальной кривой в зависимости от угла поворота главного вала станка имеет вид:

Витебский государственный технологический университет

$$H = \begin{cases} 244,1 + 3,02 \cdot 10^{-2} \varphi^{-2} & & 0 \le \varphi \le 40 \\ 1,62\varphi + 228,9 & & 45 \le \varphi \le 65 \\ 336 & & 70 \le \varphi \le 105 \\ 414,05 - 6,52 \cdot 10^{-3} \varphi^{-2} & & 110 \le \varphi \le 120 \\ 780,43 - 3,784\varphi & \textit{при} & 125 \le \varphi \le 165 \\ 218,4 - 2,4 \cdot 10^{-3} \varphi^{-2} & & 170 \le \varphi \le 185 \\ 137 & & 190 \le \varphi \le 225 \\ 1,18\varphi - 172,03 & & 260 \le \varphi \le 320 \\ 81,32 + 1,26 \cdot 10^{-3} \varphi^{-2} & & 325 \le \varphi \le 360 \end{cases} \qquad (6.32)$$

Расчет текущих значений углов перегиба нити по направляющим обеспечивается набором логических элементов, позволяющих выбрать точную модель движения глазка компенсатора. Вероятность взаимодействия различных по толщине участков нити с направляющими обеспечивается генерированием случайного значения диаметра нити.

Движение прокладчика с нитью

Моделирование процесса прокладывания нити прокладчиком осложняется, прежде всего, тем, что многочисленные работы, посвящённые вопросам разгона и полёта прокладчика с нитью, в большинстве оперируют параметрами, характеризующими работу механизмов боевой коробки. Значительно меньше внимания уделяется практическим расчётам натяжения нити, её скорости и ускорения. Наиболее доступными являются модели, в которых рассматривается движение прокладчика с нитью для периода разгона и свободного полёта.

Основываясь на обобщенном уравнении И. В. Мещерского и представлении равнодействующей внешних сил в зависимости от периода прокладывания, для представления закона движения прокладчика с нитью предложен комплекс зависимостей, где учитываются линейная плотность нитей, скорость движения прокладчика и силы, действующие на прокладчик при разгоне в зоне боевой коробки и свободном полёте в зеве до приемной коробки.

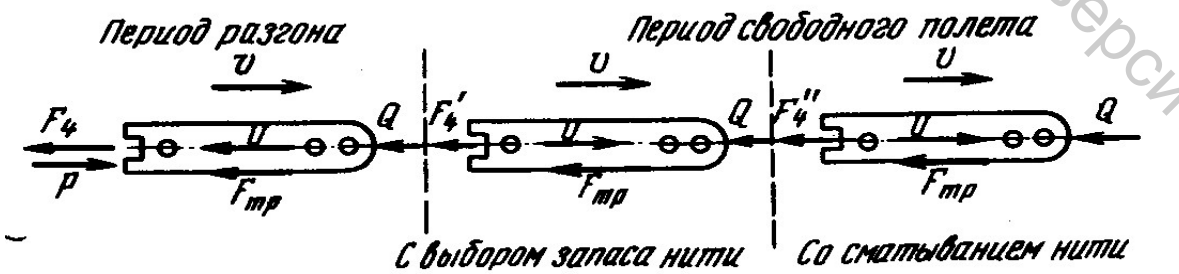


Рисунок 6.13 – Схема сил, действующих на нитепрокладчик

Витебский государственный технологический университет

С учетом наличия запаса нити в компенсаторе или в петле схему сил, действующих на нитепрокладчик, можно представить в виде трёх состояний, показанных на рисунке 6.13.

Тогда из уравнения движения прокладчика натяжение нити для этих состояний определяется уравнениями:

$$F_4(t) = P - F_{тр} - Q - U(t);$$

$$F_4^{'} = U(t) - F_{тр} - Q;$$

$$F_4^{''} = U(t) - F_{тр} - Q + F_3(t),$$

где P – сила воздействия гонка боевого механизма на прокладчик, сН;

$F_{тр}$ – сила трения прокладчика о направляющие элементы, сН;

Q – сила сопротивления воздуха, сН;

U – сила инерции, сН;

F_3 – натяжение нити, вызванное сматыванием её с паковки и взаимодействием с направляющими, сН.

Сила воздействия гонка на нитепрокладчик определяется характеристиками боевого механизма.

Трение прокладчика о направляющие рассчитывают по зависимости:

$$F_{тр} = f_{пр} mg \cdot 10^{-1}, \qquad (6.33)$$

где $f_{пр}$ – приведенный коэффициент трения;

m – масса прокладчика, г;

g – ускорение свободного падения, м/с^2.

Величиной лобового сопротивления воздуха движению можно пренебречь.

Характеристиками, постоянно изменяющимися в процессе движения прокладчика с нитью, является сила инерции, скорость и ускорение прокладчика. Разгоняемая масса увеличивается в результате присоединения к ней новых участков нити. Силу инерции прокладчика с нитью можно определить по формуле:

$$U = (m + \mu l_o)(1 + \alpha t \frac{dv_{пр}}{dt}),$$

где μ – масса единицы длины нити, г/м;

l_o – длина участка нити от бобины до прокладчика к моменту боя;

α – коэффициент пропорциональности;

$v_{пр}$ – скорость движения прокладчика, м/с;

$$\alpha = T_{у} v_{пр} \cdot 10^{-3} / (m + T_{у} l_o \cdot 10^{-3}). \qquad (6.34)$$

Скорость прокладчика в процессе разгона резко возрастает от нуля до значения, определяемого углом закручивания торсионного вала и потерями на преодоление трения и гашения кинетической энергии торси-

Витебский государственный технологический университет

онного вала. Расчётное значение максимальной (начальной) скорости описывается уравнением

$$v_н = 3,6 + 0,67\Theta, \qquad (6.35)$$

где Θ – угол закручивания торсионного вала, град.

Ускорение прокладчика в конце разгона определяют по формуле

$$a_{мах} = 6 v_н n_в / \varphi_р, \qquad (6.36)$$

где $v_н$ – максимальная (начальная) скорость прокладчика, м/с;

$n_в$ – частота вращения главного вала, мин$^{-1}$;

$\varphi_р$ – угол поворота главного вала, соответствующий периоду разгона, град.

При свободном полете скорость прокладчика уменьшается из-за внешних сопротивлений, включающих трение о направляющие, сопротивление воздуха и натяжение нити за прокладчиком. Принимая движение прокладчика в зеве равнозамедленным, и учитывая падение скорости, по результатам обработки экспериментальных данных, получена зависимость для определения скорости прокладывания утка.

Текущее значение скорости прокладчика для любого момента

$$v_{пр}(t) = v_н / \left[1 + t(2,31 - 0.061 v_н)\right], \qquad (6.37)$$

где t – длительность движения прокладчика, с.

В результате получают последовательность чисел, характеризующих натяжение уточной нити в каждый заданный момент поворота главного вала станка.

6.8 Проектирование параметров настройки отдельных узлов и механизмов ткацкого оборудования

Проектирование и имитационное моделирование параметров настройки основного регулятора станка СТБ. Фрикционный основный регулятор станка СТБ характеризуется значительным числом параметров настройки, оптимизация которых приводит к снижению обрывности основных нитей и повышению производительности станка.

Основный регулятор задает необходимый уровень натяжения основы, за счет отпуска основы обеспечивает заданный уровень и поддерживает его постоянным по мере срабатывания ткацкого навоя. Обе функции связаны с выбором и соблюдением оптимальных параметров настройки регулятора.

Натяжение основы, создаваемое основным регулятором, представляет собой сумму статической и динамической составляющих.

Моделирование статической составляющей натяжения основы

Для расчета статической составляющей натяжения основы и проектирования параметров настройки подвижной системы скала согласно рисунку 6.14 рекомендуется использовать следующие зависимости:

Витебский государственный технологический университет

$$F = \frac{2C_{пр}(L_{пр} - L_0)\sin\theta\frac{R}{r} - G\cos\gamma_{ск}}{[\cos(\gamma_{ск} - \varphi) - \sin\gamma_{ск}]M_0}, \qquad (6.38)$$

где $C_{пр}$ – коэффициент жесткости пружины, сН/мм; L_0 – длина пружины в свободном состоянии, мм; M_o – число нитей в основе; $R_{ск}$ – радиус скала, мм.

$$\gamma_{ск} = 90^0 - \gamma_o - (\beta_2 - \beta_1), \qquad (6.39)$$

где β_2 – угол между вертикалью и линией, соединяющей точку пружины на фигурном рычаге с его осью вращения, град.; β_1 – угол между осью фигурного рычага и линией, соединяющей точку крепления пружины на фигурном рычаге с его осью вращения, град.

$$L_{пр} = \sqrt{R^2 + a^2 + 2Ra\sin(\beta_2 - \gamma_p)}\,. \qquad (6.39)$$

$$\theta = arcos\,\frac{R^2 + L^2{}_{пр} - a^2}{2L_{пр}R}. \qquad (6.40)$$

$$\varphi = \arcsin\frac{m(\rho - R_{ск} - n\sqrt{m^2 + n^2 - (\rho - R_{ск})^2}}{m^2 + n^2}. \qquad (6.41)$$

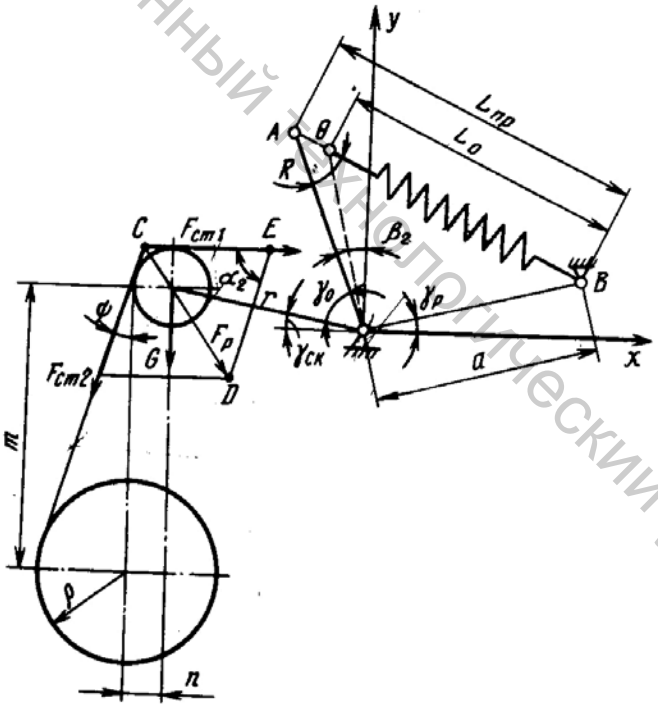


Рисунок 6.14 – Расчетная схема подвижной системы скала

По мере срабатывания навоя натяжение основы не сохраняется постоянным. Значительное изменение натяжения имеет место при уменьшении радиуса намотки основы на навое от 220 мм. Изменение натяжения до и после скала, характеризуемое равнодействующей F_p, воспринимается рачагами и пружиной подвижной системы скала.

Витебский государственный технологический университет

Для определения F_p используют уравнение

$$F_p = \sqrt{F^2_{cm1} + F^2_{cm2} + 2F_{cm1}F_{cm2}\cos\alpha_2}\ ,$$

где $\alpha_2 = 90^0 - \psi$.

Если на станке используется вращающееся в подшипниках скало, то уравнение примет вид

$$F_p = \sqrt{2F_{cm}^2 - 2F_{cm}^2\cos\left(90^0 - \psi\right)} = F_{cm}\sqrt{2\left(1 - \sin\psi\right)}.$$

Связь между измененной длиной пружины L'_{np} и равнодействующей натяжения ветвей основы F_p может быть представлено в виде эмпирического уравнения

$$L'_{np} = 389 + 0{,}0044F^2_p - 0{,}15F_p.$$

Модель работы исполнительной части регулятора

Процесс выработки ткани на станке стабильный, если фактическая длина основы $\Delta\ell_2$, отпускаемая основным регулятором, равна заданной длине основы $\Delta\ell_1$. Для определения $\Delta\ell_1$ и $\Delta\ell_2$ рекомендуется использовать следующие формулы

$$\Delta\ell_1 = (1 + 0{,}01a_o) / P_y,$$

где a_o – уработка основных нитей, %;

P_y – плотность ткани по утку, нит/1 мм.

$$\Delta\ell_2 = \alpha \cdot \rho \cdot \pi / 180,$$

где α – угол поворота навоя в момент отпуска основы, град.;

ρ – радиус намотки нити на ткацком навое, мм.

Для определения длины отпускаемой основы следует определить угол поворота α для заданного значения радиуса ρ намотки пряжи на навое.

Угол поворота навоя зависит от настройки рычажно-кулисного механизма и длины пружин скала:

$$\alpha = f\ (b_1,\ b_2, b_3, L_{np}),$$

где b_1, b_2, b_3 – соответственно длина рычагов 3, 4, 8 механизма, мм;

L_{np} – длина пружины 2 основного регулятора, мм.

Данная зависимость может быть получена в результате активного эксперимента при выработке заданной ткани и последующей обработки экспериментальных данных методом регрессионного анализа. Пример зависимости, полученной в результате проведения экспериментальных исследований

$$\alpha = 3{,}35 + 0{,}003b_1 - 0{,}0023b_2 + 0{,}0013b_3 - 0{,}007L_{np}.$$

На основе приведенных выше теоретических разработок по проектированию технологического режима процесса образования ткани составлен алгоритм программы и разработана САПР технологического процесса ткачества.

Витебский государственный технологический университет

ЛИТЕРАТУРА

1.Норенкова, И. П. Системы автоматизированного проектирования (САПР) : учебное пособие для втузов : в 9 кн. / под ред. И. П. Норенкова. – Минск : Выш. шк., 1990. – 335 с.

2. Севостьянов, А. Г. Оптимизация механико-технологических процессов текстильной промышленности / А. Г. Севостьянов, П. А. Севостьянов. – Москва : Легпромбытиздат, 1991. – 256 с.

3.Пискунович В. П., [и др.]. Электронные таблицы : методические указания / ВГТУ ; – Витебск, 1997.

4. Вардомацкая, Е. Ю. Информатика : уч. пособие для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования по специальностям легкой промышлен-сти. В 2 ч. Ч. 2. Excel / Е. Ю. Вардомацкая, Т. Н. Окишева. – Витебск : УО «ВГТУ», 2007. – 238 с.

5. Невских, В. В. Основы автоматизированного проектирования тканей : учебное пособие / В. В. Невских, Ж. Е. Тихонова. – Витебск : УО «ВГТУ», 2003. – 87 с.

6. Милашюс, В. М. Кодирование ткацких переплетений / В. М. Милашюс, В. К. Реклайтис. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – 80 с.

7. Мартынова, А. А. Строение и проектирование тканей / А. А. Мартынова, Л. Г. Слостина, Н. А. Власова. – Москва : РИО МГТА, 1999. – 434 с.

8. Малецкая С. В. Проектирование крупноузорчатых тканей с помощью компьютера / С. В. Малецкая // Текстил. пром-сть. – 1998. – № 2. – С. 33-35.

9. Мартынова, А. А. Проектирование тканей по заданному объемному заполнению и поверхностной плотности с использованием ЭВМ / А. А. Мартынова, Л. Г. Слостина, Ф. И. Сумарукова // Совершенствование технологии хлопкопрядения и производства хлопчатобумажных тканей: сб. науч. тр. – Москва : ЦНИИТЭИлегпром, 1988. – С. 163 – 172.

10. Дамянов, Р. Б. Строение ткани и современные методы ее проектирования / Р. Б. Дамянов, Ц. З. Бачев, Н. Ф. Сурнина. – Москва : Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 240 с.

11. Кутепов, О. С. Строение и проектирование тканей / О. С. Кутепов. – Москва : Гизлегпромбытиздат, 1988. – 224 с.

12. Лустгартен, Н. В. САПР технологических режимов ткацкого производства / Н. В. Лустгартен, Т. М. Глотова, Е. А. Смирнов. – Москва : Легпромбытиздат, 1993. – 128 с.: ил.

13. Николаев, С. Д. ПЕСТРОТКАНИ. Особенности строения и технологии выработки : учебное пособие для вузов / С. Д. Николаев. – Москва : МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2005. – 248 с.

14. Сурнина, Н. Ф. Проектирование ткани по заданным параметрам / Н. Ф. Сурнина. – Москва : Легкая индустрия, 1973. – 139 с.

Витебский государственный технологический университет

15.Новиков, Н. Г. О строении ткани и проектировании ее с помощью геометрического метода // Текстил. пром-сть. – 1946. – № 2. – С.9-22; № 4. – С.8-24; № 5. – С.18-24; № 2. – С.24-28.

16. Мальгунова, Н. А. Построение заправочных рисунков ремизных тканей с помощью компьютера / Н. А. Мальгунова // Материалы науч.-техн. межвузовской конф. Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – Санкт-Петербург, 2000. – С. 44-45.

17. Проектирование тканей по заданной поверхностной плотности : методические указания / УО «ВГТУ» ; сост. В. В. Невских. – Витебск, 2003. – 19 с.

18. Расчет параметров строения ткани на ЭВМ : методические указания / УО «ВГТУ» ; сост. В. В. Невских. – Витебск, 2005. – 30 с.

19. Николаев, С. Д. Разработка системы автоматизированного проектирования технологического процесса / С. Д. Николаев // Текстил. пром-сть. – 1999. – № 7 – 8. – С. 30 – 31.

20. Николаев, С. Д. Компьютерное моделирование геометрических моделей строения тканей различных переплетений / С. Д. Николаев // Технолог. текстил. пром-сти. – 1998. – № 4. – С. 42 – 45.

21. Казарновская, Г. В. Применение ЭВМ для проектирования цветных рисунков / Г. В. Казарновская, П. И. Скоков // Известия ВУЗов. Технол. текстил. пром-сти. – 1998. – № 6, – С. 97-98.

22. Казарновская, Г. В. Программный комплекс для проектирования цветных и ткацких эффектов гобеленовых тканей / Г. В. Казарновская, П. И. Скоков // Сб. статей XXXI НТК. – Витебск : ВГТУ, 1998. – С. 59-62.

23. Казарновская, Г. В. Автоматическое проектирование цветных эффектов и структуры гобеленовых тканей / Г. В. Казарновская, П. И. Скоков // Совершенствование технол. процессов и организации пр-ва в легкой пром-сти : сб. статей / ВТИЛП. – Минск : Выш. шк., 1990. – С. 31-33.

24. *Gewebetechnik*: das Lehrbuch für Fachhochschulen / Bauer J., Gerber K., Götz L., Hennig H., Mettmann H., Rudloff E., Weiß K. – Leipzig, VEB Fachbuchverlag, 1978. – 526 с.

Витебский государственный технологический университет

Учебное издание

САПР ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

КУРС ЛЕКЦИЙ

Составители:
Невских Виктория Владимировна
Кветковский Дмитрий Игоревич

Редактор *Т. П. Бондарева*
Технический редактор *Д. И. Кветковский*
Корректор *Т. А. Осипова*
Компьютерная верстка *Д. И. Кветковский*

Подписано к печати _____ . Формат _____ Бумага офсетная № 1.
Гарнитура «Таймс». Усл.печ. листов_____Уч.-изд. листов_____
Тираж _____ экз. Зак. № _____

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет» 210035, г. Витебск, Московский пр-т, 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный технологический университет»
Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.

Витебский государственный технологический университет