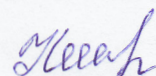


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Ивановский государственный политехнический университет»**

На правах рукописи



**КОЖЕВНИКОВА ЛЮБОВЬ ВЛАДИМИРОВНА**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ СТРУКТУР  
ОДНОСЛОЙНЫХ ТКАНЕЙ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИХ  
МАТЕРИАЛОЕМКОСТИ И ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ**

Специальность 05.19.02 – Технология и первичная обработка  
текстильных материалов и сырья

**ДИССЕРТАЦИЯ**

**на соискание ученой степени кандидата технических наук**

Научный руководитель:  
доктор технических наук,  
доцент Карева Т.Ю.

Иваново – 2017

## Оглавление

<b>Введение.....</b>	<b>4</b>
<b>1 Современное состояние исследований в области проектирования, строения и изготовления тканей классического строения и тканей новых структур.....</b>	<b>12</b>
1.1 Аналитический обзор литературы по строению тканей ортогонального строения и напряженно-деформированному состоянию нитей при их формировании.....	12
1.2 Аналитический обзор литературы по строению и изготовлению тканей новых структур.....	39
Выводы по первой главе .....	54
<b>2 Разработка новых структур тканей с улучшенными физико-механическими свойствами.....</b>	<b>56</b>
<b>Выводы по второй главе .....</b>	<b>79</b>
<b>3 Исследование физико-механических свойств однослойных тканей ортогонального и не ортогонального строения .....</b>	<b>81</b>
3.1 Сравнительное исследование физико-механических свойств триаксиальной ткани и ткани ортогонального строения полотняного переплетения .....	81
3.2 Сравнительное исследование физико-механических свойств однослойной хлопчатобумажной ткани, вырабатываемой на ткацких станках СТБ-180, OMNIplus-280 и OMNIplus-380 фирмы Picanol.....	92
Выводы по третьей главе .....	103
<b>4 Аналитическое исследование уработки основных нитей для проектирования однослойных тканей рациональных структур .....</b>	<b>104</b>
4.1 Прогнозирование возможности формирования ткани с разноурабатывающимися нитями основы .....	104

4.2 Аналитическое определение уработок фоновых и кромочных нитей в ткани по известным заправочным параметрам ткани на ткацком станке .....	113
4.3 Аналитическое определение уработки нитей основы в ткани с продольными полосами по известным заправочным параметрам ткани на ткацком станке.....	129
4.4 Исследование параметров осевой линии изгиба и величины уработки нитей основы в однослойной ткани .....	140
<b>Выводы по четвертой главе.....</b>	<b>151</b>
<b>Итоги выполненного исследования.....</b>	<b>154</b>
<b>Список литературы.....</b>	<b>157</b>
Приложение А .....	188
Приложение Б .....	190
Приложение В.....	196
Приложение Г .....	210
Приложение Д .....	216
Приложение Е.....	218
Приложение Ж.....	221
Приложение З .....	223

## Введение

**Актуальность работы** заключается в разработке рациональных структур однослойных тканей, методик их проектирования, в прогнозировании их физико-механических свойств с целью импортозамещения в секторе производства конкурентоспособной отечественной продукции текстильной отрасли.

Ассортимент продукции, выпускаемой легкой промышленностью в России, достаточно широк – это хлопчатобумажные, льняные, шерстяные и шелковые ткани, нетканые материалы, а также швейные, трикотажные, чулочно-носочные и ковровые изделия, обувь и другая продукция. Большим спросом сегодня пользуются ткани новых структур, которые при одном и том же расходе сырья по сравнению с обычными тканями имеют лучшие качественные показатели. Поэтому задача создания новых инновационных тканей, в том числе и трехосных, разработка методик проектирования и технологий их изготовления является актуальной. Обеспечение конкурентоспособности отечественной продукции связано с техническим переоснащением предприятий, освоением новых технологий и разработкой инновационных текстильных изделий с улучшенными эстетическими, потребительскими и физико-механическими свойствами [1].

Как отмечается в Стратегии развития Ивановской области до 2020 года, для перевода текстильной отрасли на новый уровень и создания новых технологий производства текстильных материалов должны быть налажены тесные связи между наукой и промышленностью и внедрены инновационные разработки в области проектирования текстильных изделий и энерго- и материалосберегающих технологий их изготовления в условиях стабильного протекания процесса их формирования.

### **Степень научной разработанности темы**

Представленная работа является продолжением научных направлений, связанных с теоретическим обоснованием возможности формирования и особенностей проектирования тканей с заданными свойствами и структурой, исследованием напряженности выработки ткани на ткацком станке, которыми занимались многие известные ученые-текстильщики: Н.Г. Новиков, К.Г. Алексеев, Г.Б. Дамянов, Д.Е. Ефремов, О.С. Кутепов, С.Д. Николаев, Г.И. Селиванов, В.А. Сеницын, В.П. Склянников, Г.В. Степанов, Н.Х. Уразов, С.С. Юхин и другие. Однако все исследования касались в основном тканей ортогонального строения плоской структуры, что подтверждает актуальность данного научного исследования.

**Целью исследования** является разработка рациональных структур однослойных тканей и методик их проектирования, а также сравнительное исследование физико-механических свойств тканей ортогонального и не ортогонального строения.

Для достижения поставленной цели диссертационной работы необходимо было решить следующие **научно-исследовательские и практические задачи**:

1. Разработать рациональную структуру однослойной ткани с улучшенными и равными в разных направлениях физико-механическими свойствами.
2. Предложить выражения для прогнозирования разрывных нагрузок для разработанных новых структур тканей и тканей ортогонального строения.
3. Исследовать физико-механические свойства и параметры строения одного и того же артикула ткани, выработанной на различных типах зарубежного и отечественного ткацкого оборудования, с целью выявления более совершенного с точки зрения постоянства физико-механических свойств и стабильности параметров строения ткани как по длине, так и по ширине.
4. Предложить аналитическое неравенство для определения возможной величины разницы между разноурabayaющимися нитями основы,

выполнение которого обеспечит стабильность процесса формирования ткани.

5. Предложить аналитические выражения для прогнозирования материалоемкости (уработки нитей в ткани) по заданным технологическим параметрам, которые являлись бы простым инструментом при проектировании ткани.

6. Разработать методики подбора переплетения в продольных полосах ткани, а также в кромке ткани, усиленной по основе или закладной, учитывающие возможные варианты переплетения продольных полос, фона и кромки ткани, применение которых обеспечит проектирование технологичных тканей рациональных структур.

**Научная новизна работы** заключается в разработке методик проектирования рациональных структур однослойных тканей, параметров их строения, а также физико-механических свойств тканей ортогонального и не ортогонального строения с условием их технологичности.

Впервые получены следующие научные результаты:

– разработаны структуры трехосных тканей с самоформирующимися кромками, в которых нити основы как переплетаются с нитями утка, так и взаимодействуют между собой по всей ширине ткани;

– предложены выражения для расчета раппортов разработанных трехосных тканей;

– получены теоретические выражения для прогнозирования разрывных нагрузок по основе и по утку для разработанных структур триаксиальных тканей и тканей ортогонального строения;

– предложены аналитические неравенства для определения возможной величины разницы между уработками нитей основы в продольных полосах ткани, основных нитей в фоне и в кромке ткани, выполнение которых позволяет прогнозировать технологичность ткани, т.е. стабильность процесса формирования ткани с использованием разноуробатывающихся нитей основы;

– предложены выражения для прогнозирования материалоемкости, а именно теоретических уработок фоновых и кромочных нитей основы, основных нитей в продольных полосах ткани и нитей утка, по известным

технологическим параметрам заправки ткани на ткацком станке;

– предложены выражения для прогнозирования коэффициентов наполнения ткани волокнистым материалом по основе в фоне и в кромке ткани, усиленной по основе или закладной, в продольных полосах;

– разработаны методики подбора переплетений в продольных полосах ткани, в кромке ткани, усиленной по основе или закладной, учитывающие возможные варианты переплетения продольных полос, фона и кромки ткани, применение которых обеспечит проектирование технологичных тканей рациональных структур;

– разработана методика сравнительного анализа значений уработок основных и уточных нитей, определяемых геометрическим методом и методом упругих параметров нелинейной теории изгиба упругих стержней.

**Теоретическая значимость исследования** заключается в получении аналитических выражений для прогнозирования разрывных нагрузок по основе и по утку для тканей ортогонального и не ортогонального строения, уработок, коэффициентов наполнения ткани волокнистым материалом однослойных тканей ортогонального строения; в разработке методик подбора переплетений в продольных полосах ткани и кромке, усиленной по основе или закладной, применение которых обеспечит проектирование технологичных тканей рациональных структур.

**Практическая значимость результатов работы** заключается в разработке новых структур трехосных тканей с самоформирующимися неосыпаемыми кромками, сравнительном исследовании физико-механических свойств тканых образцов новой структуры триаксиальной ткани и ткани ортогонального строения полотняного переплетения при условии равного материаловложения, подтвердившем улучшение физико-механических свойств тканей трехосного строения по сравнению с тканями ортогонального; исследовании свойств однослойных тканей по ширине и длине, выработанных на разных типах ткацкого оборудования. Разработаны и внедрены в ткацкое производство программы в среде Microsoft Office Excel для автоматизированного

подбора переплетений в продольных полосах ткани, в кромке ткани, усиленной по основе или закладной, учитывающие возможные варианты переплетений полос, фона и кромки ткани, обеспечивающие стабильность протекания процесса ткачества; создана программа в среде Microsoft Office Excel для определения упругих параметров осевой линии изгиба нитей в ткани, сил нормального давления, уточнения жесткостных характеристик пряжи, позволяющая определять основные параметры строения однослойной ткани.

Полученные научные и технологические разработки автора внедрены в учебный процесс Текстильного института Ивановского государственного политехнического университета, включены в теоретический и лабораторный курсы дисциплин направления подготовки бакалавров 29.03.02 *Технологии и проектирование текстильных изделий*, магистров направления 29.04.02 *Технологии и проектирование текстильных изделий* и подготовки аспирантов по направлению 29.06.01 *Технологии легкой промышленности*, направленности *Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья*.

#### **Методология и методы диссертационного исследования**

Методологической основой исследований являются труды отечественных и зарубежных ученых в области проектирования и технологии изготовления тканых полотен рациональных структур. В работе использован комплекс существующих базовых методов теоретического и экспериментального исследований, в том числе методы системного анализа, аналитической геометрии, прикладной математики и метод упругих параметров нелинейной теории изгиба упругих стержней, а также методы математической статистики, методы натурального эксперимента, органолептический, метод прямых и косвенных контактов, стандартные методы и средства исследования текстильных материалов. Обработка результатов исследований проводилась с помощью разработанных программ в электронных таблицах Microsoft Office Excel. Исследование свойств тканей осуществлялась на поверенном испытательном оборудовании.



**Объектами исследований** являлись однослойные ткани ортогонального и не ортогонального строения, их структуры и методы проектирования параметров строения.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Структуры трехосных тканей с самоформирующимися кромками, в которых нити основы как переплетаются с нитями утка, так и взаимодействуют между собой по всей ширине ткани, что приводит к увеличению связей нитей между собой внутри тканого полотна и соответственно к улучшению его физико-механических свойств.

2. Выражения для расчета раппортов разработанных трехосных тканей, учитывающие коэффициент шага, который определяет количество перемещений ремизки в горизонтальной плоскости при данной уточной прокидке и влияет на количество взаимодействий нитей между собой по ширине тканого полотна.

3. Теоретические выражения для прогнозирования разрывных нагрузок по основе и по утку для тканей ортогонального строения и для разработанных триаксиальных тканей, учитывающие плотности ткани по основе и по утку, линейные плотности нитей, их физико-механические свойства, что позволяет проектировать ткани с заданными свойствами.

4. Результаты экспериментальных исследований физико-механических свойств тканых образцов полотняного переплетения и разработанной триаксиальной ткани новой структуры, позволяющие подтвердить более высокие показатели физико-механических свойств у тканей трехосного строения по сравнению с тканями ортогонального строения при равной материалоемкости.

5. Методики подбора переплетения в полосах ткани с продольными полосами и в кромках ткани, вырабатываемой на ткацком станке с закладной кромкой или с кромкой, усиленной по основе, учитывающие возможные варианты переплетения полос, фона и кромки ткани, использование которых обеспечит проектирование технологичных тканей рациональных структур.

6. Программы, разработанные в среде Microsoft Office Excel, для автоматизированного подбора переплетений в продольных полосах ткани, в закладной кромке или усиленной по основе.

7. Аналитические выражения для прогнозирования уработок уточных нитей, фоновых и кромочных нитей основы, основных нитей в продольных полосах ткани, т.е. материалоемкости, по известным технологическим параметрам заправки ткани на ткацком станке и аналитические неравенства для определения возможной величины разницы между уработками: нитей основы в продольных полосах ткани и основных нитей в фоне и в кромках ткани, выполнение которых позволяет обеспечить стабильное протекание технологического процесса их формирования с использованием разноурбатывающихся нитей основы.

#### **Степень достоверности и апробация результатов исследования**

Достоверность экспериментальных и теоретических результатов исследования обеспечивалась корректным использованием положений метрологии для прямых и косвенных измерений, обоснованным объемом выборок, применением методов математической статистики. Для экспериментальных исследований использовалось поверенное испытательное оборудование, лицензионные программные продукты. Теоретические исследования построены на известных, проверяемых данных и согласуются с ранее опубликованными результатами по совершенствованию процесса формирования однослойных тканей и методов проектирования параметров их строения.

Основные положения и результаты диссертационной работы были доложены, обсуждены и получили положительную оценку:

- на XIX Международном научно-практическом форуме «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2016)», Иваново, ИВГПУ, 2016 г.;

- межвузовской научно-технической конференции аспирантов и студентов «Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности

(Поиск)», Иваново, ИВГПУ, 2010, 2011, 2012, 2013, 2015, 2017 гг. (до 22.04.2013 – ФГБОУ ВПО «Ивановская государственная текстильная академия»);

- всероссийской научной студенческой конференции «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2016)», Москва, МГУДТ, 2016 г.;

- международной научно-практической конференции «Моделирование в технике и экономике», Витебск, ВГТУ, 2016 г.;

- международной научно-технической конференции «Интеллектуальный потенциал – источник возрождения текстильной промышленности», Шахты, ЮРГУЭС, 2010 г.

**Публикации.** Всего по материалам диссертации опубликована 21 работа. Основные результаты исследования изложены в трех статьях в рецензируемых научных изданиях и в 18 публикациях в материалах и тезисах научно-технических конференциях различного уровня.

**Структура и объём работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, основных выводов, списка использованной литературы. Диссертационная работа содержит 186 страниц основного текста, 37 рисунков, 5 таблиц и 8 приложений.

# **1 Современное состояние исследований в области проектирования, строения и изготовления тканей классического строения и тканей новых структур**

## **1.1 Аналитический обзор литературы по строению тканей ортогонального строения и напряженно-деформированному состоянию нитей при их формировании**

Все многообразие вырабатываемых в настоящее время тканей можно разделить на два класса – ткани ортогонального и не ортогонального строения. Под тканями ортогонального строения принято понимать ткань классического строения, в которой основные и уточные нити располагаются относительно друг друга под углом  $90^0$ , то есть одна система нитей перпендикулярно к другой. Все остальные ткани, в которых нити основы или утка не остаются параллельными внутри своей системы и тем самым не перпендикулярны к нитям другой системы, принято называть не ортогональными или тканями новых структур.

В соответствии с темой настоящего исследования были изучены работы отечественных и зарубежных ученых по следующим направлениям:

- аналитический обзор литературы по строению и изготовлению ортогональных тканей;
- аналитический обзор литературы по строению и изготовлению тканей новых структур.

Многие российские ученые уделяли свое внимание изучению однослойных ортогональных тканей, их строению и проектированию. Однако основателем отечественной науки о строении ткани можно считать профес-

сора Н.Г. Новикова. Именно на его работах были построены дальнейшие исследования российских ученых в области строения и проектировании тканей. Н.Г. Новиков разработал геометрическую теорию строения ткани полотняного переплетения [2]. Он предложил учитывать девять случаев порядков фаз строения тканей в зависимости от соотношения изгиба нитей основы и утка в переплетении, отметив при этом, что основной величиной, влияющей на порядок фазы строения (ПФС) ткани, являются такие свойства как прочность, гибкость и удлинение нитей.

Все научные исследования в области строения и формирования тканей с учетом целей и задач исследований, проведенных в данной работе, можно условно разделить на научно-исследовательские работы: по определению параметров строения ткани, проектированию ткани по заданным параметрам или свойствам, выявлению взаимосвязи между параметрами строения ткани и ее технологическими параметрами; изучению поведения нитей и ткани на ткацком станке (напряженно-деформированное состояние).

На основе разработанной геометрической модели строения Н.Г. Новиков представил формулы для расчета высот волн изгиба, порядка фазы строения:

$$h_o = \sqrt{l_y^2(1 + 0,01 \cdot a_o)^2 - l_y^2}, \quad (1.1)$$

$$P_\phi = \frac{8h_o}{(d_o + d_y)} + 1, \quad (1.2)$$

где  $h_o$  – высота волны изгиба нити основы, мм;

$l_y$  – геометрическая плотность ткани по утку, мм;

$a_o$  – уработка нити основы, %;

$P_\phi$  – порядок фазы строения ткани;

$d_o, d_y$  – диаметры нитей основы и утка соответственно, мм.

Поскольку порядок фазы и высоты волн изгиба нитей основы и утка являются базовыми характеристиками структуры ткани, то многие работы посвящены именно прогнозированию, определению и проектированию данных показателей.

Селиванов Г.И. [3,4] предложил исследовать структуры ткани с использованием полей связи. Однако из-за усложнения формул для определения основных характеристик переплетения метод не получил широкого распространения.

В работе [5] предложена формула для вычисления ПФС ткани:

$$\Pi_{\Phi} = 9 - \frac{8h_y}{(d_o + d_y)}, \quad (1.3)$$

где  $h_y$  – высота волны изгиба нити утка, для определения которой предлагается формула, учитывающая смятие, раппорт ткани по основе, число пересечек по утку, плотности ткани по основе и утку, диаметры нитей на паковках и уработку нитей утка.

Склянников В.П. [6 – 9] предлагает следующие формулы для вычисления среднего порядка фазы строения  $\Pi_{\Phi, \text{cp.}}$ :

$$\Pi_{\Phi, \text{cp.}} = (\Pi_{\Phi, \text{o.}} + \Pi_{\Phi, \text{y.}}) / 2, \quad (1.4)$$

$$\Pi_{\Phi, \text{o.}} = 8h_o / (b_{\text{ok}} + b_{\text{yk}}) + 1, \quad \Pi_{\Phi, \text{y.}} = 9 - 8h_y / (b_{\text{ok}} + b_{\text{yk}}), \quad (1.5)$$

$$h_o = b_o - b_{\text{ok}}, \quad h_y = b_{\text{yk}}, \quad (1.6)$$

где  $b_{\text{ok}}, b_{\text{yk}}$  – толщина нитей основы и утка в ткани в середине точки скрещивания, мм;

$\Pi_{\Phi, \text{o.}}, \Pi_{\Phi, \text{y.}}$  – порядок фазы строения ткани по основе и по утку соответственно;

$b_o, b_y$  – расстояние между касательными в вершине волн изгиба основы и утка соответственно, мм.

В [10] предлагается определять высоту волны изгиба в зависимости от веса нитей, заработанных в ткань:

$$h_o = 100\sqrt{(g_o^2 N_o^2 / 100P_o^2) - 1} / P_y, \quad h_y = 100\sqrt{(g_y^2 N_y^2 / 100P_y^2) - 1} / P_o, \quad (1.7)$$

где  $g_o, g_y$  – вес основных и уточных нитей в квадратном метре ткани соответственно, г;

$N_o, N_y$  – номер нитей основы, утка соответственно.

Для определения порядка фазы строения ткани автор [10] предлагает использовать формулы, полученные Н.Г. Новиковым и И.В. Ильиным с подстановкой в них выведенных им выражений для высот волн изгиба.

В работах [11,12] К.Г. Алексеевым приводятся формулы для расчета фазы строения и порядка фазы строения тканей, вырабатываемых переплетениями главного класса, по известным величинам уработки нитей и с учетом смятия нитей в ткани.

Степановым Г.В. в [13] предложена формула для определения высоты волны изгиба нитей основы:

$$h_o = P_o(d_{он}\tau_o + d_{yn}\tau_y) / (P_o + P_y), \quad (1.8)$$

где  $\tau_o, \tau_y$  – коэффициенты смятия нитей основы и утка.

Изучению вопросов фазовой теорией строения посвящены многие исследования отечественных ученых. Это и разработки методик расчета фазы, порядка фазы строения [14–18], моделей геометрического строения с поперечным сечением нитей в форме эллипса, «стадиона», параболы [19–22] или разработки и анализа экспериментальных методов определения порядка фазы строения, исследований параметров строения ткани [23–30]. Вопрос прогнозируемого или действительного определения порядка фазы строения в

числовом выражении, на сегодняшний день является актуальным, так как связан с высотой волны изгиба нитей, а следовательно – с уработкой нитей.

Уработка нитей оказывает существенное влияние на строение ткани и ее свойства, поэтому существует множество различных методик определения ее величины [31–43], все они касаются как вывода теоретических формул, так и эмпирических зависимостей для определения величины уработки в тканях с постоянными и переменными плотностями расположения нитей.

В [31] Юхин С.С. предлагает формулы для определения уработки нитей основы и утка в ткани, высот волн изгиба нитей по заправочным параметрам:

$$a_o = \left( 1 - \frac{100R_y / P_y}{(R_y - t_o)l_{yf} + \sqrt{[100R_y / P_y - (R_y - t_o)l_{yf}]^2 + [h_o t_o]^2}} \right) 100, \quad (1.9)$$

$$a_y = \left( 1 - \frac{100R_o / P_o}{(R_o - t_y)l_{of} + \sqrt{[100R_o / P_o - (R_o - t_y)l_{of}]^2 + [h_y t_y]^2}} \right) 100, \quad (1.10)$$

$$h_y = \frac{1}{t_y} \sqrt{[100R_o / N_6 m_z - (R_o - t_y)l_{of}]^2 - [100R_o / P_o - (R_o - t_y)l_{of}]^2}, \quad (1.11)$$

$$h_o = \frac{1}{t_o} \sqrt{[100R_y / N_6 m_z - (R_y - t_o)l_{yf}]^2 - [100R_y / P_y - (R_y - t_o)l_{yf}]^2}. \quad (1.12)$$

где  $N_6$  – номер берда;

$m_z$  – число нитей основы, пробираемых в зуб берда;

$l_{of}, l_{yf}$  – фактическая геометрическая плотность по основе и утку, мм.

Для определения уработки нитей в тканях комбинированного переплетения на кафедре ткачества МГТУ были выведены следующие выражения [44,45]:



$$a_o = 100 \frac{t_{O1}(\sqrt{l_{y\phi1}^2 + h_{O1}^2} - l_{y\phi1}) + t_{O2}(\sqrt{l_{y\phi2}^2 + h_{O2}^2} - l_{y\phi2}) + t_{O3}(\sqrt{l_{y\phi3}^2 + h_{O3}^2} - l_{y\phi3})}{t_{O1}\sqrt{l_{y\phi1}^2 + h_{O1}^2} + t_{O2}\sqrt{l_{y\phi2}^2 + h_{O2}^2} + t_{O3}\sqrt{l_{y\phi3}^2 + h_{O3}^2} + d_{O\phi}(n_{O2} + 2n_{O3})}, \quad (1.13)$$

$$a_y = 100 \frac{t_{y1}(\sqrt{l_{O\phi1}^2 + h_{y1}^2} - l_{O\phi1}) + t_{y2}(\sqrt{l_{O\phi2}^2 + h_{y2}^2} - l_{O\phi2}) + t_{y3}(\sqrt{l_{O\phi3}^2 + h_{y3}^2} - l_{O\phi3})}{t_{y1}\sqrt{l_{O\phi1}^2 + h_{y1}^2} + t_{y2}\sqrt{l_{O\phi2}^2 + h_{y2}^2} + t_{y3}\sqrt{l_{O\phi3}^2 + h_{y3}^2} + d_{y\phi}(n_{y2} + 2n_{y3})}, \quad (1.14)$$

где  $t_{O1}, t_{O2}, t_{O3}$  – количество пересечений нитей основы с нитями утка;

$t_{y1}, t_{y2}, t_{y3}$  – количество пересечений нитей утка с нитями основы;

$l_{O\phi1}, l_{O\phi2}, l_{O\phi3}, l_{y\phi1}, l_{y\phi2}, l_{y\phi3}$  – фактическое расстояние между нитями с учетом наполнения волокнистым материалом, мм;

$d_{O\phi}, d_{y\phi}$  – фактические диаметры нитей основы и утка соответственно, мм.

Синицыным В.А. [46] предложена новая теоретическая концепция расчета геометрической плотности ткани. Она позволяет раскрыть неопределенности при определении параметров строения тканей с порядками фазы строения, близкими к крайним. Автором найдена функциональная взаимосвязь диаметров нитей основы и утка при предельных порядках фазы строения, обосновавшая положение о невозможности выработки однослойной ткани, имеющей одновременно равные предельные порядки фазы строения по основе и утку. Получена теоретическая зависимость для расчета порядка фазы строения ткани с равномерной структурой расположения нитей и элементов раппорта узора ткани с переменной плотностью по основе и утку. обладающая по сравнению с известными формулами более высокой степенью точности.

В работе [47] предложены формулы для определения геометрической и максимальной плотностей ткани, коэффициентов наполнения волокнистым материалом, уработок нитей, а также фаз строения исследованной ткани на основе усовершенствованной геометрической модели ее строения.

В [48] создана теория строения тканей переменной плотности с выходом на расчеты соотношения технологических характеристик ткани,

прочности ее структуры на границе участков. Получены соотношения, позволяющие определить уработку основы и утка и основные параметры строения ткани.

В [49] выведены формулы для расчета уработки основных и уточных нитей в зависимости от параметров строения ткани и вида используемых переплетений, позволяющие установить рациональный расход сырья.

В [50] авторами предложен метод определения уработки основных нитей на ткацком станке, приходящейся на одну уточину. Дана оценка корреляционной связи между статическим натяжением отдельной основной нити в ткани и ее уработкой за одну уточную прокидку. Рассчитана нормативная характеристика уработки, определяемая границей доверительного интервала для среднего значения уработки.

В [51,52] авторы пришли к выводу, что применение рядов Фурье позволяет получить аналитическое выражение формы осевой линии нити, которое можно использовать при анализе строения ткани, а также при решении задач силового взаимодействия основных и уточных нитей в ткани. Разложение функций в ряд Фурье позволяет найти длину кривой и определить уработку нити в ткань.

Использование в расчетах рядов Фурье позволяет определить уработку нитей практически для любой однослойной и многослойной ткани. Представлена методика расчета и получены показатели уработки нитей для сатина 5/2, хорошо согласующиеся с фактическими данными:

$$a = \left(1 - \frac{5\varepsilon}{L}\right) \cdot 100\%, \quad (1.15)$$

где  $\varepsilon$  – геометрическая плотность, мм;

$L$  – длина нити в раппорте переплетения, мм.

В работе [53] предложена методика расчета уработки нитей основы  $a_0$  и нитей утка  $a_y$  в ткани без учета коэффициентов наполнения ткани

волокнистым материалом, с помощью которой можно проводить предварительный технический расчет новых тканей и осуществлять анализ заказов, поступивших на предприятие, без наработки опытных партий.

$$a_o = \left( 1 - \frac{100 \frac{R_y}{P_y}}{p_{yF}(R_y - t_o) + \sqrt{\left(100 \frac{R_y}{P_y} - p_{yF}(R_y - t_o)\right)^2 + (h_o^2 \cdot t_o^2)}} \right) \cdot 100, \quad (1.16)$$

$$a_y = \frac{P_o - N_6 \cdot z}{P_o} \cdot 100, \quad (1.17)$$

где  $R_y$  – раппорт ткани по утку;

$P_o, P_y$  – плотность ткани по основе и по утку, нит./дм;

$p_{yF}$  – фактическое расстояние между центрами нитей в местах перекрытий, мм;

$z$  – число нитей, пробираемых в зуб берда.

В работе [54] представлена методика расчета уработки нитей основы  $a_{op}$  и нитей утка  $a_{yp}$  в однослойной ткани неплотняного переплетения.

$$a_{op} = \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{h_o^2 \cdot P_y^2}{100^2}}} \right) \cdot 100, \quad a_{yp} = \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{h_y^2 \cdot P_o^2}{100^2}}} \right) \cdot 100. \quad (1.18)$$

Авторами также предлагаются выражения для определения расстояний между нитями одной системы в местах пересечения их нитями другой системы и в настилах.

В [55] получены аналитические выражения для определения геометрической плотности, максимальной плотности, коэффициентов наполнения волокнистым материалом, уработки нитей и порядка фазы строения

однослойных тканей на основе усовершенствованной геометрической модели строения ткани при использовании сминаемых и малосминаемых нитей. Автором разработана методика прогнозирования строения трехосной ткани и кромки, позволяющая теоретически определить возможную уработку нитей основы, оценить влияние заправочных параметров ткацкого станка и жесткостных характеристик используемой пряжи на параметры строения ткани.

В работе [56] предложена новая методика расчета уработки нитей основы и утка в однослойной суровой ткани по ее поверхностной плотности. Авторами установлено, что уработка нитей в пределах раппорта переплетения является величиной переменной. Рассмотрен характер ее изменения в процессе выработки ткани, т.е. после прибора первой, второй, третьей и четвертой уточных нитей. Авторами установлено, что с целью повышения точности экспериментального определения уработки основы необходимо набирать целое число раппортов переплетения, или же их количество должно быть достаточно большим.

Вопросами прогнозирования, определением параметров строения ткани и ее проектированием также занимались и зарубежные ученые.

В [57,58] получены формулы для определения основных параметров строения ткани при условии, что основные и уточные нити имеют круглое поперечное сечение:

$$h_o + h_y = d_o + d_y = S, \quad a_o = l_o / l_y - 1, \quad a_y = l_y / l_o - 1, \quad (1.19)$$

$$h_o = (l_o - \Theta_o \cdot S) \sin \Theta_o + (1 - \cos \Theta_o) S, \quad (1.20)$$

$$h_y = (l_y - \Theta_y \cdot S) \sin \Theta_y + (1 - \cos \Theta_y) S, \quad (1.21)$$

$$l_o = (l_y - \Theta_y \cdot S) \cos \Theta_y + S \cdot \sin \Theta_y, \quad l_y = (l_o - \Theta_o \cdot S) \cos \Theta_o + S \cdot \sin \Theta_o. \quad (1.22)$$

где  $\Theta_o, \Theta_y$  – угол изгиба нити, рад.

Автор отмечал, что, если известны значения любых четырех из указанных величин, то можно вычислить главные параметры строения ткани при любых углах изгиба нитей основы и утка.

В [59] автор утверждает, что при расчетах параметров строения тканей следует принимать эллиптическую форму поперечного сечения нити как наиболее близкую к реальной. Таким образом, формулы для определения геометрических плотностей имеют вид:

$$l'_y = l_y - 2(x_y - b_y), \quad l'_o = l_o - 2(x_y - b_y), \quad (1.23)$$

где  $x_y$  – толщина уточной нити по горизонтали, мм;

$b_y$  – толщина уточной нити по вертикали, мм.

В [60] автор классифицировал теоретические исследования строения ткани по геометрическому методу, аналитико-эмпирическому методу и методу, учитывающему геометрические и механические параметры нитей основы и утка.

К геометрическому методу относятся работы [61–63]. Метод, относящийся к проектированию «совершенных тканей» (уравновешенных в своих частях по основе и утку), описывается уравнением:

$$P_{\max} = \frac{100 \cdot M \cdot R}{R + t} = \frac{100 \cdot M \cdot F}{F + 1}, \quad (1.24)$$

где  $P_{\max}$  – максимальная технологическая плотность по основе и утку, нит./дм;

$M$  – наибольшее число нитей, которое можно разместить на один миллиметр длины без изменения их форм и размера ( $M = 1/d$ );

$d$  – диаметр нити, мм;

$R$  – раппорт переплетения;

$t$  – число пересечений нитей основы нитями другой системы;

$F$  – усредненное значение перекрытия в раппорте ( $F = R / t$ ).

В [64] предложен метод определения максимальной плотности по основе и утку в ткани с любым видом переплетения. Так для тканей квадратного строения формула имеет вид:

$$P_{\text{кв}} = A \cdot \sqrt{N_{\text{ср}}} \cdot F^x, \quad (1.25)$$

где  $A$  – коэффициент, зависящий от системы измерения номера пряжи;

$x$  – коэффициент, зависящий от вида переплетения;

$N_{\text{ср}}$  – средний номер пряжи.

В работе [65] автором при проектировании тканей предлагается учитывать кроме возникающих напряжений от изгиба нитей также усилия при растяжении нитей основы и утка.

В работах [66 – 67] предложены энергетические модели строения для проектирования тканей полотняного переплетения.

Следует отметить, что в настоящее время практически все ученые, в той или иной степени затрагивающие вопросы теории строения ткани, занимаются исследованиями и в области ее проектирования [31,44 – 46,66 – 75].

Кутепов О.С. [76] занимался проектированием тканей по заданным параметрам, с заданными свойствами. Им выведена формула для проектирования тканей по заданной массе квадратного метра.

Кузнецов А.М. [77] разработал методику проектирования ткани полотняного переплетения с заданными свойствами. Исходными данными здесь являются: вид и номер пряжи, масса квадратного метра ткани  $q_k$ , отношения волн изгиба нитей, разрывные прочности и уработка нитей в ткани. Предложенные им выражения имеют вид:

$$h_o / h_y = N_{\text{мо}} / N_{\text{мы}} = n, \quad h_o / h_y = (\mu_o / \mu_y) \cdot \sqrt{a_o / a_y}, \quad (1.26)$$

$$P_O/P_Y = \frac{h_O \cdot \mu_O \cdot N_{MO} \cdot \xi_Y}{h_Y \cdot \mu_Y \cdot N_{MY} \cdot 0,01 \xi_O}, \quad (1.27)$$

$$q_O/q_Y = m/n = 100 + a_O / (100 + a_Y), \quad (1.28)$$

где  $\mu_O, \mu_Y$  – прочность нитей основы и утка на разрыв;

$N_{MO}, N_{MY}$  – номер основной и уточной пряжи соответственно.

Далее рассчитываются уработки нитей основы и утка и определяется масса основы  $q_O$  и утка  $q_Y$  в граммах одного квадратного метра по формулам:

$$q_k = q_O + q_Y, \quad q_O = \frac{10P_O}{N_{MO}} \left( 1 + \frac{a_O}{100} \right), \quad q_Y = \frac{10P_Y}{N_{MY}} \left( 1 + \frac{a_Y}{100} \right). \quad (1.29)$$

Для определения высоты волны изгиба уточной нити Кузнецов А.М. предлагает формулу, в которой учитывается первоначальная стрела прогиба уточины вследствие усадки по берду в опушке ткани, усилие в утке, модуль упругости и экваториальный момент инерции утка. Однако она приемлема только для проектирования и строения хлопчатобумажных тканей полотняного переплетения.

Уразов Н.Х. [78] для проектирования ткани задавался численными значениями  $\phi_O, \phi_Y, B, B_1, K_{пр}, K_{MY}$ .

$$\phi_O = P_O / P_{KB}, \quad \phi_Y = P_Y / P_{KB}, \quad B = q_k / E_{CP}, \quad B_1 = q_k / E_T, \quad (1.30)$$

$$K_{пр} = \mu_O \cdot N_O / P_O; \quad K_{пр} = \mu_Y \cdot N_Y / P_Y; \quad P_{KB} = E_{KB} / d_{CP}, \quad (1.31)$$

где  $K_{пр}$  – коэффициент прочности ткани;

$d_{CP}$  – средний диаметр нитей основы и утка, мм.

Метод, предложенный Н.Х. Уразовым, не получил широкого распространения, так как требует больших опытных данных.

На кафедре ткачества Московского государственного текстильного университета имени А.Н. Косыгина [32,66,79–81] проведены наиболее значимые исследования в области проектирования тканей.

В материале [66] приведены методики проектирования тканей по заданным параметрам, а также рассмотрено все многообразие используемых в настоящее время переплетений, указаны факторы, влияющие на строение и свойства тканей.

Мартыновой А.А. [80] разработан метод проектирования ткани по заданным физико-механическим свойствам. Ею получены аналитические зависимости между физико-механическими свойствами ткани и физико-механическими свойствами нитей, параметрами строения ткани. Под руководством Мартыновой А.А. выполнены научные работы по проектированию тканей различного строения [81-87].

В [29] систематизированы методы проектирования по заданным параметрам, проведен подробный анализ работ по проектированию тканей.

В [88] авторами предложен метод проектирования по заданным раздирающим нагрузкам и поверхностной плотности. Исходя из назначения ткани, предлагается выбирать: вид сырья, коэффициенты  $C_0$  и  $C_Y$ , определяющие диаметр нитей до ткачества; коэффициенты наполнения ткани по основе  $K_{HO}$  и утку  $K_{HY}$ ; линейную плотность нитей основы  $T_0$  и утка  $T_Y$ ; вид переплетения ткани; раппорты по основе  $R_0$  и утку  $R_Y$ ; число пересечений нитей основы нитями утка, нитей утка нитями основы  $t_{Ocp}$ ,  $t_{Ycp}$ ,  $t_{Omax}$ ,  $t_{Ymax}$ , коэффициенты, учитывающие деформацию нитей основы и утка в ткани  $\eta_{OB}$ ,  $\eta_{ув}$ ,  $\eta_{ог}$ ,  $\eta_{уг}$ .

Для определения уработки основных и уточных нитей предлагаются следующие выражения:



$$a_o = \frac{100 \cdot t_{\text{Ocp}} \left[ 3\sqrt{(K_d \cdot \eta_{\text{об}} + \eta_{\text{уг}})^2 + (K_d \cdot \eta_{\text{об}} + \eta_{\text{уб}})^2 \cdot K_{\text{HY}}} - 1.73 \cdot (K_d \cdot \eta_{\text{об}} + \eta_{\text{уг}}) \right]}{t_{\text{Ocp}} \cdot 3\sqrt{(K_d \cdot \eta_{\text{об}} + \eta_{\text{уб}})^2 + (K_d \cdot \eta_{\text{об}} + \eta_{\text{уб}})^2 \cdot K_{\text{HY}}} + 2 \cdot (R_y - t_{\text{Ocp}}) \cdot \eta_{\text{уг}}}, \quad (1.32)$$

$$a_y = \frac{100 \cdot t_{\text{ycp}} \left[ 3\sqrt{(K_d \cdot \eta_{\text{ог}} + \eta_{\text{уб}})^2 + (K_d \cdot \eta_{\text{об}} + \eta_{\text{уб}})^2 \cdot K_{\text{HO}}} - 1.73 \cdot (K_d \cdot \eta_{\text{ог}} + \eta_{\text{уб}}) \right]}{t_{\text{ycp}} \cdot 3\sqrt{(K_d \cdot \eta_{\text{ог}} + \eta_{\text{уб}})^2 + (K_d \cdot \eta_{\text{об}} + \eta_{\text{уб}})^2 \cdot K_{\text{HO}}} + 2 \cdot (R_o - t_{\text{Ocp}}) \cdot K_d \cdot \eta_{\text{ог}}}. \quad (1.33)$$

В [47] плотность ткани по утку предлагается определять по коэффициенту наполнения ткани по утку по полосе, в которой использовано переплетение с короткими перекрытиями:

$$P_y = \frac{100 \cdot R_y \cdot K_{\text{HY}}}{R_y \cdot d_{\text{уг}} + t_o \cdot d_{\text{об}}}, \quad (1.34)$$

где  $R_y$  – раппорт ткани по утку;

$K_{\text{HY}}$  – коэффициент наполнения ткани волокнистым материалом по утку;

$d_{\text{уг}}$  – горизонтальный размер поперечного сечения нитей утка (по большой оси эллипса), мм;

$d_{\text{об}}$  – вертикальный размер поперечного сечения нитей основы (по малой оси эллипса), мм.

В [89] рассмотрена ткань с переменной плотностью по утку и некоторые вопросы строения и особенности формирования.

Литовченко А.Г. [90] разработал метод проектирования тканей с продольными полосами из различных видов переплетений (саржевого, полотняного и просвечивающего) из комбинированных вискозных нитей 50 текса с учетом основных параметров строения тканей: вида сырья, линейной плотности нитей, плотности ткани по основе и утку, вида переплетения и фактических размеров нитей в ткани. В результате проведенного эксперимента установлено влияние заправочного натяжения, плотности ткани по утку, величины заступа и вида основных нитей на физико-механические

свойства полос ткани различных видов переплетений.

В [49] создан метод проектирования тканей с продольными полосами из различных видов переплетений по заданной поверхностной плотности и размерам полос. Выведена формула для расчета поверхностной плотности ткани с продольными полосами (при определении поверхностной плотности необходимо учитывать изменение линейной плотности нитей после ткачества). При анализе двухмерных сечений поверхностей отклика установлены закономерности изменения строения и свойств тканей с продольными полосами от заправочных параметров ткацкого станка; выявлены факторы, в большей степени влияющие на условия изготовления данных тканей. Также установлено, что нити основы полос различного вида переплетений испытывают различное натяжение. Это приводит к изменению деформации нитей основы и уменьшению их линейной плотности.

В [91] предложена методика проектирования распределения эффектов фасонной уточной нити по ткани в зависимости от шага эффектов на нити, ширины ткани, ширины заправки по берду и ширины кромок, диаметра эффекта, плотности ткани по утку, закона чередования фасонных и гладких уточных нитей.

Как отдельное направление в теории строения и проектирования тканей выделяют направление, касающееся оценки напряженности выработки ткани на ткацких станках. В качестве сравнительной оценки напряженности выработки ткани предлагаются – коэффициенты наполнения [34,92 – 96], коэффициенты предельного наполнения [46], методика определения коэффициента переплетения, необходимого для расчета показателя Cover-Faktor (поверхностный фактор) оценки напряженности выработки спроектированной ткани на станках Picanol и Zulzer [97], коэффициент объемного наполнения [98], коэффициент строения ткани [99], обобщенный показатель напряженности образования ткани [100], коэффициент уплотненности [101,102], коэффициент связанности [103,104]. Все выше перечисленные

критерии оценки напряженности выработки на ткацких станках применимы лишь к тканям классического (ортогонального) строения.

Отдельное место в прогнозировании свойств тканей принадлежит прогнозированию строения ткани в зависимости от технологических параметров заправки ткацкого станка.

Алексеев К.Г. [105,106] рассматривает строение тканей полотняного переплетения в зависимости от натяжения нитей основы. Он указывает, что изгиб утка в ткани осуществляется в момент прибоа уточины под действием зубьев берда и давления нитей основы. Чтобы определить высоты изгиба основы и утка в ткани автор принимает, что между величиной взаимного давления основы и утка  $Q$  и величинами  $h_o$  и  $h_y$  существует линейная зависимость. Алексеев К.Г. в работах правильно указывает, что при вычислении высоты волн изгиба основы и утка необходимо учитывать смятие нитей.

В [75] уделяется внимание изменению сил, действующих в основе и утке, на строение ткани. С учетом действия этих сил в нитях автором получена следующая формула:

$$\frac{Q_o}{Q_y} = \frac{h_o \cdot f_y}{h_y \cdot f_o}, \quad (1.35)$$

где  $Q_o, Q_y$  – усилия, действующие вдоль нитей основы и утка соответственно, Н.

В соответствии с экспериментальными данными автор получил уравнения высот волн изгиба нитей в ткани на участке опушка ткани, по утверждению автора геометрические свойства ткани изменяются по закону экспоненциальной функции.

Оников Э.А. в [70] предлагает формулы для определения высоты волн изгиба нитей основы и утка в ткани:

$$h_o = \frac{N}{T_o} \left( \frac{P_y}{2} - \sqrt{E_o \cdot \Theta_o / T_o} \right), \quad h_y = \frac{N}{T_y} \left( \frac{P_o}{2} - \sqrt{E_y \cdot \Theta_y / T_y} \right), \quad (1.36)$$

где  $N$  – сила нормального давления нитей основы и утка, Н;

$T_o, T_y$  – натяжение нитей основы и утка, Н;

$E_o, E_y$  – модули упругости основы и утка, МПа;

$\Theta_o, \Theta_y$  – моменты инерции сечения нитей основы и утка.

В работах [107–115] доказано, что изгибная жесткость нитей влияет на параметры строения ткани.

В [71] предлагается уравнение для определения взаимосвязи технологических параметров с параметрами строения ткани:

$$h_o = F_y \cdot P_o (1 + \varepsilon_o), \quad h_y = F_o \cdot P_y (1 + \varepsilon_y), \quad (1.37)$$

где  $\varepsilon_o, \varepsilon_y$  – относительные деформации соответственно основы и утка;

$F_o, F_y$  – натяжение основы и утка, Н.

Пользуясь приведенными формулами, достаточно трудно точно определить относительную деформацию нитей основы и утка. Кроме того в них не учитывается смятие нитей в ткани.

Николаев С.Д. [72] предложил высоту волны изгиба систем нитей в ткани определять по двум вариантам формул:

а) для ткани на станке:

$$h_o = \frac{N}{2F_o} \left[ \frac{100}{P_y} - \sqrt{\frac{J_o \cdot E_o}{F_o}} \operatorname{th} \left( \frac{100}{P_y} \sqrt{\frac{F_o}{J_o \cdot E_o}} \right) \right], \quad (1.38)$$

$$h_y = \frac{N}{2F_y} \left[ \frac{100}{P_o} - \sqrt{\frac{J_y \cdot E_y}{F_y}} \operatorname{th} \left( \frac{100}{P_o} \sqrt{\frac{F_y}{J_y \cdot E_y}} \right) \right], \quad (1.39)$$

б) для ткани, снятой со станка:

$$h_o = \frac{N(100/P_y)^3}{12E_o \cdot J_o}, \quad h_y = \frac{N(100/P_o)^3}{12E_y \cdot J_y}, \quad (1.40)$$

где  $J_o, J_y$  – момент инерции сечений нитей основы и утка,  $\text{мм}^4$ .

Николаев С.Д. доказывает, что для математического описания напряженно-деформированного состояния нитей при формировании ткани необходимо использовать наследственную теорию вязкоупругости. Автор показывает, что за время одного оборота главного вала станка в расчетах натяжения и деформации нитей основы имеются большие расхождения.

В работе [116] представлены научные исследования по формированию комбинированных тканей с продольными полосами, доказано, что на строение ткани влияют: величина заступа, заправочное натяжение и положение скала по вертикали относительно опушки ткани. К параметрам строения ткани автор отнес уработку основных и уточных нитей, фазу строения полученной ткани и размеры поперечных сечений нитей. При выработке комбинированных тканей с небольшой плотностью по утку наблюдаются ложные остановы ткацкого станка из-за провисания нитей основы. Автор доказывает, что с уменьшением плотности ткани по утку порядок фазы строения в полосах ткани изменяется. Под руководством Николаева С.Д. выполнены работы по прогнозированию изготовления тканей разных переплетений заданного строения [117–120], в том числе для определения высот волн изгиба нитей основы и утка в ткани перевивочного переплетения:

$$h_o = \frac{N}{2F_o} \left[ a - \sqrt{\frac{J_o \cdot E_o}{F_o}} \right], \quad h_y = \frac{N}{2F_y} \left[ b - \sqrt{\frac{J_y \cdot E_y}{F_y}} \right], \quad (1.41)$$

где  $a$  и  $b$  – расстояние между соседними уточными и стоевыми основными нитями,  $\text{мм}$ .

Вопросам установления взаимосвязи между технологическими параметрами процесса ткачества и параметрами строения ткани посвящены работы [31,81,121–126]. В большинстве научно-исследовательских работ нити основы и утка рассматривают упругими и наряду с линейной теорией изгиба нитей используют нелинейную теорию изгиба, которая отражена в работах [109,127].

В [128–130] разработана математическая модель строения многослойной трехмерной ткани, основанная на декомпозиции изгиба нитей в ткани на элементарные участки изгиба. Форма нитей на этих участках рассчитывается с помощью принципа минимума энергии изгиба. Авторами создана приближенная методика расчета геометрических параметров трехмерных тканей на основе алгоритмов расчета строения многослойной трехмерной ткани, которая отражает качественные особенности зависимости геометрических характеристик ткани от параметров ее строения и позволяет приближенно определить эти характеристики количественно.

Разработанная в [131] геометрическая модель строения однослойной ткани позволяет определить основные параметры строения ткани в интервале от предельных до крайних порядков фазы строения. По предложенной модели выведены формулы для определения геометрической плотности однослойной ткани в двух вариантах: когда нити в ткани имеют форму поперечного сечения в виде круга и эллипса, а также получены зависимости, позволяющие определить фазу строения ткани, высоту волны изгиба нитей основы и утка в ткани на ткацком станке. Формула для расчета фазы строения ткани имеет вид:

$$\varphi_c = \frac{\Pi_\Phi - 1}{9 - \Pi_\Phi} = \frac{h_o}{h_y} = \frac{F_y \left( 50 \frac{R_y}{P_y} - \sqrt{\frac{E_o \cdot I_o}{F_o}} \right)}{F_o \left( 50 \frac{R_o}{P_o} - \sqrt{\frac{E_y \cdot I_y}{F_y}} \right)}, \quad (1.42)$$

где  $I_0, I_y$  – момент инерции сечений нитей основы и утка,  $\text{мм}^4$ .

В [132–134] рассмотрено силовое взаимодействие нитей основы и утка в ткани переплетения саржа 2/1. Авторами получены расчетные формулы по определению натяжения нити, высоты волны изгиба нити, которые можно использовать и для других видов переплетений, близких по геометрическим признакам к переплетению саржа 2/1. С учетом действия на нити распределенных нагрузок расчетные формулы для нахождения высоты волны изгиба нитей основы  $h_0$  и нитей утка  $h_y$  имеют вид:

$$h_0 = \frac{B(d_0 + d_y)}{B + D}, \quad h_y = \frac{D(d_0 + d_y)}{B + D}, \quad (1.43)$$

$$B = P_0^2(4.4 \cdot E_y J_y P_0^2 + F_y), \quad D = P_y^2(4.4 \cdot E_0 J_0 P_y^2 + F_0). \quad (1.44)$$

Автором [135] на основе линейной теории изгиба методом начальных параметров получена формула для определения высоты волны изгиба нитей основы в элементе ткани новой трехосной структуры, где нити основы взаимодействуют между собой, переплетаясь с нитями утка.

В работе [136] на основе линейной теории изгиба проведен расчет параметров строения ткани и определены такие параметры как высота волны изгиба нити по основе и по утку, уработка по основе и утку, порядок фазы строения ткани. Формулы для расчета высоты волн изгиба нитей по основе  $h_0$  и по утку  $h_y$ , мм:

$$h_0 = \frac{N}{2F_0} \left( \frac{100}{P_y} - \sqrt{\frac{E_0 \cdot J_0}{F_0}} \right), \quad h_y = \frac{N}{2F_y} \left( \frac{100}{P_0} - \sqrt{\frac{E_y \cdot J_y}{F_y}} \right). \quad (1.45)$$

Получены уравнения, позволяющие установить взаимосвязь между уработкой основной нити, натяжением и временем нахождения нити под нагрузкой, математические модели, позволяющие прогнозировать строение и свойства вырабатываемой ткани в зависимости от заправочного натяжения основы,

положения скала относительно грудницы, величины задней части зева.

Степанов С.Г. [51,137–146] на основе нелинейной механики гибких нитей получил математические модели равновесия основных и уточных нитей (в том числе и прибываемой) в зоне формирования однослойной ткани полотняного переплетения, а также интегральные и геометрические соотношения, их связывающие. Получена обобщенная нелинейная математическая модель взаимодействия основных и уточных нитей в зоне формирования однослойной ткани полотняного переплетения. Из формулы, при допущении о малости прогибов и пренебрежении скручиванием уточных нитей, вытекает как частный случай упрощенная математическая модель, позволяющая определить структурные, геометрические, силовые характеристики нитей основы и утка в зоне формирования ткани при крайнем переднем положении берда. Разработан экспериментально-теоретический метод определения изгибных жесткостей пряжи и комплексных нитей. На основе решения математической модели взаимодействия в зоне формирования ткани при различных значениях изгибных жесткостей основной и уточных нитей исследовано влияние этих факторов на параметры формирования ткани. Автор пришел к выводу о существенном влиянии жесткостных характеристик нитей (изгибных жесткостей основы и утка, модуля жесткости утка при растяжении) на большинство параметров формирования ткани.

В работе [139] представлены исследования по влиянию жесткостных характеристик основных и уточных нитей при изгибе, модуля продольной упругости утка на параметры формирования ткани. Авторы пришли к выводу, что жесткостные характеристики нити существенно влияют на большинство параметров формирования ткани. Они подтверждают необходимость их учета, а также указывают на ограниченность использования формулы Эйлера для идеальной нити при исследовании взаимодействия нитей в зоне формирования ткани.

В [140] приведена методика применения рядов Фурье к исследованию динамики изменения натяжения основы. Получено аналитическое соотноше-



ние изменения натяжения основы применительно к станку типа СТБ и ткани полотняного переплетения, которое можно использовать для анализа циклической деформации основы и ее напряженности. Установлено, что большей информативностью и чувствительностью обладает натяжение нитей основы в момент прибоа. Коэффициент переплетения позволяет оценить степень напряженности процесса формирования ткани. Наибольшее его значение (2,4667) соответствует самому напряженному процессу формирования ткани полотняного переплетения. При уменьшении значения коэффициента переплетения аналогично понижается натяжение нитей основы в момент прибоа.

Фурычевой М.С. [147] были найдены параметры уравнения состояния основы, которые с высокой степенью точности моделируют экспериментальные кривые релаксации и ползучести. Предложенные методы определения параметров уравнения состояния (по кривым ползучести и релаксации, при предварительном нагружении и многоцикловом деформировании) позволили установить, что модуль упругости существенно зависит от величины начальной нагрузки.

Ямщиков С.В. [148] на основе трехэлементной модели Максвелла разработал математическую модель взаимосвязи напряжений и деформаций в текстильном материале, учитывающую релаксационные, диссипативные и упругие нелинейные свойства, позволившую получить на ее базе модель ползучести текстильного материала. Сформулированы основные положения теории формирования ткани, которые позволяют объяснить комплекс сложных явлений, происходящих в заправке на ткацком станке, и вычислить характеристики процесса формирования. На основе стационарных параметров уравнения состояния нитей основы и ткани и математических моделей процесса формирования разработана методика прогнозирования натяжения нитей основы и ткани при прибое и зевобразовании, усилия прибоа и величины прибойной полоски без априорной информации о технологическом процессе, также установлена зависимость данных параметров процесса

формирования от параметров заправки, настройки ткацкого станка и предстационарных параметров уравнения нитей основы и ткани.

В [149] получены формулы, с помощью которых можно выявить влияние натяжения нитей основы и утка на параметры строения ткани с учетом характеристик жесткости урбатываемой пряжи.

В [150] предложены аналитические зависимости для определения линейной деформации "плавающих" основных нитей в процессе зевобразования при изготовлении узорчатой ткани с эффектом переменной плотности по основе в продольном направлении.

В научной работе [55] получены аналитические зависимости для определения в любой момент времени величины деформации нитей основы от процесса зевобразования. Выведены формулы статического и общего натяжения в любой момент времени срабатывания ткацкой паковки.

В работе [151] доказана возможность изготовления хлопчатобумажных тканей из пряжи линейной плотности 60 текс на отечественном пневморепром ткацком станке. Определены оптимальные технологические параметры изготовления тканей, обеспечивающие изготовление их с небольшой обрывностью нитей основы и утка.

Авторами работы [152] для оценки напряженности заправки ткацкого станка при изготовлении хлопчатобумажных тканей из пряжи малой линейной плотности предлагается использовать критерий длительной прочности Бейли. При этом зависимость между временем разрушения и приложенным напряжением к нитям применять в виде зависимости полученной академиком С.Н. Журковым при разработке им кинетической теории прочности твердых тел. Также предложена методика теоретического определения возможности изготовления хлопчатобумажных тканей из пряжи малой линейной плотности на бесчелночных ткацких станках СТБ. Установлено, что текстильные нити способны выдержать значительно больший скоростной режим, нежели тот, который имеет место на ткацком станке в настоящее время.

В [153] авторы провели экспериментальные исследования методами электротензометрии условия формирования базальтовой ткани в зависимости от плотности по утку при различных переплетениях вырабатываемой ткани (полотно, саржа 1/3 и 2/2. репс основной и уточный, сатин неправильный).

В [154] авторы определили плотность вероятностей распределения отклонений уработки основных нитей на ткацком станке за время срабатывания навоя. Получены пределы допустимых отклонений уработки от требуемого значения и ограничение на допуск этих отклонений, для стабилизации расхода основной пряжи и повышения качества ткани на станке получено условие, при выполнении которого вероятность брака ткани сводится к минимуму.

В работе [155] на основе центрального композиционного рототабельного планирования эксперимента получены адекватные регрессионные уравнения, описывающие изменение натяжения нитей основы в момент заступа, максимального раскрытия зева и приборя от трех факторов: величины заступа, длины пружины рычага основного регулятора и расстояния от первой ремизки до первого прутка ламельного прибора.

Степановой Г.С. [156] на основе бинарной причинно-следственной теории информации установлены причинно-следственные связи между параметрами строения хлопчатобумажных тканей и их физико-механическими свойствами, что позволяет прогнозировать качество вырабатываемых тканей. Определены факторы, в наибольшей степени определяющие строение и свойства тканей, что позволяет управлять качеством вырабатываемых тканей.

Николаевым С.Д. [157–160] установлено, что наибольшее влияние на обрывность основных нитей на ткацком станке оказывают заправочное натяжение основы, угол раскрытия зева и величина заступа, а так же натяжение при зевобразовании. Установлено, что обрывность основы на ткацком станке зависит от свойств используемых нитей; хорошую корреляцию с обрывностью дает структурный коэффициент качества кинетической теории

прочности твердых тел академика С.Н. Журкова, который определяется характеристиками многократного растяжения и многократного истирания.

В [161] установлено влияние технологических параметров ткачества, физико-механических свойств ткани, параметров строения на прочность закрепления ворса мебельно-декоративной ворсовой ткани с позиций бинарной информационной причинно-следственной теории информации. Определены факторы, влияющие на потерю ворса при истирании, а также на уработку прижимной и коренной основ.

Назаровой М.В. [162–165] проанализированы методы приближения функций, которые могут применяться для описания технологических процессов ткацкого производства. И на основе экспериментальных данных с использованием интерполяционных полиномов Ньютона, Стирлинга, Лагранжа, Бесселя автор получила математические модели натяжения нитей основы при исследовании технологического процесса ткачества.

Юхиным С.С. [29] теоретически обоснована и разработана технология изготовления высокоплотных тканей на отечественном технологическом оборудовании. Для этого предлагается изменить технологию подготовки нитей к ткачеству, придать дополнительное перемещение скалу, использовать новую технологическую оснастку ткацкого станка. В работе предложены аналитические методы расчета деформации и натяжения основных нитей при изготовлении раппорта тканей различных видов переплетений

В [166] усовершенствована технология выработки тканей повышенной плотности из химических нитей с использованием различного ткацкого оборудования.

В последнее время появилось множество работ по разработке автоматизированных систем проектирования параметров строения и свойств тканей, а также неразрушающих способов их анализа. Так, например, в работе [167] дано математическое обоснование использования матричных операции для построения элементов заправочного рисунка. Рассмотрен принцип построения заправочного рисунка ремизной ткани с помощью электронных таблиц

Excel, позволяющий автоматизировать этот процесс без использования специализированных пакетов.

В работе [168] предлагается способ определения параметров ткацкого переплетения, который позволяет по цифровому изображению ткани определить: величину раппорта переплетения; число пересечек; величину сдвига перекрытий. Разработанный авторами способ позволяет расширить область применения компьютерной фотограмметрии и дает возможность исследования тканей, выработанных главными и мелкоузорчатыми переплетениями.

В результате анализа литературы по строению однослойных ортогональных тканей и напряженно-деформированному состоянию нитей при их формировании было выявлено:

– все научные исследования по строению, проектированию и прогнозированию параметров строения в зависимости от технологических параметров процесса ткачества касаются в основном тканей ортогонального строения;

– все научные изыскания по определению параметров строения ткани и уработки, как основной характеристики ткани – показателя материалоемкости, в конечном счете, связаны с определением порядка фазы строения ткани через высоту волны изгиба нитей и геометрическую плотность ткани. В практике теоретического определения уработки нитей в ткани ее величина прогнозируется по известным заправочным параметрам, с определением высоты волны изгиба нитей или геометрической плотности ткани. По этой причине исследователю, как правило, приходится задаваться порядком фазы строения ткани, а не определением его, исходя из заправочных данных ткани. Кроме этого при определении уработки следовало бы учитывать коэффициент наполнения ткани волокнистым материалом. Как правило, при прогнозировании уработок нитей в ткани задаются коэффициентом наполнения ткани волокнистым материалом, что является не совсем корректным, т.к. этот коэффициент зависит от технологических параметров ткани: плотностей ткани по основе и по утку, линейных плотностей пряж, выбранного переплетения ткани, поэтому имеет определенную величину при известных выше

перечисленных параметрах ткани. Поэтому коэффициент наполнения ткани волокнистым материалом необходимо рассчитывать, а не принимать;

– многие ученые при определении величины уработки нитей в ткани определенной системы нитей учитывают только плотность расположения противоположной системы нитей, что является не совсем корректным, т.к. из практики формирования ткани известно, что изменение плотности ткани исследуемой системы нитей также влияет на ее уработку;

– практически отсутствуют исследования по особенностям формирования кромки ткани, хотя данная проблема очень актуальна, особенно в производстве технических тканей. Кроме этого мало исследований по формированию тканей с переменной плотностью ткани по основе и по определению возможной величины разницы между разноурбатываемыми нитями основы при обеспечении условия нормального протекания процесса ткачества;

– при определении параметров строения ткани ученые предлагают использовать линейную или нелинейную теории изгиба, определяют пределы использования той или иной теории в зависимости от величины изгиба нитей в ткани;

– авторами предложены аналитические выражения для определения основных параметров строения ткани в зависимости от сил и моментов, действующих на нити в зоне формирования тканого полотна и по мере выхода ткани из зоны формирования, а также в свободном состоянии. Показано, что на параметры строения ткани влияют жесткостные характеристики самих нитей;

– мало раскрыты вопросы сравнительного анализа точности определения параметров строения ткани геометрическим методом и методами, учитывающими жесткостные характеристики нитей, а также силы и моменты, действующие на нити в ткани;

– исследованием напряженно-деформированного состояния нитей и ткани на ткацком станке занимались многие ученые, при этом исследовалось

влияние натяжения, технологических параметров основных механизмов ткацкого станка на свойства формируемой ткани. Однако, все исследования проводились под определенным класс тканей, вырабатываемых на одном типе ткацких станков, в том числе, например, при срабатывании основы, и не проводилось сравнительного анализа изменения параметров строения ткани, вырабатываемой на разных типах ткацкого оборудования. Бытует мнение в практике производства тканых полотен, что современное импортное оборудование позволяет формировать ткани с постоянными параметрами строения и свойств ткани, однако научного подтверждения данного утверждения нет.

## **1.2 Аналитический обзор литературы по строению и изготовлению тканей новых структур**

В 80-х годах двадцатого века ведущими европейскими странами, а также Японией и США активно начато производство тканей новых структур, в которых нити основы (утка) не остаются параллельными друг другу, а взаимодействуют между собой, одновременно переплетаясь с нитями утка (основы). Из всего многообразия структур таких тканей можно выделить два основных направления в формировании тканей с не ортогональным (не перпендикулярным) положением нитей основы и утка. Это триаксиальные (трехосные) ткани и ткани с эффектом перевивки. Триаксиальными тканями (пример на рисунке 1.1) называют такие ткани, которые состоят из трех систем нитей, каждая из которых пересекается под определенным углом к другой системе, чаще всего этот угол составляет 60 градусов. Формирование ткани происходит путем пересечения трех систем нитей.

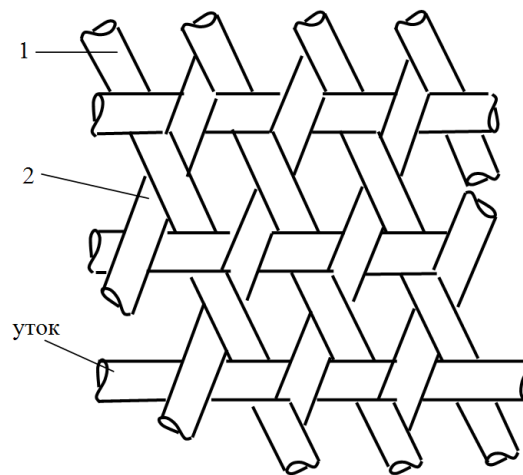


Рисунок 1.1 – Основное переплетение триаксиальных тканей

Одну систему нитей образует поперечный уток, располагающийся перпендикулярно к продольной оси ткани, две другие системы – это взаимно пересекающиеся нити основы. Основные нити обеих систем не переплетаются друг с другом, а только с уточными нитями. У таких тканей лицевая и изнаночная стороны выглядят одинаково. Такой тип тканей называют анизотропными, так как их физико-механические свойства неодинаковы в различных направлениях, включая диагональные.

Трехосные ткани очень часто применяют в технических целях, где большую роль играет равновесность структуры тканого полотна. Поэтому далее перед учеными стояла задача разработки изотропной трехосной ткани. Конструкция триаксиальных тканей, наиболее близкая к современным, состояла из двух систем диагональных основных нитей и одной системы двойных уточных нитей. Все уточные нити имели одинаковое переплетение, а все нити основы одной системы перекрывали нити основы другой системы. Количество уточных нитей в 4 раза превышало количество нитей в любой из систем основы, в результате этого ткань обладала невысокой прочностью в продольном и диагональном направлениях.

В работах в Великобритании[169], Японии[170-174], Франции [175,176], ФРГ [177-179] предоставлены материалы по разработке тканей с



трехнаправленным расположением нитей, а также способы и устройства для ее производства.

В XX веке – веке развития мировой космонавтики, формируется рынок техники и технологий, когда умы ученых направлены на реализацию широкомасштабных проектов, для внедрения которых требовалась разработка тканей новых структур. Триаксиальные ткани, в соответствии с космической программой США, предназначались для изготовления специальных парашютов для спускаемых космических аппаратов, т. к. при угле пересечения систем нитей между собой, равном  $60^\circ$ , такие ткани являются изотропными. В начале триаксиальные ткани вырабатывались на обычных рапирных станках, модернизированных для этой цели [180]. Позднее фирма «Doweave» выпустила ткацкий станок вертикального типа с вращающейся стойкой для секционных навоев, размещенной на верху станка [181,182]. Также здесь каждая нить имела индивидуальное рычажное натяжное устройство для регулирования натяжения нити за цикл зевобразования. Компенсирующее устройство поддерживало постоянную длину нити от стойки до зоны формирования ткани независимо от перемещения нити от одной кромки ткани к другой и состояло из множества направляющих, двигавшихся по замкнутой кривой, которая имела неправильную эллиптическую форму. Каждая нить непрерывно перемещалась с одной стороны станка на другую, затем переходила в другую плоскость и двигалась обратно.

В своих разработках американская фирма «Barber- Colman», отталкиваясь от ткацкого станка фирмы «Doweave» [181,182] и, взяв его за основу, оформила пакет патентов на новый станок [183-192]. Этот ткацкий станок впервые был представлен в 1976 году на международной выставке текстильного оборудования ATME в Гринвиле (США). Станок имел вертикальное положение основы, сматываемой с восьми трикотажных навоев. На станке в качестве основы использовали только химические нити линейной плотности от 22 до 110 текс. Заправочная ширина станков составляла 1600 или 2000 мм.

При организации промышленного производства трехосных тканей технологически сложнее реализовывалась задача по перемещению двух систем основных нитей индивидуальными ремизками в противоположных направлениях и их последовательный перевод из одной системы в другую в краях ткани, а также прибора проложенного утка двумя группами приборных пальцев. Со времени первого появления ткацкого станка TW постоянной конструктивной переработке подвергались контрольные устройства и товарный регулятор для производства триаксиальных тканей, механизмы компенсации длины основы [187, 192], зевобразовательный [184, 193] и приборный механизмы [172, 190], в том числе конструкция ремизки [188, 191, 194, 195].

В европейском патенте [196] приведено описание конструкции ткацкого станка, который в условиях цеха можно легко перенастроить и для производства как трехосных, так и для производства двухосных тканей без какого-либо дополнительного обучения рабочих, и без каких-либо дополнительных инвестиций для подготовки процесса ткачества. В японском патенте [197] говорится о разработке нового ткацкого станка для производства триаксиальных тканей, в [198] описан новый ткацкий станок со статическим устройством зевобразования для выработки триаксиальных тканей.

В научной работе [55] разработан ткацкий станок для реализации технологии изготовления тканей новых трехосных структур и способ прибора уточной нити, осуществляющий прибором уточной нити к опушке ткани с одновременным перемещением нитей основы в различные зубья берда.

В японском патенте [199] содержится описание устройства для управления натяжением основных нитей на ткацком станке. Это устройство применяют для предотвращения возникновения неравномерности структуры сформированной ткани, которая возникает из-за перепадов натяжения нитей основы, с целью улучшения качества тканого полотна.

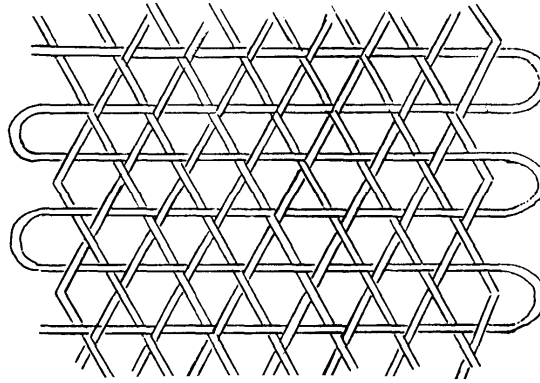


Рисунок 1.2 – Переплетение триаксиальной ткани

Строению и геометрии триаксиальных тканей, всевозможным вариантам взаимодействия нитей основы и утка посвящено множество работ [171, 200-201 и др.]. В примере переплетения триаксиальной ткани, представленном на рисунке 1.2, основные нити системы 1 располагаются над основными нитями системы 2 и под уточными нитями, основные нити системы 2 - над уточными нитями. Если рассматривать каждую отдельную нить в любой из систем, то можно заметить, что верхнее и нижнее перекрытия чередуются поочередно, поэтому, проводя аналогию с тканями ортогонального строения, данное переплетение называют полотняным. Поверхностная плотность триаксиальной ткани полотняного переплетения примерно в два раза меньше, чем ортогональной ткани с нитями той же линейной плотности. Заполнение ткани составляет 66,7 %. Все нити жестко фиксируются, обеспечивая стабильность размеров ткани. Поры (ячейки) в тканях имеют форму правильного шестиугольника. Для получения изотропной ткани углы между нитями трех систем должны составлять 60 градусов, в тех случаях, когда изотропность не является обязательным свойством ткани, то углы наклона основных нитей могут быть выбраны в пределах от 10 до 80 градусов.

Исследованию физико-механических свойств триаксиальных тканей посвящены работы [202-211]. Первоначально в основном рассматривалось поведение триаксиальных тканей при деформациях растяжения, изгиба,

сдвига и продавливания шариком. Н. Доу описал базисные положения [181,182,203,212] для ткачества триаксиальных тканей. Им установлено, что изотропность, необходимую для парашютных полотен и полотен, используемых в технических целях, могут обеспечить только трехосные ткани, которые при одинаковой с ортогональными тканями поверхностной плотности выдерживают большую нагрузку на разрыв. Поэтому очевидны преимущества использования трехмерных тканей в композиционных материалах для авиационно-космической техники. Слой ткани в композите придает ему квазиизотропные свойства.

Более подробный анализ исследований в области получения, особенностей строения и свойств трехосных тканей изложен в работе [213].

Триаксиальные ткани используют для изготовления одежды, особенно когда к изделиям применяются дополнительные требования по прочности и форме, где требуется облегание сложной поверхности, а ткань подвергается многостороннему растяжению. В таких случаях триаксиальные ткани имеют большую надежность и долговечность. Мебельные триаксиальные ткани отличаются драпируемостью, износоустойчивостью, малой распускаемостью и хорошей прочностью шва.

Вторым, как было указано ранее, направлением в области производства трехосных тканей, являются ткани с эффектом перевивки нитей основы между собой. Нити основы в таких тканях имеют разный угол наклона по отношению к уточным нитям. Используют данный вид тканей в основном в бытовых и технических целях, так как они уже не являются изотропными. Ткани перевивочного переплетения [214 - 252 и др.] – это, как правило, ажурные ткани с наличием классической парочки нитей - стоевая (стержневая) и перевивочная, имеющих разное заправочное натяжение; ткани, имеющие на поверхности, согласно способа формирования, ажурный рисунок; тканые сетки с устойчивыми ячейками, используемые для изготовления сит, фильтров, каркасных изделий и т.д. Перевивочное переплетение также используют для формирования кромок тканей ортогонального и не

ортогонального строения.

В японском патенте [253] говорится о получении нового трехосного тканого материала, имеющего высокую эластичность и высокую теплопроводность, т.к. при его производстве используется углеродное волокно. Также данная ткань может быть использована в качестве составляющей многослойного материала, который в последствии без опасений межслойного разделения будет обладать следующими особенностями: небольшой поверхностной плотностью, высокой прочностью на разрыв и высокая теплопроводность.

В [254,255] изобретена трехосная ткань из углеродного волокна (рисунок 1.3). В настоящее время армированный углеродным волокном пластик широко используется в различных областях, включая спорт, промышленность, включая аэрокосмическую промышленность, потому что получаемые изделия легкие и имеют высокие прочностные характеристики.

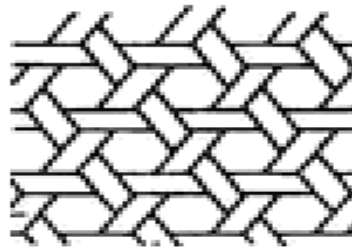


Рисунок 1.3 – Трехосная ткань из углеродного волокна

Углеродные волокна, используемые в качестве арматуры, подходят для космической отрасли, благодаря высокой теплопроводности и низкому коэффициенту теплового расширения. В последнее время применение таких материалов в авиационно-космической промышленности, в частности для элементов искусственных спутников, актуально в связи с их характеристиками.

В работах [256-257] учеными обосновано применение триаксиальных тканей при производстве пневматических шин. В [257] разработана пневматическая шина, имеющая улучшенную стабильность рулевого управления. В данной шине армирующий слой образован с использованием трехосной

ткани (рисунок 1.4, где  $x, y, z$  – системы нитей материала) с резиновым КОМПОЗИТОМ.

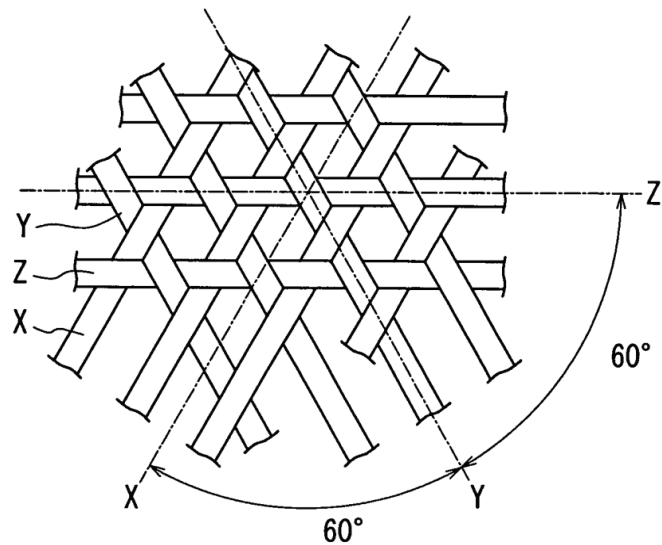


Рисунок 1.4 – Триаксиальная ткань для производства автомобильных шин

В источнике [258] описана триаксиальная ткань (рисунок 1.5), применяемая для изготовления диафрагм, антенн, громкоговорителей и динамиков.

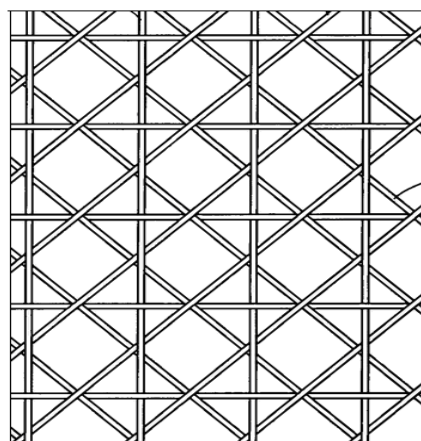


Рисунок 1.5 – Переплетение триаксиальной ткани для диафрагмы громкоговорителя

Препрег получают пропиткой трехосной ткани термореактивной смолой, затем помещают уже пропитанную ткань на пластину, имеющую желаемую форму, на которой потом производится сжатие или нагревание материала для формирования препрега. Текстильный материал может быть выполнен из арамидного волокна, с покрытием фенольной смолой или хлорсульфированным полиэтиленом.

В патентах [259,260] описывается способ армирования триаксиальными тканями цементных изделий (рисунок 1.6). Такие ткани изготавливаются из высокомодульных моноволокон полиолефинов, применение которых обусловлено высокой устойчивостью к щелочной среде цементного материала, а также по причине небольшого удлинения на разрыв.

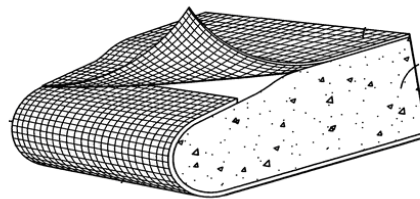
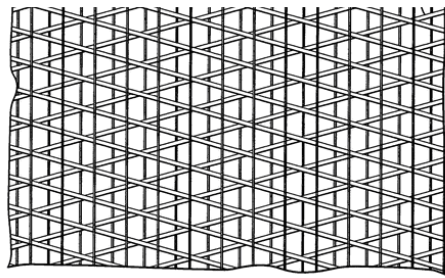


Рисунок 1.6– Триаксиальная ткань и способ армирования ею изделия из цемента

Цемент желательно усиливать, так как цемент, как правило, устойчив к сжатию, но ломкий при растяжении, сдвиге, изгибе, при отверждении или усадке, вариант такого усиления цементных изделий – это армирование их триаксиальными материалами. Например, армирование мостовых

сооружения от возникновения выбоин и прочих дефектов поверхности, армирование колонн, плоских или сборных плит, керамической плитки, и изделий постоянного сечения, состояние которых ухудшается со временем, в виду напряжения материала, грубое обращение при изготовлении или установке изделия и, особенно важно, в областях высокой сейсмической активности.

Нашли триаксиальные ткани применение и в таких областях, как спорт [261], ортопедия и реабилитация [262-264]. В [262] разработан поддерживающий корсет (бандаж), в котором используются триаксиальные ткани, усиленные армированием. Данный корсет обеспечивает поддержку тела человека и применяется в спорте, ортопедии и во время реабилитационных мероприятий. Опорные элементы выполнены из пластика, армированного трехосными тканями с пропиткой полимерными смолами. Достоинства этого изобретения является малый вес, тонкость, жесткость, прочность, хорошая воздухопроницаемость. Все это необходимо для уменьшения нагрузок, действующих на кости, суставы и мышцы или для их фиксации и поддержки.

В [263, 264] изобретен опорный элемент-фиксатор, который может быть применен в специальных устройствах поддержки, опоры или закрепления частей тела человека. Данное изобретение изготавливают из пластмасс, армированных трехосными тканями (рисунок 1.7) для избежания прямого контакта синтетических пластмасс с кожей и для обеспечения более комфортного и удобного движения частей тела. Таким образом, это протезы и подобные устройства. Опорный фиксатор применяется в реабилитационных устройствах, предназначенных для уменьшения нагрузок, действующих на кости, суставы и мышцы или для закрепления их в определенном положении.



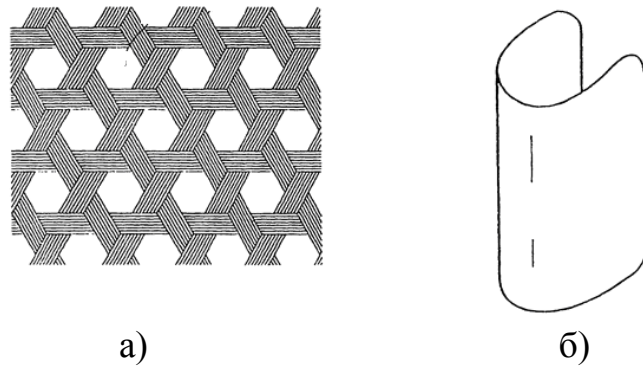


Рисунок 1.7 – Трехосная ткань для изготовления коленного фиксатора  
а) триаксиальная ткань, б) коленный фиксатор

Нашли применение триаксиальные ткани и в медицине [265-269]. В источниках [265-267] рассказывается о возможности использования трехосных тканых материалов для укрепления зубных пломб. В патенте США [265] описан способ применения трехаксиальных материалов для укрепления зубных пломб (рисунок 1.8б). Данное изобретение относится к способам конструирования, усиления или модификации зубных пломб, зубных протезов и техники ("стоматологических конструкций"), а также армированных стоматологических конструкций.

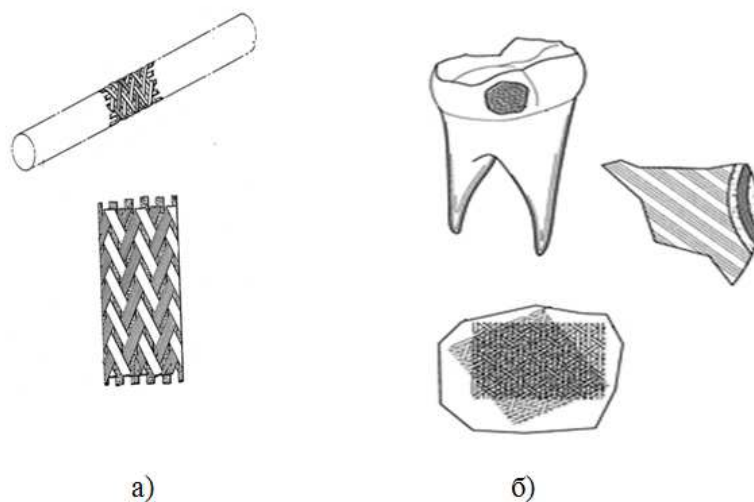


Рисунок 1.8 – Применение трехосных материалов в медицине:  
а) искусственный сосуд, б) усиление зубных пломб

Последние несколько десятков лет трехосные ткани, трехмерные композиты и материалы все больше рассматривались с точки зрения применения их в промышленных, технических и бытовых областях человеческой жизни. Там где материалы обладают высокой прочностью в трехмерном направлении и не вызывают деформаций при высокой температуре, используемые при жестких условиях, и не применимые к биомедицинским материалам, которые, однако, также используются в течение длительного периода времени при различных тяжелых условиях окружающей среды, в том числе при имплантации их в живое тело [269]. Исключительный случай представляет искусственный кровеносный сосуд [268] трубчатой формы, изготовленный из полиэфирных волокон, имеющей тонкую толщину стенки, которая является трехосной тканью с трехмерным расширением. Тем не менее, этот сосуд – это тканый материал, показанный на рисунке 1.8а, в котором нити имеют три направления оси и пересекаются под углом  $60^\circ$ .

Начиная с 2000-х годов, активно ведутся разработки и внедрение бронежилетов с использованием тканей новых структур, таких как триаксиальные ткани, ввиду их высоких показателей по физико-механическим характеристикам. Трехосная ткань, описанная в [270 - 276], структурированная плетением, облегченная, с улучшенными баллистическими характеристиками, предназначенная для производства бронежилетов. В [270] описывается трехосный материал, состоящий из трех систем множеств нитей. Внутри этих систем нити ориентированы параллельно друг другу, и отличаются они тем, что располагаются в материале под углом друг к другу, а также второе множество нитей переплетается с первым множеством нитей. В первой системе основных нитей используются следующие типы пряж: ароматический полиамид, полиолефин, ароматический ненасыщенный полиэфир, ароматический полиимид, вискоза, жидкокристаллические полимерные пряжи, полиакрилонитрил, стекловолокно или его сополимеры. Во второй системе основных нитей используют полиэтилен сверхвысокой молекулярной массы.

В [276] описывается трехосный плетеный материал для бронежилетов, структура которого представлена на рисунке 1.9, имеющий улучшенные показатели баллистического сопротивления материала в сравнении с обычными двухосными тканями (в отношении высокой сверхзвуковой скорости пуль и осколочных снарядов). Согласно технологии производства данного материала возможно использование внутри него следующих типов пряж, указанных при описании предыдущей структуры ткани.

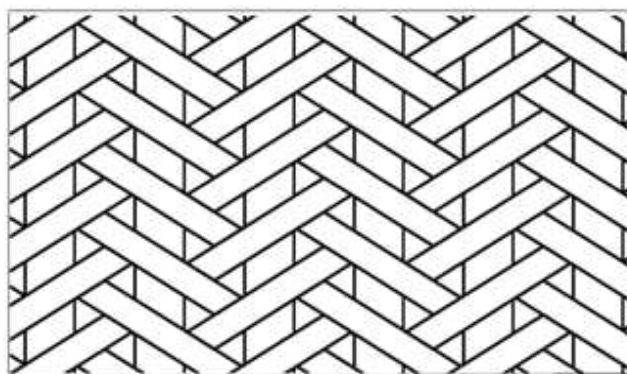


Рисунок 1.9 – Триаксиальный материал для производства бронежилетов

В патенте [277] говорится об изобретении трехосного текстильного материала, своего рода арматуры или лучше говоря каркаса. Данное изобретение находит применение в авиационной промышленности: для создания лопастей вертолетов или самолетов, для различных типов рам фюзеляжа, а также прочных и одновременно сверхлегких элементов авиационных деталей конструкции, велосипедных рам, рам мотоциклов, автомобилей и грузовиков, для изготовления механических деталей с высокой жесткостью при сгибании и кручении. Достоинством данного материала является его высокое качество и относительно низкая стоимость получаемых композитных деталей с большим диапазоном применения.

В [278] описывается трехосная текстильная арматура, предназначенная для изготовления высококачественных композитных материалов (рисунок

1.10). Это новый тип арматуры, а также процесс ее производства, который позволяет получить изделия сложных форм, с улучшенными физико-механическими свойствами при меньшей материалоемкости.

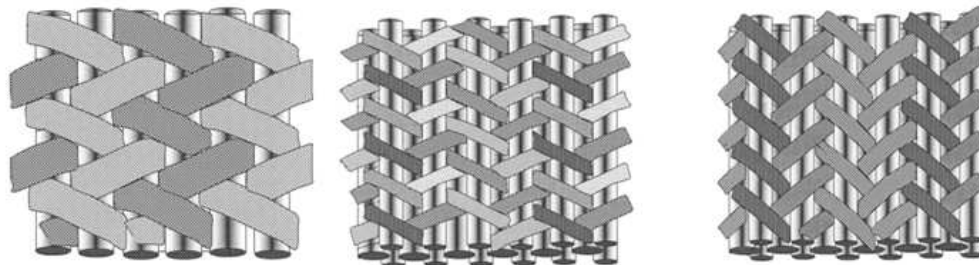


Рисунок 1.10 – Варианты трехосной текстильной арматуры

В [279] описан метод и устройство для прокладки оплетающей композитной нити для усиления триаксиальных материалов. Такие трехосные плетеные материалы, как правило, применяются при производстве труб, ими усиливают цилиндрические композитные продукты. Например, трубы большого диаметра, где осевые нити проходят параллельно осевой линии трубы, тем самым обеспечивая прочность на разрыв в продольном направлении.

В результате анализа отечественной и зарубежной литературы по строению и изготовлению тканей новых структур было выявлено:

- что разработкой структур трехосных материалов в основном занимались зарубежные ученые на протяжении последних 50-ти лет. Ими предложены разнообразные структуры как тканых, так и плетеных материалов с различными вариантами вложения нитей и их взаимного расположения с целью формирования материала с одинаковыми свойствами во всех направлениях и организации ячейки заданной формы и размеров;

- существующие способы образования тканей перевивочного переплетения и трехосных тканей (за рубежом) в значительной степени усложняет конструкции ткацких станков. При этом для получения ткани требуется как

минимум две системы нитей основы, сматываемых с двух ткацких навоев. Предлагаемые способы получения не ортогональных тканей и механизмы для их реализации в основном не являются универсальными, т.е. при их использовании зачастую не возможно получать ткани ортогонального строения;

– исследователями констатирован факт улучшения физико-механических свойств трехосного тканого полотна по сравнению с тканями ортогонального строения с одинаковым вложением сырья и переплетением. Однако не раскрыта причина улучшения физико-механических свойств, а также возможность получения трехосной ткани с самоформирующейся кромкой;

– в настоящее время на территории Российской Федерации не выпускаются ткани типа трехосных.

## Выводы по первой главе

1. Все научные изыскания по определению параметров строения ткани и уработки, основной характеристики ткани, как показателя материалоемкости, в конечном счете, связаны с определением порядка фазы строения ткани, через высоту волны изгиба нитей и геометрическую плотность ткани. В практике теоретического определения уработки нитей в ткани ее величина прогнозируется по известным заправочным параметрам с определением высоты волны изгиба нитей или геометрической плотности ткани, т.к. эти характеристики завязаны на определении порядка фазы строения ткани. По этой причине исследователю приходится задаваться порядком фазы строения ткани, а не определением его, исходя из заправочных параметров ткани.

2. Ученые при проектировании ткани, как правило, задаются коэффициентом наполнения ткани волокнистым материалом, что является не совсем корректным, т.к. коэффициент наполнения ткани волокнистым материалом зависит от технологических параметров ткани: плотностей ткани по основе и по утку, линейных плотностей пряж, выбранного переплетения ткани, поэтому коэффициент наполнения ткани волокнистым материалом имеет определенную величину при известных выше перечисленных параметрах ткани и его необходимо рассчитывать, а не принимать.

3. Многие ученые при определении уработки нитей в ткани определенной системы нитей учитывают только плотность противоположной системы нитей, что является не совсем корректным, т.к. из практики формирования ткани известно, что изменение плотности ткани исследуемой системы нитей также влияет на ее уработку.

4. Практически отсутствуют исследования по особенностям формирования кромки ткани. Кроме этого мало исследований по формированию тканей с переменной плотностью ткани по основе и по определению возможной

величины разницы между разноурбатываемыми нитями основы для обеспечения условия нормального протекания процесса ткачества.

5. При определении параметров строения ткани ученые предлагают использовать линейную или нелинейную теории изгиба, определяют пределы использования той или иной теории в зависимости от величины изгиба нитей в ткани. Предлагаются аналитические выражения для определения основных параметров строения ткани в зависимости от сил и моментов, действующих на нити в зоне формирования тканого полотна и по мере выхода ткани из зоны формирования, а также в свободном состоянии. Однако, мало раскрыты вопросы сравнительного анализа точности определения параметров строения ткани геометрическим методом и методами, учитывающими жесткостные характеристики нитей, а также силы и моменты, действующие на нити в ткани.

6. Исследованием напряженно-деформированного состояния нитей и ткани на ткацком станке занимались многие ученые, при этом исследовалось влияние натяжения, технологических параметров, работы основных механизмов на ткацком станке на свойства формируемой ткани. Однако, все исследования проводились под определенным класс тканей, вырабатываемых на одном типе ткацких станков, и не проводилось сравнительного анализа изменения параметров строения ткани, вырабатываемой на разных типах ткацкого оборудования.

7. На протяжении последних 50-ти лет учеными предложены разнообразные структуры трехосных как тканых, так и плетеных материалов с различными вариантами вложения нитей и их взаимного расположения с целью формирования материала с одинаковыми свойствами во всех направлениях и организации ячейки заданной формы и размеров. Все исследователи констатировали факт улучшения физико-механических свойств трехосного тканого полотна по сравнению с тканями ортогонального строения с одинаковым вложением сырья и переплетением. Однако не раскрыта причина улучшения физико-механических свойств, а также возможность получения трехосной ткани с самоформирующейся кромкой.

## **2 Разработка новых структур тканей с улучшенными физико-механическими свойствами**

В мировой практике производства тканей широкое развитие получило производство трехосных тканых материалов. Отдельным направлением здесь стоят технические триаксиальные материалы, например, для использования в военной сфере и авиакосмической промышленности, со стороны которых предъявляются повышенные требования к физико-механическим свойствам тканых полотен. Триаксиальные ткани относятся к тканям не ортогонального строения, в которых уточные и основные нити расположены друг по отношению к другу под углом, отличным от  $90^{\circ}$ . Ткани ортогонального и не ортогонального строения при равных прочих заправочных данных имеют различные физико-механические свойства. Такой тип тканей называют анизотропными, так как их физико-механические свойства неодинаковы в различных направлениях, включая диагоналевые. Изотропные ткани – ткани равновесной структуры тканого полотна, имеющие одинаковые свойства во всех направлениях. Такими тканями являются триаксиальные ткани, в которых уточные и основные нити располагаются друг по отношению к другу под углом, равным  $60^{\circ}$ .

В обзоре отечественной и зарубежной литературы по строению и изготовлению тканей новых структур было отмечено, что многие работы зарубежных ученых посвящены исследованию физико-механических свойств триаксиальных тканей [169-280]. В этих работах доказаны улучшенные физико-механические свойства трехосных тканей в сравнении с тканями ортогональными и уточнены условия для формирования трехосных тканей (например, для обеспечения условия изотропности). Н. Доу установил, что изотропность, необходимую для парашютных полотен и полотен, используемых в технических целях, могут обеспечить только трехосные ткани,



которые при одинаковой с ортогональными тканями поверхностной плотности выдерживают большую нагрузку на разрыв [181,182,203,212]. Поэтому очевидны преимущества использования трехмерных тканей в композиционных материалах для авиационно-космической техники.

Трехосные ткани – это материалы нового поколения, имеющие широкие возможности, их применение настолько широко, насколько широка человеческая деятельность, а именно, триаксиальные ткани применяются в:

- автомобилестроении, авиационной и космической промышленности для производства различных элементов искусственных спутников, для создания лопастей вертолетов и самолетов, для различных типов рам фюзеляжа, а также прочных и одновременно сверхлегких элементов авиационных деталей и конструкций, при изготовлении рам автомобилей и грузовиков, велосипедных рам и рам мотоциклов. Они также могут быть использованы для изготовления механических деталей, таких как валы крутящего момента, из-за высокой жесткости при сгибании и кручении. Применение таких материалов стало возможным в виду их высокой теплопроводности и низкого коэффициента теплового расширения, высоких прочностных характеристик, их не высокого веса (в сравнении с другими возможными материалами изготовления). Достоинством триаксиальных материалов является их высокое качество и относительно низкая стоимость в получаемых композитных деталях с большим диапазоном применения. Еще триаксиальные ткани применяются при производстве автомобильных шин с улучшенными характеристиками рулевого управления;

- в медицинских целях: в хирургии, стоматологии, ортопедии, в реабилитационных мероприятиях, внутри медицинских биндажей, корсетов, протезов. Искусственные человеческие связки, армированные зубные пломбы, кровеносные сосуды и имплантационные материалы – это тоже тканые триаксиальные материалы, которые нашли свое специфическое применение благодаря своим уникальным свойствам, таким как: тонкость, прочность в трехмерном направлении, жесткость, легкость, воздухопрони-

цаемость, теплопроводность, малый вес, возможность использования в течение длительного периода времени при различных тяжелых условиях окружающей среды (например, внутри человеческого тела);

- в бытовых и технических целях и материалах. Триаксиальные ткани используют для пошива одежды, особенно в тех случаях, когда необходима хорошая форма изделия и прочность. Триаксиальные ткани будут иметь большую надежность и долговечность там, где требуется облегчение сложной поверхности, а ткань подвергается многостороннему растяжению. Это мебельные триаксиальные ткани, отличающиеся хорошей драпируемостью, износоустойчивостью, малой распускаемостью и хорошей прочностью шва, парашютные полотна, тентовые материалы, различные диафрагмы (например, для громкоговорителей). Отдельной веткой здесь стоит производство бронежилетов из трехосных тканей. Эти ткани имеют улучшенные показатели баллистического сопротивления материала в сравнении с обычными двухосными тканями в отношении высокой сверхзвуковой скорости пуль и осколочных снарядов;

- в строительстве, при производстве строительных материалов, таких как армированные цементные изделия, армированные колонны, плоские или сборные плиты и изделия постоянного сечения. Армирование мостовых сооружений от возникновения выбоин и прочих дефектов поверхности. Еще трехосные ткани применяются при производстве труб, ими усиливают цилиндрические композитные продукты.

Исследованиями трехосных тканей: строением, свойствами, особенностями выработки и пр. занимались многие ученые. За рубежом в том числе проводились исследования влияния взаимного расположения нитей в трехосных тканях на их физико-механические свойства. В России такие исследования практически не проводились. В [55] приводится новая структура трехосной ткани, но сравнение физико-механических свойств с тканью ортогонального строения не приводится. В работе [281] рассматриваются физико-механические свойства триаксиальной ткани в сравнении с

обычной (ортогональной) тканью, однако не совсем понятны предложенные автором формулы для расчета разрывной нагрузки по основе и по утку. Также в работе не разобраны причины и механизм увеличения разрывных нагрузок трехосной ткани в сравнении с обычной тканью. В этой связи была поставлена задача более подробно исследовать влияние структуры ткани на ее физико-механические свойства.

В связи с политикой санкций, применяемой западными странами в отношении России, и не доступностью по этой причине для нашей страны всех инновационных разработок, касающихся тканей новых структур, в том числе трехосных, и технологического оборудования для их производства, было принято решение разработать трехосную ткань новой структуры, которая выполняла бы задачу импортозамещения зарубежной продукции.

На рисунке 2.1 представлены разработанные новые структуры трехосных тканей базового полотняного переплетения с раппортом по основе 6 нитей, а по утку – 12 и 24 нити (варианты а и б соответственно).

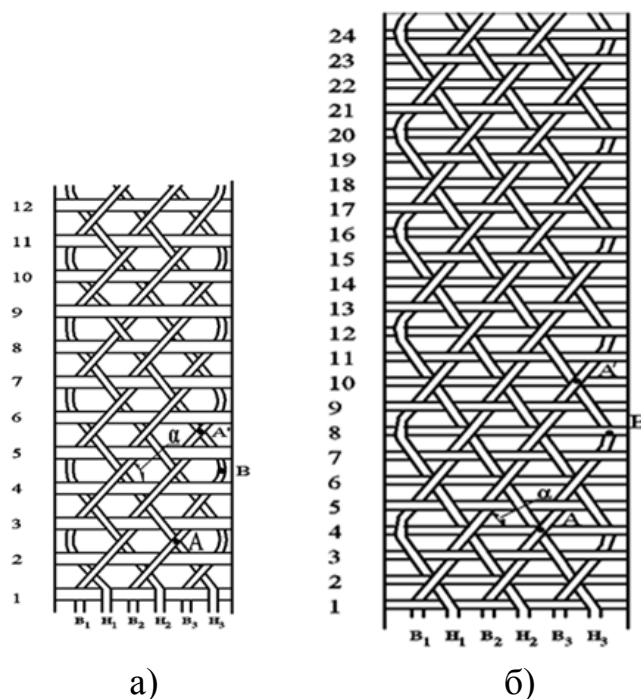


Рисунок 2.1 – Разработанные структуры триаксиальных тканей:  
 а) с раппортом по утку 12 нитей, б) с раппортом по утку 24 нити

В первой главе представлена структура трехосной ткани [276], в которой уточные нити как бы лежат внутри ткани, а ткань формируется за счет взаимодействия нитей основы между собой (рисунок 1.9). В отличие от данного переплетения структура ткани, представленной на рисунке 2.1, организуется как за счет переплетения нитей основы с нитями утка, так и за счет взаимодействия нитей основы между собой по всей ширине тканого полотна.

Рассмотрим более подробно структуры трехосных тканей, представленных на рисунке 2.1а и б. В данных структурах ткань формируется как за счет переплетения нитей основы с нитями утка, так и за счет взаимодействия нитей основы между собой по всей ширине полотна. Система основных нитей условно делится на две части – условно верхнюю и условно нижнюю. При этом условно верхняя система основных нитей при взаимодействии нитей основы между собой всегда находится сверху условно нижней системы основных нитей. Условность деления основы на верхнюю и нижнюю части обусловлена тем, что основная нить, переместившись с одного края тканого полотна к другому краю, меняет свою принадлежность к системе. Например, на рисунке 2.1а и б основная нить  $v_2$ , находясь в верхней системе нитей, т.е. находясь в точке А, всегда выше основной нити, принадлежащей нижней системе, дойдя до точки В, до края формирования ткани, меняет свое направление, т.е. начинает перемещаться в другую сторону, переходя уже в нижнюю систему нитей. В точке А' эта основная нить будет располагаться ниже любой из нитей основы верхней системы.

При определенных условиях представленные структуры тканей обеспечивают одинаковые физико-механические свойства ткани в разных направлениях. Для этого необходимо обеспечить постоянство угла  $\alpha$  наклона нитей основы по отношению к уточным нитям, равного  $60^\circ$  (рисунок 2.1). Это условие будет реализовано при равенстве плотностей нитей по основе и по утку, а также при равномерном расположении нитей систем основы между собой.

Отличительной особенностью предложенных структур тканей является перемещение нитей основы в пределах раппорта по утку с одного края ткацкого станка до другого, которая меняет свою принадлежность к системе нитей (с условно верхней на условно нижнюю и наоборот) при обратном ходе, что позволяет вырабатывать трехосную ткань с неосыпаемой самоформирующейся кромкой, не требует дополнительного увеличения плотности в кромках в виду высокой сопротивляемости раздвиганию и не осыпаемости края ткани.

Как видно из рисунка 2.1, представленные структуры тканей отличаются друг от друга. Если на рисунке 2.1а узлы взаимодействия нитей основы располагаются в промежутках между каждой соседней уточной нитью, то на рисунке 2.1б узлы взаимодействия нитей основы по длине тканого полотна располагаются через уточную нить, т.е. практически через два промежутка между соседними уточными нитями. Это связано с величиной шага перемещения нитей основы условно верхней системы и нитей основы условно нижней системы поперек ткацкого станка (вдоль уточных нитей). Если нить основы верхней системы  $v_1$  при перемещении вправо вдоль уточной нити займет место соседней нити  $v_2$  той же системы, то переплетение будет таким, как представлено на рисунке 2.1а. При таком перемещении нить основы  $v_1$  «перешагнет» две нити условно нижней системы, и встанет на место основы  $v_2$ , в свою очередь нити условно нижней системы совершат перемещение на ту же величину шага, но в противоположном направлении (рисунок 2.1а). В случае, если нить основы условно верхней системы займет в ткани место соседней нити другой системы нитей основы, то при своем перемещении вправо нить  $v_1$  «перешагнет» только одну нить нижней системы и займет при этом место нити  $n_1$  (рисунок 2.1б). Таким образом, от величины шага основных нитей в переплетении ткани зависит количество точек взаимодействия (узлов А) по длине и по ширине раппорта.

Особенностью данных переплетений является возможность получения как тканой ленты, так и ткани на ширину всего ткацкого станка, в которой

уточные нити располагаются на равном расстоянии друг от друга, что является основным условием, предъявляемым к техническим тканям и трехосным полотнам, предназначенным для использования в различных отраслях промышленности. Положительный эффект в данных переплетениях достигается также за счет взаимодействия всех нитей основы между собой с одновременным переплетением их с уточными нитями, что увеличивает прочность ткани, снижает раздвигаемость нитей в полотне и равномерно распределяет все нити в сформированной ткани.

Поддержание угла наклона нитей основы по отношению к уточным нитям, равным  $60^{\circ}$ , обеспечивает формирование трехосной ткани с изотропными свойствами. Наличие угла наклона основных нитей по отношению к утку обеспечивает также повышенное удлинение ткани при разрыве, что является определяющим условием для ткани баллистического назначения.

В силу особенности формирования тканей раппорт по основе будет равен числу нитей, используемых для формирования ткани. Например, если используется 2000 основных нитей, то и раппорт ткани по основе составит 2000 нитей. Раппорты переплетений по основе  $R_o$  и по утку  $R_y$  тканей, представленных на рисунке 2.1, рассчитывают по следующим выражениям:

$$R_o = M_o, \quad (2.1)$$

$$R_y = \frac{4R_o}{k_{\ell}}. \quad (2.2)$$

где  $M_o$  – количество основных нитей;

$k_{\ell}$  – коэффициент шага.

Для переплетения, представленного на рисунке 2.1а,  $k_{\ell} = 1$ , т.к. каждая нить перемещается на место соседней нити своей системы, а для переплетения, представленного на рисунке 2.1б,  $k_{\ell} = 2$ , т.к. каждая нить перемещается на место соседней нити не своей системы. При перемещении систем нитей

основы на величину шага  $\ell$  большую двух ( $\ell = 100/P_o$ , мм.), т.е. от трех и более, происходит значительное увеличение угла наклона основных нитей к уточным. Таким образом, при большей величине шага обеспечить изотропность свойств получаемого тканого полотна будет невозможно по причине не выполнения требования поддержания угла наклона нитей основы к уточным нитям, равного  $60^\circ$ . В связи с этим из дальнейших исследований такие варианты трехосных тканей были исключены.

Триаксиальные ткани вызывают особый интерес у ученых в первую очередь по причине более высоких показателей физико-механических свойств таких материалов, т.к. область их применения очень широка: автомобилестроение, авиационная и космическая промышленности, в производстве различных элементов искусственных спутников, а также прочных и одновременно сверхлегких элементов авиационных деталей и конструкций, в бытовых и технических целях. Триаксиальные ткани отличаются хорошей износостойкостью. Как отмечено ранее, отдельным направлением здесь стоит производство бронежилетов из трехосных тканей, т.к. эти ткани имеют улучшенные показатели баллистического сопротивления.

Исследуем причины увеличения показателей физико-механических свойств трехосных тканей.

Из литературных источников [44,282] известны формулы для расчета прочности суровой ткани на разрыв по основе  $R_{oc}$  и по утку  $R_{yc}$ , кГс:

$$R_{oc} = A_o \cdot Q_{онр} \cdot P_o \cdot T_o / 2000, \quad (2.3)$$

$$R_{yc} = A_y \cdot Q_{упр} \cdot P_y \cdot T_y / 2000, \quad (2.4)$$

где  $A_o, A_y$  – коэффициенты, зависящие от показателей структуры ткани;

$Q_{онр}, Q_{упр}$  – прочности основной и уточной пряжи, гс/текс;

$P_o, P_y$  – плотности ткани по основе и по утку, нит./дм;

$T_o, T_y$  – линейные плотности пряжи по основе и по утку, текс.

В [281] приведены формулы для расчета разрывной нагрузки ткани по основе  $R_o$  и по утку  $R_y$ , Н:

$$R_o = 0,5 \cdot P_o (\rho_o \cdot T_o + f_o) k_o 10^{-2} / \cos \beta_o, \quad (2.5)$$

$$R_y = 0,5 \cdot P_y (\rho_y \cdot T_y + f_y) k_y 10^{-2} / \cos \beta_y, \quad (2.6)$$

где  $P_o, P_y$  – плотности ткани по основе и по утку, нит./дм;

$\rho_o, \rho_y$  – относительные разрывные нагрузки нитей основы и утка, сН/текс;

$T_o, T_y$  – линейные плотности пряжи по основе и по утку, текс;

$f_o, f_y$  – нагрузки, обуславливаемые действием сил трения на нити основы, утка и уменьшением длины скольжения волокон;

$k_o, k_y$  – коэффициенты неоднородности натяжения нитей основы и утка соответственно;

$\beta_o, \beta_y$  – угол наклона нитей основы, утка к линии приложения растягивающей нагрузки.

В теории строения и проектирования тканей параметрами  $R_o, R_y$  принято обозначать раппорт ткани по основе и по утку соответственно. В связи с чем, примем в дальнейших выражениях обозначение прочности суровой ткани на разрыв  $R_{oc}, R_{yc}$ , как в выражениях (2.3) – (2.4).

Рассмотрим более подробно выражения (2.5) – (2.6). Эти выражения для определения разрывных нагрузок трехосных тканей являются более точными потому, что в них учитываются величины  $f_o, f_y$  и углы  $\beta_o, \beta_y$  наклона нитей основы, утка к линии приложения растягивающей нагрузки.

В дальнейших расчетах с учетом обеспечения равного вложения сырья в трехосные ткани и в ортогональные ткани, формируемые с одинаковыми заправочными данными, принимаем, что значения коэффициентов  $k_o, k_y$ ,



плотности ткани  $P_0, P_y$ , линейные плотности пряж  $T_0, T_y$ , относительные разрывные нагрузки пряж  $\rho_0, \rho_y$  являются величинами одинаковыми.

Рассмотрим причины увеличения прочности ткани на разрыв по основе и по утку отдельно.

На рисунке 2.2 представлены схемы приложения растягивающей силы при определении разрывных нагрузок для триаксиальной ткани по основе для переплетений, представленных на рисунке 2.1а и б соответственно.

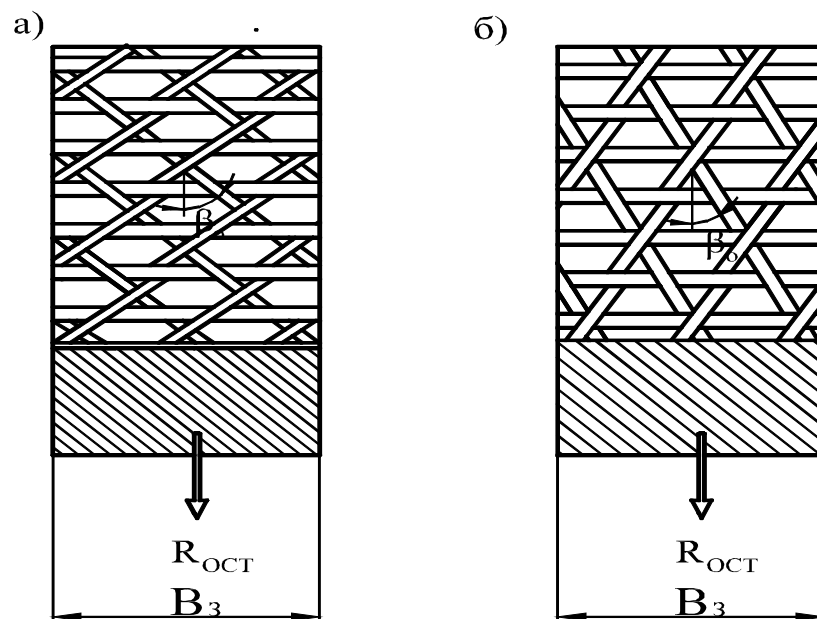


Рисунок 2.2 – Схемы приложения растягивающей силы по основе:

- а) для переплетения, представленного на рисунке 2.1а,
- б) для переплетения, представленного на рисунке 2.1б

Так как в формуле (2.5) значение  $0,5$  определяется шириной зажима разрывной машины, и в работе разрыва при исследовании полоски ткани вдоль основы участвуют только нити основы (рисунок 2.2), угол наклона которых к продольной оси ткани и соответственно к направлению растягивающей силы составляет  $\beta_0 = 90 - \alpha$  (рисунок 2.1), то для изотропной триаксиальной ткани  $\beta_0 = 90 - 60 = 30^\circ$  и выражение (2.5) примет вид:

$$R_{\text{ост}} = 1,15B_3 \cdot P_0(\rho_0 \cdot T_0 + f_0)k_0 10^{-2}, \quad (2.7)$$

где  $B_3$  – ширина ткани в зажиме разрывной машины, дм.

В случае использования триаксиальных тканей не для технических целей, или когда не требуется свойство изотропности трехосного материала, формула (2.7) примет следующий вид:

$$R_{\text{ост}} = B_3 \cdot P_0(\rho_0 \cdot T_0 + f_0)k_0 10^{-2} / \cos \beta_0. \quad (2.8)$$

Рассмотрим, как будет изменяться нагрузка, обуславливаемая действием сил трения на нити основы и утка  $f_o, f_y$ . Чем больше точек взаимодействия нитей между собой, тем сопротивление разрыву ткани больше. В отличие от тканей ортогонального строения, в которых взаимодействуют между собой исключительно нити основы с утком, в триаксиальной ткани, согласно рисунку 2.1, дополнительно присутствуют точки А – точки взаимодействия нитей основы между собой, а также точки взаимодействия нитей основы с утком. То есть в сравнении с тканями классического переплетения в триаксиальных тканях добавляются точки взаимодействия нитей основы между собой.

Определим, сколько в численном выражении точек взаимодействия нитей основы между собой добавляется в трехосной ткани в сравнении с аналогичной тканью классического переплетения с равным количеством нитей основы и утка. Как было сказано ранее, перемещение нитей основы происходит не за каждую уточную прокидку, а через одну, поэтому для рисунка переплетения 2.1б, количество уточных нитей, на которых будут точки взаимодействия, равно половине всех уточных нитей ( $R_y/2$ ) в силу величины коэффициента шага  $k_\ell$ , равного единице. Для рисунка 2.1а взаимодействие нитей основы, как было указано ранее, происходит после каждой уточины, т.е. количество уточных нитей, условно на которых

происходит взаимодействие основ, равно всем уточным нитям  $R_y$  в силу величины коэффициента шага  $k_\ell$ , равного двум. Таким образом, количество уточных нитей, на которых происходит взаимодействие основных нитей, для обоих переплетений можно выразить как  $(k_\ell \cdot R_y / 2)$ . Количество точек взаимодействия на каждую уточную прокидку по ширине тканого полотна равно половине всех основных нитей, т.к. на данную прокидку точка взаимодействия организуется двумя нитями основы  $(R_o / 2)$ , на тех уточных нитях, на которых основа не меняет свое направление.

Если смотреть на рисунок 2.1а, то видно, что частота смены направления движения основной нити зависит от величины коэффициента шага  $k_\ell$ , т.е. от перемещения условно верхних нитей основы поперек ткацкого станка  $k_\ell \cdot R_y / 4$ .

Таким образом, можно выразить число точек взаимодействия нитей основы с основой  $t_{oo}$  (основы между собой) на площадь раппорта:

$$t_{oo} = \frac{k_\ell \cdot R_y}{2} \cdot \frac{R_o}{2} - \frac{k_\ell \cdot R_y}{4} = \frac{k_\ell \cdot R_y}{4} (R_o - 1). \quad (2.9)$$

Из формулы (2.2), зная раппорт переплетения по основе, можно вычислить раппорт переплетения ткани по утку, тогда выражение (2.9) примет вид:

$$t_{oo} = R_o (R_o - 1). \quad (2.10)$$

Как видно из формулы (2.10), количество взаимодействий нитей основы между собой при равных раппортах тканей по основе, но при разном коэффициенте шага  $k_\ell$ , будет одинаковым. Так, например, на рисунке 2.1 в обоих переплетениях раппорты тканей по основе одинаковы и составляют шесть нитей, коэффициенты шага переплетений  $k_\ell$  равны двум и единице (для рисунков 2.1а и 2.1б соответственно), и при этом общее количество мест взаимодействия нитей основы с основой равно 30 в пределах раппортов по

утку. Однако если рассматривать оба варианта тканей с равным количеством нитей по основе и по утку, то в ткани, представленной на рисунке 2.1а количество взаимодействий нитей основы с основой будет в два раза больше, чем в ткани, представленной на рисунке 2.1б, поэтому и предполагаемая разрывная нагрузка у этого варианта ткани будет выше, чем у ткани, представленной на рисунке 2.1б.

Количество взаимодействий нитей основы и утка в ткани можно выразить следующим образом:

$$t_{oy} = R_o \cdot R_y. \quad (2.11)$$

Общее количество взаимодействий нитей основы и утка, а также основы с основой можно рассчитать следующим образом:

$$t_T = t_{oo} + t_{oy}. \quad (2.12)$$

Сравним, на сколько увеличилось число взаимодействий нитей в ткани трехосного переплетения в сравнении с полотняным переплетением, при условии формирования ткани из шести нитей основы и восьми нитей по утку. Причем для полотняного переплетения количество уточных нитей соответствует четырем рапортам переплетения ткани по утку, а для трехосной ткани – это будет не рапорт, а количество уточных нитей согласно рисунку переплетения (рисунок 2.1). Поскольку в ортогональных классических переплетениях отсутствуют места взаимодействия нитей основы, то для полотняного переплетения число взаимодействия нитей определим по формуле (2.11), которая является общей для тканей классического и трехосного переплетений:

$$t_{II} = t_{oy} = R_o \cdot R_y, \quad (2.13)$$

$$t_{II} = 6 \cdot 8 = 48.$$

Число мест взаимодействия нитей  $t_T$  в ткани триаксиального переплетения определим по формулам (2.9), (2.11), (2.12). В расчетах не применяется формула (2.10) в виду того, что в расчетах будет использоваться неполное количество нитей в раппортах тканей по утку, поэтому необходимо учитывать величину коэффициента шага  $k_\ell$ .

Определим общее число мест взаимодействия нитей  $t_T$  для переплетения, представленного на рисунке 2.1а (с коэффициентом шага  $k_\ell = 2$ ):

$$t_T = t_{oo} + t_{oy},$$

$$t_{oo} = \frac{k_\ell \cdot R_y}{4} (R_o - 1),$$

$$t_{oo} = \frac{2 \cdot 8}{4} (6 - 1) = 20,$$

$$t_{oy} = R_o \cdot R_y = 6 \cdot 8 = 48,$$

$$t_T = 20 + 48 = 68.$$

Определим общее число мест взаимодействия нитей  $t_T$  для переплетения, представленного на рисунке 2.1б (с коэффициентом шага  $k_\ell = 1$ ):

$$t_T = t_{oo} + t_{oy},$$

$$t_{oo} = \frac{k_\ell \cdot R_y}{4} (R_o - 1),$$

$$t_{oo} = \frac{1 \cdot 8}{4} (6 - 1) = 10,$$

$$t_{oy} = R_o \cdot R_y = 6 \cdot 8 = 48,$$

$$t_T = 10 + 48 = 58.$$

На данном примере видно, что большее число взаимодействий нитей между собой в трехосных тканях является одним из факторов, определяющих увеличение прочности ткани на разрыв, если сравнивать триаксиальные

ткани с аналогичными тканями ортогонального строения, т.е. равными по материалоемкости, составу и с одинаковыми заправочными данными. Также видно, что при равных количествах основных и уточных нитей трехосных переплетений, число взаимодействий нитей основы с основой будет зависеть от величины коэффициента шага переплетения.

Введем некоторые уточнения в формулу (2.7), обозначим нагрузку  $f_o$ , обуславливаемую действием сил трения на нити основы, как сумму  $f_{oy}+f_{oo}$ , чтобы обозначить силы трения нитей основы с основой и основы с утком, тогда выражение (2.7) примет вид:

$$R_{ост} = 1,15B_3 \cdot P_o \cdot k_o 10^{-2} (\rho_o \cdot T_o + f_{oo} + f_{oy}). \quad (2.14)$$

Следует отметить, что в формуле (2.14) величина  $f_{oy}$  для тканей ортогонального переплетения и для трехосных тканей будет равной, значит в сравнении с ортогональными тканями, величина  $f_{oo}$  будет определять увеличение разрывной нагрузки трехосных тканей  $R_{ост}$ .

Определим, сколько нитей основы будет в площади ткани между зажимами разрывной машины  $N_{O3}^{Roc}$ :

$$N_{O3}^{Roc} = \frac{P_o \cdot B_3}{100}. \quad (2.15)$$

Определим, сколько нитей утка будет в площади ткани между зажимами разрывной машины  $N_{y3}^{Roc}$ :

$$N_{y3}^{Roc} = \frac{P_y \cdot L_3}{100}, \quad (2.16)$$

где  $L_3$  – длина образца ткани между зажимами разрывной машины, мм.

Так как от количества точек взаимодействия зависят физико-механические свойства ткани, то введем показатели, учитывающие количество точек взаимодействия нитей основы с основой  $t_{OO}^{R_{oc}}$  и нитей утка с нитями основы  $t_{OY}^{R_{oc}}$ , для расчета разрывной нагрузки ткани вдоль основы. Тогда, с учетом формулы (2.9), показатель  $t_{OO}^{R_{oc}}$ , можно определить следующим образом:

$$t_{OO}^{R_{oc}} = \frac{k_{\ell} \cdot N_{y3}^{R_{oc}}}{4} (N_{O3}^{R_{oc}} - 1). \quad (2.17)$$

Подставим в формулу (2.17) выражения (2.15) и (2.16):

$$t_{OO}^{R_{oc}} = \frac{k_{\ell} \cdot P_y \cdot L_3}{400} \left( \frac{P_o \cdot B_3}{100} - 1 \right). \quad (2.18)$$

Определим показатель  $t_{OY}^{R_{oc}}$ :

$$t_{OY}^{R_{oc}} = \frac{P_o \cdot B_3 \cdot P_y \cdot L_3}{10^4}. \quad (2.19)$$

Как видно из выражения (2.18), плотность ткани по основе  $P_o$  входит не во все слагаемые, поэтому она не должна выноситься за скобки при расчете разрывной нагрузки по формуле (2.14). Тогда формула (2.14) для расчета разрывной нагрузки триаксиальной ткани по основе примет вид:

$$R_{ост} = 1,15k_o \cdot 10^{-2} (P_o \cdot B_3 \cdot \rho_o \cdot T_o + t_{OO}^{R_{oc}} \cdot f_{OO} + t_{OY}^{R_{oc}} \cdot f_{OY}). \quad (2.20)$$

При проектировании триаксиальных тканей не для технических целей, когда свойство изотропности трехосного материала не требуется, формула (2.20) примет следующий вид:

$$R_{ост} = k_o \cdot 10^{-2} (P_o \cdot B_3 \cdot \rho_o \cdot T_o + t_{OO}^{R_{oc}} \cdot f_{OO} + t_{OY}^{R_{oc}} \cdot f_{OY}) / \cos \beta_o. \quad (2.21)$$

Тогда разрывную нагрузку вдоль основы для тканей ортогонального строения можно рассчитать следующим образом:

$$R_{oc} = k_o \cdot 10^{-2} (P_o \cdot B_3 \cdot \rho_o \cdot T_o + t_{oy}^{Roc} \cdot f_{oy}). \quad (2.22)$$

Причем, в выражениях (2.20) и (2.22) значения величин  $t_{oy}^{Roc}$  и  $f_{oy}$  будут равными при условии формирования тканей с одинаковыми плотностями, линейными плотностями нитей и базовым переплетением.

Определим отношение разрывных нагрузок вдоль основы изотропной триаксиальной ткани и ткани ортогонального переплетения:

$$\frac{R_{ост}}{R_{oc}} = \frac{1,15 k_o \cdot 10^{-2} (P_o \cdot B_3 \cdot \rho_o \cdot T_o + t_{oo}^{Roc} \cdot f_{oo} + t_{oy}^{Roc} \cdot f_{oy})}{k_o \cdot 10^{-2} (P_o \cdot B_3 \cdot \rho_o \cdot T_o + t_{oy}^{Roc} \cdot f_{oy})} = \frac{1,15 P_o \cdot B_3 \cdot \rho_o \cdot T_o + t_{oo}^{Roc} \cdot f_{oo} + t_{oy}^{Roc} \cdot f_{oy}}{P_o \cdot B_3 \cdot \rho_o \cdot T_o + t_{oy}^{Roc} \cdot f_{oy}}. \quad (2.23)$$

Рассмотрим влияние силы трения на разрывную нагрузку вдоль основы при взаимодействии нитей основы между собой при условии использования равной части выражения для ортогональной ткани и для триаксиальной. Введем обозначение  $x$  для выражения равной части для ортогональной ткани и для триаксиальной в формуле (2.20):

$$x = P_o \cdot B_3 \cdot \rho_o \cdot T_o + t_{oy}^{Roc} \cdot f_{oy}. \quad (2.24)$$

Тогда отношение (2.23) примет вид:

$$\frac{R_{ост}}{R_{oc}} = 1,15 \frac{x + t_{oo}^{Roc} \cdot f_{oo}}{x}. \quad (2.25)$$

Построим графики условного изменения величины разрывной нагрузки при условии принятия базовой части  $x = 1, 2, 3, 5, 10, 20, 40, 80, 90, 100$ .

$$t_{oo}^{Roc} \cdot f_{oo} = 0 \dots 10,$$



$$\begin{aligned}
 x_1 = 1, f_1 &= 1,15 \frac{(x_1 + t_{00}^{R_{oc}} \cdot f_{00})}{x_1}, & x_2 = 2, f_2 &= 1,15 \frac{(x_2 + t_{00}^{R_{oc}} \cdot f_{00})}{x_2}, \\
 x_3 = 3, f_3 &= 1,15 \frac{(x_3 + t_{00}^{R_{oc}} \cdot f_{00})}{x_3}, & x_4 = 5, f_4 &= 1,15 \frac{(x_4 + t_{00}^{R_{oc}} \cdot f_{00})}{x_4}, \\
 x_5 = 10, f_5 &= 1,15 \frac{(x_5 + t_{00}^{R_{oc}} \cdot f_{00})}{x_5}, & x_6 = 20, f_6 &= 1,15 \frac{(x_6 + t_{00}^{R_{oc}} \cdot f_{00})}{x_6}, \\
 x_7 = 40, f_7 &= 1,15 \frac{(x_7 + t_{00}^{R_{oc}} \cdot f_{00})}{x_7}, & x_8 = 80, f_8 &= 1,15 \frac{(x_8 + t_{00}^{R_{oc}} \cdot f_{00})}{x_8}, \\
 x_9 = 90, f_9 &= 1,15 \frac{(x_9 + t_{00}^{R_{oc}} \cdot f_{00})}{x_9}, & x_{10} = 100, f_{10} &= 1,15 \frac{(x_{10} + t_{00}^{R_{oc}} \cdot f_{00})}{x_{10}}.
 \end{aligned}$$

На рисунке 2.3 представлен график, показывающий влияние величины  $t_{00}^{R_{oc}} \cdot f_{00}$  на увеличение нагрузки на разрыв вдоль линии основы триаксиальной ткани относительно ткани ортогонального строения.

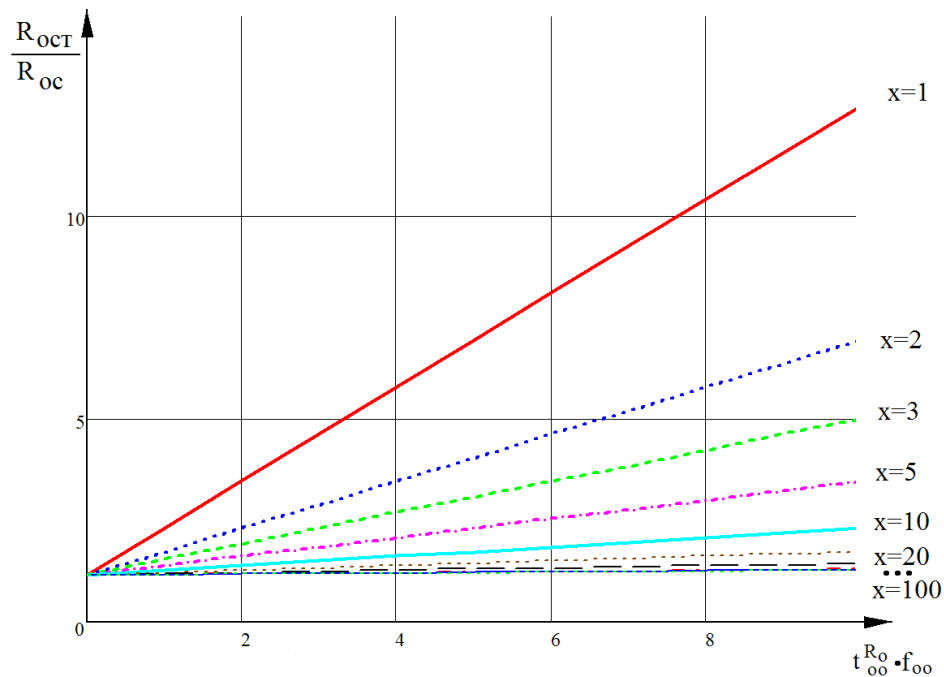


Рисунок 2.3 – График влияния изменения величины  $x$  на отношение

$$\frac{R_{ост}}{R_{ос}}$$

Как видно из выше представленного графика, величина  $t_{OO}^{R_{OC}} \cdot f_{OO}$  влияет на отношение  $R_{OCT} / R_{OC}$  разрывной нагрузки триаксиальной ткани к разрывной нагрузке ткани ортогональной, т.е. на увеличение разрывной нагрузки  $R_{OCT}$  триаксиальной ткани. Причем, при примерно равном влиянии величины  $x$  и величины трения взаимодействующих между собой основных нитей  $t_{OO}^{R_{OC}} \cdot f_{OO}$  на разрывную нагрузку, увеличение прочности триаксиальной ткани по отношению к ортогональной происходит с большей скоростью, интенсивностью, (рисунок 2.3, график при  $x=1$ ). В случае, если величина  $x$  будет примерно в 10 раз больше силы трения  $t_{OO}^{R_{OC}} \cdot f_{OO}$ , то график отношения  $R_{OCT} / R_{OC}$  будет более пологий (рисунок 2.3, график при  $x=100$ ). Следует отметить, что основная часть вложения в величину разрывной нагрузки как ортогональной ткани, так и трехосной ткани приходится на величину  $P_o \cdot V_3 \cdot \rho_o \cdot T_o$ . Таким образом, графики отношения  $R_{OCT} / R_{OC}$  при величине  $x=1..5$  не отражают суть увеличения разрывной нагрузки трехосной ткани относительно ортогональной. Графиками, в большей степени отражающими суть процесса увеличения разрывной нагрузки трехосной ткани, являются графики отношения  $R_{OCT} / R_{OC}$  при  $x=10..100$ , которые показывают, что увеличение отношения есть, но оно не столь явное.

Рассмотрим факторы, определяющие увеличение прочности трехосной ткани на разрыв по утку.

На рисунке 2.4 представлены схемы приложения растягивающей силы при определении разрывных нагрузок для триаксиальной ткани по утку для переплетений, представленных на рисунке 2.1 (а и б соответственно).

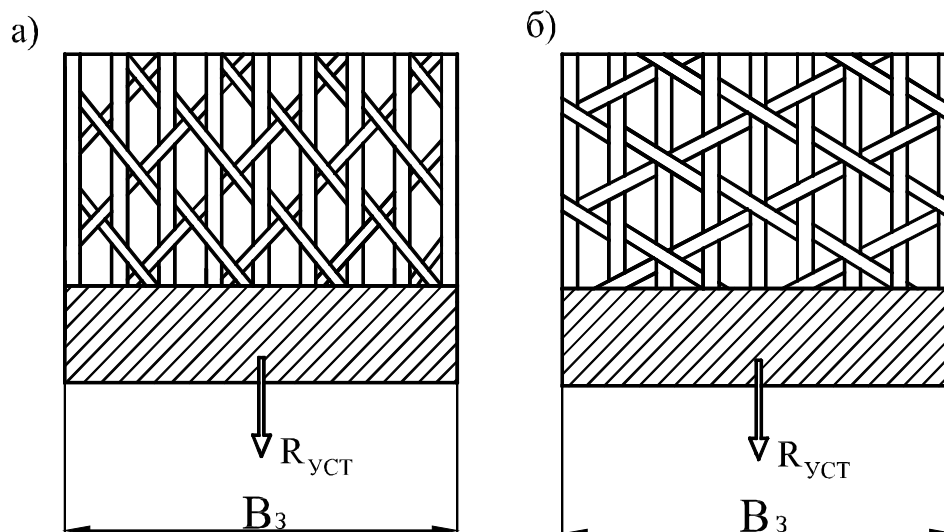


Рисунок 2.4 – Схемы приложения растягивающей силы по утку:

а) для переплетения, представленного на рисунке 2.1а;

б) для переплетения, представленного на рисунке 2.1б.

При определении разрывной нагрузки полоски ткани вдоль утка (рисунок 2.4) приложенная разрывная нагрузка располагается вдоль нитей утка в ткани, т.е. под углом  $0^0$ . Внесем некоторые уточнения в формулу (2.6):

$$R_{уст} = k_y \cdot 10^{-2} (P_y \cdot B_з \cdot \rho_y \cdot T_y + t_{оо}^{R_{yc}} \cdot f_{оо} + t_{оу}^{R_{yc}} \cdot f_{оу}), \quad (2.26)$$

где  $f_{оо}, f_{оу}$  – нагрузки, обуславливаемые действием сил трения между основными нитями условно верхней и условно нижней систем и между нитями основы и утка соответственно;

$t_{оо}^{R_{yc}}, t_{оу}^{R_{yc}}$  – показатели, учитывающие количество точек взаимодействия нитей основы с основой и основы с нитями утка, соответственно, при расчете разрывной нагрузки вдоль утка;

$k_y$  – коэффициент неоднородности натяжения нитей утка;

$\rho_y$  – относительная разрывная нагрузка нитей утка, сН/текс.

Показатель при силе трения между основными нитями условно верхней и условно нижней систем  $t_{OO}^{R_{yc}}$  определяется как произведение количества точек взаимодействия нитей основы между собой между зажимами разрывной машины поперек испытуемого образца ткани  $\frac{k_{\ell} \cdot N_{y3}^{R_{yc}}}{4}$  и вдоль испытуемого образца ткани  $\frac{P_o \cdot L_3}{100}$ :

$$t_{OO}^{R_{yc}} = \frac{k_{\ell} \cdot N_{y3}^{R_{yc}}}{4} \cdot \frac{P_o \cdot L_3}{100}. \quad (2.27)$$

Определим, сколько нитей утка  $N_{y3}^{R_{yc}}$  на площади ткани между зажимами разрывной машины и будет участвовать в работе разрыва ткани по утку:

$$N_{y3}^{R_{yc}} = \frac{P_y \cdot B_3}{100}. \quad (2.28)$$

Тогда выражение (2.27) примет вид:

$$t_{OO}^{R_{yc}} = \frac{k_{\ell} \cdot P_y \cdot B_3 \cdot P_o \cdot L_3}{4 \cdot 10^4}. \quad (2.29)$$

По причине изотропности триаксиальной ткани количество точек взаимодействия основы с основой и основы с утком определяется аналогично количеству точек взаимодействия при прогнозировании разрывной нагрузки ткани по основе. В сопротивлении ткани к разрыву вдоль утка будут участвовать и нити основы. Число нитей основы, попавшее в зажим, будет зависеть как от плотности тканого полотна по основе, так и от плотности ткани по утку. Нити основы при разрыве ткани вдоль утка участвуют в работе разрыва благодаря наличию узлов взаимодействия нитей основы между собой – точек А (рисунок 2.1) и сил трения, возникающих между

основными нитями и утком. Таким образом, количество точек взаимодействия в образцах ткани, подготовленных для определения разрывной нагрузки вдоль утка, будет таким же как и в образцах ткани, подготовленных для определения разрывной нагрузки ткани вдоль основы.

Запишем окончательные формулы определения проектируемых нагрузок изотропных триаксиальных тканей на разрыв с учетом ГОСТ 29104.4-91 [283], по которому ширина испытуемого образца ткани  $B_3$  должна быть равной 50мм либо 25мм и расстояние между зажимами  $L_3$  разрывной машины устанавливается равным 200мм. Таким образом, выражения (2.20) и (2.26) для расчета разрывных нагрузок триаксиальных тканей по основе  $R_{OCT}$  и по утку  $R_{YCT}$  для  $B_3=50$ мм примут вид:

$$R_{OCT} = 1.15k_o \cdot 10^{-2} (50P_o \cdot \rho_o \cdot T_o + t_{oo}^{R_{oc}} \cdot f_{oo} + t_{oy}^{R_{oc}} \cdot f_{oy}), \quad (2.30)$$

$$R_{YCT} = k_y \cdot 10^{-2} (50P_y \cdot \rho_y \cdot T_y + t_{oo}^{R_{yc}} \cdot f_{oo} + t_{oy}^{R_{yc}} \cdot f_{oy}). \quad (2.31)$$

Для тканей ортогонального строения выражения для расчета разрывных нагрузок вдоль основы  $R_{oc}$  и вдоль утка  $R_{yc}$  для  $B_3=50$ мм:

$$R_{oc} = k_o \cdot 10^{-2} (50P_o \cdot \rho_o \cdot T_o + t_{oy}^{R_{oc}} \cdot f_{oy}), \quad (2.32)$$

$$R_{yc} = k_y \cdot 10^{-2} (50P_y \cdot \rho_y \cdot T_y + t_{oy}^{R_{yc}} \cdot f_{oy}), \quad (2.33)$$

$$\text{где } t_{oo}^{R_{oc}} = \frac{k_\ell \cdot P_y}{2} \left( \frac{P_o}{2} - 1 \right), \quad (2.34)$$

$$t_{oy}^{R_{oc}} = t_{oy}^{R_{yc}} = P_o \cdot P_y, \quad (2.35)$$

$$t_{oo}^{R_{yc}} = \frac{k_\ell \cdot P_o \cdot P_y}{4}. \quad (2.36)$$

Для ширины испытываемого образца  $B_3=25$  мм выражения для расчета разрывных нагрузок изотропных триаксиальных тканей и тканей ортогонального строения можно записать следующим образом:

$$R_{\text{OCT}} = 1.15k_o \cdot 10^{-2} (25P_o \cdot \rho_o \cdot T_o + t_{\text{OO}}^{\text{Roc}} \cdot f_{\text{OO}} + t_{\text{OY}}^{\text{Roc}} \cdot f_{\text{OY}}), \quad (2.37)$$

$$R_{\text{YCT}} = k_y \cdot 10^{-2} (25P_y \cdot \rho_y \cdot T_y + t_{\text{OO}}^{\text{Ryc}} \cdot f_{\text{OO}} + t_{\text{OY}}^{\text{Ryc}} \cdot f_{\text{OY}}). \quad (2.38)$$

$$R_{\text{OC}} = k_o \cdot 10^{-2} (25P_o \cdot \rho_o \cdot T_o + t_{\text{OY}}^{\text{Roc}} \cdot f_{\text{OY}}), \quad (2.39)$$

$$R_{\text{YC}} = k_y \cdot 10^{-2} (25P_y \cdot \rho_y \cdot T_y + t_{\text{OY}}^{\text{Ryc}} \cdot f_{\text{OY}}), \quad (2.40)$$

$$\text{где } t_{\text{OO}}^{\text{Roc}} = \frac{k_\ell \cdot P_y}{2} \left( \frac{P_o}{4} - 1 \right), \quad (2.41)$$

$$t_{\text{OY}}^{\text{Roc}} = t_{\text{OY}}^{\text{Ryc}} = \frac{P_o \cdot P_y}{2}, \quad (2.42)$$

$$t_{\text{OO}}^{\text{Ryc}} = \frac{k_\ell \cdot P_o \cdot P_y}{8}. \quad (2.43)$$

Как видно из выражений (2.30) и (2.32), прочность на разрыв трехосной ткани вдоль основы увеличивается в сравнении с тканями ортогонального строения за счет расположения основных нитей под углом к линии приложения разрывного усилия, а также за счет наличия в ткани точек взаимодействия основных нитей между собой. Что касается увеличения нагрузки трехосной ткани на разрыв вдоль уточных нитей, то увеличение ее так же связано с присутствием в трехосной ткани точек взаимодействия основных нитей между собой. Однако для проведения исследований основные нити обрезаются под размер испытательного образца, соответственно разрывная нагрузка по утку, выдерживаемая тканью целиком, будет значительно выше в связи с тем, что разрывную нагрузку будут воспринимать в том числе и нити основы, которые переплетаются между собой по всей ширине тканого полотна.

## Выводы по второй главе

1. Разработаны структуры трехосных тканей, в которых нити основы переплетаются как с нитями утка, так и взаимодействуют между собой по всей ширине полотна, что приводит к увеличению связей нитей между собой внутри ткани, а соответственно и к увеличению ее физико-механических свойств.

2. Предложены выражения для определения раппортов разработанных трехосных тканей, учитывающие коэффициент шага нитей основы, который определяет количество перемещений ремизки в горизонтальной плоскости при данной уточной прокидке.

3. Выявлено, что отличительной особенностью разработанных структур трехосных тканей является перемещение нитей основы в пределах раппорта по утку с одного края ткацкого станка до другого, меняя свою принадлежность к системе нитей (с условно верхней на условно нижнюю и наоборот) при обратном ходе, что позволяет вырабатывать трехосную ткань с неосыпаемой самоформирующейся кромкой.

4. Получены единые теоретические выражения для расчета разрывных нагрузок по основе и по утку для тканей ортогонального переплетения и для разработанных триаксиальных тканей, учитывающие плотности ткани по основе и по утку, а также линейные плотности нитей, их физико-механические свойства, что позволяет проектировать ткани с заданными свойствами.

5. С целью выявления факторов, определяющих увеличение физико-механических свойств не ортогональных тканей в сравнении с ортогональными, при условии формирования в обоих случаях тканей полотняного переплетения с равным материаловложением, аналитически определено отношение разрывной нагрузки триаксиальной ткани к разрывной нагрузке

ткани ортогонального строения, показывающее, что на увеличение прочности на разрывн ткани не ортогонального строения влияет количество точек взаимодействия нитей основы.



### **3 Исследование физико-механических свойств однослойных тканей ортогонального и не ортогонального строения**

#### **3.1 Сравнительное исследование физико-механических свойств триаксиальной ткани и ткани ортогонального строения полотняного переплетения**

Как отмечено ранее, исследованию физико-механических свойств триаксиальных тканей посвящены многие работы [169-280]. Ученые отмечают улучшенные физико-механические свойства трехосных тканей в сравнении с тканями классического (ортогонального) строения. Н. Доу установил, что трехосные ткани при одинаковой с ортогональными тканями поверхностной плотности выдерживают большую нагрузку на разрыв [181,182,203,212].

Были исследованы две структуры ткани: ткань классического (ортогонального) строения полотняного переплетения, представленная на рисунке 3.1, и разработанная ткань триаксиальной структуры, представленная на рисунке 3.2 (также рисунок 2.1a). Исследовались различия нагрузок на разрыв вдоль основы ткани полотняного переплетения ортогонального строения и ткани трехосной не ортогонального строения, сформированных из одинакового сырья и с равными заправочными данными.

Ткань классического строения полотняного переплетения, как известно, даже при равных плотностях ткани по основе и по утку и равных линейных плотностях основных и уточных нитей имеет различные показатели физико-механических свойств при воздействии на ткань в разных плоскостях.

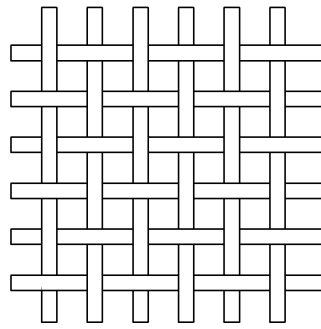


Рисунок 3.1 – Структура ткани полотняного переплетения.

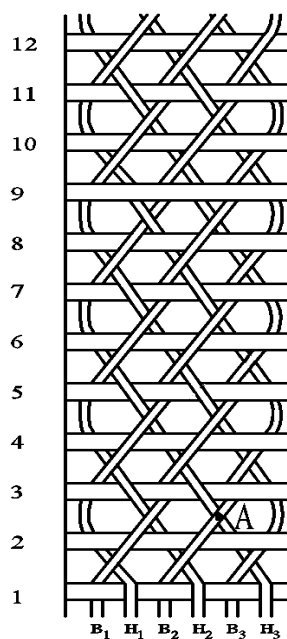


Рисунок 3.2 – Разработанная структура триаксиальной ткани

Структура трехосной ткани, представленная на рисунке 3.2, при определенных условиях обеспечивает одинаковые физико-механические свойства ткани в разных направлениях. Для обеспечения этого свойства необходимо обеспечить постоянство угла наклона нитей основы по отношению к уточным нитям, равного  $60^{\circ}$ . Это условие будет реализовано при равенстве плотностей нитей по основе и по утку, а также при равномерном расположении систем нитей основы между собой.

В ткани, представленной на рисунке 3.2 (а также на рисунке 2.1а), все нити основы переплетаются с уточными нитями полотняным переплетением кроме мест, где основная нить меняет направление своего движения, образуя самоформирующуюся кромку. Перемещаются основные нити поперек ткацкого станка с шагом  $k_{\ell} = 2$ , взаимодействуя при этом между собой таким образом, что каждая из нитей основы за раппорт переплетения взаимодействует дважды со всеми нитями основы раппорта ткани. Как было указано ранее, в данной структуре ткани, в отличие от ткани классического строения, есть точки А – это узлы взаимодействия нитей основы между собой, в связи с чем данная структура ткани имеет улучшенные физико-механические свойства тканого полотна.

Для проведения сравнительных исследований физико-механических свойств были сотканы шесть образцов двух видов тканей: ткань классического строения и трехосная ткань. На рисунке 3.3 представлено фото тканого образца полотняного переплетения, ниже на рисунке 3.4 представлено фото образца разработанной триаксиальной ткани.



Рисунок 3.3 – Тканый образец полотняного переплетения



Рисунок 3.4 – Тканый образец триаксиальной ткани

На рисунках 3.5 и 3.6 представлены фото разрезов вдоль основы, на которых видны точки взаимодействия основы между собой и перемещение нитей основы из глубины полотна к кромке и наоборот. Фотография срезов ткани проводилась с использованием лупы 10-ти кратного увеличения.



Рисунок 3.5 – Разрез триаксиальной ткани вдоль основы



Рисунок 3.6 – Разрез триаксиальной ткани вдоль основы

На рисунке 3.7 представлено фото самосформированной кромки трехосной ткани.

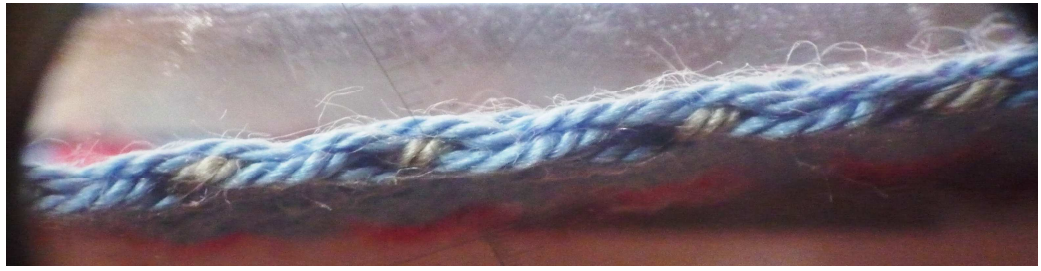


Рисунок 3.7 – Фото самосформированной кромки трехосной ткани

На рисунке 3.8 представлено фото разреза триаксиальной ткани вдоль утка непосредственно по уточной нити.



Рисунок 3.8 – Разрез триаксиальной ткани вдоль утка

На рисунке 3.9 представлено фото разреза триаксиальной ткани вдоль утка между нитями утка.



Рисунок 3.9 – Разрез трехосной ткани вдоль утка между уточинами

Как видно на представленных выше фотографиях, разработанная структура ткани является реализуемой. Также хорошо видно, что взаимодействие нитей основы между собой происходит между уточными нитями, нити основы максимально изогнуты, а нити утка располагаются в ткани практически прямолинейно.

При формировании образцов тканей были выдержаны следующие условия:

1) количество нитей в образцах было одинаковым, чтобы обеспечить условие равной материалоемкости, т.е. равного вложения основных нитей в образцы;

2) во всех образцах была использована одинаковая 100% акриловая пряжа как для основных, так и для уточных нитей.

При этом старались обеспечить одинаковые плотности в образцах полотняного и трехосного переплетений, однако, в силу особенностей формирования тканей, плотности по основе и по утку отличались не значительно.

Пряжи трех цветов, из которых сотканы образцы ткани, были исследованы на разрывной машине ИР 5061. Пряжи красного и синего цветов были введены в основу условно верхней и условно нижней систем, а пряжа серого цвета использовалась в утке. Результаты испытаний пряж представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Результаты исследования физико-механических свойств пряж

№	Красная пряжа		Синяя пряжа		Серая пряжа	
	Удлинение, %	Разрывная нагрузка, Н	Удлинение, %	Разрывная нагрузка, Н	Удлинение, %	Разрывная нагрузка, Н
1	26,6	27,4	29,0	29,8	29,0	28,8
2	26,8	30,8	28,3	29,1	29,2	32,9
3	27,2	27,8	31,0	32,1	28,8	33,3
4	28,1	30,6	31,1	32,7	26,0	28,8
5	27,5	29,8	28,1	30,6	31,2	34,3
Среднее значение	27,24	29,28	29,5	30,86	28,84	31,62

Полученные результаты разрывных нагрузок пряж красного и синего цветов были исследованы статистически для их дальнейшего объединения. Отсев грубых погрешностей был произведен при помощи критерия Смирнова-Граббса [284]. После чего были сделаны выводы, что в выборках нет резко выделяющихся значений. Далее выборки проверились на однородность дисперсий, после чего была проведена оценка статистической значимости различия средних значений разрывных нагрузок с помощью критерия Стьюдента [285]. После вычислений получили расчетное значение критерия Стьюдента  $t_R=1,61$ , которое в свою очередь меньше табличного значения  $t_T\{P_D = 0,95; f = 5\} = 2,306$  [285]. Это говорит о том, что различие средних значений разрывных нагрузок красной и синей пряж статистически не значимы, и выборки можно объединить. Тогда значение разрывной нагрузки для пряж красного и синего цветов равно 30,07 Н, причем это значение является величиной абсолютной нагрузки основной пряжи  $\rho_o \cdot T_o$  (в формулах (2.21) и (2.39)).

Линейные плотности пряж измерили при помощи весов ВЛР-200. Линейная плотность красной и синей пряж составляет 173.8 текс, серой пряжи – 173.3 текс.

Образцы триаксиальной ткани и ткани полотняного переплетения были исследованы вдоль основы на разрывной машине РТ-250. Полученные результаты разрывных нагрузок и удлинений образцов тканей представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Физико-механические свойства тканых образцов

№ пп	Полотняное переплетение		Трехосное переплетение	
	Удлинение, мм	Разрывная нагрузка, кН	Удлинение, мм	Разрывная нагрузка, кН
1	55	0,825	65	0,845
2	50	0,820	55	0,850
3	55	0,825	60	0,840
Среднее значение	53,333	0,823	60,000	0,845

Из таблицы 3.2 видно, что удлинение на разрыв по основе у образцов триаксиальной ткани больше, чем у образцов полотняного переплетения, в среднем на 11%, а разрывная нагрузка – в среднем 2,6%, что статистически значимо, расчетное значение критерия Стьюдента составило  $t_R = 6,58$ , тогда как табличное равно  $t_T \{P_D = 0,95; f = 4\} = 2,776$ . При этом плотность ткани по основе у образцов полотняного переплетения составила 101 нит./дм, а по утку – 34 нит./дм. У образцов триаксиального переплетения плотность ткани по основе составила 99 нит./дм, а по утку – 32 нит./дм. Это объясняется тем, что при равных условиях обеспечить одинаковые плотности тканей не предоставлялось возможным в связи с тем, что структура трехосной ткани имеет узлы взаимодействия нитей основы между собой (точки А), для которых необходимо дополнительное место в ткани. В связи с этим плотности по основе и по утку в триаксиальной ткани оказались немного ниже значений, полученных в образцах полотняного переплетения. Однако, даже при меньших значениях плотностей по основе и по утку образцы триаксиальной ткани имели более высокие показатели физико-механических свойств. При формировании образцов обеспечить угол наклона  $60^\circ$  нитей основы по отношению к нитям утка не представилось возможным. Согласно полученным образцам, как видно из рисунка 5.8, угол наклона систем нитей основы к продольной оси ткани (а также к линии приложения растягивающей нагрузки) составил  $15^\circ$ , а к поперечной оси (к нитям утка) –  $85^\circ$ .

Ширина исследуемых образцов тканей полотняного и трехосного переплетений равна 25 мм, поэтому произведем расчет разрывной нагрузки ткани полотняного переплетения вдоль основы  $R_{oc}$  по формуле (2.39) с учетом известных значений линейной плотности основной пряжи, плотности ткани по основе и абсолютной разрывной нагрузки нитей основы, полученной экспериментально. Примем коэффициент неоднородности натяжения нитей основы  $k_o$  для трехосной ткани и для ткани полотняного переплетения равным единице.



$$R_{OC} = k_O \cdot 10^{-2} (25P_{O_{\text{пол}}} \cdot \rho_{O_{\text{пол}}} \cdot T_{O_{\text{пол}}} + t_{OY}^{R_{OC}} \cdot f_{OY_{\text{пол}}}) = \quad (3.1)$$

$$= 25 \cdot 101 \cdot 30,07 \cdot 10^{-2} + t_{OY}^{R_{OC}} \cdot f_{OY} \cdot 10^{-2} = 759,27 + t_{OY}^{R_{OC}} \cdot f_{OY_{\text{пол}}} \cdot 10^{-2},$$

$$t_{OY}^{R_{OC}} = \frac{P_O \cdot P_Y}{2} = \frac{101 \cdot 34}{2} = 1717.$$

Т.к. значение нагрузки, обуславливаемой действием сил трения между нитями основы и утка,  $f_{OY_{\text{пол}}}$  в образце полотняного переплетения определить затруднительно, то определим ее по результатам испытания нитей ткани вдоль основы. Подставим в формулу (5.42) значения, полученные экспериментальным путем, тогда:

$$823 = 759,27 + 1717 \cdot f_{OY_{\text{пол}}} \cdot 10^{-2}, \quad \text{отсюда} \quad f_{OY_{\text{пол}}} = 3,71 \text{Н.}$$

Как известно, сила трения рассчитывается по формуле:

$$f_{OY_{\text{пол}}} = \mu \cdot N_{OY_{\text{пол}}}, \quad (3.2)$$

где  $\mu$  – коэффициент трения, коэффициент трения для акриловой пряжи составляет 0,283 [286];

$N_{OY_{\text{пол}}}$  – сила нормального давления нити основы на нить утка вследствие растягивания на разрывной машине, Н.

Вычислим по формуле (3.2) величину силы реакции уточной пряжи  $N_{OY_{\text{пол}}}$ :

$$N_{OY_{\text{пол}}} = \frac{f_{OY}}{\mu} = \frac{3,71}{0,283} = 13,12 \text{ Н.}$$

Примем в первом приближении силу нормального давления  $N_{OY_{\text{пол}}}$  для ткани ортогонального строения и для триаксиальной ткани величинами

равными  $N_{OY_{пол}} = N_{OY}$ , т.к. количество взаимодействующих нитей основы и утка в тканях одинаковое, соответственно примем и величину дополнительной нагрузки, обуславливаемой действием сил трения между нитями основы и утка,  $f_{OY}$  одинаковой для тканей ортогонального и трехосного строения  $f_{OY_{пол}} = f_{OY}$ .

Произведем расчет разрывной нагрузки триаксиальной ткани вдоль основы  $R_{OCT}$  по формуле (2.21) с учетом известных значений линейной плотности основной пряжи, плотности ткани по основе и абсолютной разрывной нагрузки нитей основы, полученной экспериментально и с учетом угла наклона нитей основы к линии приложения растягивающей нагрузки равного  $15^\circ$ , тогда:

$$R_{OCT} = 1,03k_o \cdot 10^{-2} (25P_o \cdot \rho_o \cdot T_o + t_{OO}^{Roc} \cdot f_{OO} + t_{OY}^{Roc} \cdot f_{OY}),$$

$$R_{OCT} = 1,03 \cdot 25 \cdot 99 \cdot 30,07 \cdot 10^{-2} + t_{OO}^{Roc} \cdot f_{OO} \cdot 1,03 \cdot 10^{-2} + 1717 \cdot 3,71 \cdot 1,03 \cdot 10^{-2},$$

$$R_{OCT} = 766,56 + t_{OO}^{Roc} \cdot f_{OO} \cdot 1,03 \cdot 10^{-2} + 65,61, \quad (3.3)$$

$$f_{OO} = \mu \cdot N_{OO},$$

где  $t_{OO}^{Roc} = \frac{k_\ell \cdot P_y}{2} \left( \frac{P_o}{4} - 1 \right) = \frac{2 \cdot 32}{2} \left( \frac{99}{4} - 1 \right) = 760$ , тогда выражение (3.3) примет

вид:

$$R_{OCT} = 766,56 + 760 \cdot 0,283 \cdot N_{OO} \cdot 1,03 \cdot 10^{-2} + 65,61. \quad (3.4)$$

Выразим величину силы нормального давления основной нити на основную нить  $N_{OO}$ , подставив в формулу (3.4) значение разрывной нагрузки триаксиальной ткани вдоль основы полученную экспериментальным путем, тогда:

$$845 = 766,56 + 760 \cdot 0,283 \cdot N_{OO} \cdot 1,03 \cdot 10^{-2} + 65,61,$$

$$N_{oo} = \frac{845 - 766,56 - 65,61}{760 \cdot 0,283 \cdot 1,03 \cdot 10^{-2}} = 5,79 \text{ Н.}$$

В результате исследования тканых образцов было определено, что сила взаимодействия нитей основы и утка в точке контакта в 2,3 раза больше силы взаимодействия нитей основы и основы. Если рассматривать геометрию строения трехосной ткани (рисунок 3.2), то в ней сила нормального давления основной нити на уток  $N_{ov}$  значительно больше, чем сила нормального давления основной нити условно верхней системы на основную нить условно нижней системы  $N_{oo}$ . Т.к. в первом случае в точках взаимодействия приложенная нагрузка меняет свое направление по вертикали, тогда как в точке А взаимодействия основных нитей растягивающая сила не меняет своего направления. Т.е. до точки растягивающая сила идет вверх, и после нее тоже вверх – для условно верхней системы основы, а для условно нижней системы основы до и после точки А растягивающая сила идет вниз. Все вышесказанное подтверждается результатами вычислений.

Таким образом, наличие точек взаимодействия нитей основы между собой и угла наклона нитей основы к утку, отличного от  $90^0$ , обеспечит увеличение физико-механических свойств трехосного тканого полотна. Что является, как указано ранее, важным обстоятельством при производстве технических тканей ортогонального и не ортогонального строения.

В настоящее время к тканям ортогонального строения, например, идущим на создание пакета тканых полотен для формирования бронежилета, предъявляется требование по равноплотности, и соответственно должно быть обеспечено равенство физико-механических свойств в направлении основы и утка. Такие ткани вырабатываются на ткацком оборудовании с классическим зевообразовательным механизмом, как на отечественном, так и на импортном [287]. Известно, что отечественное ткацкое оборудование не обеспечивает равенство физико-механических свойств тканого полотна по мере схода основы с ткацкого навоя, при этом практически отсутствуют сравнительные

исследования по изучению физико-механических свойств однослойных тканей по ширине и длине, вырабатываемой на отечественном и на импортном высокоскоростном ткацком оборудовании.

Проведем исследование равноплотной ткани, вырабатываемой на отечественном и импортном ткацком оборудовании, с позиции определения постоянства физико-механических свойств вырабатываемой ткани по ширине и по длине тканого полотна.

### **3.2 Сравнительное исследование физико-механических свойств однослойной хлопчатобумажной ткани, вырабатываемой на ткацких станках СТБ-180, OMNIplus-280 и OMNIplus-380 фирмы Picanol**

Анализ литературных источников показал, что на структуру ткани и ее физико-механические свойства оказывают влияние технологические параметры ткацкого станка: ширина заправки ткацкого станка по берду, величина заступа, заправочное натяжение основных нитей, положение скала по вертикали относительно опушки ткани, величина задней части зева, положение скала относительно грудницы, а также конструктивные особенности ткацкого станка. В этой связи были проведены сравнительные исследования по влиянию типа ткацкого станка на структуру тканого полотна и на его физико-механические свойства.

Известен факт, что структура ткани и ее физико-механические свойства при формировании на отечественном ткацком оборудовании, изменяются по мере схода основы с ткацкого навоя, по этой причине, а также по причине малой производительности отечественного ткацкого оборудования, многие предприятия идут на закупку дорогостоящего импортного оборудования.

Бытует мнение, что импортное оборудование является более совершенным с точки зрения поддержания структуры и физико-механических свойств тканого полотна по ширине и по длине.

Целью исследования являлось определение степени различия физико-механических свойств ткани одного артикула, вырабатываемой на ткацких станках разных марок. Были проведены исследования равноплотной хлопчатобумажной ткани бязь арт.262, выработанной на ткацких станках СТБ-180, OMNIplus-280 и OMNIplus-380 фирмы Picanol, причем на станке OMNIplus-380 производилось одновременное формирование двух полотен. Исследование прочностных характеристик бязей проводилось на разрывной машине РТ-250М-2 по ширине тканого полотна: в фоне и обеих околосромочных областях, в начале рулона и в его конце, по основным и по уточным нитям.

В Приложении А представлены полученные экспериментальные значения разрывных нагрузок и разрывного удлинения образцов бязей.

Дополнительно у образцов бязей проводились исследования по определению плотностей и значений уработки нитей выработанных тканей по основе и по утку в выше указанных областях. Полученные результаты исследований представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Значения плотностей и уработок нитей в бязи арт.262

Название ткацкого станка	Тип нитей	Область замера	Начало рулона ткани		Конец рулона ткани	
			Плотность, нит./дм	Уработка, %	Плотность, нит./дм	Уработка, %
1	2	3	4	5	6	7
СТБ-180	основа	Фон	240	8,3	223	7,4
		Ок.кр.обл. левая	243	9,9	220	8,3
		Ок.кр.обл. правая	236	8,3	220	7,4

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6	7
	уток	Фон	223	5,7	223	5,7
		Ок.кр.обл. левая	230	6,5	223	6,5
		Ок.кр.обл. правая	220	5,7	220	6,5
OMNIplus 380	основа	Фон	223	6,5	220	7,7
		Ок.кр.обл. левая	223	6,0	227	5,5
		Ок.кр.обл. правая	223	6,7	223	7,1
	уток	Фон	226	4,6	220	4,2
		Ок.кр.обл. левая	223	5,7	217	4,4
		Ок.кр.обл. правая	223	5,1	217	4,4
OMNIplus 280	основа	Фон	220	6,9	227	6,9
		Ок.кр.обл. левая	233	7,4	237	6,9
		Ок.кр.обл. правая	227	6,9	233	7,2
	уток	Фон	226	5,1	230	7,4
		Ок.кр.обл. левая	226	6,5	227	7,1
		Ок.кр.обл. правая	226	7,7	227	6,7

Результаты испытаний физико-механических свойств образцов бязей содержали одно или несколько значений, заметно отличающихся от остальных, следовательно, были основания полагать, что они случайны. Надо иметь в виду, что непропорциональное отбрасывание того или иного выделяющегося значения может привести к неверным выводам. Поэтому данные были статистически обработаны. Несмотря на использование статистических критериев, решение об удалении выделяющегося значения довольно субъективно, поэтому целесообразно проводить такую оценку по нескольким критериям, и принимать решение только после анализа возможных причин появления таких выделяющихся значений. Появление резко выделяющихся значений может быть вызвано прямой ошибкой или существенным искаже-

нием стандартных условий сбора статистических данных, при которых однородность выборки нарушается.

Известен ряд методов отсева грубых погрешностей, нами использовался критерий Смирнова-Граббса [284]. Максимальное значение  $V_{R\max}$  или минимальное значение  $V_{R\min}$  сравнивали с табличным критическим значением критерия  $V_T$  [284] и, если  $V_{R\max} > V_T$  или  $V_{R\min} > V_T$ , то резко выделяющиеся значения  $Y_{i\max}$  или  $Y_{i\min}$  были исключены из дальнейшей статистической обработки данных.

Табличное критическое значение критерия Смирнова-Граббса для пяти элементов выборки  $V_T=1,869$ . Установлено, что в выборке для станка СТБ-180 по основе нет резко выделяющихся значений. По утку в выборке для станка СТБ-180 два значения были удалены для правой околосромочной области, т.к. максимальное значение  $V_{R\max}=1,937$  и минимальное значение  $V_{R\min}=1,966$  превышают табличное значение. По тем же причинам были удалены резко выделяющиеся значения в выборках для станков OMNIplus-280 и OMNIplus-380. После удаления «выскакивающих» значений данные были еще раз обработаны статистически с использованием электронных таблиц Excel и резко выделяющихся значений уже не наблюдалось.

Все расчеты по определению резко выделяющихся значений внутри выборок проводились с применением разработанных программ по обработке данных в электронных таблицах Excel. Полный анализ данных по определению резко выделяющихся значений в выборках представлен в Приложении Б.

На рисунке 3.10 представлен расчет резко выделяющихся значений физико-механических свойств бязи по основе по длине и по ширине для ткани, выработанной на ткацком станке СТБ-180.

The screenshot displays a Microsoft Excel spreadsheet with the following structure:

- Section 1: Бязь СТБ начало основы (STB Yarn Start of Base)**
  - Sub-sections: Кромка левая, Кромка правая, Фон.
  - Columns: №, Удлинение, Разрывная нагрузка.
  - Summary row (11): Удлинение: 17,500; Разрывная нагрузка: 41,800.
- Section 2: Бязь СТБ конец основы (STB Yarn End of Base)**
  - Sub-sections: Кромка левая, Кромка правая, Фон.
  - Columns: №, Удлинение, Разрывная нагрузка.
  - Summary row (24): Удлинение: 16,700; Разрывная нагрузка: 40,320.
- Section 3: Summary of Physical-Mechanical Properties (Rows 29-52)**
  - Columns: Ymax, Ymin, Ycp, m, Дисп SY, Ср кр откл, Vmax, Vmin.
  - Rows 29-32: Overall averages for the entire sample.
  - Rows 33-38: Averages for the 'Начало основы' section.
  - Rows 43-48: Averages for the 'Конец основы' section.

Рисунок 3.10 – Расчет резко выделяющихся значений физико-механических свойств вдоль основы бязи, выработанной на станке СТБ-180

В таблице 3.4 представлены средние значения физико-механических свойств образцов бязей, выработанных на разных типах ткацких станков после удаления резко выделяющихся значений.

Таблица 3.4 – Значения физико-механических свойств бязей арт.262 без учета резко выделяющихся значений

Название ткацкого станка	Тип нитей	Область замера	Начало рулона ткани		Конец рулона ткани	
			Удлинение, %	Разрывная нагрузка, кгс	Удлинение, %	Разрывная нагрузка, кгс
1	2	3	4	5	6	7
СТБ – 180	основа	Ок.кр.обл. левая	17,500	41,800	16,700	40,320
		Ок.кр.обл. правая	17,400	41,280	16,100	37,560
		Фон	16,300	40,440	16,600	41,640
СТБ – 180	уток	Ок.кр.обл. левая	14,300	39,560	14,700	38,600
		Ок.кр.обл. правая	15,125	42,150	15,200	39,960
		Фон	14,900	42,840	14,500	42,960



Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5	6	7
OMNIplus 380	основа	Ок.кр.обл. левая	17,083	41,067	15,600	42,533
		Ок.кр.обл. правая	16,750	42,167	16,167	42,800
		Фон	16,417	42,133	17,500	40,900
	уток	Ок.кр.обл. левая	15,917	37,320	13,000	37,150
		Ок.кр.обл. правая	15,833	38,350	13,417	37,300
		Фон	15,417	42,800	13,333	39,280
OMNIplus 280	основа	Ок.кр.обл. левая	14,583	42,933	13,786	43,433
		Ок.кр.обл. правая	15,333	44,567	12,833	43,760
		Фон	15,000	44,720	13,143	40,857
	уток	Ок.кр.обл. левая	15,833	46,467	14,357	45,086
		Ок.кр.обл. правая	15,071	44,257	16,286	43,971
		Фон	14,500	45,600	14,071	45,367

Из таблицы 3.4 видно, что физико-механические свойства бязей, выработанных на разных типах ткацких станков, изменяются как по ширине, так и по длине.

На сегодняшний день многие статистические методы анализа основываются на нормальном законе распределения случайных величин, его выполнение позволяет исследователю формировать выводы о правильности полученных экспериментальных значений. Для этого частоты фактического распределения сравниваются с теоретическими, которые характерны для нормального распределения. Объективная оценка соответствия теоретических и эмпирических частот может быть получена при помощи специальных статистических показателей, которые называют критериями согласия. Критерием согласия называют критерий, который позволяет установить, является ли расхождение эмпирического и теоретического распределений случайным или значимым. Далее данные были проанализированы на соответствие нормальному закону распределения случайных величин, с использованием критерия Пирсона [288]. Критерий согласия Пирсона  $\chi^2$  – один из основных статистических критериев, он определяется как сумма отношений квадратов расхождений между теоретическими и эмпирическими частотами к теоретическим.

Были определены критические значения критерия Пирсона  $\chi_{кр.}^2 \{P_D, f\}$ , после чего сравнили наблюдаемое значение критерия Пирсона и критическое [287]. Если наблюдаемое значение меньше либо равно критическому, делается вывод, что нет оснований отвергать гипотезу о нормальном распределении генеральной совокупности.

После проведенной статистической обработки был сделан вывод, что данные соответствуют нормальному закону распределения. Исключением являются значения по разрывной нагрузке по утку в левой околосромочной области в начале рулона ткани с ткацкого станка СТБ-180, а также значения по разрывной нагрузке по основе в левой околосромочной области в конце рулона с ткацкого станка OMNIplus-380. Это связано с тем, что все экспериментальные данные исследуемых величин имели одинаковые или очень близкие значения.

Все расчеты эмпирического распределения данных на соответствие нормальному закону проводились с применением разработанных программ по обработке данных в электронных таблицах Excel.

Далее была проведена оценка статистической значимости различия средних значений разрывных нагрузок и разрывного удлинения с помощью критерия Стьюдента [285] с целью определения значимости произошедших изменений физико-механических свойств бязи по ширине тканого полотна в начале рулона и в его конце. После расчета критерия Стьюдента произвели сравнение его с табличным значением  $t_{табл.} \{P_D = 0,95; f = m_1 + m_2 - 2\}$  [285]. Если  $t_R > t_{табл.}$  то делается вывод, что различие величин статистически значимо.

После всех проведенных статистических исследований выборок на различие средних значений по ширине полотна возникла необходимость их объединения, для получения большей генеральной совокупности значений для дальнейшего статистического исследования влияния типа ткацкого станка на физико-механические свойства вырабатываемой бязи, что и было

сделано в том случае, если среднее значение физико-механических свойств по ширине (в фоне и в околосромочных областях) отличались не значительно.

В таблице 3.5 представлены физико-механические свойства в объединенных выборках по ширине, различия значений в которых статистически не значимы.

Анализ данных по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязей проводился с применением разработанных программ по обработке данных в электронных таблицах Excel и представлен в Приложении В.

Таблица 3.5 – Физико-механические свойства бязей после объединения выборок по ширине

Название ткацкого станка	Тип нитей	Начало рулона ткани		Конец рулона ткани	
		Удлинение, %	Разрывная нагрузка, кгс	Удлинение, %	Разрывная нагрузка, кгс
1	2	3	4	5	6
СТБ-180	основа	17,067	41,467	16,467	40,660
	уток	14,750	42,378	14,800	42,960
OMNIplus 380	основа	16,583	41,822	17,500	41,600
	уток	15,722	42,800	13,250	39,280
OMNIplus 280	основа	14,974	44,059	13,275	41,314
	уток	14,500	46,100	14,429	44,750

При анализе физико-механических свойств исследуемых бязей по ширине было выявлено, что разрывная нагрузка бязи, вырабатываемой на станке СТБ-180, по ширине полотна изменяются по основе в среднем на 7%, а по утку – на 4%. Для станка OMNIplus-380 изменения физико-механических свойств ткани по ширине в среднем по основе составляют 3%, а по утку – 2%. Для станка OMNIplus-280 физико-механические свойства ткани по ширине изменяются в среднем по основе на 1%, а по утку – на 6%.

Как видно из полученных результатов (таблица 3.5), физико-механические свойства ткани на станке СТБ по длине изменяются по основе в среднем на 2%, а по утку – 1%. Для ткацкого станка OMNIplus-380

изменения физико-механических свойств ткани по длине по основе в среднем составляют 0,5%, а по утку – 8%. Для станка OMNIplus-280 физико-механические свойства ткани по длине изменяются в среднем по основе на 6%, а по утку – на 3%.

После проведенных исследований физико-механических свойств бязей, выявлено, что на ткацком станке СТБ-180 изменение плотности по основе по ширине ткани в среднем составляет 2%. На ткацком станке OMNIplus-380 изменение плотности по основе по ширине ткани в среднем составляет 1%. Изменение плотности на ткацком станке OMNIplus-280 по основе по ширине ткани в среднем составляет 3%.

Анализируя данные по плотностям ткани по длине, вырабатываемой на разных типах ткацких станков можно сказать, что плотность в бязи, вырабатываемой на станке СТБ-180, по основе в среднем изменяется на 7%, а по утку – 3%. На ткацком станке OMNIplus-380 изменение плотности по основе по длине ткани в среднем составляет 1%, а по утку – 3%. Изменение плотности на ткацком станке OMNIplus-280 по основе по длине ткани в среднем составляет 3%, а по утку – 1%.

Наименьшее изменение физико-механических свойств тканого полотна по основе было определено у ткацкого станка OMNIplus-380, на котором ткань вырабатывалась меньшей ширины, в сравнении с OMNIplus-280. По утку наименьшее изменение физико-механических свойств было обнаружено для ткацкого станка СТБ-180.

Далее была проведена оценка статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств образцов бязей, вырабатываемых на разных типах ткацких станков с помощью критерия Стьюдента для определения значимости произошедших изменений физико-механических свойств бязей, вырабатываемых на разных типах ткацких станков.

На рисунке 3.13 представлен электронный анализ статистической значимости различия средних значений разрывных нагрузок и разрывного

удлинения по основе в начале рулона ткани между образцами бязей, выработанных на ткацких станках СТБ-180 и OMNIplus-380.

Обработка данных в выборках по оценке статистической значимости различия средних значений разрывных нагрузок и разрывного удлинения в образцах бязей, выработанных на различных типах ткацких станков, проводилась с применением разработанных программ по обработке данных в электронных таблицах Excel и представлена в Приложении Г.

СТБ			OMNIplus 380			
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка	
1	16,0	38,6	1	16,5	43,4	
2	17,5	39,8	2	16,5	42,4	
3	17,5	43,2	3	16,5	39,4	
4	18,0	42,4	4	16,0	43,8	
5	18,5	45,0	5	16,5	42,2	
6	16,0	42,2	6	16,5	41,6	
7	16,0	39,4	7	16,0	41,8	
8	17,5	41,0	8	17,5	40,4	
9	15,5	40,4	9	17,5	43,8	
10	16,5	43,6	10	17,0	42,6	
11	17,5	40,2	11	15,5	38,6	
12	17,0	41,2	12	17,0	41,4	
13	16,5	38,6	13		37,8	
14	17,0	42,8	14		44,2	
15	19,0	43,6	15		44,0	
16			16		43,4	
17			17		40,0	
18			18		42,0	
19			19			
20			20			
21			21			
22			22			
23			23			
24			24			
25			25			
26	ср.	17,067	41,467	ср.	16,503	41,022
27	n	15	15	n	12	12
28	Дисп SY	0,9952381	3,878095238	Дисп SY	0,356060606	3,665359477
29	f=	25,0000		f=	31,0000	
30	SYSY=	0,7140		SYSY=	3,7614	
31	c=	1,04077922		c=	1,032664679	
32	BR=	2,76166681		BR=	0,011339374	
33	Бтабл=37,652, значит дисперсия однородна			Бтабл=37,652, значит дисперсия однородна		
34	ИР=1,476903, значит различия НЕ значимы			ИР=1,476903, значит различия НЕ значимы		

Рисунок 3.11 – Электронный анализ статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязей по основе в начале рулона ткани между образцами, выработанными на ткацких станках СТБ-180 и OMNIplus-380

Различие физико-механических свойств бязей, выработанных на ткацких станках СТБ-180 и OMNIplus-380, статистически не значимо, значительная разница обнаружена в выборках, сделанных в конце рулонов, в исследованиях по утку. Различие физико-механических свойств бязей, выработанных на ткацких станках СТБ-180 и OMNIplus-280, а также OMNIplus-380 и OMNIplus-280 статистически значимо – это 6 % по основе в начале рулона и 8 % по утку в

начале рулона для выборок со станков СТБ-180 и OMNIplus-280, а также 5 % по основе в начале рулона и 12 % по утку в конце рулона для выборок со станков OMNIplus-380 и OMNIplus-280.

Обобщая полученные данные можно утверждать, что ни станок СТБ-180, ни станки OMNIplus-380 и OMNIplus-280 фирмы Picanol не являются идеальными с точки зрения равномерности физико-механических свойств вырабатываемой ткани, как по ширине, так и по длине тканого полотна [289 – 291].

Кроме этого при обработке экспериментальных данных выявлен факт значимо различных показателей физико-механических свойств в околосромочных областях и в фоне ткани. Анализируя полученные данные физико-механических свойств бязей, представленные в Приложении В на рисунках В.16, В.17, В.19, В.20, В.23, В.25, В.27, можно сделать вывод о том, что средние значения физико-механических свойств ткани в левой и правой околосромочных областях (для станка СТБ-180 в конце рулона по основе и по утку, для станка OMNIplus-280 по основе в конце рулона и для станка OMNIplus-380 по утку в начале рулона) отличаются не значимо и одновременно эти значения отличаются значимо со значениями фона. Т.е. структура кромки ткани оказывает влияние на околосромочные области и вопрос подбора переплетения для кромки ткани требует дополнительного исследования как с позиции сохранения равенства физико-механических свойств и структуры тканого полотна по его ширине, так и с позиции обеспечения стабильного протекания процесса ткачества.

## Выводы по третьей главе

1. Ручным способом сотканы образцы трехосной ткани новой структуры и полотняного переплетения при условии одинакового материаловложения, что подтвердило состоятельность разработанной структуры трехосной ткани.

2. Проведены экспериментальные исследования физико-механических свойств тканых образцов полотняного переплетения и триаксиальной ткани новой структуры, что позволило подтвердить утверждение о более высоких показателях физико-механических свойств у тканей не ортогонального строения по сравнению с тканями ортогонального строения.

3. На основе экспериментальных исследований и теоретических выкладок были определены силы нормального давления нитей основы на нити утка, а также нитей основы друг на друга в зоне их контакта. Установлено, что в зоне контакта нитей основы друг на друга сила нормального давления примерно в два раза меньше, чем сила нормального давления нити основы на нить утка.

4. Установлено, что ни станок СТБ-180, ни станки OMNIplus-280 и OMNIplus-380 фирмы Picanol не являются идеальными с точки зрения равномерности физико-механических свойств вырабатываемого тканого полотна, как по ширине, так и по его длине.

5. Установлено, что структура кромки ткани оказывает влияние на околосромочные области, поэтому вопрос подбора переплетения кромки ткани является важным, в том числе и с позиции стабильного протекания процесса ткачества.

## **4 Аналитическое исследование уработки основных нитей для проектирования однослойных тканей рациональных структур**

### **4.1 Прогнозирование возможности формирования ткани с разноурабатываемыми нитями основы**

Как было выявлено в результате исследований, проведенных в предыдущей главе, при формировании однослойной ткани для обеспечения равенства физико-механических свойств по ширине тканого полотна следует особое внимание уделить структуре формируемой кромки. В разработанных структурах трехосных тканей (рисунок 2.1) проблема формирования кромки не стоит явно потому, что ткань производится с самоформирующимися кромками.

Рассмотрим более подробно структуру кромки разработанных трехосных тканей (рисунки 2.1 и 4.1). Отличительной особенностью предложенных структур трехосных тканей являются неосыпаемые самоформирующиеся кромки, которые не требуют дополнительного увеличения плотности ткани в кромках в виду высокой сопротивляемости раздвиганию и не осыпаемости края ткани. Согласно особенности организации структур разработанных трехосных тканей основная нить меняет свою принадлежность к условной системе нитей при перемещении ее до края полотна ткани. Поэтому, вместо смены перекрытия с основного на уточное или с уточного на основное (полотняное переплетение), нить основы как бы выстаивает в своем положении на протяжении двух уточных прокидок. Таким образом, переплетение кромок из полотняного переходит в основной репс  $2/2$ , при этом в зависимости от величины шага перемещения, основная нить будет находиться в



течение двух уточных прокидок либо сверху, либо снизу уточных нитей (рисунок 4.1.а и б и рисунок 2.1). На рисунке 4.1в представлена фотография кромки трехосной ткани, сотканной ручным способом, структура которой представлена на рисунке 4.1а.

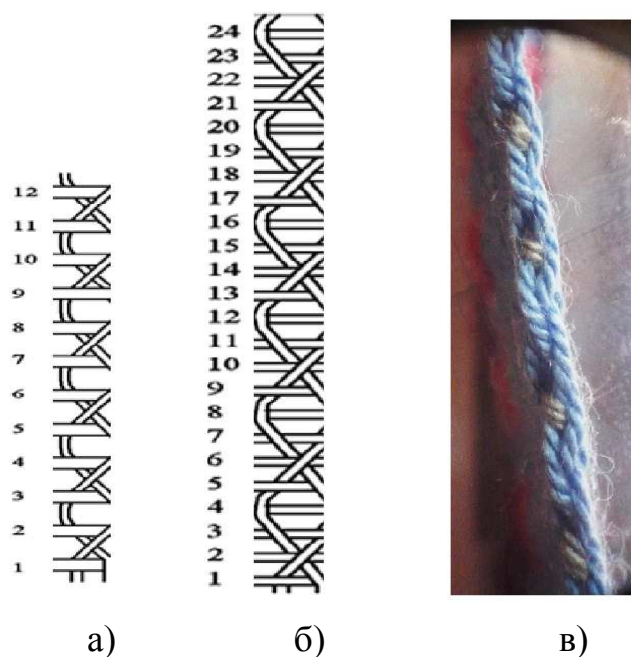


Рисунок 4.1 – Кромки трехосных тканей:

- а) кромка ткани, представленной на рисунке 2.1а,
- б) кромка ткани, представленной на рисунке 2.1б,
- в) фотография тканой самоформирующейся кромки трехосной ткани, представленной на рисунке 2.1а и 4.1а

Таким образом, за счет предложенных структур трехосных тканей нити фона тканей образуют еще и кромки, то есть нет отдельных нитей основы, которые шли бы на формирование кромки, в связи с чем и не возникнет проблемы разноурабатываемости нитей основы, идущих в фон и в кромку ткани, где в однослойных тканях ортогонального строения возникают затруднения. Поэтому разработанные структуры трехосных тканей (рисунок 2.1 а и б) являются рациональными не только с позиции равенства физико-механических свойств в разных направлениях, но и со стороны материалоем-

кости, т.к. имеют одинаковые уработки основных нитей по всей ширине тканого полотна и не требуют усиления кромок.

Как известно, в процессе ткачества и отделки кромки ткани ортогонального строения испытывают большое напряжение, поэтому их усиливают. Как правило, это достигается увеличением плотности ткани в кромках по основе или утку. Однако увеличение плотности ведет к изменению уработки кромочных нитей относительно фоновых, и, как следствие, – возможной повышенной обрывочности кромочных нитей. Были проведены исследования по определению разницы величин уработок фоновых и кромочных нитей хлопчатобумажной ткани.

В настоящее время на рынке текстильных материалов представлен широкий выбор тканей классического (ортогонального) строения – это технические ткани и декоративные, бельевые и костюмные, ткани из искусственных и натуральных волокон хлопка, льна, шерсти, шелка, ткани простых классических переплетений и ткани комбинированных переплетений, например с клетками и полосами, ткани с переменными плотностями по основе и по утку, а также многие другие. Основным показателем, определяющим материалоемкость ткани, является уработка. А при формировании тканей с разными видами переплетений в полосах, в фоне и в кромках ткани, разными плотностями по основе, величина разницы уработок нитей основы в ткани является показателем стабильности протекания процесса ткачества. В настоящее время многие отечественные текстильные предприятия переходят на выпуск технических тканей, в том числе тканей из синтетических нитей. В связи с этим, при формировании особо плотных тканей, возникают проблемы, связанные с формированием кромки ткани. Как отмечалось, в процессе ткачества и отделки кромки ткани испытывают большое напряжение и их усиливают. Это достигается на бесчелночных ткацких станках увеличением плотности ткани в кромках по основе или утку. Однако увеличение плотности ведет к изменению уработки кромочных нитей относительно фоновых, к различной величине срабатывания нитей основы с ткацкого навоя, и–

возможного повышения обрывности кромочных нитей или возникновению эффекта «бугристости» кромки. В этом случае формируемая ткань не обладает свойством технологичности. Как известно, технологичность – это одна из комплексных характеристик изделия, которая выражает удобство его производства, ремонтпригодность и эксплуатационные качества. Под технологичностью ткани понимают характеристику тканого полотна, которая выражает стабильность ее производства, т.е. формирование ткани без повышенной обрывности.

Проведены теоретические исследования по определению возможной величины разницы между значениями уработок нитей основы, формирующих фон и кромку ткани.

Рассмотрим, как будет изменяться длина основной нити, идущей в фон и кромку ткани. Известно выражение для определения длины основы, необходимой для формирования ткани:

$$L_0 = \frac{L_{\text{ТК}}}{1 - 0,01a_0}, \quad (4.1)$$

где  $L_{\text{ТК}}$  – длина отрезка ткани, мм;

$a_0$  – уработка нитей основы, %.

Тогда длина основы, необходимая для формирования одного и того же участка по длине фона и кромки ткани, будет определяться следующим образом:

$$L_{01} = \frac{L_{\text{ТК}}}{1 - 0,01a_0}, \quad L_{02} = \frac{L_{\text{ТК}}}{1 - 0,01a_{\text{Окр}}}, \quad (4.2)$$

где  $a_0, a_{\text{Окр}}$  – уработка нитей основы в фоне и кромке ткани соответственно, %;

$L_{01}, L_{02}$  – длина основы, необходимая для формирования фона и кромки одной длины ткани соответственно, мм.

Приравняем выражения (4.2) через  $L_{\text{ТК}}$ , тогда:

$$L_{O1}(1 - 0,01a_o) = L_{O2}(1 - 0,01a_{Okr}) \quad (4.3)$$

Предположим, что кромка ткани формируется основными нитями, имеющими большую величину уработки, чем нити основы в фоне. Тогда длина основы, необходимая для формирования кромки ткани, вследствие разницы уработок нитей, может быть больше длины основы, необходимой для формирования фона ткани, на некоторую величину  $\Delta L$ :

$$L_{O2} = L_{O1} + \Delta L. \quad (4.4)$$

Подставив выражение (4.4) в формулу (4.3), получим:

$$L_{O1}(1 - 0,01a_o) = (L_{O1} + \Delta L)(1 - 0,01a_{Okr}), \quad (4.5)$$

откуда следует, что:

$$\Delta L = \frac{0,01L_{O1}(a_{Okr} - a_o)}{1 - 0,01a_{Okr}}. \quad (4.6)$$

В выражение (4.6) входит разница значений уработок нитей основы фона и кромки ткани, которое можно представить в виде:

$$\Delta a = a_{Okr} - a_o. \quad (4.7)$$

Тогда выражение (4.6), записанное только через уработку нитей основы первой полосы ткани, примет следующий вид:

$$\Delta L = \frac{0,01L_{O1}\Delta a}{1 - 0,01(a_o + \Delta a)}. \quad (4.8)$$

В действительности, на ткацком станке запас длины  $\Delta L$  взять неоткуда, следовательно, эта величина будет соответствовать деформации нитей основы:

$$\Delta L = \lambda_{O2}, \quad (4.9)$$

где  $\lambda_{O2}$  – деформация нитей основы кромки ткани, мм.

Известно выражение для определения приращения натяжения нитей основы:

$$F = \frac{\lambda SE}{L_0}, \quad (4.10)$$

$$S = \frac{\pi d_0^2}{4},$$

где  $S$ - площадь поперечного сечения нитей основы,  $\text{мм}^2$ ;

$d_0$  – диаметр основной нити, мм;

$E$  – модуль упругости нитей основы, МПа;

$\lambda$  – деформация нити основы, мм;

$L_0$  – приведенная длина основной нити, для которой рассчитывается деформация, принимаемая от точки схода основы с ткацкого навоя до опушки ткани в момент заступа, мм.

Модуль упругости нитей  $E$  для каждого конкретного случая необходимо определять экспериментально [292].

В процессе формирования ткани нити основы испытывают деформацию от процессов зевообразования, прибоя и отвода ткани. При этом наибольшее значение натяжения нити основы при выработке тканей средней линейной плотности имеет в момент прибоя. Таким образом, нити основы кромки ткани в момент прибоя будут иметь суммарную

деформацию  $\lambda_{O_2}$ , мм:

$$\lambda_{O_2} = \lambda_2 + \lambda_{\text{ПР}}, \quad (4.11)$$

где  $\lambda_{\text{ПР}}$  – деформация нити основы от процесса приобоя, мм.

Для нормального протекания процесса ткачества необходимым условием является тот факт, что натяжение нити основы  $F_0$  должно быть значительно меньше разрывной нагрузки:

$$F_0 \ll F_{\text{РН}}, \quad (4.12)$$

где  $F_{\text{РН}}$  – разрывная нагрузка нитей основы, Н.

Разрывная нагрузка нитей основы может быть определена следующим образом:

$$F_{\text{РН}} = Q_0 T_0 \cdot 10^{-2}, \quad (4.13)$$

где  $Q_0$  – относительная разрывная нагрузка, сН/текс;

$T_0$  – линейная плотность основной пряжи, текс.

Примем в первом приближении, что в процессе формирования ткани нить основы работает упруго [292]. В общей деформации (до момента разрушения материала) упругая деформация, в зависимости от материала, может достигать 25...30% [292]. Для дальнейших преобразований введем коэффициент определяющий долю упругой деформации в общей  $k_{\text{упр}}$ , изменяющийся в пределах 0,25–0,3. Таким образом, для стабильного протекания процесса ткачества с учетом (4.10) и (4.12) должно выполняться неравенство:

$$\lambda_2 + \lambda_{\text{ПР}} \leq \frac{0,25k_{\text{упр}}F_{\text{РН}}L_0}{SE}, \quad (4.14)$$

Тогда выражение (4.14) с учетом (4.13) и (4.12) примет вид:

$$\lambda_2 \leq \frac{4k_{\text{упр}}L_0Q_0T_0 \cdot 10^{-2}}{E\pi d_0^2} - \lambda_{\text{ПР}}. \quad (4.15)$$

Приняв во внимание, что  $\lambda_{02} = \Delta L$  имеем:

$$\frac{0,01L_{01}\Delta a}{1 - 0,01(a_0 + \Delta a)} \leq \frac{4k_{\text{упр}}L_0Q_0T_0 \cdot 10^{-2}}{E\pi d_0^2} - \lambda_{\text{ПР}}. \quad (4.16)$$

Выразим из (4.16) возможную величину разницы между уработками нитей основы фона и кромки ткани, при которой процесс формирования ткани будет протекать стабильно, то есть не будет наблюдаться обрывности.

Введем обозначение:  $A = \frac{4k_{\text{упр}}L_0Q_0T_0 \cdot 10^{-2}}{E\pi d_0^2}$ , тогда:

$$\Delta a \leq \frac{(A - \lambda_{\text{ПР}})(1 - 0,01a_0)}{0,01(L_{01} + A - \lambda_{\text{ПР}})}. \quad (4.17)$$

Выражение (4.17) позволяет спрогнозировать поведение нитей основы в процессе ткачества. В силу равенства длины нитей основы, идущей на формирование фона ткани  $L_{01}$ , и длины, на которую рассчитывается деформация  $L_0$ , будет справедливо выражение  $L_{01} = L_0$ , и уравнение (4.17) примет окончательный вид:

$$\Delta a \leq \frac{\left( \frac{4k_{\text{упр}}Q_0T_0 \cdot 10^{-2}}{E\pi d_0^2} - \frac{\lambda_{\text{ПР}}}{L_0} \right) (1 - 0,01a_0)}{0,01 \left( 1 + \frac{4k_{\text{упр}}Q_0T_0 \cdot 10^{-2}}{E\pi d_0^2} - \frac{\lambda_{\text{ПР}}}{L_0} \right)}. \quad (4.18)$$

В настоящее время на мировом рынке текстильных полотен преобладают ткани, имеющие разнообразные эффекты на поверхности, полученные как за счет использования нитей разной линейной плотности, сырьевого состава и структуры, так и за счет использования разных переплетений, имеющих значимо различную среднюю длину перекрытия нитей основы, за счет чего на ткани получаются участки с выпуклой и вогнутой структурой. Однако использование переплетений с разной величиной уработки нитей основы в пределах раппорта ткани приводит либо к обрывности, либо к провисанию. В связи с этим, прогнозирование возможной величины разницы между величинами уработок нитей основы при формировании тканей с рельефной структурой, тканей с продольными полосами, клетками и т.д., при которой технологический процесс будет протекать стабильно (а ткань будет технологичной) является задачей актуальной.

Вышеизложенная методика прогнозирования величины разницы между уработками основных нитей в кромках и в фоне ткани может быть также использована для прогнозирования величины разницы между уработками нитей основы в полосах ткани для обеспечения условия нормального протекания процесса ткачества [293, 294, 295]. Таким образом, выражение (4.18) для определения возможной величины разницы уработок  $a_{01} \dots a_{0i}$  основных нитей в полосах ткани можно записать:

$$\Delta a \leq \frac{\left( \frac{4k_{\text{упр}} Q_0 T_0 \cdot 10^{-2}}{E\pi d_0^2} - \frac{\lambda_{\text{ПР}}}{L_0} \right) (1 - 0,01a_{01})}{0,01 \left( 1 + \frac{4k_{\text{упр}} Q_0 T_0 \cdot 10^{-2}}{E\pi d_0^2} - \frac{\lambda_{\text{ПР}}}{L_0} \right)}, \quad (4.19)$$

где  $a_{01}$  – уработка нитей основы в определяющей полосе ткани, %;

$\Delta a$  – возможная величина разницы уработок нитей любой и определяющей полосы ткани, %.



Определяющая полоса – это такая полоса ткани, для которой настраивают работу основного регулятора, обычно в ней наибольшее количество нитей или наибольшая уработка основы.

Из выражений (4.18) - (4.19) видно, что на возможную величину разницы работок основных нитей в полосах ткани оказывает влияние сырьевой состав, физико-механические свойства и структура нитей, а так же конструктивные особенности ткацкого станка, на котором происходит процесс формирования ткани.

Однако, при определении величины разницы уработок нитей основы в ткани по выражениям (4.18) и (4.19) необходимо знать величину уработки фоновых нитей либо определяющей полосы ткани. На стадии проектирования возникнет проблема определения этой величины. Предложим аналитические выражения для прогнозирования уработки нитей основы в ткани по заданным технологическим параметрам, которые являлись бы простым инструментом при проектировании ткани.

#### **4.2 Аналитическое определение уработок фоновых и кромочных нитей в ткани по известным заправочным параметрам ткани на ткацком станке**

Определением величины уработки основных нитей занимались многие отечественные и зарубежные ученые по причине того, что уработка нитей оказывает существенное влияние на строение ткани и ее свойства. Существует множество различных методик определения уработки нитей [29 – 41], все они касаются как вывода теоретических формул, так и эмпирических зависимостей для определения величины уработки нитей в тканях с постоян-

ными и переменными плотностями расположения нитей. Однако вопрос точного прогнозирования уработки основных нитей в ткани до настоящего времени является вопросом актуальным.

Для нормального протекания процесса ткачества необходимым условием является стабильность формирования как фона, так и кромки ткани. При этом для исключения обрывности, сжатости или эффекта «бугристости» кромки плотность ткани должна быть такой, чтобы в случае закладной кромки междууточного пространства хватало для дополнительной нити утка.

Рассмотрим, как изменится уработка кромочной нити основы относительно фоновой при условии, если кромка ткани формируется переплетением фона. Для этого изобразим геометрию строения ткани по основе в фоне и в кромке, если переплетение фона ткани – полотняное. На рисунке 4.2 изображены разрезы вдоль основной нити в фоне ткани полотняного переплетения и вдоль основной нити в кромке той же ткани с дополнительной закладываемой уточной нитью.

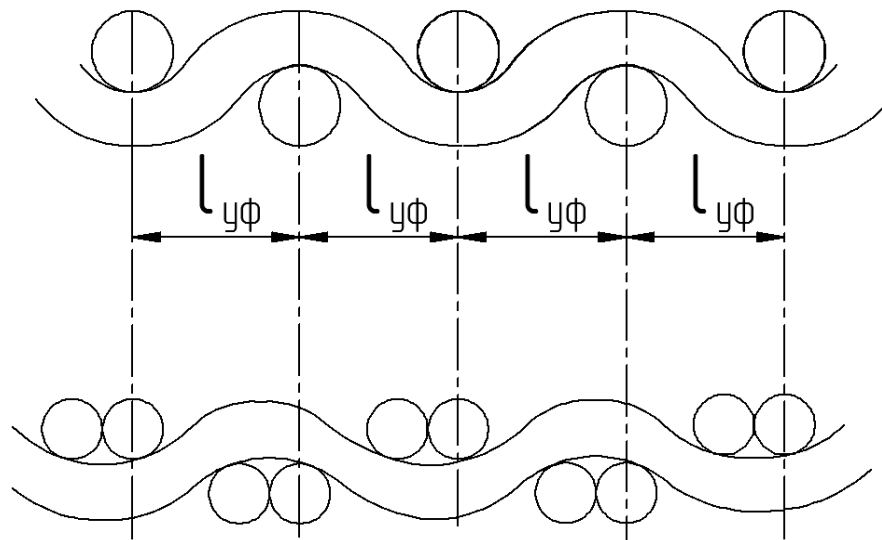


Рисунок 4.2 – Геометрия строения ткани вдоль фоновой и кромочной основных нитей

Примем для дальнейших расчетов, что:

1. нити утка равномерно распределены по длине ткани и расстояние между центрами соседних уточных нитей равно  $100/P_y$ , не зависимо от переплетения;

2. при закладывании кончики уточной нити центр уточины не смещается относительно центра этой же нити в фоне.

Определим, со смятием или без смятия основных нитей будет входить кончик уточной нити в кромку. Для этого необходимо проверить неравенство:

$$\frac{100}{P_y} > 2d_y + d_o, \quad (4.20)$$

где  $d_y$  – диаметр уточной нити, мм;

$P_y$  – плотность ткани по утку, нит./дм.

Если выражение несправедливо, то нить основная будет сминаться в зоне пересечки при закладывании конца уточной нити. Для дальнейших расчетов примем справедливым выражение (4.20).

Известно выражение [44] для определения уработки фоновых нитей  $a_o$ :

$$a_o = \frac{t_o(\sqrt{l_{y\phi}^2 + h_o^2} - l_{y\phi})}{t_o\sqrt{l_{y\phi}^2 + h_o^2} + (R_y - t_o)\frac{d_y}{K_{ny}}} \cdot 100, \quad (4.21)$$

где  $t_o$  – среднее число пересечек, приходящихся на нить основы;

$l_{y\phi}$  – фактическая геометрическая плотность, мм;

$h_o$  – высота волны изгиба нити основы, мм;

$R_y$  – рапорт по утку переплетения фона ткани;

$K_{ny}$  – коэффициент наполнения ткани волокнистым материалом по утку.

Как известно, выражение (4.21), полученное на основании геометрии строения ткани, дает погрешность при определении величины уработки нитей. Однако использование его при сравнительном прогнозировании уработок нитей основы в продольных полосах ткани, в фоне и кромках, ошибка получаемых результатов вычислений нивелируется, вследствие чего, в дальнейших исследованиях по сравнению величин уработок основных нитей основываемся на данном выражении.

С учетом принятых допущений принимаем во внимание, что  $l_{y\phi} = \frac{100}{P_y}$  и  $\frac{d_y}{K_{HY}} = \frac{100}{P_y}$  (согласно рисунку 4.2), тогда формула для определения уработки фоновых нитей примет вид:

$$a_o = \frac{t_o \left( \sqrt{\left( \frac{100}{P_y} \right)^2 + h_o^2} - \frac{100}{P_y} \right)}{t_o \sqrt{\left( \frac{100}{P_y} \right)^2 + h_o^2} + (R_y - t_o) \frac{100}{P_y}} \cdot 100. \quad (4.22)$$

Классическая формула определения уработки основных нитей содержит параметр величины волны изгиба, который затруднительно определить, не зная порядок фазы строения ткани. Найдем выражение для определения уработки основных нитей в ткани, которое имело бы легко определяемые параметры, такие как: плотности ткани, раппорт ткани, количество пересечек. Кроме этого, как известно, на уработку основных нитей влияют плотности обеих систем нитей, что не учитывается в формуле (4.22). Как видно из выражения (4.22), на величину уработки основы и, следовательно, на высоту волны ее изгиба влияет вид переплетения, а именно раппорт ткани по утку и среднее число пересечек по основе  $t_o$ , чем больше среднее число пересечек по основе, тем больше уработка основных нитей. Таким образом, выбор вида переплетения кромки ткани является важным вопросом.

Известно выражение для определения высоты волны изгиба основной нити [44]:

$$h_o = \sqrt{(d_o + d_y)^2 - l_o^2}, \quad (4.23)$$

$$\text{принимаяем } l_o = \frac{100}{P_o} K_{HO}, \quad (4.24)$$

где  $l_o$  – геометрическая плотность основной нити, мм;

$P_o$  – плотность ткани по основе, нит./дм;

$K_{HO}$  – коэффициент наполнения ткани волокнистым материалом по основе.

Подставим выражение (4.23) в формулу для расчета уработки основы, тогда:

$$a_o = \frac{0,01P_y \sqrt{(d_o + d_y)^2 - \left(\frac{100 \cdot K_{HO}}{P_o}\right)^2 + \left(\frac{100}{P_y}\right)^2} - 1}{0,01P_y \sqrt{(d_o + d_y)^2 - \left(\frac{100 \cdot K_{HO}}{P_o}\right)^2 + \left(\frac{100}{P_y}\right)^2} + \frac{R_y}{t_o} - 1} \cdot 100. \quad (4.25)$$

Как видно из выражения (4.25), на уработку основных нитей в фоне ткани оказывают влияние, наряду с плотностями ткани обеих систем, переплетение, линейные плотности нитей по основе и по утку, а также коэффициент наполнения ткани волокнистым материалом по основе [296-298].

Найдем выражение коэффициента наполнения ткани волокнистым материалом по основе  $K_{HO}$  через технологические параметры заправки ткани на ткацком станке. Для определения коэффициента наполнения ткани волокнистым материалом рассмотрим геометрическую модель строения ткани неплотняного переплетения, представленную на рисунке 4.3.

Ткани бытового назначения, как правило, формируются с порядком фазы строения ПФС от четвертого по шестой, при данных ПФС коэффициенты высот волн изгиба по основе равны:  $K_{ho4}=0,75$ ,  $K_{ho5}=1$ ,  $K_{ho6}=1,25$  [282].

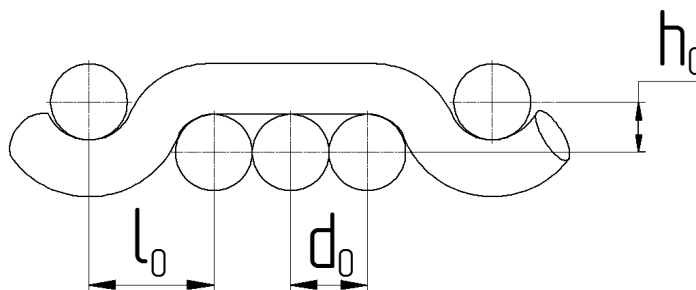


Рисунок 4.3 – Геометрическая модель ткани неплотняного переплетения

Известна формула для расчета геометрической плотности ткани [282]:

$$l_0 = d_{CP} \sqrt{4 - K_{ho}^2}, \quad (4.26)$$

$$d_{CP} = \frac{d_0 + d_y}{2}, \quad (4.27)$$

где  $d_{CP}$  – средний диаметр основных и уточных нитей, мм.

Из рисунка 4.3 видно, геометрическая плотность ткани по основе зависит, в том числе, от взаимного расположения нитей основы и утка в месте пересечки по горизонтали, что в свою очередь характеризует порядок фазы строения ткани. В любом случае геометрическая плотность будет состоять из суммы диаметров нитей основы и утка с учетом поправочного коэффициента (при диаметре нити утка) при определении геометрической плотности ткани по основе. Введем коэффициент  $\delta$  – коэффициент, определяющий изменение диаметра уточной нити в месте пересечки, тогда геометрическую плотность ткани можно представить следующим образом:

$$l_o = d_o + d_y \cdot \delta, \quad (4.28)$$

где  $\delta$  – коэффициент, определяющий изменение диаметра уточной нити в месте пересечки.

Приравняем выражения (4.26) и (4.28):

$$\delta = \frac{d_{CP} \sqrt{4 - K_{ho}^2} - d_o}{d_y}. \quad (4.29)$$

Как видно из выражения (4.29) на коэффициент  $\delta$ , в конечном счете, оказывает влияние ПФС ткани через коэффициент высоты волны изгиба по основе.

Определим диапазон изменения коэффициента  $\delta$  для тканей бытового назначения. Рассчитаем коэффициент  $\delta$  для хлопчатобумажной ткани 262 артикула, для которой линейные плотности основных и уточных нитей  $T_o = T_y = 29$  текс, примем коэффициенты смятия нитей в ткани  $\tau_o = \tau_y = 0,95$ , коэффициент волокнистого состава пряжи  $s_o = 1,25$  [299]. Таким образом, для четвертого ПФС ткани коэффициент  $\delta_4 = 0,854$ , для пятого –  $\delta_5 = 0,732$ , для шестого –  $\delta_6 = 0,561$ .

Определим диапазон изменения коэффициента наполнения ткани волокнистым материалом по основе для тканей бытового назначения с ПФС ткани от четвертого по шестой. Известна формула для определения коэффициента  $K_{HO}$  [282]:

$$K_{HO} = \frac{P_o}{P_{Omax}} = \frac{P_o(l_o \cdot t_y + (R_o - t_y)d_o)}{100R_o}, \quad (4.30)$$

где  $l_o = d_o + d_y \cdot \delta$ .

Выполним расчет коэффициентов наполнения ткани волокнистым материалом для бязи арт. 262 с определенными ранее коэффициентами  $\delta$  для разных ПФС ткани. Тогда для четвертого ПФС ткани коэффициент  $K_{HO4} = 0,854$ , для пятого –  $K_{HO5} = 0,798$ , для шестого –  $K_{HO6} = 0,719$ .

Таким образом, для тканей бытового назначения с ПФС от четвертого по шестой процент разброса значений коэффициента  $K_{HO}$  составляет 15,8 %.

Как известно, при определении величины коэффициента  $K_{HO}$  встает вопрос определения геометрической плотности ткани, которая, как было отмечено ранее, зависит от порядка фазы строения ткани.

Определением порядка фазы строения ткани занимались многие ученые, широкое распространение получили выражения, выведенные В.А. Сеницыным, Г.В. Степановым и Д.Е. Ефремовым. Формула В.А. Сеницына по определению ПФС ткани учитывает плотности ткани, ее переплетение, а также уработку нитей в ткани. В нашем случае, когда требуется спрогнозировать величину уработки фоновых и кромочных нитей в ткани, использовать данную формулу было бы не корректно. В связи с чем для дальнейших исследований при определении ПФС ткани остановимся на формуле Г.В. Степанова.

Известны выражения для определения ПФС предложенные проф. Степановым Г.В. [282]:

$$h'_O = \frac{P_O(d_O + d_Y)}{P_O + P_Y},$$

$$K_{ho} = \frac{h'_O}{d_{CP}}, \quad (4.31)$$

$$P_\Phi = 4K_{ho} + 1, \quad (4.32)$$

где  $P_\Phi$  – порядок фазы строения ткани.



Подставим выражение (4.31) в формулу (4.32):

$$\Pi_{\Phi} = \frac{8P_o}{P_o + P_y} + 1. \quad (4.33)$$

Найдем формулу для определения максимальной плотности ткани по основе  $P_{O_{max}}$  с учетом формулы Степанова Г.В. (4.33). Как известно, коэффициент  $K_{ho}$  можно рассчитать по следующей формуле [282]:

$$K_{ho} = \frac{\Pi_{\Phi} - 1}{4}. \quad (4.34)$$

Подставим в выражение (4.34) в выражение (4.33), тогда:

$$K_{ho} = \frac{2P_o}{P_o + P_y}, \text{ отсюда:}$$

$$\delta = \frac{(d_o + d_y) \sqrt{4 - \left(\frac{2P_o}{P_o + P_y}\right)^2} - 2d_o}{2d_y}. \quad (4.35)$$

Подставим полученное выражение для расчета коэффициента  $\delta$  в выражение (4.30), тогда:

$$K_{HO} = \frac{P_o \left( d_o t_y + 0,5 t_y \left( (d_o + d_y) \sqrt{4 - \left(\frac{2P_o}{P_o + P_y}\right)^2} - 2d_o \right) + (R_o - t_y) d_o \right)}{100R_o}. \quad (4.36)$$

Таким образом, при прогнозировании уработки фоновых нитей основы с помощью выражения (4.25), коэффициент наполнения ткани волокнистым материалом по основе в фоне следует рассчитывать, используя выражение (4.36).

Как видно из выражений (4.25) и (4.36), для прогнозирования величины уработки основных нитей в фоне ткани достаточно знать плотности ткани по основе и по утку, линейные плотности основных и уточных нитей, рапорт переплетения и число пересечек.

Аналогично выражению (4.36) можно записать выражение для определения коэффициента наполнения ткани волокнистым материалом по утку  $K_{HY}$ :

$$K_{HY} = \frac{P_y \left( d_y t_o + 0,5 t_o \left( (d_o + d_y) \sqrt{4 - \left( \frac{2P_y}{P_y + P_o} \right)^2} - 2d_y \right) + (R_y - t_o) d_y \right)}{100 R_y}. \quad (4.37)$$

Предложим выражение для определения уработки кромочных нитей с учетом закладываемого конца уточной нити. Так как количество уточин в сечении кромки увеличивается вдвое по сравнению с фоном, т.о. по факту за счет закладываемой уточной нити переплетение в кромке будет не полотняное, а основной репс 2/2, если кромка вырабатывается полотняным переплетением. Введем понятие фактический рапорт по утку кромки в ткани с учетом закладываемого кончика уточной нити, учитывающий вид кромкообразовательного механизма и рапорт по утку кромки ткани, учитывающий марку кулачка для кромочной ремизки. С учетом рисунка 4.2 и принятых допущений уработку кромочных нитей можно определить следующим образом:

$$a_{Okr} = \frac{t_{Okr} \left( \sqrt{\left( \frac{100}{P_{Ykr}} \right)^2 + h_{Okr}^2} - \frac{100}{P_{Ykr}} \right)}{t_{Okr} \sqrt{\left( \frac{100}{P_{Ykr}} \right)^2 + h_{Okr}^2} + (R_{YkrT} - t_{Okr}) \frac{100}{P_{Ykr}}} \cdot 100, \quad (4.38)$$

$$R_{YkrT} = 2R_{Ykr}, \quad (4.39)$$

где  $P_{Okr}, P_{Ykr}$  – плотности ткани по основе и по утку соответственно в

кромке ткани, нит./дм;

$t_{\text{Окр}}$  – среднее число пересечек, приходящихся на нить основы в кромке, причем в нашем случае одинакового переплетения фона и кромки ткани  $t_{\text{Окр}} = t_{\text{О}} = 2$ , т.к. кромочная ремизка двигается по закону фоновой ремизки;

$R_{\text{УкрТ}}$  – фактический рапорт по утку кромки в ткани с учетом закладываемого кончика уточной нити в случае закладной кромки;

$R_{\text{Укр}}$  – рапорт по утку кромки ткани в соответствии с маркой кулачка для кромочной ремизки. Например, если кромка вырабатывается с использованием кулачка 2/2 основным репсом 2/2 (т.е.  $R_{\text{Укр}} = 4$ ), то фактически в ткани с учетом закладываемого кончика уточной нити переплетение в ткани превращается в основной репс 4/4, т.е.  $R_{\text{УкрТ}} = 2 \cdot 4 = 8$ .

Высоту волны изгиба основной нити в кромке можно определить:

$$h_{\text{Окр}} = \sqrt{(d_{\text{О}} + d_{\text{У}})^2 - l_{\text{Окр}}^2}, \quad (4.40)$$

$$l_{\text{Окр}} = \frac{100}{\mathbf{B} \cdot \mathbf{P}_{\text{Окр}}} K_{\text{НОкр}}, \quad (4.41)$$

$$\mathbf{B} = \frac{m_{\text{Окр}}}{m_{\text{ОФ}}},$$

где  $\mathbf{B}$  – коэффициент, учитывающий изменение плотности по основе ткани в кромке;

$m_{\text{Окр}}$  – число нитей основы в кромке, пробираемых в зуб берда;

$m_{\text{ОФ}}$  – число нитей основы в фоне, пробираемых в зуб берда.

Подставим выражение (4.40) в выражение (4.38), тогда спрогнозировать теоретическую уработку основы в кромке ткани можно следующим образом:

$$a_{\text{Окр}} = \frac{0,01P_{\text{укр}} \sqrt{(d_{\text{O}} + d_{\text{Y}})^2 - \left(\frac{100 \cdot K_{\text{НОкр}}}{B \cdot P_{\text{Окр}}}\right)^2 + \left(\frac{100}{P_{\text{укр}}}\right)^2 - 1}}{0,01P_{\text{укр}} \sqrt{(d_{\text{O}} + d_{\text{Y}})^2 - \left(\frac{100 \cdot K_{\text{НОкр}}}{B \cdot P_{\text{Окр}}}\right)^2 + \left(\frac{100}{P_{\text{укр}}}\right)^2 + \frac{R_{\text{укрГ}}}{t_{\text{Окр}}} - 1}} \cdot 100. \quad (4.42)$$

Выражение (4.42) применимо для прогнозирования уработки кромочных нитей основы для закладной кромки ткани и для кромки усиленной по основе.

Если ткань на ткацком станке формируется с закладной кромкой, то величина плотности ткани по утку в кромке  $P_{\text{укр}} = 2P_{\text{Y}}$ , в случае усиленной кромки по основе –  $P_{\text{укр}} = P_{\text{Y}}$ .

Выражение для расчета коэффициента наполнения ткани волокнистым материалом в кромке  $K_{\text{НОкр}}$  может быть получено в той же последовательности подстановки выражений, как при выводе коэффициента  $K_{\text{НО}}$ . Т.о. при прогнозировании уработки основных нитей в кромке ткани коэффициент  $K_{\text{НОкр}}$  можно рассчитывать (прогнозировать) следующим образом:

$$K_{\text{НОкр}} = \frac{P_{\text{Окр}} \cdot B \left[ d_{\text{O}} t_{\text{укр}} + 0,5 t_{\text{укр}} \left( (d_{\text{O}} + d_{\text{Y}}) \sqrt{4 - \left(\frac{2P_{\text{Окр}} \cdot B}{P_{\text{Окр}} \cdot B + P_{\text{укр}}}\right)^2} - 2d_{\text{O}} \right) + (R_{\text{Окр}} - t_{\text{укр}}) d_{\text{O}} \right]}{100R_{\text{Окр}}}, \quad (4.43)$$

где  $t_{\text{укр}}$  – число пересечек вдоль нитей утка в кромке;

$R_{\text{Окр}}$  – рапорт по основе кромки ткани;

$P_{\text{укр}}$  – плотность ткани по утку в кромке ткани, в нашем случае с закладной кромкой  $P_{\text{укр}} = 2P_{\text{Y}}$ , в случае усиленной кромки по основе  $P_{\text{укр}} = P_{\text{Y}}$ .

Выражение (4.43) можно использовать для прогнозирования коэффициента  $K_{\text{НОкр}}$  для тканей с любым типом формирования кромки на ткацком

станке.

Определим прогнозируемую уработку фоновых и кромочных нитей основы по формулам (4.25) и (4.42) и определим возможную величину разницы уработок кромочных и фоновых нитей  $\Delta a$  (по формуле 4.19) для хлопчатобумажной ткани 262 артикула, вырабатываемой в производственных условиях, в случае, если закладная кромка ткани вырабатывается полотняным переплетением фона. Данная бязь арт.262 вырабатывалась на прядильно-ткацкой фабрике №3 ОАО ХБК «Шуйские ситцы» г.Фурманов на ткацких станках СТБ-180 и OMNIplus-380 и OMNIplus-280 фирмы Picanol. Технический расчет для бязи арт.262 представлен в Приложении Д. Плотности бязи по основе и по утку  $P_o = P_y = 228$  нит./дм, линейные плотности нитей основы и утка  $T_o = T_y = 29$  текс. Примем коэффициент смятия нитей в ткани  $\tau_o = \tau_y = 0,95$ , коэффициент волокнистого состава пряжи  $c_o = 1,25$  [282], модуль упругости нитей для основной хлопчатобумажной пряжи 29 текс  $E = 1200$  МПа [292], относительную разрывную нагрузку  $Q_o = 9,8$  сН/текс [299],  $L_o = 1,042$  м = 1042 мм и  $\lambda_{\text{нпр}} = 2$  мм, коэффициент определяющий долю упругой деформации в общей  $k_{\text{упр}} = 0,3$ .

Выполнены расчеты уработки кромочных нитей основы при коэффициенте  $v = 2/3$ , 1 и 1,5, который учитывает изменение плотности по основе ткани в кромке. Расчетная величина уработки основных нитей в фоне составила 9,2% при коэффициенте  $v = 1$  уработка основных нитей в кромке составила в кромке 8,0%, при коэффициенте  $v = 2/3$  – 4,8%, при коэффициенте  $v = 1,5$  – 12,1%. Определенная ранее возможная величина разницы уработок по формуле (4.18) с учетом жесткостных и физико-механических характеристик нити  $\Delta a = 1,80\%$ , говорит о том, что процесс ткачества будет протекать нормально при коэффициенте  $v = 1$ . При  $v = 1,5$  будет наблюдаться повышенная обрывность кромочных нитей основы, а при коэффициенте  $v = 2/3$  в кромке ткани будет наблюдаться эффект бугристости кромки (рыхлая структура с провисанием кромочных нитей основы) по причине превышения возможной

величины разницы уработок кромочных и фоновых нитей основы  $\Delta a$ .

Результаты вычислений, выполненных при помощи программ, разработанных в среде Microsoft Office Excel, представлены в Приложении Е.

Так же в Приложении Е представлен расчет для хлопчатобумажной ткани полотняного переплетения арт.1272 [104], закладная кромка которой вырабатывается переплетением фона. Данный артикул ткани был выбран в качестве примера по причине повышенной плотности по утку. Заправочные параметры ткани арт.1272:  $P_o = 288$  нит./дм,  $P_y = 307$  нит./дм,  $T_o = T_y = 29$  текс. Примем коэффициент смятия нитей в ткани  $\tau_o = \tau_y = 0,95$  и коэффициент волокнистого состава пряжи  $c_o = 1,25$  [282]. Таким образом, при формировании ткани арт.1272 с увеличенной плотностью по утку на ткацком станке при коэффициентах  $v = 1, 2/3$  и  $1,5$  уработка основы в кромке ткани составила 12,1%, 7,5%, 17,8% соответственно, а расчетная уработка основных нитей в фоне – 14,3%, что говорит о том, что на ткацком станке наблюдалась бы повышенная обрывность основных нитей, при коэффициенте  $v = 1,5$  т.к. рассчитанная разница уработок фоновых и кромочных нитей превышает возможную расчетную  $\Delta a = 1,70$ , учитывающую жесткостные и физико-механические характеристики нитей, а при коэффициенте  $v=1$  и  $2/3$  в кромке ткани будут наблюдаться эффект бугристости кромки по причине превышения величины разницы уработок кромочных и фоновых нитей основы  $\Delta a$ .

В главе 4.1 была определена возможная прогнозируемая величина разницы уработок  $\Delta a$  между значениями уработок в фоне в кромке ткани.

Запишем условие, при котором проектируемая ткань будет формироваться без обрывности кромочных нитей:

$$a_{\text{окр}} \leq a_o + \Delta a. \quad (4.44)$$

В соответствии с выражением (4.44), при подборе переплетения кромки ткани для выполнения условия нормального протекания процесса ткачества

можно изменять только левую часть неравенства, т.к.  $\Delta a$ , согласно выражению (4.18) зависит исключительно от свойств используемой пряжи и конструктивных особенностей ткацкого станка, уработку основных нитей в фоне  $a_0$  тоже корректировать нельзя по причине того, что к переплетению фона необходимо подобрать переплетение кромки.

Проанализируем выражение (4.38) для прогнозирования уработки кромочных нитей ткани  $a_{\text{Окр}}$  с учетом выражения (4.44) и (4.18). Для изменения величины уработки кромочных нитей мы можем менять:

- линейные плотности пряжи для кромочных нитей, что редко применяется на производстве;
- коэффициент  $v$ , но в разумных пределах, для обеспечения нормальной структуры кромки;
- и самым основным фактором, который можно менять, является переплетение  $[300]$ , в выражении (4.42) это отношение  $R_{\text{УкрГ}} / t_{\text{Окр}}$ . Причем, чем больше эта дробь, тем меньше значение уработки  $a_{\text{Окр}}$  кромочных нитей. Таким образом, необходимо дать формулу, которая позволила бы подбирать переплетение кромки к заданному переплетению фона для обеспечения стабильного протекания процесса ткачества.

Выразим отношение  $R_{\text{УкрГ}} / t_{\text{Окр}}$  для любого типа кромки из неравенства (4.42), если представить уработку кромочных нитей как сумму  $(a_0 + \Delta a)$ :

$$\frac{R_{\text{УкрГ}}}{t_{\text{Окр}}} \geq \frac{P_{\text{Укр}} \sqrt{(d_0 + d_y)^2 - \left( \frac{100 K_{\text{НОкр}}}{v \cdot P_{\text{Окр}}} \right)^2 + \left( \frac{100}{P_{\text{Укр}}} \right)^2} - 100}{a_0 + \Delta a} - 0,0 P_{\text{Укр}} \sqrt{(d_0 + d_y)^2 - \left( \frac{100 K_{\text{НОкр}}}{v \cdot P_{\text{Окр}}} \right)^2 + \left( \frac{100}{P_{\text{Укр}}} \right)^2} + 1. \quad (4.45)$$

Таким образом, выражение (4.45) позволяет подобрать переплетение в кромке ткани по заправочным параметрам ткани на ткацком станке, что обеспечивает технологичность ткани, т.е. условие стабильного протекания процесса ткачества.

Предложена методика подбора переплетения в кромке ткани в случае, если ткань формируется с закладной кромкой и в случае формирования ткани с кромкой, для которой требуется усиление плотности по основе в кромках.

Методика подбора переплетения в кромке ткани:

1. по выражению (4.25) по заправочным параметрам ткани определяется теоретическая прогнозируемая уработка основных нитей в фоне ткани;
2. по выражению (4.18) с учетом физико-механических свойств используемой пряжи прогнозируется возможная величина разницы в значениях уработок фоновых и кромочных нитей;
3. по выражению (4.42) по заправочным параметрам определяется теоретическая прогнозируемая уработка основных нитей в кромке ткани;
4. проводится сравнительный анализ выполнения неравенства (4.44): в случае выполнения неравенства – в кромке можно использовать переплетение фона, в обратном случае – по выражению (4.45) определяется отношение характеристик переплетения кромки ткани и принимается решение о выборе переплетения в кромке ткани с учетом ранее заявленных условий.

Разработаны автоматизированные программы в среде Microsoft Office Excel для прогнозирования теоретических уработок основных нитей в тканях с закладной кромкой или усиленной по основе, с возможностью подбора переплетения в кромке ткани, определяющие технологичность проектируемой ткани, стабильность протекания процесса ткачества.

Используя выражение (4.45), подберем переплетение для кромки ткани арт.1272. Как видно из Приложения Е, в соответствии с заправочными данными для ткани арт.1272 отношение  $R_{укрГ} / t_{окр} \geq 1,45$ . Согласно полученному результату, с учетом того, что полотняное переплетение при закладной кромке превращается в основной репс 2/2, но количество пересечек сохраняется ( $t_{окр} = 2$ ), отношение раппорта по утку в кромке ткани к числу пересечек принимает значение, равное двум. Следовательно, ранее заявленное условие выполняется. При этом, в силу увеличения плотности по утку, ПФС ткани в кромке уменьшается, а следовательно уменьшается и уработка кромочных



нитей основы, что видно из вычислений, представленных в Приложении Е. При формировании ткани возникнет ситуация излишней длины кромочных основных нитей, которая будет зараватываться в ткань, образуя бугристость кромки, и чем больше эта разница, тем бугристость кромки будет более выражена.

В случае использования кулачкового зевобразовательного механизма при подборе переплетения кромки необходимо учитывать кратность раппорта переплетения фона и кромок, т.е. учитывать оборотность кулачка, т.о. должны выполняться следующие соотношения:

$$\text{НОК}(R_{\text{укр}}; R_{\text{уф}}) \leq 8 \text{ либо } \text{НОК}(R_{\text{укрт}} / 2; R_{\text{уф}}) \leq 8, \quad (4.46)$$

где  $R_{\text{укр}}$  и  $R_{\text{укрт}}$  – раппорты по утку кромки ткани и кромки ткани с учетом закладного кончика уточной нити соответственно;

$R_{\text{уф}}$  – раппорт по утку фона ткани.

### **4.3 Аналитическое определение уработки нитей основы в ткани с продольными полосами по известным заправочным параметрам ткани на ткацком станке**

Как было указано ранее, в настоящее время на рынке тканей и текстильных материалов все большую популярность занимают ткани с разнообразными эффектами на поверхности. В связи с этим, прогнозирование возможной разницы между величинами уработок нитей основы при формировании тканей с продольными полосами, клетками, при которой технологический процесс будет протекать стабильно, является задачей

актуальной.

Ткацкий навой в зону формирования ткани за один оборот главного вала, т.е. за одну уточную прокидку подает определенную длину основы в зависимости от настройки товарного регулятора. Если ткань вырабатывается с продольными полосами, то регулятор настраивают на то переплетение, в котором большее количество нитей и под ту уработку нитей основы, которая будет определяющей.

Для прогнозирования теоретической величины уработки нитей основы в  $i$ -ой полосе  $a_{Oi}$  ткани можно использовать выражение (4.25), которое для тканей, вырабатываемых с продольными полосами, примет следующий вид:

$$a_{Oi} = \frac{0,01P_y \sqrt{(d_{Oi} + d_y)^2 - \left(\frac{100 \cdot K_{HOi}}{P_{Oi}}\right)^2 + \left(\frac{100}{P_y}\right)^2 - 1}}{0,01P_y \sqrt{(d_{Oi} + d_y)^2 - \left(\frac{100 \cdot K_{HOi}}{P_{Oi}}\right)^2 + \left(\frac{100}{P_y}\right)^2 + \frac{R_{yi}}{t_{Oi}} - 1}} \cdot 100, \quad (4.47)$$

где  $d_{Oi}$  – диаметр основных нитей, применяемых для формирования  $i$ -ой полосы ткани, мм;

$K_{HOi}$  – коэффициент наполнения ткани волокнистым материалом для  $i$ -ой полосы ткани;

$P_{Oi}$  – плотность ткани по основе в  $i$ -ой полосе, нит./дм;

$R_{yi}$  – раппорт по утку в  $i$ -ой полосе ткани;

$t_{Oi}$  – среднее число пересечек по основе в  $i$ -ой полосе ткани.

Аналогично выражению (4.36) для прогнозирования коэффициента наполнения волокнистым материалом в фоне ткани, можно представить коэффициент наполнения ткани волокнистым составом в  $i$ -ой полосе ткани по основе  $K_{HOi}$ :

$$K_{HOi} = \frac{P_{O_i} \left( d_{O_i} t_{y_i} + 0,5 t_{y_i} \left( (d_{O_i} + d_y) \sqrt{4 - \left( \frac{2P_{O_i}}{P_{O_i} + P_y} \right)^2} - 2d_{O_i} \right) + (R_{O_i} - t_{y_i}) d_{O_i} \right)}{100 R_{O_i}}, \quad (4.48)$$

где  $t_{y_i}$  – среднее число пересечек по утку в  $i$ -ой полосе ткани;

$R_{O_i}$  – раппорт по основе в  $i$ -ой полосе ткани.

Выражение, прогнозирующее нормальность протекания процесса ткачества ткани с продольными полосами, будет иметь следующий вид:

$$a_{O_i} \leq a_{O_1} + \Delta a, \quad (4.49)$$

где  $a_{O_i}$  – прогнозируемая уработка нитей основы в  $i$ -ой полосе ткани, %;

$a_{O_1}$  – уработка нитей основы в определяющей полосе ткани, %;

$\Delta a$  – возможная величина разницы значений уработок нитей основы с учетом физико-механических свойств используемой пряжи, рассчитываемая по выражению (4.19), %.

Для выполнения неравенства (4.49) самым основным фактором, который можно изменять, является отношение характеристик переплетения  $R_{y_i}/t_{O_i}$   $i$ -ой полосы, которое для ткани с продольными полосами имеет следующий вид:

$$\frac{R_{y_i}}{t_{O_i}} \geq \frac{P_y \sqrt{(d_{O_1} + d_y)^2 - \left( \frac{100 \cdot K_{HO1}}{B \cdot P_{O_1}} \right)^2} + \left( \frac{100}{P_y} \right)^2 - 100}{a_{O_1} + \Delta a} - 0,0 P_y \sqrt{(d_{O_1} + d_y)^2 - \left( \frac{100 \cdot K_{HO1}}{B \cdot P_{O_1}} \right)^2} + \left( \frac{100}{P_y} \right)^2 + 1, \quad (4.50)$$

где  $d_{O_1}$  – диаметр основных нитей, применяемых для формирования определяющей полосы ткани, мм;

$K_{HO1}$  – коэффициент наполнения ткани волокнистым материалом для определяющей полосы ткани;

$P_{O_1}$ , – плотность ткани по основе в определяющей полосе, нит./дм;

$R_{y1}$  – раппорт по утку в определяющей полосе ткани;

$t_{o1}$  – среднее число пересечек по основе в определяющей полосе ткани.

Следует отметить, что для тканей с продольными полосами наряду с изменением переплетения можно изменять линейные плотности основных нитей в полосах и плотности ткани по основе в полосах. Однако, как правило, на предприятиях при формировании ткани с продольными полосами меняют переплетение, реже плотности ткани по основе в полосах и линейные плотности нитей в силу особенности подготовки нитей основы к ткачеству.

Если для переплетения  $i$ -ой полосы ткани потребуется большая длина нити, чем для переплетения определяющей полосы, то эта полоса будет формироваться стабильно в том случае, если хватит запаса возможной разницы (4.19) в значениях уработок определяющей и  $i$ -ой полосы. В случае, если для переплетения  $i$ -ой полосы ткани подаваемая длина основным регулятором является большей, чем нужно, то нити основы будут выходить на поверхность ткани, занимая больший объем, при этом уработка утка будет уменьшаться, а ПФС этой полосы – увеличиваться. Таким образом, вопрос определения возможности одновременной выработки ткани с разными продольными полосами будет решаться с позиции сравнения теоретических уработок нитей основы в продольных полосах относительно уработки нитей в полосе, определяющей длину основной нити, подаваемой в зону формирования.

Уработка нитей в ткани определяется по известной формуле:

$$a_o = \frac{L_{OH} - L_{TK}}{L_{OH}} \cdot 100 \%, \quad (4.51)$$

где  $L_{OH}$  – длина основной нити, заработанной в ткань длиной  $L_{TK}$ , мм.

На ткацком станке величина  $L_{OH}$  будет соответствовать величине подачи основы основным регулятором, а  $L_{TK}$  – это расстояние между центрами соседних уточных нитей:

$$L_{\text{ТК}} = \frac{100}{P_y}. \quad (4.52)$$

В настоящее время на ткацких станках фирмы Picanol для выбора сменных шестерен в настройке работы основного регулятора задаются величиной, обратной длине нити основы, подаваемой в зону формирования за один оборот главного вала станка. Так, например, при выборе передаточного числа комплекта шестерен в основном регуляторе ткацкого станка OMNIplus-380 фирмы Picanol рассчитывают величину подачи основных нитей через плотность прокидки (плотность ткани по утку) и процент усадки (уработку по основе), данная величина является обратной длине подаваемой нити (рисунки 4.4 и 4.5).

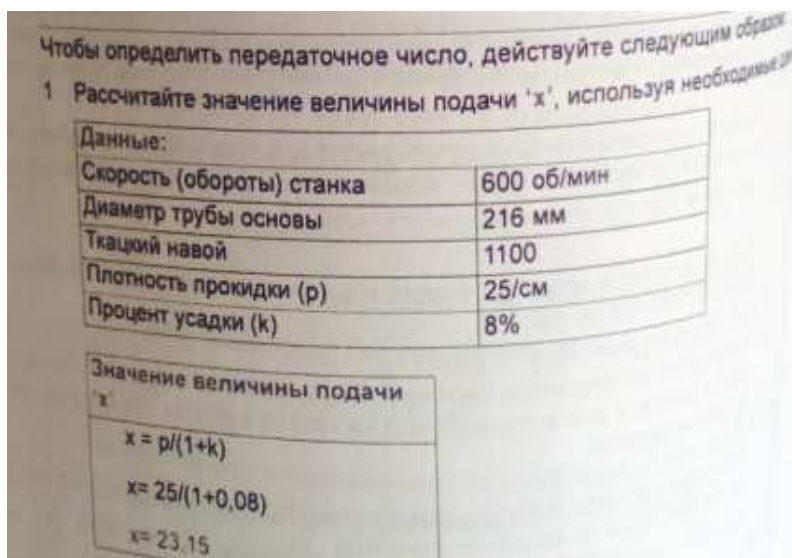


Рисунок 4.4 – Фотография инструкции по наладке и обслуживанию ткацкого оборудования фирмы Picanol, по определению значения величины подачи нитей основы

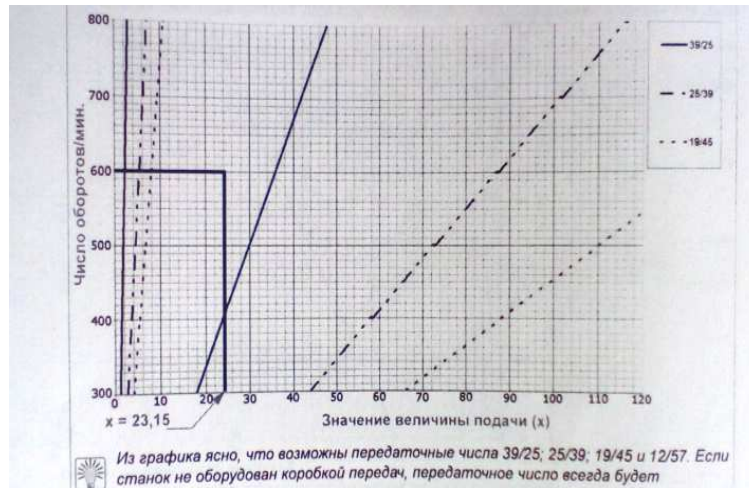


Рисунок 4.5 – Фотография инструкции по наладке и обслуживанию ткацкого оборудования фирмы Picanol по выбору передаточного числа основного регулятора

С учетом формулы (4.51) для прогнозирования уработки нитей основы определяющей полосы в ткани запишем:

$$a_{01} = \left( 1 - \frac{100}{P_y \cdot L_{OH}} \right) \cdot 100. \quad (4.53)$$

Для прогнозирования возможности одновременного формирования в ткани продольных полос подставим выражение (4.53) (в случае, если известна подаваемая длина основы основным регулятором) либо прогнозируемое значение уработки по выражению (4.47) в известную формулу профессора В.А. Сеницына:

$$\Pi_{\Phi} = \frac{9\sqrt{D} + 1}{\sqrt{D} + 1}, \quad (4.54)$$

$$D = \frac{P_o^2 \left\{ (1 + 0,01a_o(R_y/t_o - 1))^2 - (1 - 0,01a_o)^2 \right\} (1 - 0,01a_y)^2}{P_y^2 \left\{ (1 + 0,01a_y(R_o/t_y - 1))^2 - (1 - 0,01a_y)^2 \right\} (1 - 0,01a_o)^2}. \quad (4.55)$$

Из выражения (4.22) с учетом обозначения всех параметров для  $i$ -ой полосы выразим высоту волны изгиба нитей основы для  $i$ -ой полосы:

$$h_{O_i} = \sqrt{\left( \frac{\frac{100}{P_y} \left( 1 + 0,01 \cdot a_{O_i} \left( \frac{R_{y_i}}{t_{O_i}} - 1 \right) \right)}{1 - 0,01 \cdot a_{O_i}} \right)^2 - \left( \frac{100}{P_y} \right)^2} . \quad (4.56)$$

Тогда уработка уточных нитей при известной высоте волны изгиба утка будет определяться следующим образом:

$$a_{y_i} = \frac{t_{y_i} \left( \sqrt{\left( \frac{100}{P_{O_i}} \right)^2 + h_{y_i}^2} - \frac{100}{P_{O_i}} \right)}{t_{y_i} \sqrt{\left( \frac{100}{P_{O_i}} \right)^2 + h_{y_i}^2} + (R_{O_i} - t_{y_i}) \frac{100}{P_{O_i}}} \cdot 100, \% . \quad (4.58)$$

Для тканей, вырабатываемых с продольными полосами, правило проф. Н.Г. Новикова примет следующий вид:

$$h_{O_i} + h_{y_i} = d_{O_i} + d_{y_i} . \quad (4.57)$$

Подставляя полученные в формулах (4.53) и (4.58) значения в (4.54), можно спрогнозировать ПФС каждой полосы ткани с учетом их переплетения.

Выполним анализ возможности выработки ткани Вафельная-люкс, заправочный расчет для которой представлен в Приложении Д. Ткань Вафельная-люкс вырабатывается с продольными полосами, переплетения полос: основной репс 2/2, саржа 3/1 и вафельное переплетение с раппортом по основе 10 нитей, а по утку – 8. При этом число нитей саржевого переплетения в раппорте полос составляет 248 нитей, вафельного переплетения – 672 нитей, а основного репса – 468. В данном случае основной регулятор будет

настраиваться на подачу основы для вафельного переплетения. Все остальные переплетения с учетом стабильного протекания процесса ткачества будут также формироваться с данной длиной подаваемой нити.

Для расчета теоретических уработок переплетений полос ткани Вафельная-люкс примем коэффициент смятия нитей в ткани  $\tau_o = \tau_y = 0,95$ , коэффициент волокнистого состава пряжи  $c_o = 1,25$  [282], модуль упругости нитей для основной хлопчатобумажной пряжи 29 текс  $E = 1200$  МПа [292], относительную разрывную нагрузку  $Q_o = 9,8$  сН/текс [299],  $L_o = 1,042$  м = 1042 мм и  $\lambda_{\text{пр}} = 2$  мм, коэффициент, определяющий долю упругой деформации в общей  $k_{\text{упр}} = 0,3$ .

В результате проведенных расчетов теоретических уработок переплетений полос и их возможной величины разницы уработок определено, что вафельное и саржевое переплетения будут вырабатываться нормально с учетом стабильного протекания процесса ткачества, т.к. разница прогнозируемых теоретических уработок данных переплетений, равная 0,78%, не превышает возможную разницу 1.37% (рисунок 4.6).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Первая полоса				Вторая полоса				Величина разницы уработок					
2														
3	рапорт по основе Ro1			10	рапорт по основе Ro2			4	относит. разрывная нагрузка основы сН/текс				9,8	
4	рапорт по утку Ry1			8	рапорт по утку Ry2			4	линейн. плот-ть по основе To1				50	
5	число пересечек по основе to1			4,4	число пересечек по основе to2			2	коэффициент волокнистого состава				1,25	
6	число пересечек по утку ty1			5,25	число пересечек по утку ty2			2	коэффициент смятия				0,95	
7	плотность ткани по основе Po1			232	плотность ткани по основе Po2			232	коэф-т доли упругой деформации в общей				0,3	
8	плотность ткани по утку Py1			190	плотность ткани по утку Py2			190	диаметр основной нити do1				0,2655	
9	коэф-т волокнист состава			1,25	коэф-т волокнист состава			1,25	модуль упругости нитей, МПа E				1600	
10	коэффициент-т смятия			0,95	коэффициент-т смятия			0,95	приводимая длина основной нити для расчет				1042	
11	линейн. плот-ть по основе To1			50	линейн. плот-ть по основе To2			50	деформация нити основы от прибора				2	
12	линейн. плот-ть по утку Ty1			50	линейн. плот-ть по утку Ty2			50	уработка в фоне				11,92094	
13	диаметр основной нити do1			0,2655	диаметр основной нити do2			0,2655						
14	диаметр уточной нити dy1			0,2655	диаметр уточной нити dy2			0,2655						
15	коэф-т учит. изменен. плот-ти в кромке, к			1	коэф-т учит. изменен. плот-ти в кромке, в			1						
16	коэф-т наполн вол. сост. Кню			0,832862	коэф-т наполн вол. сост. Кню			0,822534	разность				0,015781	
17	корень			0,655831	корень			0,658248	дельта а, разница уработок, не более				1,368352	
18	числитель			0,246079	числитель			0,250672						
19	знаменатель			2,064261	знаменатель			2,250672						
20	уработка в первой полосе			11,92094	уработка во второй полосе			11,13785						
21	длина подаваемой нити на 100 г. вала			0,597549	длина подаваемой нити на 100 г. вала			0,592282						
22	разница			0,783292										
23														
24													ткань вырабатывается нормально	
25														

Рисунок 4.6 – Электронный расчет прогнозируемых уработок основных нитей в полосах вафельного и саржевого переплетений и их возможной величины разницы



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Первая полоса					Вторая полоса					Величина разницы уработок			
2														
3	рапорт по основе Ro1			10		рапорт по основе Ro2			2		относит. разрывная нагрузка основы, сНтекс		9,8	
4	рапорт по утку Ry1			8		рапорт по утку Ry2			4		линейн. плот-ть по основе To1		50	
5	число пересечек по основе to1			4,4		число пересечек по основе to2			2		коэффициент волокнистого состава		1,25	
6	число пересечек по утку ty1			5,25		число пересечек по утку ty2			2		коэффициент смятия		0,95	
7	плотность ткани по основе Po1			232		плотность ткани по основе Po2			232		коэф-т доли упругой деформации в общей		0,3	
8	плотность ткани по утку Py1			190		плотность ткани по утку Py2			190		диаметр основной нити do1		0,2655	
9	коэф-т волокнист состава			1,25		коэф-т волокнист состава			1,25		модуль упругости нитей, МПа Е		1500	
10	коэффициент-т смятия			0,95		коэффициент-т смятия			0,95		приводимая длина основной нити для расчета		1042	
11	линейн. плот-ть по основе To1			50		линейн. плот-ть по основе To2			50		деформация нити основы от прибора		2	
12	линейн. плот-ть по утку Ty1			50		линейн. плот-ть по утку Ty2			50		уработка в фоне		11,92094	
13	диаметр основной нити do1			0,2655		диаметр основной нити do2			0,2655					
14	диаметр уточной нити du1			0,2655		диаметр уточной нити du2			0,2655					
15	коэф-т учит. изменен. плот-ти в кромке, %			1		коэф-т учит. изменен. плот-ти в кромке, %			1					
16	коэф-т наполн. вол. сост. Кню			0,832862		коэф-т наполн. вол. сост. Кню			1,029086		разность		0,015781	
17	корень			0,655831		корень			0,601859		дельта а, разница уработок, не более		1,368352	
18	числитель			0,246079		числитель			0,143532					
19	знаменатель			2,064261		знаменатель			2,143532					
20	уработка в первой полосе			11,92094		уработка во второй полосе			6,696058					
21	длина подаваемой нити на 1об.м. вала			0,597549		длина подаваемой нити на 1об.м. вала			0,564087					
22	разница			5,224884										

Рисунок 4.7 – Электронный расчет прогнозируемых уработок уработок основных нитей в полосах вафельного и репсового переплетений и их возможной величины разницы

Если сравнивать вафельное переплетение и основной репс 2/2, то теоретическое значение уработки репса  $a_{\text{Ореп}} = 6,70\%$  меньше, чем теоретическое значение уработки вафельного переплетения  $a_{\text{Оваф}} = 11,92\%$ , это значит, что для формирования репсового переплетения требуется меньшая длина подаваемой нити (рисунок 4.7).

В силу настройки основного регулятора под вафельное переплетение в полосе с репсовым переплетением будет образовываться излишек длины подаваемой нити основы, которая будет идти на изменение структуры репса. При формировании ткани с продольными полосами, как было сказано ранее, структура ткани в разных полосах будет различная и ПФС каждой из полос ткани будет свой. Рассмотрим, как изменится ПФС полосы с репсовым переплетением при настройке основного регулятора на вафельное переплетение. Для этого:

1) предварительно по формуле проф. В.А. Сеницына (4.54) определим ПФС репса при теоретической уработке основы по выражению (4.47)

$a_{\text{Орепса}} = 6,70\%$ , затем по формуле (4.56) определим высоту волны изгиба основы  $h_{\text{Орепса}} = 0,29\text{мм}$  и с учетом основного правила Н.Г. Новикова (4.57) определим высоту волны изгиба утка  $h_{\text{урепса}} = 0,24\text{мм}$ , которую подставим в выражение (4.58) и рассчитаем уработку нитей утка  $a_{\text{урепса}} = 12,55\%$  (рисунок 4.7), ПФСрепса=5,40;

2) определим длину подаваемой нити основы для определяющей полосы (в нашем случае для вафельного переплетения)  $L_{\text{ОН}}$ :

$$L_{\text{ОН}} = \frac{100}{P_y(1 - 0,01a_o)}, \quad (4.59)$$

$$L_{\text{ОН}} = \frac{100}{P_y(1 - 0,01a_o)} = \frac{100}{190(1 - 0,01 \cdot 11,92)} = 0,598\text{мм.}$$

3) определим необходимую длину основы для теоретической уработки репсового переплетения:

$$L_{\text{ОНрепса}} = \frac{100}{190(1 - 0,01 \cdot 6,70)} = 0,564\text{мм.}$$

4) определим излишек длины нити основы  $\Delta L$ , которая идет на изменение структуры репсового переплетения:

$$\Delta L = L_{\text{ОН}} - L_{\text{ОНрепса}} = 0,598 - 0,564 = 0,034\text{мм.}$$

5) прибавим излишек длины основной нити к высоте волны изгиба основы в репсе, рассчитанной ранее по выражение (4.56), (рисунок 4.8);

6) определим теоретическую уработку нитей утка по формуле (4.58)  $a_{\text{урепса}} = 9,74\%$ , (рисунок 4.8);

7) определим ПФС полосы репсового переплетения с учетом излишка

основной нити по формулам проф. В.А. Сеницына (4.54) ПФСрепса=5,69, (рисунок 4.8).

Таким образом, был сделан вывод о том, что все полосы в ткани Вафельная-люкс будут формироваться стабильно. Определено, что при формировании основного репса требуется меньший отпуск основы по сравнению с вафельным или саржевым переплетениями, поэтому излишек длины нити при формировании репса ушел на увеличение волны изгиба основы и, соответственно, на увеличение ПФС, что соответствует структуре образца ткани.

при уработке =	6,6960583	
ho	0,2919349	
hu по Новик	0,2391	
au	12,5516507	
ПФС Сениц	5,398104265	
числ Д	11024,48771	
знам Д	7394,173722	
Д	1,490969529	
<b>с учетом разницы длины подаваемой нити</b>		
длина подав. нити на 1об.п. вала		0,564087411
разница длины		0,0334619
ho	0,3253968	
hu по Новик	0,2056	
au	9,743899005	
ПФС Сениц	5,693886771	
числ Д	11743,79124	
знам Д	5826,108266	
Д	2,015717989	
ao	8,074975656	

Рисунок 4.8 – Электронный расчет ПФС и перерасчет уработок уточных и основных нитей для репсового переплетения

Приведем методику подбора переплетения в полосах ткани с продольными полосами, обеспечивающую технологичность ткани, стабильность протекания процесса ткачества [301]:

1. по выражению (4.47) по заправочным параметрам ткани прогнозируется теоретическая уработка основных нитей в определяющей полосе ткани;
2. по выражению (4.19) с учетом физико-механических свойств используемой пряжи прогнозируется возможная величина разницы уработок нитей основы в полосах;

3. по выражению (4.47) по заправочным параметрам прогнозируется теоретическая уработка основных нитей в  $i$ -ой полосе ткани;

4. проводится сравнительный анализ выполнения неравенства (4.49): если теоретическая уработка основы  $i$ -ой полосы не превышает уработки основы в определяющей полосе либо они равны, то процесс формирования ткани будет протекать стабильно, а излишек основной нити будет уходить на увеличение ПФС, в обратном случае по выражению (4.50) определяется отношение характеристик переплетения  $i$ -ой полосы ткани и принимается решение о выборе переплетения с учетом ранее заявленных условий.

Разработана программа в среде Microsoft Office Excel для прогнозирования уработок основных нитей в продольных полосах ткани с возможностью автоматизированного подбора переплетения в полосах ткани, определяющая технологичность проектируемой ткани, стабильность протекания процесса ткачества.

Результаты вычислений, выполненных при помощи программы, разработанной в среде Microsoft Office Excel, представлены на рисунках 4.6-4.8.

#### **4.4 Исследование параметров осевой линии изгиба и величины уработки нитей основы в однослойной ткани**

В любой задаче проектирования тканей с заданными свойствами тем или иным образом встает вопрос определения (прогнозирования), либо уточнения величины уработки нитей в ткани. Во второй главе был сделан вывод о том, что определение величины уработки нитей при помощи выражения (4.21) [44], основанного на геометрии строения тканей, дает большой процент погрешности, т.к. участок осевой линии нити в месте

пересечки представляется в виде прямой (линия 1 на рисунке 4.9) взамен кривой с точкой перегиба (линия 2 на рисунке 4.9). При этом возникает ошибка, значение которой при проектировании тканей 4,5,6 порядков фазы строения, т.е. при достаточно большом взаимном изгибе нитей, соизмеримо с самой величиной уработки нитей в ткани [302,303].

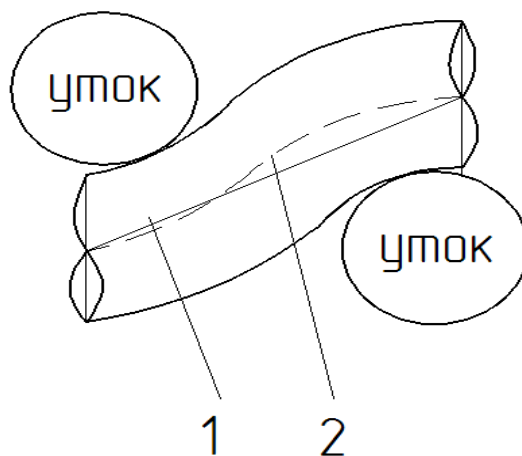


Рисунок 4.9 – Участок осевой линии нити основы в месте пересечки

Определим разницу в значениях уработки нити, возникающую при представлении осевой линии в виде прямой и кривой. Для этого проведем сравнительные вычисления длины зарабатываемой нити в ткань на основе геометрии ее строения, и с помощью нелинейной теории изгиба упругих стержней [304]. Принимая в первом приближении, что фактическая геометрическая плотность – есть величина, обратная плотности ткани (например, по утку для ткани полотняного переплетения  $l_{y\phi} = \frac{100}{P_y}$ ). Выполним расчеты с помощью пакета программ в среде Microsoft Office Excel.

Рассмотрим осевую линию изгиба нити основы – кривую KL на рисунке 4.10. Направим новые оси  $x'$  и  $y'$  по линии действия силы нормального давления нити утка на нить основы в точке K на рисунке 4.10.

Согласно принятым правилам отсчета углов [304] на рисунке 4.10 показан угол  $\delta$ , определяющий направление оси  $x$  по отношению к направлению силы  $N_y$  в начальной точке упругой линии нити основы, а также углы  $\zeta, \nu$  в произвольной точке  $T$ . Согласно рисунку 4.10, имеем, что  $\nu_K = 0, \delta = 90^\circ, \zeta_K = 90^\circ$ .

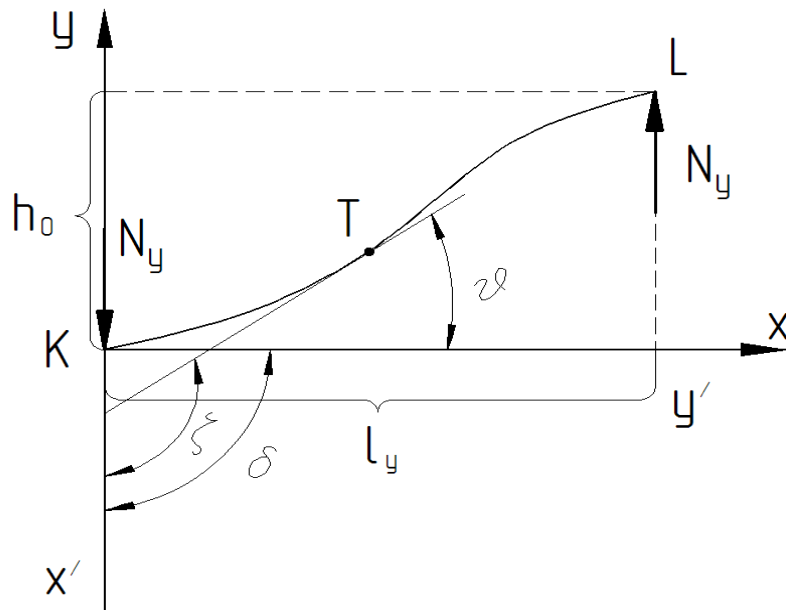


Рисунок 4.10 – Кривая изгиба осевой линии нити основы в месте пересечки для перехода к гибким параметрам

Рассматривая кривую изгиба нити основы (рисунок 4.10), и возможные формы периодической упругой кривой при разных значениях модулярного угла  $\alpha$  [304], а также принимая во внимание, что направление оси  $\xi$  (рисунок 4.11) совпадает с направлением приложенной силы, сделан вывод о том, что эквивалентный участок для осевой линии изгиба основной нити будет находиться на периодической упругой кривой четвертого вида, для которой модулярный угол  $\alpha$  находится в пределах  $45^\circ \leq \alpha \leq 65^\circ 20'$  [305].

При этом начальная точка  $K$  будет лежать на главной ветви (AB) периодической упругой кривой, а конечная точка  $L$  – на ветви BC (рисунок

4.11), и для ткани полотняного переплетения, вследствие симметрии относительно точки перегиба, будут выполняться следующие условия:

$$v_K = v_L = 0^\circ, \delta = 90^\circ, \zeta_K = \zeta_L = 90^\circ.$$

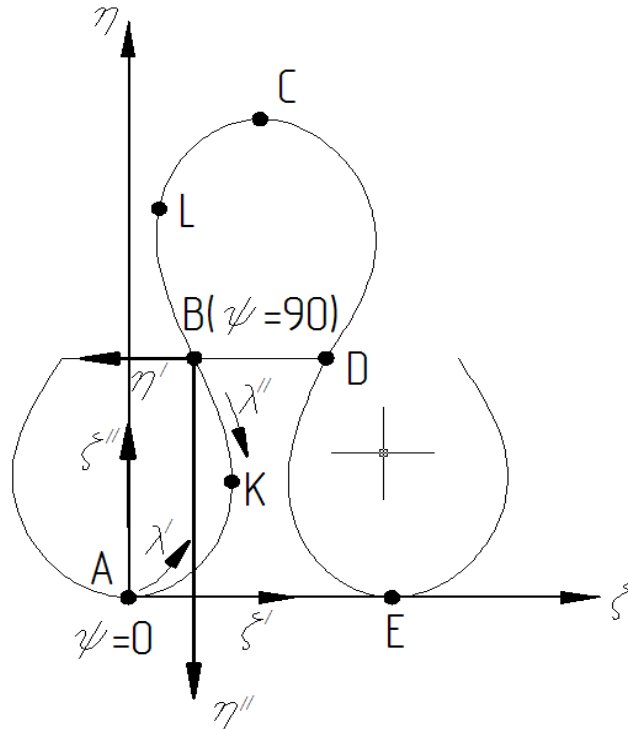


Рисунок 4.11 – Форма периодической упругой кривой перегибного рода для модулярного угла  $45^\circ \leq \alpha \leq 65^\circ 20'$

Выразим длину зарабатываемой нити и геометрическую плотность через упругие параметры. С учетом выражений перехода к упругим параметрам  $\lambda = \lambda'; \xi = \xi'; \eta = \eta'$  [304] для начальной точки осевой линии изгиба нити основы (рисунок 4.10), и с учетом выражений [304]:

$$\xi = \beta x' / l = x' \sqrt{N/H}, \quad \eta = \beta y' / l = y' \sqrt{N/H},$$

где  $N$  – приложенная сила,  $H$ ;

$H$  – жесткость на изгиб,  $H \times \text{мм}^2$ .

Тогда для точки К будем иметь следующие выражения:

$$\lambda_K = \lambda'_K; \xi_K = \xi'_K; \eta_K = \eta'_K.$$

Для точки L (рисунок 4.10), с учетом выражений перехода к упругим параметрам [304]:  $\lambda = \lambda'_{90} - \lambda''$ ,  $\xi = \xi'_{90} - \xi''$ ,  $\eta = \eta'_{90} - \eta''$ ,  $\lambda = \lambda'_{90} + \lambda'$ ,  $\xi = \xi'_{90} + \xi'$  и  $\eta = \eta'_{90} + \eta'$ , будем иметь:  $\lambda_L = 2\lambda'_{90} - \lambda'$ ;  $\xi_L = 2\xi'_{90} - \xi'$ ;  $\eta_L = 2\eta'_{90} - \eta'$ .

Принимая во внимание следующие выражения [304]:

$$\frac{x' - x'_0}{1} = \frac{\xi - \xi_0}{\beta}, \quad \frac{y' - y'_0}{1} = \frac{\eta - \eta_0}{\beta},$$

$$\xi = \beta x' / 1 = x' \sqrt{N/H}, \quad \eta = \beta y' / 1 = y' \sqrt{N/H} \text{ и}$$

$$\lambda'' = \lambda'_{90} - \lambda', \quad \xi'' = \xi'_{90} - \xi', \quad \eta'' = \eta'_{90} - \eta',$$

а также тот факт, что согласно рисунку 4.10  $h_{KL} = -x'_1$ , имеем:

$$h_{KL} = -x'_1 = -\frac{\xi_L - \xi_K}{\sqrt{\frac{N_y}{H_0}}} = -\frac{(2\xi'_{90} - \xi' - \xi')\sqrt{H_0}}{\sqrt{N_y}} = -\frac{2\xi''\sqrt{H_0}}{\sqrt{N_y}} = -\frac{2\xi''_{HO}\sqrt{H_0}}{\sqrt{N_y}}, \quad (4.60)$$

где  $H_0$  – жесткость на изгиб нити основы,  $H^x \text{ мм}^2$ ;

$N_y$  – сила нормального давления нити утка на нить основы, Н.

Формула для определения геометрической плотности ткани по утку, с учетом того, что  $l_y = y'$  (согласно рисунку 4.10) будет иметь следующий вид:

$$l_y = y'_L = \frac{\eta_L - \eta_K}{\sqrt{\frac{N_y}{H_0}}} = \frac{(2\eta'_{90} - \eta' - \eta')\sqrt{H_0}}{\sqrt{N_y}} = \frac{2\eta''\sqrt{H_0}}{\sqrt{N_y}} = \frac{2\eta''_{HO}\sqrt{H_0}}{\sqrt{N_y}}. \quad (4.61)$$



Длина зарабатываемой в ткань нити основы  $l_{\text{но}}$ :

$$l_{\text{но}} = s = \frac{\lambda_L - \lambda_K}{\sqrt{\frac{N_y}{H_O}}} = \frac{2\lambda'' \sqrt{H_O}}{\sqrt{N_y}} = \frac{2\lambda''_{\text{но}} \sqrt{H_O}}{\sqrt{N_y}}. \quad (4.62)$$

Выражение для определения уработки нитей основы и утка через упругие параметры будет иметь следующий вид:

$$a_O = 100 \left( 1 - \frac{l_y}{l_{\text{но}}} \right) = 100 \left( 1 - \frac{\eta''}{\lambda''} \right) = 100 \left( 1 - \frac{\eta''_{\text{но}}}{\lambda''_{\text{но}}} \right), \quad (4.63)$$

$$a_y = 100 \left( 1 - \frac{\eta''_{\text{ну}}}{\lambda''_{\text{ну}}} \right). \quad (4.64)$$

Проведем преобразования для перехода к упругим параметрам:

$$h_y = -\frac{2\xi''_{\text{ну}} \sqrt{H_y}}{\sqrt{N_O}}, h_O = -\frac{2\xi''_{\text{но}} \sqrt{H_O}}{\sqrt{N_y}}, \quad (4.65)$$

$$l_O = \frac{2\eta''_{\text{ну}} \sqrt{H_y}}{\sqrt{N_O}}, l_y = \frac{2\eta''_{\text{но}} \sqrt{H_O}}{\sqrt{N_y}}, \quad (4.66)$$

$$l_{\text{ну}} = \frac{2\lambda''_{\text{ну}} \sqrt{H_y}}{\sqrt{N_O}}, l_{\text{но}} = \frac{2\lambda''_{\text{но}} \sqrt{H_O}}{\sqrt{N_y}}, \quad (4.67)$$

Определим разницу в значении уработки нитей, заработанных в ткань, если рассматривать осевую линию изгиба нити в месте пересечки как прямую, что соответствует геометрическому методу определения уработки нити в ткани, и как кривую, что отражает реальное положение нити в ткани. Принимая фактическую геометрическую плотность по основе в ткани величиной, равной  $100/P_O$ , выразим длину зарабатываемой нити в ткани

через плотность ткани и известную величину уработки.

Выполним перерасчет уработки нитей в ткани. В первом случае по известной длине зарабатываемой нити, а во втором случае по известной высоте волны изгиба нити (согласно геометрическому методу):

$$l_{\text{но}} = \frac{l_y}{1 - 0,01a_y}, \text{ т.е. } \lambda_{\text{но}}'' = \frac{\eta_{\text{но}}''}{1 - 0,01a_o}, \quad (4.68)$$

$$\lambda_{\text{ну}}'' = \frac{\eta_{\text{ну}}''}{1 - 0,01a_y}. \quad (4.69)$$

По известной величине уработки нитей основы (утка) определялись следующие отношения:

$$\frac{\lambda_{\text{но}}''}{\eta_{\text{но}}''} = \frac{100}{100 - a_o}, \quad (4.70)$$

$$\frac{\lambda_{\text{ну}}''}{\eta_{\text{ну}}''} = \frac{100}{100 - a_y}. \quad (4.71)$$

Как видно из рисунка 4.11, высота волны изгиба нити в ткани будет соответствовать  $\xi''$ , переходя к упругим параметрам, геометрическая плотность ткани будет соответствовать  $\eta''$ . Найдем отношения  $h_y/l_o$  и  $h_o/l_y$  через переход к упругим параметрам:

$$\frac{h_y}{l_o} = \frac{\xi_{\text{ну}}''}{\eta_{\text{ну}}''}, \quad (4.72)$$

$$\frac{h_o}{l_y} = \frac{\xi_{\text{но}}''}{\eta_{\text{но}}''}. \quad (4.73)$$

Таким же образом отнесем длину зарабатываемой нити к геометрической плотности:

$$\frac{l_{ny}}{l_o} = \frac{\lambda''_{ny}}{\eta''_{ny}}, \quad (4.74)$$

$$\frac{l_{no}}{l_y} = \frac{\lambda''_{no}}{\eta''_{no}}. \quad (4.75)$$

Согласно положениям известного метода упругих параметров нелинейной теории изгиба упругих стержней для определения модулярного угла Поповым Евгением Павловичем были созданы таблицы со значениями  $\xi''$ ,  $\eta''$ ,  $\lambda''$ . Зная модулярный угол, можно определить все параметры кривой линии изгиба нити [304]. Разработана методика определения модулярного угла упругой линии изгиба нити на основе заправочных параметров ткани: по заданным плотностям ткани, линейным плотностям нитей и жесткостным характеристикам используемых нитей. В среде Microsoft Office Excel создана программа для определения упругих параметров осевой линии изгиба нитей в ткани (скриншот представлен ниже на рисунке 4.12), в которой к табличным значениям упругих параметров дополнительно введены значения отношений  $\xi''/\eta''$  и  $\lambda''/\eta''$ .

В данной программе производится расчет уработки нитей в ткани по известной высоте волны изгиба нити согласно геометрическому методу и по известной длине зарабатываемой нити согласно нелинейной теории изгиба упругих стержней. Рассчитывается разница в вычислениях при использовании разных методов. По известной длине зарабатываемой нити через рассчитанные уработку и высоту волны изгиба определяется соотношение  $\lambda''/\eta''$  и в таблице значений упругих параметров выбирается позиция с табличным значением, близким к расчетному. Рассматриваются две позиции, между которыми попадает расчетное значение соотношения, и выбирается

такая строка со значениями упругих параметров конкретного модулярного угла, значение соотношения в котором наиболее близко к расчетному, по нему и будут определяться упругие параметры  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\lambda$ .

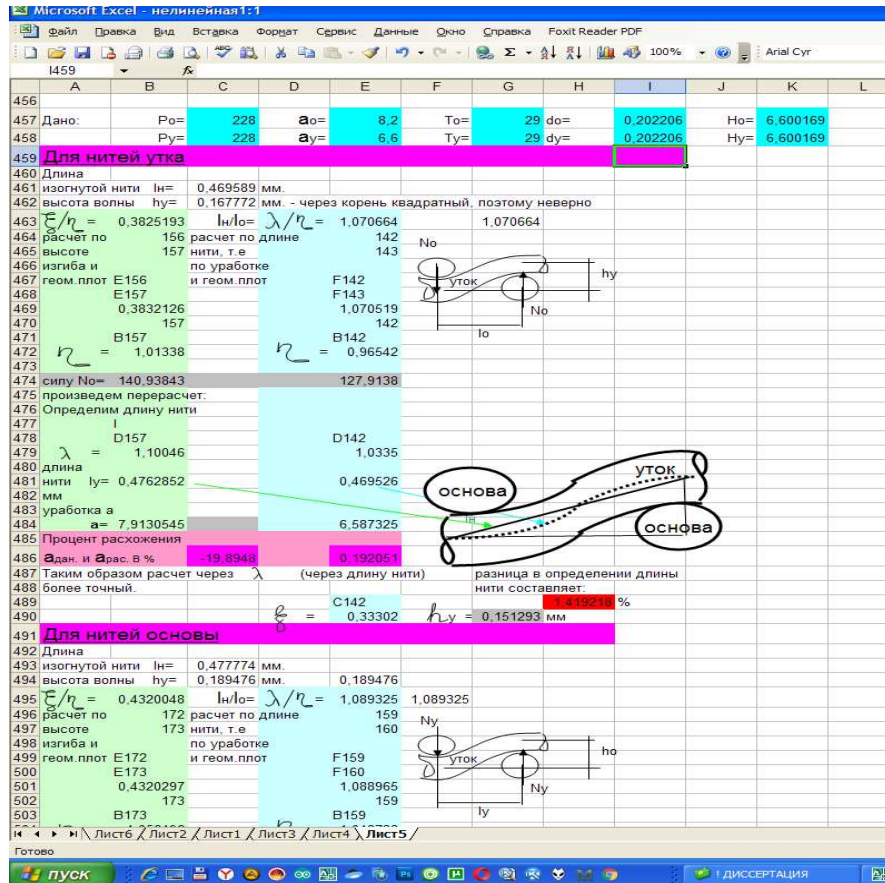


Рисунок 4.12 – Скриншот программы для определения уработок нитей согласно методу упругих параметров нелинейной теории изгиба упругих стержней

В соответствии с выражениями (4.65) – (4.67) определяется сила нормального давления в зоне контакта нитей. Силу нормального давления нити утка на нить основы и нити основы на нить утка в зоне контакта определяли следующим образом [306]:

$$N_o = \frac{4\eta_{ny}^2 \cdot N_y}{l_o^2} = \frac{4\eta_{ny}^2 \cdot N_y \cdot P_o^2}{10000}, \tag{4.76}$$

$$N_y = \frac{4\eta_{\text{но}}^2 \cdot H_o}{l_y^2} = \frac{4\eta_{\text{но}}^2 \cdot H_o \cdot P_y^2}{10000}. \quad (4.77)$$

Известны формулы для определения жесткости нитей основы и утка на изгиб:

$$H_o = 0.05 \cdot E \cdot d_o^4 \cdot k_o,$$

$$H_y = 0.05 \cdot E \cdot d_y^4 \cdot k_y,$$

где  $k_o$ ,  $k_y$  – коэффициенты однородности основной и уточной пряж соответственно;

$E$  – модуль упругости нитей, МПа.

Расчет уработки нитей основы выполнялся по известным значениям упругих параметров и силе нормального давления по формуле (4.63).

Проведем расчет погрешности определения уработки нитей для хлопчатобумажной ткани бязь арт.262 со следующими значениями параметров ткани:  $P_o = P_y = 228$  нит./дм,  $a_o = 8,2\%$ ,  $a_y = 6,6$ ,  $T_o = T_y = 29$  текс, примем коэффициент смятия нитей основы и утка в ткани  $\tau_o = \tau_y = 0,95$  и коэффициент волокнистого состава пряжи  $c_o = 1,25$  [282].

В результате проведенных теоретических исследований определено, что согласно геометрическому методу величина уработки основных нитей в ткань составила 9,9%, а согласно методу упругих параметров – 8,2%, при фактическом значении 8%. Это говорит о том, что относительная ошибка, возникающая между экспериментальными данными и теоретическими значениями уработок основных и уточных нитей в ткани, составляет в среднем 20%. Также выявлено, что относительная ошибка в определении длины зарабатываемой нити в ткань, появляющаяся в результате замены изогнутой осевой линии нити на прямую, составляет 1,8%, что, в конечном

счете, и дает большую величину ошибки при определении уработки нитей в ткани [307,308].

Таким образом, геометрический метод для определения уработки нитей может быть использован только для приблизительных расчетов, а также для сравнительного проектирования уработок нитей в фоне и в кромке, а также в продольных полосах ткани, в силу того, что ошибка получаемых результатов вычислений нивелируется. Кроме этого, геометрический метод не учитывает жесткостных характеристик нитей и условий выработки ткани на станке, что учитывается в методе упругих параметров. Однако при проектировании ткани по методу упругих параметров сила нормального давления должна быть известна или определена решением системы нелинейных уравнений, что затруднительно и требует дополнительных исследований.

## Выводы по четвертой главе

1. Предложено аналитическое неравенство для определения возможной величины разницы между уработками нитей основы в продольных полосах ткани, позволяющее прогнозировать стабильность процесса формирования ткани с использованием в продольных полосах разноурабатывающихся нитей основы.

2. Предложено аналитическое неравенство для определения возможной величины разницы между уработками основных нитей в фоне и в кромках ткани (закладной или усиленной по основе), позволяющее прогнозировать стабильность процесса формирования кромок ткани.

3. Предложены выражения для прогнозирования материалоемкости, уработок основных нитей в продольных полосах ткани через технологические параметры заправки ткани на ткацком станке, позволяющие теоретически определять значения уработок нитей основы в полосах на стадии проектирования ткани по заданным линейным плотностям нитей, по плотностям ткани обеих систем, переплетению, без промежуточных стадий определения порядка фазы строения ткани, высоты волны изгиба нитей и геометрической плотности ткани, что значительно упрощает процесс проектирования.

4. Предложены выражения для прогнозирования материалоемкости, уработок фоновых и кромочных нитей основы, а также утка через технологические параметры заправки ткани на ткацком станке, позволяющие теоретически определять значения уработок нитей основы на стадии проектирования ткани по заданным линейным плотностям нитей, по плотностям ткани обеих систем, переплетению, без промежуточных стадий определения порядка фазы строения ткани, высоты волны изгиба нитей и геометрической плотности ткани, что значительно упрощает процесс проектирования.

5. Предложены выражения для прогнозирования коэффициентов наполнения ткани волокнистым материалом по основе в фоне и кромке ткани (усиленной по основе или закладной), в продольных полосах ткани и по утку через технологические параметры заправки ткани на ткацком станке, учитывающие плотности ткани, линейные плотности нитей и переплетение, что в значительной степени упрощает расчет и уточняет величину коэффициента наполнения ткани волокнистым материалом на стадии ее проектирования.

6. Разработаны методики подбора переплетений в продольных полосах ткани, в закладной кромке или усиленной по основе, учитывающие возможные варианты переплетений полос, фона и кромки ткани, применение которых обеспечит условие проектирования технологичных тканей рациональных структур.

7. Разработаны программы в среде Microsoft Office Excel для автоматизированного подбора переплетений в закладной кромке или усиленной по основе, в продольных полосах ткани, определяющие технологичность проектируемой ткани, стабильность протекания процесса ткачества, применение которых значительно сокращает время на проектирование тканей.

8. Предложена методика сравнительного анализа значений уработок основных и уточных нитей, определяемых геометрическим методом и методом упругих параметров нелинейной теории изгиба упругих стержней, позволившая определить причину ошибки, возникающей между экспериментальными данными и теоретическими значениями уработок основных и уточных нитей в ткани (по причине представления осевой линии изгиба в месте пересечки в виде прямой и кривой с точками перегиба), позволившая по известным заправочным параметрам ткани определять силу нормального давления нитей в ткани и уточнять значения жесткости нитей на изгиб.

9. Аналитически определено, что относительная ошибка при расчете длины зарабатываемой нити в ткань, появляющаяся в результате замены изогнутой осевой линии нити на прямую, составляет в среднем 2%, что, в



конечном счете, дает большую величину ошибки при определении уработки нитей в ткани.

10. Определено, что относительная ошибка определения величины уработки нитей основы в ткань геометрическим методом в сравнении с экспериментальными значениями составляет в среднем 20%.

11. В среде Microsoft Office Excel создана программа для определения упругих параметров осевой линии изгиба нитей в ткани, сил нормального давления, уточнения жесткостных характеристик пряжи, позволяющая определять высоту волны изгиба нитей по основе и по утку, геометрические плотности ткани по основе и по утку.

## **Итоги выполненного исследования**

1. Разработаны структуры трехосных тканей с самоформирующимися неосыпаемыми кромками, в которых нити основы как переплетаются с нитями утка, так и взаимодействуют между собой по всей ширине полотна. Установлено, что в зоне контакта нитей сила нормального давления нитей основы друг на друга в 2,3 раза меньше, чем сила нормального давления нити основы на нить утка.

2. Предложены выражения для определения раппортов разработанных трехосных тканей и единые теоретические выражения для прогнозирования разрывных нагрузок по основе и по утку для разработанных триаксиальных тканей и для тканей ортогонального строения, учитывающие плотности ткани по основе и по утку, линейные плотности нитей и их физико-механические свойства.

3. Исследованы образцы трехосной ткани новой структуры и ткани ортогонального строения полотняного переплетения при условии одинакового материаловложения, для которых определено, что удлинение на разрыв по основе у образцов триаксиальной ткани больше, чем у образцов полотняного переплетения, в среднем на 11%, а разрывная нагрузка – в среднем на 2,6 %.

4. Предложены методики подбора переплетений в фоне и кромке ткани (закладной или усиленной по основе), в продольных полосах ткани, учитывающие возможные варианты переплетения полос, фона и кромки, применение которых обеспечит проектирование технологичных тканей рациональных структур. Кроме того, в среде Microsoft Office Excel разработаны программы для автоматизированного подбора переплетений в продольных полосах ткани и кромке (закладной или усиленной по основе).

5. Предложены аналитические неравенства для определения возможной величины разницы между уработками нитей основы в продольных полосах

ткани и между уработками основных нитей в фоне и кромке ткани, выполнение которых обеспечивает стабильность протекания процесса формирования ткани.

6. Предложены выражения для прогнозирования материалоемкости, уработок нитей и коэффициентов наполнения ткани волокнистым материалом по основе в продольных полосах ткани, в фоне и кромке ткани и по утку, позволяющие теоретически определять значения уработок нитей на стадии проектирования ткани по заданным плотностям ткани обеих систем нитей, линейным плотностям нитей и переплетению.

7. Установлено, что ни станок СТБ-180, ни станки OMNIplus-280 и OMNIplus-380 фирмы Picanol не являются идеальными с точки зрения равномерности физико-механических свойств вырабатываемого тканого полотна как по ширине, так и по его длине, что подтвердило необходимость разработки структур однослойных тканей, которые по своему строению обеспечивают равенство физико-механических свойств тканого полотна во всех направлениях.

8. Предложена методика сравнительного анализа значений уработок основных и уточных нитей, определяемых геометрическим методом и методом упругих параметров нелинейной теории изгиба упругих стержней, позволившая установить причину ошибки, возникающей между экспериментальными данными и теоретическими значениями уработок основных и уточных нитей в ткани, которая составляет в среднем 20 %. Кроме того, в среде Microsoft Office Excel создана программа для определения упругих параметров осевой линии изгиба нитей в ткани, сил нормального давления, уточнения жесткостных характеристик пряжи, позволяющая рассчитать основные параметры строения однослойной ткани.

### **Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы**

Проведенные исследования могут служить основой:

- для разработки техники и технологии изготовления предложенных

структур изотропных триаксиальных тканей на ткацком станке, которые позволят формировать не ортогональные ткани с самоформирующимися кромками с заданными свойствами с учетом количества перемещений нитей основы вдоль нитей утка;

- промышленного освоения разработанной структуры изотропной триаксиальной ткани, что позволит осуществить импортозамещение тканей не ортогонального строения и оборудования для их производства для обеспечения наполнения российского рынка отечественными тканями специального назначения;

- развития нелинейной теории изгиба применительно к тканям не ортогонального строения и более широкой области использования (не только главного класса), что позволит прогнозировать строение и физико-механические свойства однослойных тканей с учетом жесткостных характеристик используемых нитей.

В реализации указанных рекомендаций заключаются перспективы дальнейшей разработки данной темы.

## Список литературы

1. Бурденко, Е.В. Влияние промышленной политики и районирования на развитие легкой промышленности в России / Е.В. Бурденко. – М.: Издательство «Перо», 2015. – 183 с.
2. Новиков, Н.Г. О строении ткани и проектировании ее с помощью Изометрического метода / Н.Г. Новиков // Текстильная промышленность. – 1946–№2. – С. 23-27.
3. Селиванов, Г.И. Строение однослойных тканей / Г.И. Селиванов // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1962. – №4. – С. 63-68.
4. Селиванов, Г.И. Строение элементов ткани / Г.И. Селиванов // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1963.-№3.-С. 45-52.
5. Ильин, И.В. О геометрической структуре однослойной ткани / И.В. Ильин // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1960. – №5. – С. 61-65.
6. Склянников, В.П. Строение и качество тканей / В.П. Склянников. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 176 с.
7. Склянников, В.П. Оптимизация строения и механических свойств тканей из химического волокна / В.П. Склянников. – М.: Легкая индустрия, 1974. – 168с.
8. Склянников, В.П. Определение порядка фазы строения тканей полотняного переплетения экспериментальными методами / В.П. Склянников // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1966. – №6. – С. 23-27.
9. Склянников, В.П. Методы экспериментального определения порядка фазы строения тканей полотняного переплетения / В.П. Склянников // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1967. – №1. – С. 20-24.
10. Романов, А.В. Определение высоты волны по весу нитей, заработанных в ткань // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1971. – №2. – С. 63-68.

11. Алексеев, К.Г. О новых методах расчета уработок в тканях основных простых ткацких переплетений / К.Г. Алексеев // Текстильная промышленность. -1973. – №4. – С. 47-49.
12. Алексеев, К.Г. Основы расчета параметров строения и формирования тканей / Алексеев К.Г. - М.: Легкая индустрия, 1973. – 166 с.
13. Степанов, Г.В. Математическая модель строения ткани // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1991. – №5. – С. 42-46.
14. Керимов, С.Г. К вопросу теории фазового строения тканых изделий / С.Г. Керимов, Е.Д. Ефремов // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1978. – №6. – С. 49-54.
15. Степанов, Г.В. Взаимосвязь между коэффициентом фазы строения ткани и натяжением нитей / Г.В. Степанов, С.Г. Степанов // Разработка и совершенствование технологии и оборудования ткацкого производства: межвузовский сборник научных трудов. – Иваново: ИХТИ. – 1988. – С. 92-98.
16. Чугин, В.В. Энергетический анализ структуры однослойной ткани / В.В. Чугин // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1990. – №3. – С. 50-53.
17. Власов, П.В. Влияние заправочного натяжения основы на порядок фазы строения ткани / П.В. Власов // Текстильная промышленность. – 1992. – №10. – С. 24-25.
18. Мельяченко, Ж.В. Взаимосвязь технологических параметров ткачества и параметров строения вырабатываемых тканей / Ж.В. Мельяченко, С.Д. Николаев // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1991. – №1. – С. 47-50.
19. Ефремов, Д.Е. Параметры строения ткани при реальном поперечном сечении нити / Д.Е. Ефремов, Билал Махмуд // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1989. – №2. – С. 48-49.
20. Ефремов, Д.Е. Геометрические характеристики строения ткани при «стадионной» форме поперечного сечения нитей / Д.Е. Ефремов, Е.Д. Ефремов // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1989. – №4. – С. 51-54.
21. Ефремов, Д.Е. Использование параболы в геометрии элемента ткани / Д.Е. Ефремов, Т. Амаржаргален // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. –

1989. – №5. – С. 47-49.

22. Карева, Т.Ю. Исследование влияния вида поперечного сечения и величины смятия нитей на порядок фазы строения ткани / Т.Ю. Карева, Э.М. Гриднева, Л.В. Кожевникова // Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера (Поиск-2015): сб. материалов межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов с междунар. участием.– Иваново: ИВГПУ, 2015. – Ч. 1. – С. 41-42.

23. Пятницкий, В.Д. Прибор для исследования строения ткани оптическим методом / В.Д. Пятницкий, Ю.П. Шкунников // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1977. – №2. – С. 18-22.

24. Пятницкий, В.Д. Комплексное исследование геометрических параметров строения нитей и ткани / В.Д. Пятницкий, Ю.К. Шелепугин, Ю.П. Шкунников // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1982. – №2. – С. 16-18.

25. Шкунников, Ю.П. Анализ экспериментальных методов исследования строения ткани и разработка их классификации / Ю.П. Шкунников, Н.В. Васильчикова // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1980. – №1. – С. 6-10.

26. Хамраева, С.А. Усовершенствование экспериментальных методов определения фазы строения ткани / С.А. Хамраева, Э.А. Оников // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1991. – №5. – С. 22-25.

27. Радзивильчук, Л.И. Оптический метод исследования строения ткани / Л.И. Радзивильчук // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1989. – №6. – С. 27-30.

28. Пат. 2131605 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> G 01 N 33/36. Бесконтактный способ анализа структуры ткани./ Лусгартен Н.В., Сокова Г.Г., Сергеев А.С. – опубл. 1999, Бюл. №25.

29. Пат. 2164679 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> G 01 N 21/89. Способ контроля структурных геометрических параметров тканых материалов./ Шляхтенко П.Г., Труевцев Н.Н. – опубл. 2001, Бюл. №27.

30. Костин, С.Л. Разработка методов технического контроля структур-

ных параметров тканых полотен: дисс... канд. техн. наук. – Иваново: ИГТА, 2004.

31. Юхин, С.С. Прогнозирование и разработка технологии изготовления высокоплотных тканей на бесчелночных ткацких станках. Дис... докт. техн. наук. – Москва, 1996.

32. Васильченко, В.Н. Прибой уточной нити / В.Н. Васильченко – М.: Легпромбытиздат, 1993. – 192 с.

33. Юхин, С.С. Разработка оптимальных технологических параметров выработки полутораслойной хлопчатобумажной ткани на бесчелночных ткацких станках: дисс... канд. техн. наук. – Москва: МГТА, 1986.

34. Черникина, Л.А. Проектирование шерстяных костюмных тканей по основным параметрам их строения: дисс... канд. техн. наук. – Москва: МГТА, 1972.

35. Васильчикова, Н.В. Некоторые вопросы уработки нитей в ткачестве / Н.В. Васильчикова // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1967. – №4. – С. 82-88.

36. Васильчикова, Н.В. Расчет уработки нитей в ткани / Н.В. Васильчикова // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1967. – №5. – С. 86-92.

37. Чугин, В.В. Величина усилия распрямления нити при определении уработки нитей в ткани / В.В. Чугин // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1973. – №2. – С. 15-19.

38. Керимов, С.Г. Расчет уработки и усадки, нитей в тканых изделиях / С.Г. Керимов // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1978. – №5. – С. 75-80.

39. Лусгартен, Н.В. К вопросу определения допустимых отклонений уработки основной пряжи при автоматическом управлении процессом ткачества / Н.В. Лусгартен, В.А. Тягунов // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1978. – №6. – С. 54-57.

40. Юхин, С.С. Методика расчета уработки нитей по параметрам заправки ткани на станке / С.С. Юхин, Е.А. Юхина // Текстильная промышленность. – 1990. – №8. – С. 50-53.



41. Юхин, С.С. Расчет уработки нитей по заправочным параметрам ткани / С.С. Юхин, Е.А. Юхина // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1994. – №2. – С. 36-38.

42. Мартынова, А.А. Исследование уработки нитей в тканях ажурного переплетения / А.А. Мартынова, Н.М. Лопухова //Бесчелночное ткачество. Строение и проектирование ткани: Межвузовский сборник научных трудов. – М.: МГТА. – 1993. – С. 55-56.

43. Николаев, С.Д. Влияние плотности ткани по утку и линейной плотности нитей утка на уработку нитей при формировании ажурных тканей / С.Д. Николаев, Р.Ю. Ахмедов // Разработка, совершенствование и оптимизация технологического процесса ткачества: Межвузовский сборник научных трудов. – Иваново: ИвТИ. – 1993. – С. 9-12.

44. Мартынова, А.А. Строение и проектирование тканей / А.А. Мартынова, Г.Л. Слостина, Н.А. Власова. – М.: РИО МГТА, 1999. – 434 с.

45. Дамянов, Г.Б. Строение ткани и современные методы ее проектирования / Г.Б. Дамянов, Ц.З. Бачев, П.Ф. Сурнина – М., Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 240 с.

46. Синицын, В.А. Разработка теоретических основ проектирования узорчатых тканей с переменной плотностью, технологий и средств их изготовления. Дис... докт. техн. наук. – Иваново, 1998.

47. Панова, А.А. Разработка технологии изготовления тканей с переменной плотностью по утку на пневматических ткацких станках: дисс... канд. техн. наук. – Иваново: ИГТА, 2007.

48. Велиев, Ф.А. Разработка технологии тканей переменной плотности по утку заданного строения и ее технологическое обоснование. Дис... кандидата техн. наук. – М.: МГТУ, 1993.

49. Новикова, О.А. Разработка метода проектирования и определение оптимальных параметров изготовления тканей комбинированных переплетений: дисс... кандид. техн. наук. – М.: МГТА, 1997.

50. Воронин, С.Ю. Расчет нормативного значения уработки основы на

ткацком станке / С.Ю. Воронин, Р.В. Быкадоров, В.А. Семеновых // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1999. – №1. – С. 43-44.

51. Степанов, С.Г. и Кочетов А.А. Описание геометрии нити в ткани с помощью рядов Фурье / С.Г. Степанов, А.А. Кочетов // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1999. – №2. – С. 63-68.

52. Степанов, С.Г. Уработка нитей в сатинах / С.Г. Степанов, А.Х. Салихова, Г.В. Степанов // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2000. – №5. – С. 48-50.

53. Юхина, Е.А. Современные методы расчета уработки нитей в ткани / Е.А. Юхина, О.С. Юхина // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2004. – №1. – С. 71-73.

54. Маховер, В.Л. Уточнение методики расчета уработки нитей в однослойной ткани / В.Л. Маховер, О.П. Ленец, Г.И. Толубеева // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2005. – №5 – С. 32-36.

55. Карева, Т.Ю. Разработка способа, технологии изготовления тканей новых структур и исследование их строения. Дис... докт. техн. наук. – М.: МГТУ, 2005.

56. Ленец, О.П. Расчет уработки нитей в однослойной суровой ткани по ее поверхностной плотности и изменение уработки при формировании ткани / О.П. Ленец, В.Л. Маховер, Д.Е. Ефремов // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2006. – №1. – С. 66-69.

57. Robincon, A.T. C and Mares R/ - Woven cloth Structure Manchester Textile Institute, 1973.

58. Pierce, F.T. Geometry of cloth structure " The journal; of the textile Institute", 1937, t. 28.

59. Kemp, A Ah extension of Pierces cloth geometry to the treatment of non-circular threads " The journal of the Textile Institute" 55/1967, t. 66.

60. Alpar Bela A Szovettervesesi Elmeletek Feslodesewek Attekintese, "Maguar Textil Technika". 6/1966.

61. Дамянов, Г.Б. Строение ткани и современные методы ее проектиро-

вания / Г.Б. Дамянов, Ц.З. Бачев, П.Ф. Сурнина. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 240с.

62. Розанов, Ф.М. Строеение и проектирование ткани /Розанов Ф.М. и др. - М.: Гизлегпром, 1953. – 471 с.

63. Чемеджиев, М. Проектирование строения сплитки и анализ на ткани / М. Чемеджиев. – София: Техника, 1963. – 102 с.

64. Breiley, S. Cloth setting reconsidered "The Textile Manufacturer" 78/1952.

65. Olofsson, B.A, A generale model of afabries a geometrie - Mechanical Structure. Journal of the Textile Institute -1964, N11.

66. De Jong S, Postle R. An general energy analysis of fabric Machanics using optimal theory. Textile Resloreh Journal, 1978.

67. De Jong S, Postle R. An general energy analysis of Wovenfabries mehanies by means of optimal theory Port 1: Tenste Properties. Journal of the Textile Institute, 1997.

68. Сурнина, Н.Ф. Проектирование ткани по заданным параметрам / Н.Ф. Сурнина. – М: Легкая индустрия, 1973. – 142 с.

69. Алексеев, К.Г. Исследование процесса формирования хлопчатобумажной ткани полотняного переплетения: дисс... докт. техн. наук. – Москва: МГТА, 1954.

70. Оников, Э.А. Непрерывный процесс трансформирования, условия эффективности, параметры и опытная реализация: дисс... докт. техн. наук. – М.: ЦНИИХБИ, 1981.

71. Миляшус, В.М. Исследование релаксационных свойств тканей: дисс... докт. техн. наук. – Каунас, 1974.

72. Николаев, С.Д. Прогнозирование технологических параметров изготовления тканей заданного строения и разработка методов их расчета: дисс... докт. техн. наук. – М.:МТИ, 1989.

73. Уразов, Н.Х. Проблемы оценки строения и износостойкости хлопчатобумажных тканей: дисс... докт. техн. наук. – Л., 1980.

74. Мартынова, А.А. Факторы, влияющие на строение ткани / Мартынова А.А. и др. – М.: МТИ, 1976. – 40 с.
75. Ничипорчик, Л.Д. Изменение строения ткани в зависимости от величины отношения натяжения основы и утка: дисс...канд. техн. наук. – М.:МГТА, 1966.
76. Кутепов, О.С. Методика проектирования тканей по заданному весу квадратного метра / О.С. Кутепов // Текстильная промышленность. – 1950. – №2. – С. 18-20.
77. Кузнецов, А.М. О проектировании тканей// Текстильная промышленность. – 1951.-№7.- С. 21-24.
78. Уразов, Н.Х. К методике проектирования ткани / Н.Х. Уразов // Текстильная промышленность. – 1968. – №7. – С. 22-25.
79. Корсакова, В.Б. К вопросу проектирования пальтовых тканей драповой группы с учетом их эксплуатационных свойств: дисс... канд. техн., наук. – Москва: МГТА, 1969.
80. Мартынова, А.А, К вопросу проектирования технических тканей из химических волокон по прочности на раздирание: дисс... канд. техн. наук. – М.: МГТА, 1964.
81. Скорикова, А.И. Проектирование полушерстяных плательных тканей оптимального строения: дисс... канд. техн. наук. – М.: МТИ, 1981.
82. Кузьмин, В.В. Разработка метода проектирования петельных тканей по заданным параметрам: дисс... канд. техн. наук. – М.: МГТА, 2000.
83. Меркулов, А.В. Разработка метода проектирования и оптимальных параметров изготовления ворсовых тканей: дисс... канд. техн. наук. – М.: МГТА, 1997.
84. Юхина, Е.А. Определение оптимальных параметров строения и условий изготовления хлопколавсановых тканей: дисс... канд. техн. наук. – М.: МГТА, 1984.
85. Левакова, Н.М. Определение оптимальных параметров строения и условий изготовления ситовых тканей: дисс... канд. техн. наук. – М.: МТИ, 1989.

86. Трусюк, С.Ю. Разработка метода проектирования жаккардовой ткани по заданному ткацкому рисунку: дисс... канд. техн. наук. – Москва, 2001.

87. Линяева, Г.И. Расчет параметров строения и условий изготовления ажурных тканей: дисс... канд. техн. наук. – М.: МГТА, 2002.

88. Коробцева, А.В. Проектирование хлопчатобумажных тканей по раздирающей нагрузке и поверхностной плотности / А.В. Коробцева, А.А. Мартынова // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2006. – №6. – С. 55-59.

89. Карева, Т.Ю. Ткань с переменной плотностью по утку – некоторые вопросы строения и особенности формирования / Т.Ю. Карева, Л.В. Кожевникова, А.А. Панова // Интеллектуальный потенциал – источник возрождения текстильной промышленности: сб. материалов междунар. науч.-техн. конф. – Шахты: ЮРГУЭС, 2010. – С. 56-59.

90. Литовченко, А.Г. Разработка метода проектирования оптимальных параметров изготовления ткани из комбинированных нитей. Дис... канд. техн. наук. – М.: МГТУ, 1995.

91. Землякова, И.В. Методика проектирования распределения фасонных эффектов по ткани при равношаговом распределении их на уточной нити / И.В. Землякова // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2006. – №4. – С. 44-47.

92. Беркович, Н.Ю. К вопросу об определении коэффициента наполнения / Н.Ю. Беркович // Текстильная промышленность. – 1961. – №11. – С. 24-29.

93. Воробьев, В.А. Метод построения и расчета суровых тканей / В.А. Воробьев // Текстильная промышленность. – 1962. – №3. – С. 59-62.

94. Розанов, Ф.М. Исследование строения чистошерстяных костюмных тканей / Ф.М. Розанов, Л.А. Черникина // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1972. – №2. – С. 54-57.

95. Склянников, В.П. Унификация метода расчета коэффициента наполнения однослойных тканей / В.П. Склянников // Текстильная промышленность. – 1987. – №2. – С. 47-49.

96. Склянников, В.П. Система комплексных параметров строения ткани / В.П. Склянников, А.В. Кондратьев // Текстильная промышленность. – 1988.

– №4. – С. 38-39.

97. Толубеева, Г.И. Развитие методологии проектирования однослойных тканых полотен с визуальными объемными эффектами: дисс... докт. техн. наук. – Иваново: ИВГПУ, 2013.

98. Тамасес Кастилью Р. Оценка напряженности выработки тканей / Тамасес Кастилью Р., Э.Ш. Алимбаев // Текстильная промышленность. – 1982. – №7. – С. 37-38.

99. Уразов, Н.Х. Коэффициент строения ткани / Н.Х. Уразов // Текстильная промышленность. – 1988. – №1. – С. 55-59.

100. Лусгартен, Н.В. Выбор и обоснование показателя напряженности Процесса ткачества / Н.В. Лусгартен // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1984. – №3. – С. 37-39.

101. Букаев, П.Т. Оптимизация процесса ткачества на бесчелночных станках / П.Т. Букаев. – М.: Легпромбытиздат, 1990. – 176 с.

102. Букаев, П.Т. Оценка технологичности ткани / П.Т. Букаев // Текстильная промышленность. – 1982. – №2. – С. 56-58.

103. Еремина, Н.С. Изучение закономерности волн изгиба основных и уточных нитей в тканях полотняного переплетения / Н.С. Еремина // Текстильная промышленность. – 1963. – №12. – С. 68-70.

104. Букаев, П.Т. Хлопкоткачество / П.Т. Букаев, Э.А. Оников и др. – М.: Легпромбытиздат, 1987. – 576 с.

105. Алексеев, К.Г. Об определении высот волн изгиба основы и утка в ткани / К.Г. Алексеев // Текстильная промышленность. – 1962. – № 10. – С. 36-39.

106. Алексеев, К.Г. Экспериментальная проверка расчета натяжения нитей основы и усилия в уточине по параметрам строения ткани / К.Г. Алексеев // Текстильная промышленность, – 1962. – № 11. – С. 60-63.

107. Колтунов, М.А. Прикладная механика деформируемого твердого тела / М.А. Колтунов и др. – М.: Высшая школа, 1983. – 187 с.

108. Колтунов, М.А. и др. Прочностные расчеты изделий из полимерных материалов / М.А. Колтунов и др. – М.: Машиностроение, 1983. – 202 с.

109. Мигушов, И.И. Механика текстильной нити в ткани / И.И. Мигушов. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 160 с.
110. Работнов, Ю.Н. Введение в механику разрушения / Ю.Н. Работнов. – М.: Наука, 1983. – 296 с.
111. Черепанов, Т.П. Механика разрушения композиционных материалов / Т.П. Черепанов. – М.: Наука, 1983. – 176 с.
112. Щербаков, В.П. Определение механических характеристик и расчет нитей по теории вязкоупругости / В.П. Щербаков и др. – М.: МТИ, 1980. – 97 с.
113. Щербаков, В.П. Научные основы переработки нитей в трикотажном производстве: дисс... докт. техн. наук. – М.: МТИ, 1984.
114. Щербаков, В.П. Теоретические основы определения жесткости нити при изгибе. / В.П. Щербаков // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1987. – №4. – С. 22-26.
115. Ерохин, Ю.Ф. Определение характеристик жесткости нитей в ткани с помощью маятникового прибора/ Ю.Ф. Ерохин, И.И. Мигушов // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1973. – №5. – С. 64-66.
116. Николаев, С.Д. Исследование процесса формирования хлопчатобумажных тканей с продольными полосами различного переплетения на бесчелночных ткацких станках СТБ: дисс... канд. техн. наук. – М.: МТИ, 1977.
117. Ахмедов, Р.Ю. Разработка технологических параметров изготовления тканей с малой раздвигаемостью нитей: дисс... канд. техн. наук. – М.: МТИ, 1991.
118. Денисенко, Т.Н. Разработка методов оценки напряженности заправок ткацких станков: дисс... канд. техн. наук. – М.: МТИ, 1993.
119. Широ́ва, Е.А. Исследование и разработка автоматизированного метода расчета натяжения основных и уточных нитей на ткацких станках: дисс... канд. техн. наук. – М.: МТИ, 1999.
120. Раченкова, О.М. Разработка метода расчета рациональных параметров строения тканей различного переплетения с учетом технологии их изготовления: дисс... канд. техн. наук. – М.: МТИ, 2000.

121. Власов, П.В. Исследование возможности применения радиоактивного излучения при нормализации процесса ткачества: дисс... докт. техн. наук. – М.: МТИ, 1964.

122. Баталко, Т.П. Разработка оптимальных технологических параметров выработки хлопчатобумажных тканей из пряжи малой линейной плотности на станке АТПР: дисс... канд. техн. наук. – М.: МТИ, 1987.

123. Иванов, П.А. Разработка оптимальных технологических параметров изготовления тканей комбинированных переплетений на ткацком станке АТПР: дисс... канд. техн. наук. – М.: МТИ, 1986.

124. Кулейкина, Т.В. Исследование процесса разрушения пряжи при многократном растяжении и износе от истирания: дисс... канд. техн. наук. – М.: МТИ, 1976.

125. Штайнц, С. Разработка технической ткани «бумажное сито» и технологии ее изготовления: дисс... канд. техн. наук. – М.: МТИ, 1984.

126. Аленова, А.П. Оптимизация условий выработки хлопчатобумажных тканей на бесчелночных ткацких станках и сравнительная оценка их строения: дисс... канд. техн. наук. – М.: МГТА, 1982.

127. Светлицкий, В.А. Механика гибких стержней и нити / В.А. Светлицкий. – М.: Машиностроение, 1979. – 222 с.

128. Ломов, С.В. Математическое моделирование строения трехмерных тканей. / С.В. Ломов, А.В. Гусаков // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1999 – №1. – С. 37-39.

129. Ломов, С.В. Математическое моделирование строения трехмерных тканей / С.В. Ломов, А.В. Гусаков // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1999. – №3. – С. 12-16.

130. Ломов, С.В. Математическое моделирование строения трехмерных тканей / С.В. Ломов, А.В. Гусаков // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1999. – №4. – С. 57-61.

131. Васильева, Е.Г. Совершенствование процесса изготовления тканей комбинированного переплетения на пневморاپирных ткацких станках:



дисс... канд. техн. наук. – Иваново: ИГТА, 1999.

132. Степанов, С.Г. Натяжение нити в ткани / С.Г. Степанов, А.Х. Салихова, Г.В. Степанов // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2001. – №6. – С. 34-36.

133. Степанов, С.Г. Равновесие нити в ткани саржевого переплетения / С.Г. Степанов, А.Б. Евглевская, Г.В. Степанов // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2000. – №1. – С. 65-69.

134. Степанов, С.Г. Равновесие нити в ткани / С.Г. Степанов, А.Х. Салихова, Г.В. Степанов // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2000 – №4. – С. 41-44.

135. Карева, Т.Ю. Определение величины изгиба нитей основы в тканях новых структур на основе линейной теории изгиба / Т.Ю. Карева // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2002. – №3. – С. 35-38с.

136. Ковалева, О.В. Разработка метода расчета технологических параметров процесса приборья утка к опушке ткани: дисс... канд. техн. наук. – М.: МГТУ, 2003.

137. Степанов, С.Г. Развитие технологии формирования и строения ткани на основе нелинейной механики гибких нитей: дисс. докт. техн. наук. – Иваново: ИГТА, 2007.

138. Степанов, С.Г. Влияние силы приборья, дозировки уточной нити на параметры формирования ткани и изменение этих параметров в течение времени приборья / С.Г. Степанов, И.И. Волков // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2008. – №1. – С. 55-59.

139. Степанов, С.Г. О влиянии жесткостных характеристик нитей при изгибе и растяжении на параметры формирования ткани / С.Г. Степанов, И.И. Волков // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2007. – №5. – С. 18-22.

140. Степанов, С.Г. Динамика изменения натяжения / С.Г. Степанов, Н.А. Мамлин, Г.В. Степанов // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2004. – №4. – С. 47-49.

141. Степанов, С.Г. О решении упрощенной математической модели

равновесия уточных нитей в зоне формирования однослойной ткани полотняного переплетения / С.Г. Степанов, И.И. Волков // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2006. – №6. – С. 34-39.

142. Степанов, С.Г. Математическая модель взаимодействия основных и уточных нитей в зоне формирования однослойной ткани полотняного переплетения / С.Г. Степанов // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2006. – №4. – С. 23-28.

143. Степанов, С.Г. Упрощенная математическая модель взаимодействия основных и уточных нитей в зоне формирования однослойной ткани полотняного переплетения / С.Г. Степанов, И.И. Волков // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2007. – №1. – С. 78-83.

144. Степанов, С.Г. Математическая модель равновесия уточных нитей в зоне формирования однослойной ткани полотняного переплетения / С.Г. Степанов // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2006. – №2. – С. 41-46.

145. Степанов, С.Г. Математическая модель равновесия прибываемой уточной нити / С.Г. Степанов // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2006. – №3. – С. 39-42.

146. Степанов, С.Г. Математическая модель равновесия основной нити в зоне формирования однослойной ткани полотняного переплетения / С.Г. Степанов // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2006. – №1. – С. 71-74.

147. Фурычева, М.С. Разработка метода прогнозирования ряда технологических параметров процесса формирования ткани на основе нелинейной наследственной вязкоупругости: дисс...канд. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 1997.

148. Ямщиков, С.В. Развитие теории формирования ткани и методов прогнозирования технологических параметров процесса ткачества: дисс... докт. техн. наук. – Кострома: КГТУ, 1997.

149. Васильева, Е.Г. Влияние натяжения нитей на параметры строения ткани / Е.Г. Васильева, Ю.Ф. Ерохин, Н.М. Сокерин, В.А. Сеницын // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1998. – №3. – С. 81-86.

150. Кузнецова, С.М. Линейная деформация основных нитей в процессе зевобразования при изготовлении узорчатой ткани / С.М. Кузнецова, А.В. Рогозин, М.В. Ветров, А.В. Сеницын // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2001. – №5. – С. 38-43.

151. Углов, А.В. Оптимизация изготовления хлопчатобумажных тканей на пневморепирном ткацком станке из пряжи большой линейной плотности / А.В. Углов // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1998. – №2. – С. 34-39.

152. Николаев, А.С. Прогнозирование условий изготовления хлопчатобумажных тканей из пряжи малой линейной плотности на ткацком станке СТБ / А.С. Николаев, Э.А. Оников // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1999. – №6. – С. 48-51.

153. Лисаковкий, А.Н. Влияние плотности по утку и вида переплетения на процесс формирования базальтовой ткани / А.Н. Лисаковкий, В.Н. Васильченко, Ц.В. Апокин // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2002. №6. – С. 64-67.

154. Маховер, В.Л. Вероятностная оценка уработки основы на ткацком станке по результатам измерений / В.Л. Маховер, Р.В. Быкадоров // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 1998. – №1. – С. 41-45.

155. Конов, А.Н. Оптимизация процесса изготовления ткани с эффектом переменной плотности / А.Н. Конов, В.В. Красносельцева, В.А. Сеницын // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2002. – №3. – С. 22-25.

156. Степанова, Г.С. Взаимосвязь между свойствами и строением на основе бинарной причинно-следственной теории информации / Г.С. Степанова // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2006. – №3. – С. 36-39.

157. Николаев, С.Д. Использование бинарной причинно-следственной теории информации для исследования технологических процессов в ткачестве / С.Д. Николаев // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2000. – №2. – С. 26-30.

158. Николаев, С.Д. Анализ причинно-следственных связей между технологическими параметрами ткачества на основе бинарной причинно-следственной теории информации / С.Д. Николаев, С.С. Юхин, Н.А. Авилоч-

кина // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2000. – №4. – С. 66-71.

159. Николаев, С.Д. Использование бинарной причинно-следственной теории информации для определения наиболее опасного периода тканеобразования / С.Д. Николаев // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2000. – №2. – С. 13-19.

160. Николаев, С.Д. Установление причинно-следственных связей между свойствами нитей и их обрывностью на ткацком станке на основе бинарной причинно-следственной теории информации / С.Д. Николаев, С.С. Юхин, Н.А. Авилочкина // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2000. – №4. – С. 16-20.

161. Николаев, С.Д. Анализ причинно-следственных связей при изготовлении мебельно-декоративной ткани на основе бинарной причинно-следственной теории информации / С.Д. Николаев, Ж.В. Мельченко // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2001. – №3. – С. 52-55.

162. Назарова, М.В. Метод получения математической модели натяжения основы на ткацком станке при использовании интерполяционного полинома Стирлинга / М.В. Назарова // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2007. – №5. – С. 43-46.

163. Назарова, М.В. Метод получения математической модели натяжения основы на ткацком станке при использовании интерполяционного полинома Ньютона / М.В. Назарова // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2007. – №4. – С. 36-39.

164. Назарова, М.В. Метод получения математической модели натяжения основы на ткацком станке при использовании интерполяционного полинома Лагранжа / М.В. Назарова // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2007. – №5. – С. 47-49.

165. Назарова, М.В. Метод получения математической модели натяжения основы на ткацком станке при использовании интерполяционного полинома Бесселя / М.В. Назарова // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2007. – №1. – С. 51-55.

166. Ковалева, Н.А. Разработка методов прогнозирования прочностных

свойств тканей повышенной плотности из химических нитей и совершенствование их технологии их производства: дисс... канд. техн. наук. – Спб: СПГУТ и Д., 2001.

167. Суркова, В.М. Построение заправочного рисунка ремизной ткани с помощью электронных таблиц EXCEL / В.М. Суркова, В.Ф. Булгаков, А.В. Сурков // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2001. – №3. – С. 21-26.

168. Сокова, Г.Г. Способ определения параметров переплетения при бесконтактном анализе ткани / Г.Г. Сокова, А.А. Бейтина, С.И. Каргина // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2006. – №4. – С. 37-40.

169. Пат. 1508759 Великобритания, МПК<sup>7</sup> D 03 D 13/00. Трехмерная ткань с равномерной упругостью и пористостью, опубл. 1978. Бюл. №4.

170. Мамото Тагаси. Ткань с трехнаправленным расположением нитей / Мамото Тагаси, Синагава Кэндзи //Сэнчикай зеника. – 1972. – №349. – С. 41-42.

171. Фукута Кэндзи Производство трехмерных тканей / Фукута Кэндзи // Кека пурасутиккусу, ReinForc. Plast. – 1986. – №4– С. 160-165.

172. Заявка 61-296143 Япония, МПК<sup>7</sup> D 04 D 04/00. Устройство для изготовления трехмерных тканей, опубл. 1986. Бюл. №4.

173. Заявка 1260045 Япония, МПК<sup>7</sup> D 06 D 41/00. Устройство для изготовления трехмерного материала, опубл. 1989 . Бюл. №4.

174. Заявка 2293434 Япония, МПК<sup>7</sup> D 04 D 04/00. Способ производства триаксиальной ткани, опубл. 1990. Бюл. №6.

175. Заявка 2643916 Франция, МПК<sup>7</sup> D 03 D 13/00. Игла для прокладывания нити в трехосевом ткачестве, опубл. 1990. Бюл. №7.

176. Заявка 2682402 Франция, МПК<sup>7</sup> D 03 D 13/00. Способ изготовления трехмерной тканой ленты, опубл. 1994. Бюл. №7.

177. Заявка 1535442 ФРГ, МПК<sup>7</sup> D 03 D 13/00. Трехосная ткань, опубл. 1973. Бюл. №21.

178. Заявка 4031728 ФРГ, МПК<sup>7</sup> D 03 D 1/00. Способ изготовления трехмерной ткани, опубл. 1993. Бюл. №2.

179. Пат. 2645309 ФРГ, МПК<sup>7</sup> D 03 D 13/00. Ткацкий станок для получения трехосной ткани с устройством для перемещения галев (расположенных в виде рядов и предназначенных для направления основных нитей), опубл. 1977. Бюл. №16.

180. Пат. 3884429 США, МПК<sup>7</sup> D 03 D 41/00. Модельная структура станка трехосного ткачества / Wayne C. Trost, and Burns Darsie, both of Rockford, 111., assignors to Barber-Colman Company, Rockford, 111, опубл. 1975. Бюл. №2.

181. Пат. 4015637 США, МПК<sup>7</sup> D 03D 41/00. Машина для производства трехмерного материала./ Murray Halton, Bryn Mawr, Norris F. Dow, Radnor; Richard M. Dow. And Michael J. Hillebrand, both of Philadelphia, al of Pa., assignors to N.F.Doweave, Inc., Philadelphia, Pa., опубл. 1977, Бюл. №1

182. Пат. 4066104 США, МПК<sup>7</sup> D 03D 41/00. Машина для трехосного ткачества и ее составные части./ Murray Halton, Bryn Mawr, Norris F. Dow, Radnor; Richard M. Dow. And Michael J. Hillebrand, both of Philadelphia, al of Pa., assignors to N.F.Doweave, Inc., King of Prussia, Pa., опубл. 1978. Бюл. №1.

183. Пат. 4031922 США, МПК<sup>7</sup> D 03D 41/00. Вертикальный ткацкий станок для выработки трехразмерной ткани. / Wayne C. Trost, Burns Darsie, and Frank D. Trumpio, all of Rockford, 111., assignors to Barber-Colman Company, Rockford, опубл. 1977. Бюл. №4.

184. Пат. 3985159 США, МПК<sup>7</sup> D 03 D 41/00. Способ смещения галев и устройство для осуществления этого способа при ткачестве трехразмерных тканей, опубл. 1976. Бюл.№2.

185. Пат. 3999578 США, МПК<sup>7</sup> D 03 D 41/00. Ткацкая машина с ремизо-подъемным механизмом для получения трехмерных изделий и способ получения этих изделий, опубл. 1976. Бюл. №4.

186. Пат. 4031922 США, МПК<sup>7</sup> D 03 D 41/00. Вертикальный ткацкий станок для выработки трехразмерной ткани, опубл. 1977. Бюл. №4.

187. Пат. 4036262 США, МПК<sup>7</sup> D 03 D 41/00. Ткацкий станок для выра-

ботки трехосных тканей, имеющий направляющие для нитей основы, опубл. 1977. Бюл. №3.

188. Пат. 4046173 США, МПК<sup>7</sup> D 03 D 13/00. Ткацкий станок для трехосного ткачества с ремизоподъемным зевобразовательным механизмом, опубл. 1977. Бюл. №1.

189. Пат. 4105052 США, МПК<sup>7</sup> D 03 D 41/00. Модульная структура станка трехосного ткачества, публ. 1978. Бюл. №2.

190. Пат. 4140156 США, МПК<sup>7</sup> D 03 D 41/00. Размещение уточной нити на выходе из зева бесчелночного ткацкого станка, опубл. 1979. Бюл. №3.

191. Пат. 4228827 США, МПК<sup>7</sup> D 03 D 13/00. Ремизка ткацкого станка для изготовления объемных тканей, опубл. 1980. Бюл. №3.

192. Пат. 4512373 США, МПК<sup>7</sup> D 03 D 41/00. Питающее и направляющее приспособление для машины, вырабатывающей трехмерную ткань, опубл. 1985. Бюл. №4.

193. Пат. 40362662 США, МПК<sup>7</sup> D 03 B 41/00. Ткацкий станок для выработки трехосных тканей, имеющих направляющие для нитей основы, опубл. 1977. Бюл. №3.

194. Пат. 3965939 США, МПК<sup>7</sup> D 03 D 13/00. Ремизная рама с направляющими, используемая на ткацком станке для выработки трехразмерных тканей, опубл. 1976. Бюл. №5.

195. Пат. 3985160 США, МПК<sup>7</sup> D 03 D 41/00. Галево ремизки для выработки трехразмерной ткани. Опубл. 1976. Бюл. №2.

196. Пат. 19960104813 Польша, МПК<sup>7</sup> D 03 D 41/00, Машина для триаксиального ткачества. Опубл. 2000. Бюл. №2.

197. Пат. 1996000303824, Япония МПК<sup>7</sup> D 03 D 41/00, Машина для триаксиального ткачества, опубл. 2004. Бюл. №12.

198. Заявка, 2014/059241 Италия, МПК<sup>7</sup> D 03 D 13/00, Ткацкий станок для производства трехосных тканей со статическим устройством зевобразования, опубл. 2014. Бюл. №7.

199. Пат. 3033867 Япония, МПК<sup>7</sup> D 03 D 37/00, Устройство для управле-

ния натяжением основных нитей на ткацком станке. Оpubл. 2000.

200. Неелов В.И. Триаксиальное ткачество - прогрессивный способ формирования тканей. - М.:ЦНИИТЭИ Легпром, 1989- 28 с.

201. Пат. 4438173 США, МПК<sup>7</sup> D 04 C 1/00. Изготовление трехмерной ткани. Реферативный журнал: Легкая промышленность (технология и оборудование), опубл. 1984. Бюл. №3.

202. Пат. 623863 Швейцария, МПК<sup>7</sup> D 03 D 13/00. Триаксиальная ткань, обладающая равномерной эластичностью и пористостью опубл. 198. Бюл. №4.

203. Dow, N.F., Tranfield G. Preliminary investigation of Feasibility of weaving triaxial fabrics// Textile Research Journal. – 1970. – №11. – С. 986-998.

204. Skelton, J. Triaxial Woven Fabrics: Their structure and properties / J. Skelton // Textile Research Journal. – 1971. – №8. – С. 637-647.

205. Alexandroff, E. Development and Testing of New Aerostat Material: Proceedings, 8-th AFCRL / E. Alexandroff, E. Desing // Scientific Ballon Symposium. Special reports – №182. – С. 102-109.

206. Scardino, F. Triaxial Woven fabrics. Part 1: Behavior under Tensile, Shear and Burst Deformation / F. Scardino // Textile Research Journal. – 1981. – №2. – С. 80-89.

207. Schwartz, P. Complex Triaxial Fabrics- Cover, Flexural Rigidity, and Tear Strength / P. Schwartz // Textile Research Journal. – 1984. – №9. – С. 581-584.

208. Schwartz, P. Bending Properties of Triaxially Woven Fabrics / / P. Schwartz // Textile Research Journal. – 1982 – №9 – С. 604-606.

209. Schwarts, P. An analysis of the Mechanical Behavior of Triaxial Fabrics and the Eguivalency of Conventional Fabrics/ P. Schwarts, R. Fornes, M. Mohamed // Textile Research Journal – 1982 – №6 – С. 328-394.

210. Chapmas, S. Ткачество триаксиальных тканей / S. Chapmas // Asia of Triaxial. – 1982. – №1- С. 40.

211. Chapmas, S. Исследование способа ткачества и анализ прочности трехмерных тканей, используемых при изготовлении композитов / S. Chapmas //Mitsubishi Heavy Ind. Techn. Rev. – 1994. – №2. – С. 87-91.



212. Пат. 3874422 США, МПК<sup>7</sup> D 03 D 41/00. Способ смещения галев и устройство для осуществления этого способа при ткачестве трехразмерной ткани, опубл. 1975. Бюл. №2.

213. Плюханова, Т.Ю. Разработка и проектирование ткани новой структуры: дисс ... канд. техн. наук. – Иваново: ИГТА, 2000.

214. Заявка 2291302 Франция, МПК<sup>7</sup> D 03 D 35/00, 47/00. Способ изготовления изделий имеющих специальное переплетение и устройство осуществления способа, опубл. 1976. Бюл. № 29.

215. Заявка 025341 Япония, МПК<sup>7</sup> D 03 C 07/06. Упрощенный способ получения ажурного переплетения, опубл. 1988. Бюл. № 26.

216. А. с. 1493699 СССР, МПК<sup>3</sup> D 03 C 07/06. Устройство для выработки ажурной ткани к ткацкому станку, опубл. 1989. Бюл. № 26.

217. А. с. 1261983 СССР, МПК<sup>3</sup> D 03 C 07/00. Устройство для выработки тканей перевивочного переплетения к ткацкому станку, опубл. 1986. Бюл. № 37.

218. Пат. 4589450 США, МПК<sup>7</sup> D 03 D 47/40. Устройство ткацкого станка для выполнения перевивочного переплетения, опубл. 1985. Бюл. № 3.

219. А. с. 247647 ЧССР, МПК<sup>3</sup> D 03 C 07/00. Дополнительное устройство для изготовления тканей перевивочного переплетения на быстроходных бесчелночных ткацких станках, опубл. 1987. Бюл. № 1.

220. Заявка 851113 ФРГ, МПК<sup>7</sup> D 03 D 7/06. Устройство для образования полного перевивочного переплетения на ткацком станке. Опубл. 1986.

221. Пат. 0214322 СССР, МПК<sup>7</sup> D 03 D 7/06. Ремиз для нитей первивочной основы для ткацких станков, опубл. 1987. Бюл. № 17.

222. Ахмедов, Р.Ю. Заправочный расчет и особенности выработки ажурной ткани на ткацком станке / Р.Ю. Ахмедов // Межвузовский сборник научных трудов. М.:МТИ, 1991. – С.67-71.

223. Ахмедов, Р.Ю. Разработка технологических параметров изготовле-

ния тканей с малой раздвигаемостью нитей: дисс... канд. техн. наук. – М.: МТИ, 1991.

224. Пат. 1261983 СССР, МПК<sup>7</sup> D 03 C 7/00. Устройство для выработки тканей перевивочного переплетения к ткацкому станку, опубл.1986. Бюл. № 4.

225. Пат. 14677250 СССР, МПК<sup>7</sup> D 03 C 7/00. Устройство для изготовления ткани перевивочного переплетения на ткацком станке, опубл.1989. Бюл. № 1.

226. Пат. 1726586 СССР, МПК<sup>7</sup> D 03 C 7/00. Зевообразовательный механизм бесчелночного ткацкого станка для выработки ажурных тканей, опубл.1987. Бюл. № 5.

227. Пат. 674031 ЕР, МПК<sup>7</sup> D 03 C 7/08. Устройство для образования перевивочного переплетения на ткацком станке, опубл.1998. Бюл. № 21.

228. Пат. 925395 ЕР, МПК<sup>7</sup> D 03 D 19/00. Устройство для управления основными нитями в процессе формирования тканей перевивочного переплетения, опубл.1999. Бюл. № 20.

229. Пат. 3908711 США, МПК<sup>7</sup> D 03 D 19/00. Эластичная лента для полов и ее изготовление, опубл.1975. Бюл. №5.

230. Пат. 5217048 США, МПК<sup>7</sup> D 03 D 19/00. Многослойный тканый материал перевивочного переплетения, опубл.1993. Бюл. № 5.

231. Пат. 516450 США, МПК<sup>7</sup> D 03 D 3/00. Материал для гардин, штор и подобных изделий, опубл.1993. Бюл. № 11.

232. Пат. 2147051 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> D 03 D 23/00. Клееные композитные сетчатые строительные текстильные материалы, опубл.1996. Бюл. № 4.

233. Пат. 2116978 Франция, МПК<sup>7</sup> D 03 D 13/00. Способ ткачества и заправка нитей основы на станке, опубл. 1972. Бюл. №34.

234. Пат. 5037314 Япония, МПК<sup>7</sup> D 03 C 7/06. Устройство для формиро-

вания перевивочного переплетения на ткацком станке, опубл.1975. Бюл. № 2.

235. Заявка 2171009 Франция, МПК<sup>3</sup> D 03 D 19/00. Способ ткачества и заправка на станок, опубл.1973. Бюл. № 4.

236. Пат. 4123925 ФРГ, МПК<sup>7</sup> D 03 C 7/00. Способ получения узорчатой ткани на ткацком станке, опубл.1993. Бюл. № 17.

237. Пат. 2685926 Франция, МПК<sup>7</sup> D 03 D 1/06. Способ получения гофрированных тканых лент, опубл.1993. Бюл. № 17.

238. Schellenberg, E. Изготовление тканей перевивочного переплетения / E. Schellenberg // Herstellung von Drehergeweben «Melliand Textilber». – 1972.- №3.- С. 271-273.

239. Заявка 50-7177 Япония, МПК<sup>7</sup> D 03 C 07/06. Устройство для изготовления ткани для сит, опубл. 1975. Бюл.№3.

240. Пат. 9707269 Франция, МПК<sup>7</sup> D 03 D 9/00. Сетчатая ткань, опубл.1998. Бюл. № 15.

241. Пат. 2897783 Япония, МПК<sup>7</sup> D 03 D 19/00. Материал для армирования резиновых изделий на основе перевивочного переплетения, опубл.1999. Бюл. № 21.

242. Пат. 2100495 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> D03D19/00. Тканая сетка, опубл.1995. Бюл. № 8.

243. Пат. 5421376 США, МПК<sup>7</sup> D03D19/00. Панель из металлизированных нитей для рефлекторов антенн, опубл.1996. Бюл. № 19.

244. Пат. 2146313 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> D03D23/00. Тканая сетка для армирования, опубл.1999. Бюл. № 21.

245. Пат. 19647495 ФРГ, МПК<sup>7</sup> D03D19/00. Тканая сетка, опубл.2000. Бюл. № 25.

246. Левакова, Н.М. Определение оптимальных параметров строения и условий изготовления ситовых тканей: дисс... канд. техн. наук.- М.: МТИ, 1989.

247. Пат. 1477250 СССР, МПК<sup>7</sup> D 03 C 7/00. Устройство для изготовления тканей перевивочного переплетения на ткацком станке, опубл.1989. Бюл. №16.

248. Устройство для образования перевивочной кромки к ткацкому станку, опубл.1987. Бюл. № 6.

249. Заявка 0358010 ЕПВ, МПК<sup>7</sup> D 03 C 7/02. Механизм формирования перевивочной кромки на ткацких станках, опубл.1990. Бюл. № 16.

250. Заявка 3-1414 Япония, МПК<sup>7</sup> D03C7/06. Кромкообразующее устройство, опубл.1991. Бюл. № 4.

251. Пат. 19521099 ФРГ, МПК<sup>7</sup> D 03 C 7/06. Устройство для образования перевивочной кромки, опубл.1998. Бюл. № 14.

252. Пат. 19750804 ФРГ, МПК<sup>7</sup> D 03 C 7/02. Полугалево устройства для образования перевивочной кромки с подъемными галевами, опубл.2000. Бюл. № 11.

253. Пат. 1995000328574 Япония, МПК<sup>7</sup> D 01 F 9/145. Трехосная ткань и ее производство, опубл.2003. Бюл. № 14.

254. Пат. 1996014455 Япония, МПК<sup>7</sup> D 03 D 13/00.Трехосная ткань из углеродного волокна и способ ее получения, опубл.1996. Бюл. № 8.

255. Пат. 0740004 Япония, МПК<sup>7</sup> D 03 D 13/00.Трехосная ткань из углеродного волокна и способ ее получения, опубл.1996. Бюл. № 8.

256 Пат. 1795375 Япония, МПК<sup>7</sup> В 60 С 15/06. Пневматическая шина и способ ее изготовления, опубл.2007. Бюл. № 1.

257. Заявка 663883 США, МПК<sup>7</sup> В 60 С 15/00. Пневматическая шина и способ ее изготовления, опубл.2009. Бюл. № 8.

258. Грант 7706564 США, МПК<sup>7</sup> Н 04 R 25/00. Диафрагма и динамики, опубл. 2010. Бюл. № 6.

259. Пат. 2005082065 США, МПК<sup>7</sup> D 03 D 19/00. Ткань для усиления железобетона, опубл. 2005. Бюл. № 8.

260. Грант 7914884 США, МПК<sup>3</sup> D 03 D 19/00. Ткань для усиления железобетона, опубл. 2011. Бюл. № 18.

261. Грант 6270426 США, МПК<sup>3</sup> А 63 В 53/10. Вал для клюшки для гольфа, опубл. 2001. Бюл. № 14.
262. Грант 2262428 Япония, МПК<sup>3</sup> А 61 L 15/07. Элементы поддерживающего бандажа и его применение, опубл. 2001. Бюл. № 28.
263. Грант 6291738 США, МПК<sup>3</sup> А 61 L 15/12. Оснащение поддерживающих элементов, их изготовление и применение, опубл. 2001. Бюл. № 12.
264. Грант 0934749 Япония, МПК<sup>3</sup> D 03 D 25/00. Оснащение поддерживающих элементов, их изготовление и применение, опубл. 2004. Бюл. № 8.
265. Пат. 7186760 США, МПК<sup>7</sup> А 61 С 5/04. Трехосная ткань для армирования зубных пломб, опубл. 2007. Бюл. № 8.
266. Заявка 20040048949 США, МПК<sup>7</sup> А 61 С 5/04. Трехосная ткань для армирования зубных пломб, опубл. 2004. Бюл. № 22.
267. Заявка 021454 США, МПК<sup>7</sup> А 61 С 8/00. Трехосная ткань для армирования зубных пломб, опубл. 2000. Бюл. № 19.
268. Заявка 1995008354 Япония, МПК<sup>7</sup> А 61 С 8/00. Имплантационный материал, опубл. 1995. Бюл. № 7.
269. Грант 0677297 Япония, МПК<sup>3</sup> D 03 D 25/00. Имплантационный материал, опубл. 2000. Бюл. № 8.
270. Заявка 2013005588, США, МПК<sup>7</sup> D 03 D 13/00. Трехосная ткань для бронежилетов, облегченной структуры и с баллистическими характеристиками, опубл. 2013. Бюл. № 8.
271. Пат. 8443706 США, МПК<sup>7</sup> D 04 С 1/06. Трехосная ткань для бронежилетов, облегченной структуры и с баллистическими характеристиками, опубл. 2013. Бюл. № 4.
272. Пат. 2013036751 США. МПК<sup>7</sup> D 04 С 1/06. Трехосная ткань для бронежилетов, облегченной структуры и с баллистическими характеристиками, опубл. 2013. Бюл. № 8.
273. Пат. 20120196166 Франция, МПК<sup>7</sup> D 04 С 1/06. Трехосная текстильная броня, способ ее получения и ее композитных частей, опубл. 2014. Бюл. № 15.

274. Заявка 2753740 США, МПК<sup>7</sup> D 04 C 1/02. Трехосный материал для бронежилетов структурированная для большей легкости и для баллистических характеристик, опубл. 2014. Бюл. № 12.

275. Пат. 2845004 США, МПК<sup>7</sup> D 04 C 1/02. Трехосный материал для бронежилетов структурированный для большей легкости и для баллистических характеристик, опубл. 2013. Бюл. № 13.

276. Заявка 2013055882 США, МПК<sup>7</sup> D 03 D 13/00. Трехосный материал для бронежилетов структурированный для большей легкости и для баллистических характеристик, опубл. 2013. Бюл. № 20.

277. Заявка 2740824 Франция, МПК<sup>7</sup> D 04 C 1/06. Трехосная текстильная броня, способ ее получения и ее композиционных частей, опубл. 2014. Бюл. № 21.

278. Заявка 20140157974 США, МПК<sup>7</sup> D 04 C 3/00. Трехосная тканая броня, способ ее получения и ее составного материала, опубл. 2014. Бюл. № 24.

279. Пат. 7770837 США МПК<sup>7</sup> В 65 Н 20/32, Способ и устройство для получения усиленной ткани с оплетением композитом, опубл. 2011. Бюл. № 8.

280. Карева, Т.Ю. Исследование взаимного расположения нитей основы и утка в ткани не ортогонального строения / Т.Ю. Карева, Л.В. Кожевникова, О.Ю. Шейнов // Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (Поиск-2012): сб. материалов межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов. – Иваново: ИГТА, 2012. – Ч.1. – С. 71.

281. Синицын, А. В. Разработка метода проектирования трехосных тканей: дисс... канд. техн. наук. – М.:МГТУ, 2012.

282. Толубеева, Г.И. Теория строения и проектирования тканей, основные положения и понятия: Учебник / Г.И. Толубеева, Т.И. Шейнова, Т.Ю. Карева, Р.И. Перов. – Иваново: ИГТА, 2012. – 228 с.

283. ГОСТ 29104.4-91. Ткани технические. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве.

284. Дубров, А.М. Многомерные статистические методы / А.М. Дубров,

В.С. Мхитарян, Л.И. Трошин. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 352 с.

285. Севастьянов, Б.А. Курс теории вероятностей и математической статистики / Б.А. Севастьянов. – М.: Наука, 1981. – 245 с.

286. Никольский, Б.П. Справочник химика. Второе издание. Том шестой. Сырье и продукты промышленности органических веществ / Б.П. Никольский. – М.: Химия, 1967, – 506 с;

287. Черняева, О.Е. Совершенствование технологии изготовления технических тканей специального назначения из арамидных нитей на ткацких станках фирмы Dornier: дисс... канд. техн. наук. – Иваново: ИГТА, 2010.

288. Гайдышев, И. Анализ и обработка данных / И. Гайдышев– Спб: Питер, 2001. – 750 с.

289. Карева, Т.Ю. Исследование параметров строения ткани, выработанной на ткацких станках СТБ и Пиканоль / Т.Ю. Карева, Л.В. Кожевникова, А.В. Авдусина, Н.А. Конов // Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (Поиск-2011): сб. материалов межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов. – Иваново: ИГТА, 2011. – Ч. 1. – С. 92-93.

290. Карева, Т.Ю. Исследование физико-механических свойств ткани, выработанной на станках СТБ и PИCANOL / Т.Ю. Карева, Л.В. Кожевникова // Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (Поиск-2013): сб. материалов межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов. – Иваново: ИВГПУ, 2013. – Ч.1. – С. 66.

291. Кожевникова, Л.В. Сравнительное исследование физико-механических свойств однослойной хлопчатобумажной ткани, вырабатываемой на ткацких станках СТБ-180 и OMNIPLUS фирмы PИCANOL / Л.В. Кожевникова, Т.Ю. Карева // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – Иваново: ИВГПУ, 2016. - №1. - С. 71-75.

292. Николаев, С.Д. Прогнозирование изготовления тканей заданного строения. Учебное пособие / С.Д. Николаев.– М.:МТИ, 1990. – 62 с.

293. Карева, Т.Ю. Исследование возможности формирования ткани с использованием в раппорте переплетений с разноурabayaющимися нитями /

Т.Ю. Карева и др. // Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (Поиск-2010): сб. материалов межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов. – Иваново: ИГТА, 2010. – Ч.1. – С. 77-78.

294. Карева, Т.Ю. Прогнозирование возможности формирования ткани с разноурабатываемыми нитями / Т.Ю. Карева, Л.В. Кожевникова, А.В. Авдусина // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2014. – № 2. – С. 56-59.

295. Кожевникова, Л.В. Методика подбора переплетения в продольных полосах ткани с условием обеспечения стабильного протекания процесса ткачества / Л.В. Кожевникова // Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера (ПОИСК-2017): сб. материалов межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов с междунар. участием. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – С. 38-40.

296. Карева, Т.Ю. Кожевникова, Л.В. Аналитическое определение уработки фоновых нитей в ткани через заправочные параметры ткани / Т.Ю. Карева, Л.В. Кожевникова // Моделирование в технике и экономике: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. – Витебск: ВГТУ, 2016. – С. 87-88.

297. Карева, Т.Ю. Прогнозирование величины уработки фоновых основных нитей с целью нормализации процесса ткачества / Т.Ю. Карева, Л.В. Кожевникова, Т.И. Шейнова // Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2016): сб. материалов всерос. науч. студенческой конф. – М.: МГУДТ, 2016. – С. 59-61.

298. Кожевникова, Л.В. Аналитическое определение уработки основных нитей по заправочным параметрам ткани на ткацком станке / Л.В. Кожевникова, С.О. Кожевников // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2016): сб. материалов XIX Междунар. науч.-практ. форума. – Иваново: ИВГПУ, 2016. – Ч. 1. – С. 280-284.

299. ОСТ 17-362-85. Пряжа хлопчатобумажная и смешанная суровая кардная одиночная с пневмомеханических прядильных машин для ткацкого производства. Технические условия. – М.: ЦНИИТЭИ Легпром, 1986.



300. Карева, Т.Ю. Разработка алгоритма выбора вида переплетения для кромки ткани / Т.Ю. Карева и др. // Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (Поиск-2011): сб. материалов межвуз. науч.- техн. конф. аспирантов и студентов. – Иваново: ИГТА, 2011. – Ч. 1. – С. 93.

301. Кожевникова, Л.В. Аналитическое определение уработки нитей основы в ткани с продольными полосами через заправочные параметры ткани на ткацком станке /Л.В. Кожевникова, Т.Ю. Карева, С.О. Кожевников // Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера (ПОИСК-2017): сб. материалов межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов с междунар. участием. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – С. 40-41.

302. Карева, Т.Ю. К вопросу использования геометрического метода определения величины уработки нитей в ткани / Т.Ю. Карева, Л.В. Кожевникова, Т.И. Шейнова // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс – 2013): сб. материалов междунар. науч.-техн. конф. – Ч. 1. – Иваново: ИВГПУ, 2013. – С. 100-101.

303. Карева, Т.Ю. К вопросу определения уработки нитей в ткани по геометрической модели ее строения / Т.Ю. Карева, Н.С. Токарева, В.П. Тайкова, Л.В. Кожевникова // Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера (Поиск-2015): сб. материалов межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов с междунар. участием. – Иваново: ИВГПУ, 2015. – Ч. 1. – С. 44-46.

304. Попов, Е.П. Теория и расчет гибких упругих стержней и нитей / Е.П. Попов. – М.: Машиностроение, 1979. – 296 с.

305. Карева, Т.Ю. Исследование параметров осевой линии изгиба нитей основы и утка в раппорте ткани полотняного переплетения на основе нелинейной теории изгиба / Т.Ю. Карева, Л.В. Кожевникова, А.В. Авдусина, О.Ю. Шейнов // Сборник научных трудов по ткачеству, посвященный 100-летию со дня рождения П.В. Власова. – М.: МГТУ, 2011. – С. 137-140.

306. Карева, Т.Ю. Особенности определения сил взаимного давления

нитей основы и утка в элементе ткани / Т.Ю. Карева, А.В. Авдусина, Л.В. Кожевникова, Т.И. Шейнова // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс-2012): сб. материалов междунар. науч.-техн. конф. – Иваново: ИГТА, 2012. – Ч.1.– С. 57-58.

307. Карева, Т.Ю. Исследование параметров осевой линии изгиба и величины уработки нитей основы в однослойной ткани / Т.Ю. Карева, А.В. Авдусина, Л.В. Кожевникова, Т.Е. Грекова // Изв. вузов. Технол. текст. пром-сти. – 2014. – № 1. – С. 60-65.

308. Карева, Т.Ю. Исследование изменения статического натяжения при формировании ткани на отечественных ткацких станках / Т.Ю. Карева, О.Ю. Шейнов, Л.В. Кожевникова // Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (Поиск-2012): сб. материалов межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов. – Иваново: ИГТА, 2012. – Ч.1. – С. 72.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица А.1 – Экспериментальные данные физико-механических свойств бязей, выработанных на разных типах ткацких станков

Область замера по длине тканого полотна и тип ткацкого станка	Область замера по ширине тканого полотна					
	Левая ок.кром.обл.		Правая ок.кром.обл.		Фон	
	Удлинение, %	Разрывная нагрузка, кгс	Удлинение, %	Разрывная нагрузка, кгс	Удлинение, %	Разрывная нагрузка, кгс
1	2	3	4	5	6	7
Начало рулона, вдоль основы, СТВ-180	16,0	38,6	17,5	40,2	16,0	42,2
	17,5	39,8	17,0	41,2	16,0	39,4
	17,5	43,2	16,5	38,6	17,5	41,0
	18,0	42,4	17,0	42,8	15,5	36,0
	18,5	45,0	19,0	43,6	16,5	43,6
Конец рулона, вдоль основы, СТВ-180	17,0	40,2	15,5	36,0	16,0	39,2
	16,5	39,2	17,0	39,8	17,0	43,8
	15,5	37,8	16,5	38,0	15,5	40,0
	17,5	43,2	16,0	37,4	16,5	40,4
	17,0	41,2	15,5	36,6	18,0	44,8
Начало рулона, вдоль утка, СТВ-180	14,0	38,4	17,0	32,0	15,5	43,2
	15,0	40,8	15,0	41,4	15,0	44,2
	14,0	39,8	15,0	41,8	15,5	43,2
	13,5	38,0	15,5	41,8	14,0	41,8
	15,0	40,8	15,0	43,6	14,5	41,8
Конец рулона, вдоль утка, СТВ-180	16,0	37,4	16,5	42,4	14,0	42,4
	15,5	36,4	15,5	45,0	14,5	45,0
	13,5	37,2	15,0	43,2	15,0	43,2
	14,0	39,6	14,5	42,6	14,5	42,6
	14,5	42,4	14,5	41,6	14,5	41,6
Начало рулона, вдоль основы, OMNIplus380	17,0	41,8	16,0	37,8	16,5	43,4
	16,0	38,2	17,5	44,2	16,5	42,4
	17,5	43,8	17,5	44,0	16,5	39,4
	17,5	42,6	17,0	45,0	16,0	43,8
	17,0	38,6	15,5	40,0	16,5	42,2
	17,5	41,4	17,0	42,0	16,5	41,6
Конец рулона, вдоль основы, OMNIplus380	15,5	41,8	16,0	42,4	20,0	40,2
	16,0	41,4	16,0	43,6	18,5	40,0
	14,0	42,8	17,0	46,0	19,0	42,8
	15,5	44,4	15,5	42,4	17,0	44,0
	15,5	42,8	16,5	47,0	16,5	38,2
	15,5	42,0	16,0	46,0	18,0	40,2

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7
Начало рулона, вдоль утка, OMNIplus380	16,0	38,4	17,0	39,4	15,5	41,6
	17,5	40,0	14,5	33,4	15,5	42,8
	14,5	29,8	16,0	37,0	15,0	43,2
	15,5	33,8	15,5	38,4	15,5	43,6
	16,0	37,8	15,5	38,6	15,5	42,4
	16,0	36,6	16,5	33,0	15,5	43,2
Конец рулона, вдоль утка, OMNIplus380	13,5	42,0	14,0	37,6	12,5	32,8
	12,5	36,4	13,5	37,0	13,5	38,0
	12,5	37,2	14,0	41,2	13,5	39,0
	14,0	37,8	12,5	41,6	13,5	38,4
	13,0	37,2	12,5	36,8	13,5	41,0
	12,5	40,8	14,0	37,8	13,5	40,0
Начало рулона, вдоль основы, OMNIplus 280	15,0	44,6	15,0	43,2	15,5	47,6
	14,5	43,6	15,5	44,0	15,0	44,2
	14,0	41,2	15,5	44,0	15,0	49,2
	18,0	44,4	15,5	46,6	14,5	42,2
	15,0	40,4	15,0	43,6	15,0	46,8
	14,0	37,4	15,5	46,0	15,0	45,0
	15,0	43,4	-	-	15,0	45,4
Конец рулона, вдоль основы, OMNIplus 280	13,0	44,2	13,5	40,2	12,5	39,4
	14,5	47,4	13,0	44,4	13,5	41,8
	14,0	45,2	13,5	46,4	13,5	41,4
	14,0	45,2	12,5	45,0	13,5	42,8
	13,5	42,8	12,0	44,0	13,0	40,4
	14,5	44,2	12,5	45,2	13,0	41,0
	13,0	39,0	-	-	13,0	39,2
Начало рулона, вдоль утка, OMNIplus 280	16,0	46,4	15,0	43,0	14,5	48,4
	15,5	46,8	15,0	43,4	15,0	47,4
	16,0	46,6	15,0	45,0	14,5	45,2
	16,0	46,8	16,0	47,8	14,5	46,4
	16,0	46,8	15,0	43,6	14,5	45,4
	15,5	45,4	15,0	44,4	14,0	43,8
	-	-	14,5	42,6	14,5	45,4
Конец рулона, вдоль утка, OMNIplus 280	14,0	46,6	16,5	46,0	14,5	48,6
	14,5	44,8	16,5	43,8	14,5	45,0
	14,0	43,2	16,5	42,2	14,0	45,6
	14,5	45,8	16,0	44,4	14,0	45,6
	15,0	47,0	16,5	44,4	14,0	45,6
	14,5	45,0	16,0	42,8	14,0	45,8
	14,0	43,2	16,0	44,2	13,5	44,6

26									
27	Бязь СТБ начало основа								
28	Кромка левая			Кромка правая			Фон		
29		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка
30	Y <sub>max</sub>	18,5	45,0	Y <sub>max</sub>	19,0	43,6	Y <sub>max</sub>	17,5	43,6
31	Y <sub>min</sub>	16,0	38,6	Y <sub>min</sub>	16,5	38,6	Y <sub>min</sub>	15,5	36,0
32	Y <sub>ср</sub>	17,500	41,800	Y <sub>ср</sub>	17,400	41,280	Y <sub>ср</sub>	16,300	40,440
33	m	5	5	m	5	5	m	5	5
34	Дисп SY	0,875	6,7	Дисп SY	0,925	4,012	Дисп SY	0,575	8,548
35	Ср кв.откл	0,9354	2,5884	Ср кв.откл	0,9618	2,0030	Ср кв.откл	0,7583	2,9237
36	V <sub>rmax</sub>	1,1952	1,3822	V <sub>rmax</sub>	1,8600	1,2950	V <sub>rmax</sub>	1,7693	1,2084
37	V <sub>rmin</sub>	1,7928	1,3822	V <sub>rmin</sub>	1,0462	1,4959	V <sub>rmin</sub>	1,1795	1,6979
38									
39									
40	Бязь СТБ конец основа								
41									
42	Кромка левая			Кромка правая			Фон		
43		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка
44	Y <sub>max</sub>	17,5	43,2	Y <sub>max</sub>	17,0	39,8	Y <sub>max</sub>	18,0	44,8
45	Y <sub>min</sub>	15,5	37,8	Y <sub>min</sub>	15,5	36,6	Y <sub>min</sub>	15,5	40,0
46	Y <sub>ср</sub>	16,700	40,320	Y <sub>ср</sub>	16,220	37,872	Y <sub>ср</sub>	16,720	42,128
47	m	5	5	m	5	5	m	5	5
48	Дисп SY	0,575	4,172	Дисп SY	0,317	1,41792	Дисп SY	0,817	4,42192
49	Ср кв.откл	0,7583	2,0425	Ср кв.откл	0,5630	1,1908	Ср кв.откл	0,9039	2,1028
50	V <sub>rmax</sub>	1,1795	1,5764	V <sub>rmax</sub>	1,5489	1,8102	V <sub>rmax</sub>	1,5833	1,4206
51	V <sub>rmin</sub>	1,7693	1,3794	V <sub>rmin</sub>	1,4297	1,1943	V <sub>rmin</sub>	1,5091	1,1314
52									

Рисунок Б.1 – Расчет резко выделяющихся значений физико-механических свойств бязи со станка СТБ-180 по основе

26									
27	Бязь СТБ начало уток								
28	Кромка левая			Кромка правая			Фон		
29		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка
30	Y <sub>max</sub>	15,0	40,8	Y <sub>max</sub>	17,0	43,6	Y <sub>max</sub>	15,5	44,2
31	Y <sub>min</sub>	13,5	38,0	Y <sub>min</sub>	15,0	32,0	Y <sub>min</sub>	14,0	41,8
32	Y <sub>ср</sub>	14,300	39,560	Y <sub>ср</sub>	15,500	40,120	Y <sub>ср</sub>	14,900	42,840
33	m	5	5	m	5	5	m	5	5
34	Дисп SY	0,45	1,728	Дисп SY	0,75	21,332	Дисп SY	0,425	1,068
35	Ср кв.откл	0,6708	1,3145	Ср кв.откл	0,8660	4,6187	Ср кв.откл	0,6519	1,0334
36	V <sub>rmax</sub>	1,1667	1,0546	V <sub>rmax</sub>	1,9365	0,8424	V <sub>rmax</sub>	1,0290	1,4713
37	V <sub>rmin</sub>	1,3333	1,3268	V <sub>rmin</sub>	0,6455	1,9656	V <sub>rmin</sub>	1,5435	1,1251
38									
39									
40	Бязь СТБ конец уток								
41									
42	Кромка левая			Кромка правая			Фон		
43		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка
44	Y <sub>max</sub>	16,0	42,4	Y <sub>max</sub>	16,5	45,0	Y <sub>max</sub>	15,0	45,0
45	Y <sub>min</sub>	13,5	36,4	Y <sub>min</sub>	14,5	41,6	Y <sub>min</sub>	14,0	41,6
46	Y <sub>ср</sub>	14,700	38,600	Y <sub>ср</sub>	15,200	42,960	Y <sub>ср</sub>	14,500	42,960
47	m	5	5	m	5	5	m	5	5
48	Дисп SY	1,075	5,92	Дисп SY	0,7	1,628	Дисп SY	0,125	1,628
49	Ср кв.откл	1,0368	2,4331	Ср кв.откл	0,8367	1,2759	Ср кв.откл	0,3536	1,2759
50	V <sub>rmax</sub>	1,4018	1,7461	V <sub>rmax</sub>	1,7372	1,7875	V <sub>rmax</sub>	1,5811	1,7875
51	V <sub>rmin</sub>	1,2940	1,0109	V <sub>rmin</sub>	0,9354	1,1917	V <sub>rmin</sub>	1,5811	1,1917
52									

Рисунок Б.2 – Расчет резко выделяющихся значений физико-механических свойств бязи со станка СТБ-180 по утку

26										
27	<b>Бязь СТБ начало уток</b>									
28	<b>Кромка левая</b>			<b>Кромка правая</b>			<b>Фон</b>			
29		<b>Удлинение</b>	<b>Разрывная нагрузка</b>		<b>Удлинение</b>	<b>Разрывная нагрузка</b>		<b>Удлинение</b>	<b>Разрывная нагрузка</b>	
30	Y <sub>max</sub>	15,0	40,8	Y <sub>max</sub>	15,5	43,6	Y <sub>max</sub>	15,5	44,2	
31	Y <sub>min</sub>	13,5	38,0	Y <sub>min</sub>	15,0	41,4	Y <sub>min</sub>	14,0	41,8	
32	Y <sub>ср</sub>	14,300	39,560	Y <sub>ср</sub>	15,125	42,150	Y <sub>ср</sub>	14,900	42,840	
33	m	5	5	m	4	4	m	5	5	
34	Дисп SY	0,45	1,728	Дисп SY	0,0625	0,97	Дисп SY	0,425	1,068	
35	Ср кв.откл	0,6708	1,3145	Ср кв.откл	0,2500	0,9849	Ср кв.откл	0,6519	1,0334	
36	V <sub>max</sub>	1,1667	1,0546	V <sub>max</sub>	1,7321	1,7000	V <sub>max</sub>	1,0290	1,4713	
37	V <sub>min</sub>	1,3333	1,3268	V <sub>min</sub>	0,5774	0,8793	V <sub>min</sub>	1,5435	1,1251	
38										
39										
40	<b>Бязь СТБ конец уток</b>									
41										
42	<b>Кромка левая</b>			<b>Кромка правая</b>			<b>Фон</b>			
43		<b>Удлинение</b>	<b>Разрывная нагрузка</b>		<b>Удлинение</b>	<b>Разрывная нагрузка</b>		<b>Удлинение</b>	<b>Разрывная нагрузка</b>	
44	Y <sub>max</sub>	16,0	42,4	Y <sub>max</sub>	16,5	45,0	Y <sub>max</sub>	15,0	45,0	
45	Y <sub>min</sub>	13,5	36,4	Y <sub>min</sub>	14,5	41,6	Y <sub>min</sub>	14,0	41,6	
46	Y <sub>ср</sub>	14,700	38,600	Y <sub>ср</sub>	15,200	42,960	Y <sub>ср</sub>	14,500	42,960	
47	m	5	5	m	5	5	m	5	5	
48	Дисп SY	1,075	5,92	Дисп SY	0,7	1,628	Дисп SY	0,125	1,628	
49	Ср кв.откл	1,0368	2,4331	Ср кв.откл	0,8367	1,2759	Ср кв.откл	0,3536	1,2759	
50	V <sub>max</sub>	1,4018	1,7461	V <sub>max</sub>	1,7372	1,7875	V <sub>max</sub>	1,5811	1,7875	
51	V <sub>min</sub>	1,2940	1,0109	V <sub>min</sub>	0,9354	1,1917	V <sub>min</sub>	1,5811	1,1917	
52										
53										

Рисунок Б.3 – Расчет резко выделяющихся значений физико-механических свойств бязи со станка СТБ-180 по утку с исключенными выделяющимися значениями

27										
28	<b>Бязь OMNIplus 380 начало основа</b>									
29	<b>Кромка левая</b>			<b>Кромка правая</b>			<b>Фон</b>			
30		<b>Удлинение</b>	<b>Разрывная нагрузка</b>		<b>Удлинение</b>	<b>Разрывная нагрузка</b>		<b>Удлинение</b>	<b>Разрывная нагрузка</b>	
31	Y <sub>max</sub>	17,5	43,8	Y <sub>max</sub>	17,5	45,0	Y <sub>max</sub>	16,5	43,8	
32	Y <sub>min</sub>	16,0	38,2	Y <sub>min</sub>	15,5	37,8	Y <sub>min</sub>	16,0	39,4	
33	Y <sub>ср</sub>	17,083	41,067	Y <sub>ср</sub>	16,750	42,167	Y <sub>ср</sub>	16,417	42,133	
34	m	6	6	m	6	6	m	6	6	
35	Дисп SY	0,3417	4,9547	Дисп SY	0,6750	7,8627	Дисп SY	0,0417	2,4427	
36	Ср кв.откл	0,5845	2,2259	Ср кв.откл	0,8216	2,8040	Ср кв.откл	0,2041	1,5629	
37	V <sub>max</sub>	0,7809	1,3452	V <sub>max</sub>	1,0000	1,1069	V <sub>max</sub>	0,4472	1,1682	
38	V <sub>min</sub>	2,0303	1,4108	V <sub>min</sub>	1,6667	1,7059	V <sub>min</sub>	2,2361	1,9158	
39										
40										
41	<b>Бязь OMNIplus 380 конец основа</b>									
42										
43	<b>Кромка левая</b>			<b>Кромка правая</b>			<b>Фон</b>			
44		<b>Удлинение</b>	<b>Разрывная нагрузка</b>		<b>Удлинение</b>	<b>Разрывная нагрузка</b>		<b>Удлинение</b>	<b>Разрывная нагрузка</b>	
45	Y <sub>max</sub>	16,0	44,4	Y <sub>max</sub>	17,0	47,0	Y <sub>max</sub>	20,0	44,0	
46	Y <sub>min</sub>	14,0	41,4	Y <sub>min</sub>	15,5	42,4	Y <sub>min</sub>	16,5	38,2	
47	Y <sub>ср</sub>	15,333	42,533	Y <sub>ср</sub>	16,167	44,567	Y <sub>ср</sub>	18,167	40,900	
48	m	6	6	m	6	6	m	6	6	
49	Дисп SY	0,4667	1,1467	Дисп SY	0,2667	4,0707	Дисп SY	1,6667	4,4600	
50	Ср кв.откл	0,6831	1,0708	Ср кв.откл	0,5164	2,0176	Ср кв.откл	1,2910	2,1119	
51	V <sub>max</sub>	1,0690	1,9096	V <sub>max</sub>	1,7678	1,3212	V <sub>max</sub>	1,5556	1,6080	
52	V <sub>min</sub>	2,1381	1,1594	V <sub>min</sub>	1,4142	1,1764	V <sub>min</sub>	1,4142	1,4005	
53										

Рисунок Б.4 – Расчет резко выделяющихся значений физико-механических свойств бязи со станка OMNIplus-380 по основе

Бязь OMNIplus 380 начало основа									
Кромка левая			Кромка правая			Фон			
	Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка	
Y <sub>max</sub>	17,5	43,8	Y <sub>max</sub>	17,5	45,0	Y <sub>max</sub>	16,5	43,8	
Y <sub>min</sub>	16,0	38,2	Y <sub>min</sub>	15,5	37,8	Y <sub>min</sub>	16,0	39,4	
Y <sub>ср</sub>	17,083	41,067	Y <sub>ср</sub>	16,750	42,167	Y <sub>ср</sub>	16,417	42,133	
m	6	6	m	6	6	m	6	6	
Дисп SY	0,3417	4,9547	Дисп SY	0,6750	7,8627	Дисп SY	0,0417	2,4427	
Ср кв.откл	0,5845	2,2259	Ср кв.откл	0,8216	2,8040	Ср кв.откл	0,2041	1,5629	
V <sub>max</sub>	0,7809	1,3452	V <sub>max</sub>	1,0000	1,1069	V <sub>max</sub>	0,4472	1,1682	
V <sub>min</sub>	2,0303	1,4108	V <sub>min</sub>	1,6667	1,7059	V <sub>min</sub>	2,2361	1,9158	
Бязь OMNIplus 380 конец основа									
Кромка левая			Кромка правая			Фон			
	Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка	
Y <sub>max</sub>	16,0	44,4	Y <sub>max</sub>	17,0	43,6	Y <sub>max</sub>	18,5	44,0	
Y <sub>min</sub>	15,5	41,4	Y <sub>min</sub>	15,5	42,4	Y <sub>min</sub>	16,5	38,2	
Y <sub>ср</sub>	15,600	42,533	Y <sub>ср</sub>	16,167	42,800	Y <sub>ср</sub>	17,500	40,900	
m	5	6	m	6	3	m	4	6	
Дисп SY	0,0500	1,1467	Дисп SY	0,2667	0,4800	Дисп SY	0,8333	4,4600	
Ср кв.откл	0,2236	1,0708	Ср кв.откл	0,5164	0,6928	Ср кв.откл	0,9129	2,1119	
V <sub>max</sub>	2,0000	1,9096	V <sub>max</sub>	1,7678	1,4142	V <sub>max</sub>	1,2649	1,6080	
V <sub>min</sub>	0,5000	1,1594	V <sub>min</sub>	1,4142	0,7071	V <sub>min</sub>	1,2649	1,4005	

Рисунок Б.5 – Расчет резко выделяющихся значений физико-механических свойств бязи со станка OMNIplus-380 по основе с исключенными выделяющимися значениями

Бязь OMNIplus 380 начало уток									
Кромка левая			Кромка правая			Фон			
	Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка	
Y <sub>max</sub>	17,5	40,0	Y <sub>max</sub>	17,0	39,4	Y <sub>max</sub>	15,5	43,6	
Y <sub>min</sub>	14,5	29,8	Y <sub>min</sub>	14,5	33,0	Y <sub>min</sub>	15,0	41,6	
Y <sub>ср</sub>	15,917	36,067	Y <sub>ср</sub>	15,833	36,633	Y <sub>ср</sub>	15,417	42,800	
m	6	6	m	6	6	m	6	6	
Дисп SY	0,9417	13,7227	Дисп SY	0,7667	7,6867	Дисп SY	0,0417	0,5120	
Ср кв.откл	0,9704	3,7044	Ср кв.откл	0,8756	2,7725	Ср кв.откл	0,2041	0,7155	
V <sub>max</sub>	1,7874	1,1631	V <sub>max</sub>	1,4596	1,0931	V <sub>max</sub>	0,4472	1,2247	
V <sub>min</sub>	1,5992	1,8531	V <sub>min</sub>	1,6681	1,4356	V <sub>min</sub>	2,2361	1,8371	
Бязь OMNIplus 380 конец уток									
Кромка левая			Кромка правая			Фон			
	Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка	
Y <sub>max</sub>	14,0	42,0	Y <sub>max</sub>	14,0	41,6	Y <sub>max</sub>	13,5	41,0	
Y <sub>min</sub>	12,5	36,4	Y <sub>min</sub>	12,5	36,8	Y <sub>min</sub>	12,5	32,8	
Y <sub>ср</sub>	13,000	38,567	Y <sub>ср</sub>	13,417	38,667	Y <sub>ср</sub>	13,333	38,200	
m	6	6	m	6	6	m	6	6	
Дисп SY	0,4000	5,1587	Дисп SY	0,5417	4,6347	Дисп SY	0,1667	8,1920	
Ср кв.откл	0,6325	2,2713	Ср кв.откл	0,7360	2,1528	Ср кв.откл	0,4082	2,8622	
V <sub>max</sub>	1,7321	1,6559	V <sub>max</sub>	0,8682	1,4926	V <sub>max</sub>	0,4472	1,0717	
V <sub>min</sub>	0,8660	1,0450	V <sub>min</sub>	1,3644	0,9498	V <sub>min</sub>	2,2361	2,0668	

Рисунок Б.6 – Расчет резко выделяющихся значений физико-механических свойств бязи со станка OMNIplus-380 по утку



28									
29	Бязь OMNIplus 380 начало уток								
30	Кромка левая			Кромка правая			Фон		
31	Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка	
32	Ymax	17,5	40,0	Ymax	17,0	39,4	Ymax	15,5	43,6
33	Ymin	14,5	33,8	Ymin	14,5	37,0	Ymin	15,0	41,6
34	Ycp	15,917	37,320	Ycp	15,833	38,350	Ycp	15,417	42,800
35	m	6	5	m	6	4	m	6	6
36	Дисп SY	0,9417	5,3720	Дисп SY	0,7667	0,9967	Дисп SY	0,0417	0,5120
37	Ср кв.откл	0,9704	2,3178	Ср кв.откл	0,8756	0,9983	Ср кв.откл	0,2041	0,7155
38	Vrmax	1,7874	1,2928	Vrmax	1,4596	1,2145	Vrmax	0,4472	1,2247
39	Vrmin	1,5992	1,6980	Vrmin	1,6681	1,5615	Vrmin	2,2361	1,8371
40									
41									
42	Бязь OMNIplus 380 конец уток								
43									
44	Кромка левая			Кромка правая			Фон		
45	Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка	
46	Ymax	14,0	37,8	Ymax	14,0	37,8	Ymax	13,5	41,0
47	Ymin	12,5	36,4	Ymin	12,5	36,8	Ymin	12,5	38,0
48	Ycp	13,000	37,150	Ycp	13,417	37,300	Ycp	13,333	39,280
49	m	6	4	m	6	4	m	6	5
50	Дисп SY	0,4000	0,3300	Дисп SY	0,5417	0,2267	Дисп SY	0,1667	1,4920
51	Ср кв.откл	0,6325	0,5745	Ср кв.откл	0,7360	0,4761	Ср кв.откл	0,4082	1,2215
52	Vrmax	1,7321	1,3065	Vrmax	0,8682	1,2127	Vrmax	0,4472	1,5743
53	Vrmin	0,8660	1,5076	Vrmin	1,3644	1,2127	Vrmin	2,2361	1,1716
54									
55									

Рисунок Б.7 – Расчет резко выделяющихся значений физико-механических свойств бязи со станка OMNIplus-380 по утку с исключенными выделяющимися значениями

29									
30	Бязь OMNIplus 280 начало основа								
31	Кромка левая			Кромка правая			Фон		
32	Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка	
33	Ymax	18,0	44,6	Ymax	15,5	46,6	Ymax	15,5	49,2
34	Ymin	14,0	37,4	Ymin	15,0	43,2	Ymin	14,5	42,2
35	Ycp	15,1	42,1	Ycp	15,3	44,6	Ycp	15,0	45,8
36	m	7	7	m	6	6	m	7	7
37	Дисп SY	1,8690	6,8762	Дисп SY	0,0667	1,9267	Дисп SY	0,0833	5,3524
38	Ср кв.откл	1,3671	2,6222	Ср кв.откл	0,2582	1,3880	Ср кв.откл	0,2887	2,3135
39	Vrmax	2,3138	1,0121	Vrmax	0,7071	1,6047	Vrmax	1,8708	1,6007
40	Vrmin	0,8465	1,9536	Vrmin	1,4142	1,0786	Vrmin	1,8708	1,6674
41									
42									
43	Бязь OMNIplus 280 конец основа								
44									
45	Кромка левая			Кромка правая			Фон		
46	Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка	
47	Ymax	14,5	47,4	Ymax	13,5	46,4	Ymax	13,5	42,8
48	Ymin	13,0	39,0	Ymin	12,0	40,2	Ymin	12,5	39,2
49	Ycp	13,8	44,0	Ycp	12,8	44,2	Ycp	13,1	40,9
50	m	7	7	m	6	6	m	7	7
51	Дисп SY	0,4048	6,8267	Дисп SY	0,3667	4,5120	Дисп SY	0,1429	1,6762
52	Ср кв.откл	0,6362	2,6128	Ср кв.откл	0,6055	2,1241	Ср кв.откл	0,3780	1,2947
53	Vrmax	1,2127	1,4056	Vrmax	1,2060	1,1346	Vrmax	1,0206	1,6209
54	Vrmin	1,3339	2,0670	Vrmin	1,5076	2,0628	Vrmin	1,8371	1,3825
55									
56									

Рисунок Б.8 – Расчет резко выделяющихся значений физико-механических свойств бязи со станка OMNIplus-280 по основе

Бязь OMNIplus 280 начало основа								
Кромка левая			Кромка правая			Фон		
	Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка
У <sub>max</sub>	15,0	44,6	У <sub>max</sub>	15,5	46,6	У <sub>max</sub>	15,5	46,8
У <sub>min</sub>	14,0	40,4	У <sub>min</sub>	15,0	43,2	У <sub>min</sub>	14,5	42,2
У <sub>ср</sub>	14,6	42,9	У <sub>ср</sub>	15,3	44,6	У <sub>ср</sub>	15,0	44,7
m	6	6	m	6	6	m	7	5
Дисп SY	0,2417	3,0027	Дисп SY	0,0667	1,9267	Дисп SY	0,0833	2,8720
Ср кв.откл	0,4916	1,7328	Ср кв.откл	0,2582	1,3880	Ср кв.откл	0,2887	1,6947
V <sub>max</sub>	0,9285	1,0536	V <sub>max</sub>	0,7071	1,6047	V <sub>max</sub>	1,8708	1,3722
V <sub>min</sub>	1,2999	1,6015	V <sub>min</sub>	1,4142	1,0786	V <sub>min</sub>	1,8708	1,6625
Бязь OMNIplus 280 конец основа								
Кромка левая			Кромка правая			Фон		
	Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка
У <sub>max</sub>	14,5	45,2	У <sub>max</sub>	13,5	45,2	У <sub>max</sub>	13,5	42,8
У <sub>min</sub>	13,0	39,0	У <sub>min</sub>	12,0	40,2	У <sub>min</sub>	12,5	39,2
У <sub>ср</sub>	13,8	43,4	У <sub>ср</sub>	12,8	43,8	У <sub>ср</sub>	13,1	40,9
m	7	6	m	6	5	m	7	7
Дисп SY	0,4048	5,4947	Дисп SY	0,3667	4,1880	Дисп SY	0,1429	1,6762
Ср кв.откл	0,6362	2,3441	Ср кв.откл	0,6055	2,0465	Ср кв.откл	0,3780	1,2947
V <sub>max</sub>	1,2127	0,8256	V <sub>max</sub>	1,2060	0,7867	V <sub>max</sub>	1,0206	1,6209
V <sub>min</sub>	1,3339	2,0718	V <sub>min</sub>	1,5076	1,9449	V <sub>min</sub>	1,8371	1,3825

Рисунок Б.9 – Расчет резко выделяющихся значений физико-механических свойств бязи со станка OMNIplus-280 по основе с исключенными выделяющимися значениями

Бязь OMNIplus 280 начало уток								
Кромка левая			Кромка правая			Фон		
	Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка
У <sub>max</sub>	16,0	46,8	У <sub>max</sub>	16,0	47,8	У <sub>max</sub>	15,0	48,4
У <sub>min</sub>	15,5	45,4	У <sub>min</sub>	14,5	42,6	У <sub>min</sub>	14,0	43,8
У <sub>ср</sub>	15,833	46,467	У <sub>ср</sub>	15,071	44,257	У <sub>ср</sub>	14,500	46,000
m	6	6	m	7	7	m	7	7
Дисп SY	0,0667	0,2987	Дисп SY	0,2024	3,1029	Дисп SY	0,0833	2,3467
Ср кв.откл	0,2582	0,5465	Ср кв.откл	0,4499	1,7615	Ср кв.откл	0,2887	1,5319
V <sub>max</sub>	0,7071	0,6682	V <sub>max</sub>	2,2295	2,1724	V <sub>max</sub>	1,8708	1,6922
V <sub>min</sub>	1,4142	2,1381	V <sub>min</sub>	1,3720	1,0161	V <sub>min</sub>	1,8708	1,5512
Бязь OMNIplus 280 конец уток								
Кромка левая			Кромка правая			Фон		
	Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка
У <sub>max</sub>	15,0	47,0	У <sub>max</sub>	16,5	46,0	У <sub>max</sub>	14,5	48,6
У <sub>min</sub>	14,0	43,2	У <sub>min</sub>	16,0	42,2	У <sub>min</sub>	13,5	44,6
У <sub>ср</sub>	14,357	45,086	У <sub>ср</sub>	16,286	43,971	У <sub>ср</sub>	14,071	45,829
m	7	7	m	7	7	m	7	7
Дисп SY	0,1429	2,2781	Дисп SY	0,0714	1,5124	Дисп SY	0,1190	1,6724
Ср кв.откл	0,3780	1,5093	Ср кв.откл	0,2673	1,2298	Ср кв.откл	0,3450	1,2932
V <sub>max</sub>	1,8371	1,3699	V <sub>max</sub>	0,8660	1,7817	V <sub>max</sub>	1,3416	2,3148
V <sub>min</sub>	1,0206	1,3495	V <sub>min</sub>	1,1547	1,5558	V <sub>min</sub>	1,7889	1,0261

Рисунок Б.10 – Расчет резко выделяющихся значений физико-механических свойств бязи со станка OMNIplus-280 по утку

Бязь OMNIplus 280 начало уток									
Кромка левая			Кромка правая			Фон			
	Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка	
33	Ymax	16,0	46,8	Ymax	16,0	47,8	Ymax	15,0	47,4
34	Ymin	15,5	45,4	Ymin	14,5	42,6	Ymin	14,0	43,8
35	Ycp	15,833	46,467	Ycp	15,071	44,257	Ycp	14,500	45,600
36	m	6	6	m	7	7	m	7	6
37	Дисп SY	0,0667	0,2987	Дисп SY	0,2024	3,1029	Дисп SY	0,0833	1,4720
38	Ср кв.откл	0,2582	0,5465	Ср кв.откл	0,4499	1,7615	Ср кв.откл	0,2887	1,2133
39	Vmax	0,7071	0,6682	Vmax	2,2295	2,1724	Vmax	1,8708	1,6252
40	Vmin	1,4142	2,1381	Vmin	1,3720	1,0161	Vmin	1,8708	1,6252
41									
42									
Бязь OMNIplus 280 конец уток									
Кромка левая			Кромка правая			Фон			
	Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка		Удлинение	Разрывная нагрузка	
47	Ymax	15,0	47,0	Ymax	16,5	46,0	Ymax	14,5	45,8
48	Ymin	14,0	43,2	Ymin	16,0	42,2	Ymin	13,5	44,6
49	Ycp	14,357	45,086	Ycp	16,286	43,971	Ycp	14,071	45,367
50	m	7	7	m	7	7	m	7	6
51	Дисп SY	0,1429	2,2781	Дисп SY	0,0714	1,5124	Дисп SY	0,1190	0,2147
52	Ср кв.откл	0,3780	1,5093	Ср кв.откл	0,2673	1,2298	Ср кв.откл	0,3450	0,4633
53	Vmax	1,8371	1,3699	Vmax	0,8660	1,7817	Vmax	1,3416	1,0245
54	Vmin	1,0206	1,3495	Vmin	1,1547	1,5558	Vmin	1,7889	1,8127
55									
56									

Рисунок Б.11 – Расчет резко выделяющихся значений физико-механических свойств бязи со станка OMNIplus -280 по утку с исключенными выделяющимися значениями

Кромка левая			Фон		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	16,0	38,6	1	16,0	42,2
2	17,5	39,8	2	16,0	39,4
3	17,5	43,2	3	17,5	41,0
4	18,0	42,4	4	15,5	40,4
5	18,5	45,0	5	16,5	43,6
ср.	17,5	41,8	ср	16,3	41,32
n	5	5	n	5	5
Дисп SY	0,875	6,7	Дисп SY	0,575	2,652
Удлинение			Разрывная нагрузка		
f=	8,0000		f=	8,0000	
SYSY=	0,7250		SYSY=	4,6760	
c=	1,125		c=	1,125	
BR=	0,148825793		BR=	0,705748635	
Втабл=15,507, значит дисперсия однородна			Втабл=15,507, значит дисперсия однородна		
Кромка правая			Фон		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	17,5	40,2	1	16,0	42,2
2	17,0	41,2	2	16,0	39,4
3	16,5	38,6	3	17,5	41,0
4	17,0	42,8	4	15,5	40,4
5	19,0	43,6	5	16,5	43,6
ср.	17,4	41,28	ср	16,3	41,32
n	5	5	n	5	5
Дисп SY	0,925	4,012	Дисп SY	0,575	2,652
Удлинение			Разрывная нагрузка		
f=	8,0000		f=	8,0000	
SYSY=	0,7500		SYSY=	3,3320	
c=	1,125		c=	1,125	
BR=	0,190440631		BR=	0,144716863	
Втабл=15,507, значит дисперсия однородна			Втабл=15,507, значит дисперсия однородна		

Для удлинения дисперсия однородна  
S(Y) 0,7250  
tR 2,228344  
tтабл=2,306, значит различия НЕ значимы

Для разрывной нагрузки дисперсия однородна  
S(Y) 4,6760  
tR 0,350973  
tтабл=2,306, значит различия НЕ значимы

Для удлинения дисперсия однородна  
S(Y) 0,7500  
tR 2,008316  
tтабл=2,306, значит различия НЕ значимы

Для разрывной нагрузки дисперсия однородна  
S(Y) 3,3320  
tR -0,03465  
tтабл=2,306, значит различия НЕ значимы

Таблица В.1 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по основе в начале рулона со станка СТБ-180

Кромка левая			Фон		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	17,0	40,2	1	16,0	39,2
2	16,5	39,2	2	17,0	43,8
3	15,5	37,8	3	15,5	40,0
4	17,5	43,2	4	16,5	40,4
5	17,0	41,2	5	18,0	41,6
ср.	16,7	40,32	ср	16,6	41,0
n	5	5	n	5	5
Дисп SY	0,575	4,172	Дисп SY	0,925	3,2
Удлинение			Разрывная нагрузка		
f=	8,0000		f=	8,0000	
SYSY=	0,7500		SYSY=	3,6860	
c=	1,125		c=	1,125	
BR=	0,190440631		BR=	0,059658287	
Втабл=15,507, значит дисперсия однородна			Втабл=15,507, значит дисперсия однородна		
Кромка правая			Фон		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	15,5	36,0	1	16,0	39,2
2	17,0	39,8	2	17,0	43,8
3	16,5	38,0	3	15,5	40,0
4	16,0	37,4	4	16,5	40,4
5	15,5	36,6	5	18,0	41,6
ср.	16,1	37,56	ср	16,6	41,0
n	5	5	n	5	5
Дисп SY	0,425	2,148	Дисп SY	0,925	3,2
Удлинение			Разрывная нагрузка		
f=	8,0000		f=	8,0000	
SYSY=	0,6750		SYSY=	2,6740	
c=	1,125		c=	1,125	
BR=	0,501907104		BR=	0,134244362	
Втабл=15,507, значит дисперсия однородна			Втабл=15,507, значит дисперсия однородна		

Для удлинения дисперсия однородна  
S(Y) 0,7500  
tR 0,182574  
tтабл=2,306, значит различия НЕ значимы

Для разрывной нагрузки дисперсия однородна  
S(Y) 3,6860  
tR -0,56002  
tтабл=2,306, значит различия НЕ значимы

Для удлинения дисперсия однородна  
S(Y) 0,6750  
tR -0,96225  
tтабл=2,306, значит различия НЕ значимы

Для разрывной нагрузки дисперсия однородна  
S(Y) 2,6740  
tR -3,3262  
tтабл=2,306, значит различия **ЗНАЧИМЫ**

Таблица В.2 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по основе в конце рулона со станка СТБ-180

Кромка левая			Фон		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	14,0	38,4	1	15,5	43,2
2	15,0	40,8	2	15,0	44,2
3	14,0	39,8	3	15,5	43,2
4	13,5	38,0	4	14,0	41,8
5	15,0	40,8	5	14,5	41,8
ср.	14,3	39,56	ср.	14,9	42,84
n	5	5	n	5	5
Дисп SY	0,45	1,728	Дисп SY	0,425	1,068
Удлинение			Разрывная нагрузка		
f=	8,0000		f=	8,0000	
SYSY=	0,4375		SYSY=	1,3980	
c=	1,125		c=	1,125	
BR=	0,002778098		BR=	0,19503386	
Втабл=15,507, значит дисперсия однородна			Втабл=15,507, значит дисперсия однородна		
Кромка правая			Фон		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	15,0	41,4	1	15,5	43,2
2	15,0	41,8	2	15,0	44,2
3	15,5	41,8	3	15,5	43,2
4	15,0	42,2	4	14,0	41,8
5	-	-	5	14,5	41,8
ср.	15,125	41,8	ср.	14,9	42,84
n	4	4	n	5	5
Дисп SY	0,0625	0,106666667	Дисп SY	0,425	1,068
Удлинение			Разрывная нагрузка		
f=	7,0000		f=	7,0000	
SYSY=	0,2696		SYSY=	0,6560	
c=	1,146825397		c=	1,1468254	
BR=	2,140571407		BR=	2,91976652	
Втабл=14,067, значит дисперсия однородна			Втабл=14,067, значит дисперсия однородна		

Таблица В.3 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по утку в начале рулона со станка СТБ-180

Кромка левая			Фон		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	16,0	37,4	1	14,0	42,4
2	15,5	36,4	2	14,5	45,0
3	13,5	38,0	3	15,0	43,2
4	14,0	39,6	4	14,5	42,6
5	14,5	42,4	5	14,5	41,6
ср.	14,7	38,76	ср.	14,5	42,960
n	5	5	n	5	5
Дисп SY	1,075	5,488	Дисп SY	0,125	1,628
Удлинение			Разрывная нагрузка		
f=	8,0000		f=	8,0000	
SYSY=	0,6000		SYSY=	3,5580	
c=	1,125		c=	1,125	
BR=	3,352351302		BR=	1,18545591	
Втабл=15,507, значит дисперсия однородна			Втабл=15,507, значит дисперсия однородна		
Кромка правая			Фон		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	16,5	41,0	1	14,0	42,4
2	15,5	39,6	2	14,5	45,0
3	15,0	40,2	3	15,0	43,2
4	14,5	39,2	4	14,5	42,6
5	14,5	39,8	5	14,5	41,6
ср.	15,2	39,96	ср.	14,5	42,96
n	5	5	n	5	5
Дисп SY	0,7	0,468	Дисп SY	0,125	1,628
Удлинение			Разрывная нагрузка		
f=	8,0000		f=	8,0000	
SYSY=	0,4125		SYSY=	1,0480	
c=	1,125		c=	1,125	
BR=	2,262450473		BR=	1,24403752	
Втабл=15,507, значит дисперсия однородна			Втабл=15,507, значит дисперсия однородна		

Таблица В.4 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по утку в конце рулона со станка СТБ-180

Кромка левая			Фон			
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка	
1	17,0	41,8	1	16,5	43,4	
2	16,0	40,4	2	16,5	42,4	
3	17,5	43,8	3	16,5	39,4	Для удлинения дисперсия однородна
4	17,5	42,6	4	16,0	43,8	S(Y) 0,1917
5	17,0	38,6	5	16,5	42,2	tR 2,637522
6	17,5	41,4	6	16,5	41,6	tтабл=2,228, значит различия ЗНАЧИМЫ
7			7			
ср.	17,1	41,4	ср.	16,4	42,1	Для разрывной нагрузки дисперсия однородна
n	6	6	n	6	6	S(Y) 2,8407
Дисп SY	0,341666667	3,238666667	Дисп SY	0,041666667	2,442666667	tR -0,71936
Удлинение			Разрывная нагрузка			tтабл=2,228, значит различия НЕ значимы
f=	10,0000		f=	10,0000		
SYSY=	0,1917		SYSY=	2,8407		
c=	1,1		c=	1,1		
BR=	4,122632225		BR=	0,08621834		
Втабл=18,307, значит дисперсия однородна			Втабл=18,307, значит дисперсия однородна			
Кромка правая			Фон			
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка	
1	16,0	37,8	1	16,5	43,4	
2	17,5	44,2	2	16,5	42,4	Для удлинения дисперсия однородна
3	17,5	44,0	3	16,5	39,4	S(Y) 0,3583
4	17,0	43,4	4	16,0	43,8	tR 0,964486
5	15,5	40,0	5	16,5	42,2	tтабл=2,228, значит различия НЕ значимы
6	17,0	42,0	6	16,5	41,6	
7			7			
ср.	16,8	41,9	ср.	16,4	42,1	Для разрывной нагрузки дисперсия однородна
n	6	6	n	6	6	S(Y) 4,4593
Дисп SY	0,675	6,476	Дисп SY	0,041666667	2,442666667	tR -0,19138
Удлинение			Разрывная нагрузка			tтабл=2,228, значит различия НЕ значимы
f=	10,0000		f=	10,0000		
SYSY=	0,3583		SYSY=	4,4593		
c=	1,1		c=	1,1		
BR=	6,603811814		BR=	0,995043307		

Таблица В.5 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по основе в начале рулона со станка OMNIplus -380

Кромка левая			Фон			
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка	
1	16,0	41,8	1	18,5	40,2	
2	15,5	41,4	2	17,0	40,0	Для удлинения дисперсия однородна
3	15,5	42,8	3	16,5	42,8	S(Y) 0,3857
4	15,5	43,0	4	18,0	44,0	tR -4,56052
5	15,5	42,8	5		38,2	tтабл=2,365, значит различия ЗНАЧИМЫ
6		42,0	6		40,2	
7			7			
ср.	15,6	42,3	ср.	17,5	40,9	Для разрывной нагрузки дисперсия однородна
n	5	6	n	4	6	S(Y) 2,4440
Дисп SY	0,05	0,428	Дисп SY	0,833333333	4,46	tR 1,551094
Удлинение			Разрывная нагрузка			tтабл=2,228, значит различия НЕ значимы
f=	7,0000		f=	10,0000		
SYSY=	0,3857		SYSY=	2,4440		
c=	1,146825397		c=	1,1		
BR=	4,889836696		BR=	4,960993533		
Втабл=14,067, значит дисперсия однородна			Втабл=18,307, значит дисперсия однородна			
Кромка правая			Фон			
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка	
1	16,0	42,4	1	18,5	40,2	
2	16,0	43,6	2	17,0	40,0	Для удлинения дисперсия однородна
3	17,0	43,8	3	16,5	42,8	S(Y) 0,4792
4	15,5	42,8	4	18,0	44,0	tR -2,98402
5	16,5	44,0	5		38,2	tтабл=2,306, значит различия ЗНАЧИМЫ
6	16,0		6		40,2	
7			7			
ср.	16,2	43,3	ср.	17,5	40,9	Для разрывной нагрузки дисперсия однородна
n	6	5	n	4	6	S(Y) 2,6876
Дисп SY	0,266666667	0,472	Дисп SY	0,833333333	4,46	tR 2,437816
Удлинение			Разрывная нагрузка			tтабл=2,262, значит различия ЗНАЧИМЫ
f=	8,0000		f=	9,0000		
SYSY=	0,4792		SYSY=	2,6876		
c=	1,136111111		c=	1,112962963		
BR=	1,069577678		BR=	3,803962891		

Таблица В.6 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по основе в конце рулона со станка OMNIplus -380

Кромка левая			Фон			
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка	
1	16,0	40,0	1	15,5	41,6	
2	17,5	38,4	2	15,5	42,8	Для удлинения дисперсия однородна
3	14,5	33,8	3	15,0	43,2	S(Y) 0,4917
4	15,5	37,8	4	15,5	43,6	tR 1,23508
5	16,0	36,6	5	15,5	42,4	tтабл=2,228, значит различия НЕ значимы
6	16,0		6	15,5	43,2	
7			7			Для разрывной нагрузки дисперсия однородна
ср.	15,9	37,3	ср	15,4	42,8	S(Y) 2,6720
n	6	5	n	6	6	tR -5,53639
Дисп SY	0,941666667	5,372	Дисп SY	0,041666667	0,512	tтабл=2,262, значит различия ЗНАЧИМЫ
Удлинение			Разрывная нагрузка			
f=	10,0000		f=	9,0000		
SYSY=	0,4917		SYSY=	2,6720		
c=	1,1		c=	1,11296296		
BR=	7,907323785		BR=	4,70035343		
Втабл=18,307, значит дисперсия однородна			Втабл=16,919, значит дисперсия однородна			
Кромка правая			Фон			
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка	
1	17,0	39,4	1	15,5	41,6	
2	14,5	37,0	2	15,5	42,8	Для удлинения дисперсия однородна
3	16,0	38,4	3	15,0	43,2	S(Y) 0,4042
4	15,5	38,6	4	15,5	43,6	tR 1,135192
5	15,5		5	15,5	42,4	tтабл=2,228, значит различия НЕ значимы
6	16,5		6	15,5	43,2	
7			7			Для разрывной нагрузки дисперсия однородна
ср.	15,8	38,4	ср	15,4	42,8	S(Y) 0,6938
n	6	4	n	6	6	tR -8,27683
Дисп SY	0,766666667	0,996666667	Дисп SY	0,041666667	0,512	tтабл=2,306, значит различия ЗНАЧИМЫ
Удлинение			Разрывная нагрузка			
f=	10,0000		f=	8,0000		
SYSY=	0,4042		SYSY=	0,6938		
c=	1,1		c=	1,13611111		
BR=	7,096920896		BR=	0,36381694		
Втабл=18,307, значит дисперсия однородна			Втабл=15,507, значит дисперсия однородна			

Таблица В.7 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по утку в начале рулона со станка OMNIplus -380

Кромка левая			Фон			
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка	
1	13,5	36,4	1	12,5	38,0	
2	12,5	37,2	2	13,5	39,0	Для удлинения дисперсия однородна
3	12,5	37,8	3	13,5	38,4	S(Y) 0,2833
4	14,0	37,2	4	13,5	41,0	tR -1,08465
5	13,0	37,0	5	13,5	40,0	tтабл=2,228, значит различия НЕ значимы
6	12,5		6	13,5		
7			7			Для разрывной нагрузки дисперсия однородна
ср.	13,0	37,12	ср	13,3	39,28	S(Y) 0,8720
n	6	5	n	6	5	tR -3,65734
Дисп SY	0,4	0,252	Дисп SY	0,166666667	1,492	tтабл=2,306, значит различия ЗНАЧИМЫ
Удлинение			Разрывная нагрузка			
f=	10,0000		f=	8,0000		
SYSY=	0,2833		SYSY=	0,8720		
c=	1,1		c=	1,125		
BR=	0,807966282		BR=	2,39579564		
Втабл=18,307, значит дисперсия однородна			Втабл=15,507, значит дисперсия однородна			
Кромка правая			Фон			
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка	
1	14,0	37,4	1	12,5	38,0	
2	13,5	37,0	2	13,5	39,0	Для удлинения дисперсия однородна
3	14,0	36,8	3	13,5	38,4	S(Y) 0,3542
4	12,5	37,8	4	13,5	41,0	tR 0,242536
5	12,5		5	13,5	40,0	tтабл=2,228, значит различия НЕ значимы
6	14,0		6	13,5		
7			7			Для разрывной нагрузки дисперсия однородна
ср.	13,4	37,25	ср	13,3	39,3	S(Y) 0,9369
n	6	4	n	6	5	tR -3,12646
Дисп SY	0,541666667	0,196666667	Дисп SY	0,166666667	1,492	tтабл=2,365, значит различия ЗНАЧИМЫ
Удлинение			Разрывная нагрузка			
f=	10,0000		f=	7,0000		
SYSY=	0,3542		SYSY=	0,9369		
c=	1,1		c=	1,1468254		
BR=	1,430292821		BR=	2,35402672		

Таблица В.8 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по утку в конце рулона со станка OMNIplus -380

Кромка левая			Фон			
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка	
1	14,5	43,6	1	15,5	44,2	
2	14,0	41,2	2	15,0	42,2	Для удлинения дисперсия однородна
3	15,0	44,4	3	15,0	46,8	S(Y) 0,1553
4	15,0	42,2	4	14,5	45,0	tR -1,90043
5	14,0	44,6	5	15,0	45,4	tтабл=2,201, значит различия НЕ значимы
6	15,0	43,4	6	15,0	-	
7	-	-	7	15,0	-	Для разрывной нагрузки дисперсия однородна
ср.	14,6	43,23333333	ср.	15,0	44,7	S(Y) 2,2313
n	6	6	n	7	5	tR -1,64363
Дисп SY	0,241666667	1,718666667	Дисп SY	0,083333333	2,872	tтабл=2,262, значит различия НЕ значимы
Удлинение			Разрывная нагрузка			
f=	11,0000		f=	9,0000		
SYSY=	0,1553		SYSY=	2,2313		
c=	1,091919192		c=	1,112962963		
BR=	1,335582742		BR=	0,253866708		
Втабл=19,675, значит дисперсия однородна			Втабл=16,919, значит дисперсия однородна			
Кромка правая			Фон			
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка	
1	15,0	43,2	1	15,5	44,2	
2	15,5	44,0	2	15,0	42,2	Для удлинения дисперсия однородна
3	15,5	44,0	3	15,0	46,8	S(Y) 0,0758
4	15,5	45,2	4	14,5	45,0	tR 2,176801
5	15,0	43,6	5	15,0	45,4	tтабл=2,201, значит различия НЕ значимы
6	15,5	46,0	6	15,0	-	
7	-	-	7	15,0	-	Для разрывной нагрузки дисперсия однородна
ср.	15,3	44,3	ср.	15,0	44,7	S(Y) 1,8957
n	6	6	n	7	5	tR -0,46378
Дисп SY	0,066666667	1,114666667	Дисп SY	0,083333333	2,872	tтабл=2,262, значит различия НЕ значимы
Удлинение			Разрывная нагрузка			
f=	11,0000		f=	9,0000		
SYSY=	0,0758		SYSY=	1,8957		
c=	1,091919192		c=	1,112962963		
BR=	0,05897401		BR=	0,854054751		

Таблица В.9 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по основе в начале рулона со станка OMNIplus -380

Кромка левая			Фон			
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка	
1	13,0	44,2	1	12,5	42,6	
2	14,5	45,2	2	13,5	41,8	Для удлинения дисперсия однородна
3	14,0	45,2	3	13,5	41,4	S(Y) 0,2738
4	14,0	42,8	4	13,5	42,8	tR 2,298393
5	13,5	44,2	5	13,0	40,4	tтабл=2,119, значит различия ЗНАЧИМЫ
6	14,5	42,0	6	13,0	41,0	
7	13,0		7	13,0	39,2	Для разрывной нагрузки дисперсия однородна
ср.	13,786	43,933	ср.	13,143	41,314	S(Y) 1,6256
n	7	6	n	7	7	tR 3,692205
Дисп SY	0,404761905	1,674666667	Дисп SY	0,142857143	1,584761905	tтабл=2,201, значит различия ЗНАЧИМЫ
Удлинение			Разрывная нагрузка			
f=	12,0000		f=	11,0000		
SYSY=	0,2738		SYSY=	1,6256		
c=	1,083333333		c=	1,091919192		
BR=	1,376244034		BR=	0,00364369		
Втабл=21,026, значит дисперсия однородна			Втабл=19,675, значит дисперсия однородна			
Кромка правая			Фон			
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка	
1	13,5	44,4	1	12,5	42,6	
2	13,0	45,0	2	13,5	41,8	Для удлинения дисперсия однородна
3	13,5	44,0	3	13,5	41,4	S(Y) 0,2446
4	12,5	45,2	4	13,5	42,8	tR -1,12494
5	12,0	43,6	5	13,0	40,4	tтабл=2,201, значит различия НЕ значимы
6	12,5		6	13,0	41,0	
7	-	-	7	13,0	39,2	Для разрывной нагрузки дисперсия однородна
ср.	12,8	44,4	ср.	13,1	41,3	S(Y) 1,1301
n	6	5	n	7	7	tR 5,021604
Дисп SY	0,366666667	0,448	Дисп SY	0,142857143	1,584761905	tтабл=2,228, значит различия ЗНАЧИМЫ
Удлинение			Разрывная нагрузка			
f=	11,0000		f=	10,0000		
SYSY=	0,2446		SYSY=	1,1301		
c=	1,091919192		c=	1,105555556		
BR=	1,053225387		BR=	1,446888484		

Таблица В.10 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по основе в конце рулона со станка OMNIplus -380



Кромка левая			Фон		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	16,0	46,4	1	14,5	47,4
2	15,5	46,8	2	15,0	45,2
3	16,0	46,6	3	14,5	46,4
4	16,0	46,8	4	14,5	45,4
5	16,0	46,8	5	14,5	43,8
6	15,5	46,2	6	14,0	45,4
7			7	14,5	
ср.	15,8	46,6	ср.	14,5	45,6
n	6	6	n	7	6
Дисп SY	0,066666667	0,064	Дисп SY	0,083333333	1,472
Удлинение			Разрывная нагрузка		
f=	11,0000		f=	10,0000	
SYSY=	0,0758		SYSY=	0,7680	
c=	1,091919192		c=	1,1	
BR=	0,05897401		BR=	7,97720976	
Втабл=19,675, значит дисперсия однородна			Втабл=18,307, значит дисперсия однородна		
Кромка правая			Фон		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	15,0	43,0	1	14,5	47,4
2	15,0	43,4	2	15,0	45,2
3	15,0	45,0	3	14,5	46,4
4	15,0	43,6	4	14,5	45,4
5	15,0	44,4	5	14,5	43,8
6	14,5	42,6	6	14,0	45,4
7			7	14,5	
ср.	14,9	43,7	ср.	14,5	45,6
n	6	6	n	7	6
Дисп SY	0,041666667	0,794666667	Дисп SY	0,083333333	1,472
Удлинение			Разрывная нагрузка		
f=	11,0000		f=	10,0000	
SYSY=	0,0644		SYSY=	1,1333	
c=	1,091919192		c=	1,1	
BR=	0,551675705		BR=	0,40677913	

Для удлинения дисперсия однородна  
S(Y) 0,0758  
tR 8,707203  
tтабл=2,201, значит различия ЗНАЧИМЫ

Для разрывной нагрузки дисперсия однородна  
S(Y) 0,7680  
tR 1,976424  
tтабл=2,228, значит различия НЕ значимы

Для удлинения дисперсия однородна  
S(Y) 0,0644  
tR 2,95134  
tтабл=2,201, значит различия ЗНАЧИМЫ

Для разрывной нагрузки дисперсия однородна  
S(Y) 1,1333  
tR -3,14549  
tтабл=2,228, значит различия ЗНАЧИМЫ

Таблица В.11 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств базы по утку в начале рулона со станка OMNIplus -380

Кромка левая			Фон		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	14,0	46,6	1	14,5	45,0
2	14,5	44,8	2	14,5	45,6
3	14,0	43,2	3	14,0	45,2
4	14,5	45,8	4	14,0	45,4
5	15,0	47,0	5	14,0	45,8
6	14,5	45,0	6	14,0	44,6
7	14,0	43,2	7	13,5	
ср.	14,4	45,1	ср.	14,1	45,3
n	7	7	n	7	6
Дисп SY	0,142857143	2,278095238	Дисп SY	0,11904762	0,186666667
Удлинение			Разрывная нагрузка		
f=	12,0000		f=	11,0000	
SYSY=	0,1310		SYSY=	1,3274	
c=	1,083333333		c=	1,09191919	
BR=	0,043974752		BR=	5,75489582	
Втабл=21,026, значит дисперсия однородна			Втабл=19,675, значит дисперсия однородна		
Кромка правая			Фон		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	16,5	46,0	1	14,5	45,0
2	16,5	43,8	2	14,5	45,6
3	16,5	42,2	3	14,0	45,2
4	16,0	44,4	4	14,0	45,4
5	16,5	44,4	5	14,0	45,8
6	16,0	42,8	6	14,0	44,6
7	16,0	44,2	7	13,5	
ср.	16,3	43,97	ср.	14,1	45,3
n	7	7	n	7	6
Дисп SY	0,071428571	1,512380952	Дисп SY	0,11904762	0,186666667
Удлинение			Разрывная нагрузка		
f=	12,0000		f=	11,0000	
SYSY=	0,0952		SYSY=	0,9098	
c=	1,083333333		c=	1,09191919	
BR=	0,341984925		BR=	4,26715118	

Для удлинения дисперсия однородна  
S(Y) 0,1310  
tR 1,477098  
tтабл=2,119, значит различия НЕ значимы

Для разрывной нагрузки дисперсия однородна  
S(Y) 1,3274  
tR -0,2823  
tтабл=2,201, значит различия НЕ значимы

Для удлинения дисперсия однородна  
S(Y) 0,0952  
tR 13,42339  
tтабл=2,119, значит различия ЗНАЧИМЫ

Для разрывной нагрузки дисперсия однородна  
S(Y) 0,9098  
tR -2,44081  
tтабл=2,201, значит различия ЗНАЧИМЫ

Таблица В.12 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств базы по утку в конце рулона со станка OMNIplus -380

СТБ бязь сравнение начала и конца			НАЧАЛО			КОНЕЦ			
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка				
1	16,0	42,2	1	16,0	39,2			Для удлинения дисперсия однородна	
2	16,0	39,4	2	17,0	43,8			S(Y) 0,7500	
3	17,5	41,0	3	15,5	40,0			tR -0,547723	
4	15,5	40,4	4	16,5	40,4			tтабл=2,306, значит различия НЕ значимы	
5	16,5	43,6	5	18,0	41,6			Для разрывной нагрузки дисперсия однородна	
ср.	16,3	41,32	ср.	16,6	41,0			S(Y) 2,9260	
n	5	5	n	5	5			tR 0,29579	
Дисп SY	0,575	2,652	Дисп SY	0,925	3,2			tтабл=2,306, значит различия НЕ значимы	
Удлинение			Разрывная нагрузка						
f=	8,0000		f=	8,0000					
SYSY=	0,7500		SYSY=	2,9260					
c=	1,125		c=	1,125					
BR=	0,190440631		BR=	0,02996194					
Втабл=15,507, значит дисперсия однородна			Втабл=15,507, значит дисперсия однородна						

Таблица В.13 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по основе по длине рулона со станка СТБ-180

СТБ бязь сравнение начала и конца			НАЧАЛО			КОНЕЦ			
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка				
1	15,5	43,2	1	14,0	42,4			Для удлинения дисперсия однородна	
2	15,0	44,2	2	14,5	45,0			S(Y) 0,2750	
3	15,5	43,2	3	15,0	43,2			tR 1,206045	
4	14,0	41,8	4	14,5	42,6			tтабл=2,306, значит различия НЕ значимы	
5	14,5	41,8	5	14,5	41,6			Для разрывной нагрузки дисперсия однородна	
ср.	14,9	42,84	ср.	14,5	43,0			S(Y) 1,3480	
n	5	5	n	5	5			tR -0,16342	
Дисп SY	0,425	1,068	Дисп SY	0,125	1,628			tтабл=2,306, значит различия НЕ значимы	
Удлинение			Разрывная нагрузка						
f=	8,0000		f=	8,0000					
SYSY=	0,2750		SYSY=	1,3480					
c=	1,125		c=	1,125					
BR=	1,20130232		BR=	0,150032181					
Втабл=15,507, значит дисперсия однородна			Втабл=15,507, значит дисперсия однородна						

Таблица В.14 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по утку по длине рулона со станка СТБ-180

СТБ бязь основа конец			Кромка левая			Кромка правая			
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка	
1	17,0	40,2	1	15,5	36,0	1	15,5	36,0	Для удлинения дисперсия однородна
2	16,5	39,2	2	17,0	39,8	2	17,0	39,8	S(Y) 0,5000
3	15,5	37,8	3	16,5	38,0	3	16,5	38,0	tR 1,341641
4	17,5	43,2	4	16,0	37,4	4	16,0	37,4	tтабл=2,306, значит различия НЕ значимы
5	17,0	41,2	5	15,5	36,6	5	15,5	36,6	Для разрывной нагрузки дисперсия однородна
ср.	16,7	40,320	ср.	16,1	37,560	ср.	16,1	37,560	S(Y) 3,1600
n	5	5	n	5	5	n	5	5	tR 2,45491
Дисп SY	0,575	4,172	Дисп SY	0,425	2,148	Дисп SY	0,425	2,148	tтабл=2,306, значит различия ЗНАЧИМЫ
Удлинение			Разрывная нагрузка			Разрывная нагрузка			
f=	8,0000		f=	8,0000		f=	8,0000		
SYSY=	0,5000		SYSY=	3,1600		SYSY=	3,1600		
c=	1,125		c=	1,125		c=	1,125		
BR=	0,077414273		BR=	0,368111223		BR=	0,368111223		
Втабл=15,507, значит дисперсия однородна			Втабл=15,507, значит дисперсия однородна			Втабл=15,507, значит дисперсия однородна			

Таблица В.15 – Оценка статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по основе в околосромочных областях в конце рулона со станка СТБ-180

Кромка левая			кромка правая			
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка	
1	14,0	38,4	1	15,0	41,4	Для удлинения дисперсия однородна
2	15,0	40,8	2	15,0	41,8	S(Y) 0,2839
3	14,0	39,8	3	15,5	41,8	tR -2,30804
4	13,5	38,0	4	15,0	42,2	tтабл=2,306, значит различия НЕ значимы
5	15,0	40,8	5			
ср.	14,3	39,56	ср	15,125	41,8	Для разрывной нагрузки дисперсия однородна
п	5	5	п	4	4	S(Y) 1,0331
Дисп SY	0,45	1,728	Дисп SY	0,0625	0,10666667	tR -3,2852
Удлинение			Разрывная нагрузка			tтабл=2,306, значит различия ЗНАЧИМЫ
f=	7,0000		f=	7,0000		
SYSY=	0,2839		SYSY=	1,0331		
c=	1,146825397		c=	1,1468254		
BR=	2,251308517		BR=	3,96650609		
Втабл=15,507, значит дисперсия однородна			Втабл=15,507, значит дисперсия однородна			
СТБ бязь уток начало			СТБ бязь уток конец			
Кромка левая			кромка правая			
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка	
1	16,0	37,4	1	16,5	41,0	Для удлинения дисперсия однородна
2	15,5	36,4	2	15,5	39,6	S(Y) 0,8875
3	13,5	38,0	3	15,0	40,2	tR -0,83918
4	14,0	39,6	4	14,5	39,2	tтабл=2,306, значит различия НЕ значимы
5	14,5	42,4	5	14,5	39,8	
ср.	14,7	38,76	ср	15,2	39,96	Для разрывной нагрузки дисперсия однородна
п	5	5	п	5	5	S(Y) 2,9780
Дисп SY	1,075	5,488	Дисп SY	0,7	0,468	tR -1,09948
Удлинение			Разрывная нагрузка			tтабл=2,306, значит различия НЕ значимы
f=	8,0000		f=	8,0000		МОЖЕМ ОБЪЕДИНИТЬ
SYSY=	0,8875		SYSY=	2,9780		
c=	1,125		c=	1,125		

Таблица В.16 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по утку в околосромочных областях со станка СТБ-180

кромки			Фон			
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка	
1	16,0	37,4	1	14,0	42,4	Для удлинения дисперсия однородна
2	15,5	36,4	2	14,5	45,0	S(Y) 0,2779
3	13,5	38,0	3	15,0	43,2	tR 1,558546
4	14,0	39,6	4	14,5	42,6	tтабл=2,306, значит различия НЕ значимы
5	14,5	42,4	5	14,5	41,6	
6	16,5	41,0	ср	14,5	42,960	Для разрывной нагрузки дисперсия однородна
7	15,5	39,6	п	5	5	S(Y) 2,6105
8	15,0	40,2	Дисп SY	0,125	1,628	tR -4,06802
9	14,5	39,2	Разрывная нагрузка			tтабл=2,306, значит различия ЗНАЧИМЫ
10	14,5	39,8	f=	13,0000		
ср.	15,0	39,4	SYSY=	0,2779		
п	10	10	c=	1,094729345		
Дисп SY	0,345833333	3,047111111	BR=	1,072184132		
Удлинение			Втабл=15,507, значит дисперсия однородна			
f=	13,0000		Втабл=15,507, значит дисперсия однородна			
SYSY=	0,2779					
c=	1,094729345					
BR=	1,072184132					

Таблица В.17 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по утку по ширине полотка в конце рулона со станка СТБ-180

OMNIplus 380 сравнение начала и конца					
НАЧАЛО			КОНЕЦ		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	16,5	43,4	1	18,5	40,2
2	16,5	42,4	2	17,0	40,0
3	16,5	39,4	3	16,5	42,8
4	16,0	43,8	4	18,0	44,0
5	16,5	42,2	5		38,2
6	16,5	41,6	6		40,2
7			7		
ср.	16,4	42,1	ср	17,5	40,9
n	6	6	n	4	6
Дисп SY	0,041666667	2,442666667	Дисп SY	0,833333333	4,46
Удлинение			Разрывная нагрузка		
f=	8,0000		f=	10,0000	
SYSY=	0,3385		SYSY=	3,4513	
c=	1,136111111		c=	1,1	
BR=	6,545327964		BR=	0,388276219	
Втабл=15,507, значит дисперсия однородна			Втабл=18,307, значит дисперсия однородна		

Для удлинения дисперсия однородна  
S(Y) 0,3385  
tR -2,88444  
табл=2,306, значит различия ЗНАЧИМЫ

Для разрывной нагрузки дисперсия однородна  
S(Y) 3,4513  
tR 1,149867  
табл=2,228, значит различия НЕ значимы

Таблица В.18 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по основе по длине рулона со станка OMNIplus -380

OMNIplus 380 бязь основа конец					
Кромка левая			кромка правая		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	16,0	41,8	1	16,0	42,4
2	15,5	41,4	2	16,0	43,6
3	15,5	42,8	3	17,0	43,8
4	15,5	43,0	4	15,5	42,8
5	15,5	42,8	5	16,5	44,0
6		42,0	6	16,0	
7			7		
ср.	15,6	42,3	ср	16,2	43,3
n	5	6	n	6	5
Дисп SY	0,05	0,428	Дисп SY	0,266666667	0,472
Удлинение			Разрывная нагрузка		
f=	9,0000		f=	9,0000	
SYSY=	0,1704		SYSY=	0,4476	
c=	1,112962963		c=	1,112962963	
BR=	2,289816461		BR=	0,009175973	
Втабл=14,067, значит дисперсия однородна			Втабл=18,307, значит дисперсия однородна		

Для удлинения дисперсия однородна  
S(Y) 0,1704  
tR -2,26723  
табл=2,365, значит различия ЗНАЧИМЫ

Для разрывной нагрузки дисперсия однородна  
S(Y) 0,4476  
tR -2,51791  
табл=2,262, значит различия НЕ значимы  
МОЖЕМ ОБЪЕДИНИТЬ НАГРУЗКИ

Таблица В.19 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по основе в околокромочных областях в конце рулона со станка OMNIplus -380

КРОМКИ					
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	Фон		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1		41,8	1		40,2
2		41,4	2		40,0
3		42,8	3		42,8
4		43,0	4		44,0
5		42,8	5		38,2
6		42,0	6		40,2
7		42,4	7		
8		43,6	ср		40,900
9		43,8	n		6
10		42,8	Дисп SY		4,46
11		44,0	Разрывная нагрузка		
ср.		42,764	f=	15,0000	
n		11	SYSY=	1,9444	
Дисп SY		0,686545455	c=	1,077777778	
			BR=	5,55625123	
			Втабл=18,307, значит дисперсия однородна		

Для разрывной нагрузки дисперсия однородна  
S(Y) 1,9444  
tR 2,633419  
табл=2,131, значит различия ЗНАЧИМЫ

Таблица В.20 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по основе по ширине полотка в конце рулона со станка СТБ-180

OMNIplus 380 сравнение начала и конца					
НАЧАЛО			КОНЕЦ		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	15,5	41,6	1	12,5	38,0
2	15,5	42,8	2	13,5	39,0
3	15,0	43,2	3	13,5	38,4
4	15,5	43,6	4	13,5	41,0
5	15,5	42,4	5	13,5	40,0
6	15,5	43,2	6	13,5	
7			7		
ср.	15,4	42,8	ср.	13,3	39,3
n	6	6	n	6	5
Дисп SY	0,041666667	0,512	Дисп SY	0,166666667	1,492
Удлинение			Разрывная нагрузка		
f=	10,0000		f=	9,0000	
SYSY=	0,1042		SYSY=	0,9476	
c=	1,1		c=	1,11296296	
BR=	1,940843261		BR=	1,08474548	
Втабл=18,307, значит дисперсия однородна			Втабл=16,919, значит дисперсия однородна		

Для удлинения дисперсия однородна	
S(Y)	0,1042
tR	11,18034
tтабл=2,228, значит различия ЗНАЧИМЫ	

Для разрывной нагрузки дисперсия однородна	
S(Y)	0,9476
tR	5,971791
tтабл=2,262, значит различия ЗНАЧИМЫ	

Таблица В.21 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по утку по длине рулона со станка OMNIplus -380

OMNIplus 380 бязь уток конец					
Кромка левая			кромка правая		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1		36,4	1		37,4
2		37,2	2		37,0
3		37,8	3		36,8
4		37,2	4		37,8
5		37,0	5		
6			6		
7			7		
ср.		37,1	ср.		37,25
n		5	n		4
Дисп SY		0,252	Дисп SY		0,196666667
			Разрывная нагрузка		
			f=	7,0000	
			SYSY=	0,2283	
			c=	1,1468254	
			BR=	0,04333043	
			Втабл=16,919, значит дисперсия однородна		

Для разрывной нагрузки дисперсия однородна	
S(Y)	0,2283
tR	-0,4056
tтабл=2,365, значит различия НЕ значимы	
МОЖЕМ ОБЪЕДИНИТЬ	

Кромка левая			Фон		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1		36,4	1		38,0
2		37,2	2		39,0
3		37,8	3		38,4
4		37,2	4		41,0
5		37,0	5		40,0
6		37,4	6		
7		37,0	7		
8		36,8			
9		37,8			
ср.		37,2	ср.		39,3
n		9	n		5
Дисп SY		0,204444444	Дисп SY		1,492

Для разрывной нагрузки дисперсия однородна	
S(Y)	0,6336
tR	-4,73482
tтабл=2,262, значит различия ЗНАЧИМЫ	

Таблица В.22 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по утку по ширине полotka в конце рулона со станка OMNIplus -380

Кромка левая			Кромка правая		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1		40,0	1		39,4
2		38,4	2		37,0
3		33,8	3		38,4
4		37,8	4		38,6
5		36,6	5		
6			6		
7			7		
ср.		37,3	ср.		38,4
n		5	n		4
Дисп SY		5,372	Дисп SY		0,996666667
			Разрывная нагрузка		
			f= 7,0000		
			SYSY= 3,4969		
			с= 1,1468254		
			BR= 1,70878826		
			Vтабл=16,919, значит дисперсия однородна		
			Для разрывной нагрузки дисперсия однородна		
			S(Y) 3,4969		
			tR -0,82109		
			tтабл=2,365, значит различия НЕ значимы		
			МОЖЕМ ОБЪЕДИНИТЬ		
Кромка левая			Фон		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1		40,0	1		41,6
2		38,4	2		42,8
3		33,8	3		43,2
4		37,8	4		43,6
5		36,6	5		42,4
6		39,4	6		43,2
7		37,0	7		
ср.		37,8	ср.		42,8
n		9	n		6
Дисп SY		3,354444444	Дисп SY		0,512
			Для разрывной нагрузки дисперсия однородна		
			S(Y) 2,2612		
			tR -6,33692		
			tтабл=2,262, значит различия ЗНАЧИМЫ		

Таблица В.23 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по утку по ширине полотка в начале рулона со станка OMNIplus -380

OMNIplus 280 сравнение начала и конца по фону					
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	15,5	44,2	1	12,5	42,6
2	15,0	42,2	2	13,5	41,8
3	15,0	46,8	3	13,5	41,4
4	14,5	45,0	4	13,5	42,8
5	15,0	45,4	5	13,0	40,4
6	15,0	-	6	13,0	41,0
7	15,0	-	7	13,0	39,2
ср.	15,0	44,7	ср.	13,1	41,3
n	7	5	n	7	7
Дисп SY	0,083333333	2,872	Дисп SY	0,142857143	1,584761905
Удлинение			Разрывная нагрузка		
f= 12,0000			f= 10,0000		
SYSY= 0,1131			SYSY= 2,0997		
с= 1,083333333			с= 1,105555556		
BR= 0,38028704			BR= 0,376537561		
Vтабл=21,026, значит дисперсия однородна			Vтабл=18,307, значит дисперсия однородна		
			Для удлинения дисперсия однородна		
			S(Y) 0,1131		
			tR 10,33135		
			tтабл=2,119, значит различия ЗНАЧИМЫ		
			Для разрывной нагрузки дисперсия однородна		
			S(Y) 2,0997		
			tR 4,014		
			tтабл=2,228, значит различия ЗНАЧИМЫ		

Таблица В.24 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по основе по длине рулона со станка OMNIplus -280

2	14,5	45,2	2	13,0	45,0	Для удлинения дисперсия однородна
3	14,0	45,2	3	13,5	44,0	S(Y) 0,3874
4	14,0	42,8	4	12,5	45,2	tR 2,750161
5	13,5	44,2	5	12,0	43,6	tтабл=2,201, значит различия НЕ значимы
6	14,5	42,0	6	12,5		
7	13,0		7			
ср.	13,786	43,933	ср	12,8	44,4	Для разрывной нагрузки дисперсия однородна
п	7	6	п	6	5	S(Y) 1,1295
Дисп SY	0,404761905	1,674666667	Дисп SY	0,366666667	0,448	tR -0,78731
Удлинение			Разрывная нагрузка			tтабл=2,262, значит различия НЕ значимы
f=	11,0000		f=	9,0000		<b>МОЖЕМ ОБЪЕДИНЯТЬ</b>
SYSY=	0,3874		SYSY=	1,1295		
c=	1,091919192		c=	1,112962963		
BR=	0,01163454		BR=	1,486843087		
Втабл=21,026, значит дисперсия однородна			Втабл=18,307, значит дисперсия однородна			
<b>Кромки</b>						
№	Удлинение	Разрывная нагрузка				
1	13,0	44,2				
2	14,5	45,2				Удлинения все объединяются!
3	14,0	45,2				
4	14,0	42,8				
5	13,5	44,2				
6	14,5	42,0				
7	13,0	44,4				
8	13,5	45,0				
9	13,0	44,0				
10	13,5	45,2				
11	12,5	43,6				
12	12,0					
13	12,5					
ср.	13,346	44,164				
п	13	11				
Дисп SY	0,599358974	1,086545455				
			<b>Фон</b>			
			№	Удлинение	Разрывная нагрузка	
			1	12,5	42,6	
			2	13,5	41,8	Для удлинения дисперсия однородна
			3	13,5	41,4	S(Y) 0,4472
			4	13,5	42,8	tR 0,648469
			5	13,0	40,4	tтабл=2,201, значит различия НЕ значимы
			6	13,0	41,0	
			7	13,0	39,2	
			ср	13,143	41,314	Для разрывной нагрузки дисперсия однородна
			п	7	7	S(Y) 1,2734
			Дисп SY	0,142857143	1,584761905	tR 5,222477
						tтабл=2,201, значит различия <b>ЗНАЧИМЫ</b>

Таблица В.25 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по основе по ширине полотка в конце рулона со станка OMNIplus -280

OMNIplus 280 сравнение начала и конца по фону						
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка	
1	14,5	47,4	1	14,5	45,0	
2	15,0	45,2	2	14,5	45,6	Для удлинения дисперсия однородна
3	14,5	46,4	3	14,0	45,2	S(Y) 0,1012
4	14,5	45,4	4	14,0	45,4	tR 2,520504
5	14,5	43,8	5	14,0	45,8	tтабл=2,119, значит различия <b>ЗНАЧИМЫ</b>
6	14,0	45,4	6	14,0	44,6	
7	14,5		7	13,5		Для разрывной нагрузки дисперсия однородна
ср	14,5	45,6	ср	14,1	45,3	S(Y) 0,8293
п	7	6	п	7	6	tR 0,633979
Дисп SY	0,083333333	1,472	Дисп SY	0,119047619	0,186666667	tтабл=2,228, значит различия НЕ значимы
Удлинение			Разрывная нагрузка			
f=	12,0000		f=	10,0000		
SYSY=	0,1012		SYSY=	0,8293		
c=	1,083333333		c=	1,1		
BR=	0,16764261		BR=	3,990270471		
Втабл=21,026, значит дисперсия однородна			Втабл=18,307, значит дисперсия однородна			

Таблица В.26 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по утку по длине рулона со станка OMNIplus -280

Кромка левая			кр прав		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	14,0	46,6	1	16,5	46,0
2	14,5	44,8	2	16,5	43,8
3	14,0	43,2	3	16,5	42,2
4	14,5	45,8	4	16,0	44,4
5	15,0	47,0	5	16,5	44,4
6	14,5	45,0	6	16,0	42,8
7	14,0	43,2	7	16,0	44,2
ср.	14,4	45,1	ср	16,3	43,97
п	7	7	п	7	7
Дисп SY	0,142857143	2,278095238	Дисп SY	0,07142857	1,512380952
Удлинение			Разрывная нагрузка		
f=	12,0000		f=	12,0000	
SYSY=	0,1071		SYSY=	1,8952	
c=	1,083333333		c=	1,083333333	
BR=	0,624123731		BR=	0,22077492	
Втабл=21,026, значит дисперсия однородна			Втабл=19,675, значит дисперсия однородна		

Для удлинения дисперсия однородна  
S(Y) 0,1071  
tR -11,0227  
табл=2,201, значит различия ЗНАЧИМЫ

Для разрывной нагрузки дисперсия однородна  
S(Y) 1,8952  
tR 1,514254  
табл=2,201, значит различия НЕ значимы  
МОЖЕМ ОБЪЕДИНИТЬ НАГРУЗКИ

Таблица В.27 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по утку в околокромочных областях в конце рулона со станка OMNIplus -280

Кромки			Фон		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1		46,6			
2		44,8			
3		43,2			
4		45,8			
5		47,0			
6		45,0			
7		43,2			
8		46,0	1		45,0
9		43,8	2		45,6
10		42,2	3		45,2
11		44,4	4		45,4
12		44,4	5		45,8
13		42,8	6		44,6
14		44,2	7		
ср.		44,5	ср		45,3
п		14	п		6
Дисп SY		2,083736264	Дисп SY		0,186666667
			Разрывная нагрузка		
			f=	18,0000	
			SYSY=	1,5568	
			c=	1,07378917	
			BR=	6,07228882	
			Втабл=19,675, значит дисперсия однородна		

МОЖЕМ ОБЪЕДИНИТЬ НАГРУЗКИ!

Для удлинения дисперсия однородна  
S(Y) 0,0000  
tR #ДЕЛ/0!  
табл=2,119, значит различия НЕ значимы

Для разрывной нагрузки дисперсия однородна  
S(Y) 1,5568  
tR -1,21234  
табл=2,201, значит различия НЕ значимы

Таблица В.28 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по утку по ширине полотна в конце рулона со станка OMNIplus -280



Кромка левая			кр прав		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	16,0	46,4	1	15,0	43,0
2	15,5	46,8	2	15,0	43,4
3	16,0	46,6	3	15,0	45,0
4	16,0	46,8	4	15,0	43,6
5	16,0	46,8	5	15,0	44,4
6	15,5	46,2	6	14,5	42,6
7			7		
ср.	15,8	46,6	ср.	14,9	43,7
n	6	6	n	6	6
Дисп SY	0,066666667	0,064	Дисп SY	0,041666667	0,794666667
Удлинение			Разрывная нагрузка		
f=	10,0000		f=	10,0000	
SYSY=	0,0542		SYSY=	0,4293	
c=	1,1		c=	1,1	
BR=	0,237991311		BR=	5,599868248	
Втабл=19,675, значит дисперсия однородна			Втабл=18,307, значит дисперсия однородна		
					Для удлинения дисперсия однородна
					S(Y) 0,0542
					tR 6,82191
					tтабл=2,201, значит различия ЗНАЧИМЫ
					Для разрывной нагрузки дисперсия однородна
					S(Y) 0,4293
					tR 7,753981
					tтабл=2,201, значит различия ЗНАЧИМЫ

Таблица В.29 – Статистический анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязи по утку в околосромочных областях в начале рулона со станка OMNIplus -280

СТБ-180 и OMNIplus 380 в основе в начале					
СТБ			OMNIplus 380		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	16,0	38,6	1	16,5	43,4
2	17,5	39,8	2	16,5	42,4
3	17,5	43,2	3	16,5	39,4
4	18,0	42,4	4	16,0	43,8
5	18,5	45,0	5	16,5	42,2
6	16,0	42,2	6	16,5	41,6
7	16,0	39,4	7	16,0	41,8
8	17,5	41,0	8	17,5	40,4
9	15,5	40,4	9	17,5	43,8
10	16,5	43,6	10	17,0	42,6
11	17,5	40,2	11	15,5	38,6
12	17,0	41,2	12	17,0	41,4
13	16,5	38,6	13		37,8
14	17,0	42,8	14		44,2
15	19,0	43,6	15		44,0
16			16		43,4
17			17		40,0
18			18		42,0
19			19		
20			20		
21			21		
ср.	17,067	41,467	ср.	16,583	41,822
n	15	15	n	12	18
Дисп SY	0,9952381	3,878095238	Дисп SY	0,356060606	3,665359477
f=	25,0000		f=	31,0000	
SYSY=	0,7140		SYSY=	3,7614	
c=	1,04077922		c=	1,032664679	
BR=	2,76166681		BR=	0,011339374	
Втабл=37,652, значит дисперсия однородна			Втабл=37,652, значит дисперсия однородна		
			Для удлинения дисперсия однородна		
			S(Y) 0,7140		
			tR 1,476903		
			tтабл=2,060, значит различия НЕ значимы		
			Для разрывной нагрузки дисперсия однородна		
			S(Y) 3,7614		
			tR -0,52439		
			tтабл=2,042, значит различия НЕ значимы		

Таблица Г.1 – Анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязей по основе в начале рулона, выработанных на станках СТБ-180 и OMNIplus- 380

СТБ180 и OMNIplus 380 в основе в конце					
СТБ			OMNIplus 380		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	16,0	39,2	1	18,5	40,2
2	17,0	43,8	2	17,0	40,0
3	15,5	40,0	3	16,5	42,8
4	16,5	40,4	4	18,0	44,0
5	18,0	41,6	5		38,2
6	17,0	40,2	6		40,2
7	16,5	39,2	7		41,8
8	15,5	37,8	8		41,4
9	17,5	43,2	9		42,8
10	17,0	41,2	10		43,0
11	15,5		11		42,8
12	17,0		12		42,0
13	16,5		13		
14	16,0		14		
15	15,5		15		
16			16		
17			17		
18			18		
19			19		
20			20		
21			21		
ср.	16,467	40,660	ср.	17,500	41,600
n	15	10	n	4	12
Дисп SY	0,62380952	3,404888889	Дисп SY	0,833	2,756363636
f=	17,0000		f=	20,0000	
SYSY=	0,6608		SYSY=	3,0482	
c=	1,11531279		c=	1,050673401	
BR=	0,09447735		BR=	0,101149441	
Втабл=28,869, значит дисперсия однородна			Втабл=30,143, значит дисперсия однородна		
			Для удлинения дисперсия однородна		
			S(Y) 0,6608		
			tR -2,25896		
			tтабл=2,120, значит различия значимы		
			Для разрывной нагрузки дисперсия однородна		
			S(Y) 3,0482		
			tR -1,25743		
			tтабл=2,086, значит различия НЕ значимы		

Таблица Г.2 – Анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязей по основе в конце рулона, выработанных на станках СТБ-180 и OMNIplus -380

СТБ-180 и OMNIplus 380 в утке в начале					
СТБ			OMNIplus 380		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	15,5	43,2	1	15,5	41,6
2	15,0	44,2	2	15,5	42,8
3	15,5	43,2	3	15,0	43,2
4	14,0	41,8	4	15,5	43,6
5	14,5	41,8	5	15,5	42,4
6	15,0	41,4	6	15,5	43,2
7	15,0	41,8	7	16,0	
8	15,5	41,8	8	17,5	
9	15,0	42,2	9	14,5	
10	14,0		10	15,5	
11	15,0		11	16,0	
12	14,0		12	16,0	
13	13,5		13	17,0	
14	15,0		14	14,5	
15			15	16,0	
16			16	15,5	
17			17	15,5	
18			18	16,5	
19			19		
20			20		
21			21		
ср.	14,750	42,378	ср.	15,722	42,800
n	14	9	n	18	6
Дисп SY	0,41346154	0,874	Дисп SY	0,565359477	0,512
f=	30,0000		f=	13,0000	
SYSY=	0,4995		SYSY=	0,7350	
c=	1,03413776		c=	1,082692308	
BR=	0,32775334		BR=	0,370030276	
Втабл=37,652, значит дисперсия однородна			Втабл=23,685, значит дисперсия однородна		

Для удлинения дисперсия однородна	S(Y)	0,4995
tR	-3,86017	
tтабл=2,042, значит различия значимы		
Для разрывной нагрузки дисперсия однородна	S(Y)	0,7350
tR	-0,93441	
tтабл=2,086, значит различия НЕ значимы		

Таблица Г.3 – Анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязей по утку в начале рулона, выработанных на станках СТБ-180 и OMNIplus-380

СТБ-180 и OMNIplus 380 в утке в конце					
СТБ			OMNIplus 380		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	14,0	42,4	1	12,5	38,0
2	14,5	45,0	2	13,5	39,0
3	15,0	43,2	3	13,5	38,4
4	14,5	42,6	4	13,5	41,0
5	14,5	41,6	5	13,5	40,0
6	16,0		6	13,5	
7	15,5		7	13,5	
8	13,5		8	12,5	
9	14,0		9	12,5	
10	14,5		10	14,0	
11	16,5		11	13,0	
12	15,5		12	12,5	
13	15,0		13	14,0	
14	14,5		14	13,5	
15	14,5		15	14,0	
16			16	12,5	
17			17	12,5	
18			18	14,0	
19			19		
20			20		
21			21		
ср.	14,800	42,960	ср.	13,250	39,280
n	15	5	n	18	5
Дисп SY	0,63571429	1,628	Дисп SY	0,360294118	1,492
f=	31,0000		f=	8,0000	
SYSY=	0,4847		SYSY=	1,5600	
c=	1,03266468		c=	1,125	
BR=	1,15241061		BR=	0,006469755	
Втабл=37,652, значит дисперсия однородна			Втабл=16,919, значит дисперсия однородна		

Для удлинения дисперсия однородна	S(Y)	0,4847
tR	6,368398	
tтабл=2,042, значит различия значимы		
Для разрывной нагрузки дисперсия однородна	S(Y)	1,5600
tR	4,658601	
tтабл=2,306, значит различия значимы		

Таблица Г.4 – Анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязей по утку в конце рулона, выработанных на станках СТБ-180 и OMNIplus-380

СТБ-180 и OMNIplus 280 в основе в начале					
СТБ			OMNIplus 280		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	16,0	38,6	1	15,5	44,2
2	17,5	39,8	2	15,0	42,2
3	17,5	43,2	3	15,0	46,8
4	18,0	42,4	4	14,5	45,0
5	18,5	45,0	5	15,0	45,4
6	16,0	42,2	6	15,0	43,6
7	16,0	39,4	7	15,0	41,2
8	17,5	41,0	8	14,5	44,4
9	15,5	40,4	9	14,0	42,2
10	16,5	43,6	10	15,0	44,6
11	17,5	40,2	11	15,0	43,4
12	17,0	41,2	12	14,0	43,2
13	16,5	38,6	13	15,0	44,0
14	17,0	42,8	14	15,0	44,0
15	19,0	43,6	15	15,5	45,2
16			16	15,5	43,6
17			17	15,5	46,0
18			18	15,0	
19			19	15,5	
20			20		
21			21		
ср.	17,067	41,467	ср.	14,974	44,059
n	15	15	n	19	17
Дисп SY	0,9952381	3,878095238	Дисп SY	0,20760234	2,023823529
f=	32,0000		f=	30,0000	
SYSY=	0,5522		SYSY=	2,8892	
c=	1,03191138		c=	1,03353175	
BR=	8,67986097		BR=	1,45728897	
Втабл=37,652, значит дисперсия однородна			Втабл=37,652, значит дисперсия однородна		
			Для удлинения дисперсия однородна		
			S(Y) 0,5522		
			tR 8,154609		
			tтабл=2,042, значит различия значимы		
			Для разрывной нагрузки дисперсия однородна		
			S(Y) 2,8892		
			tR -4,30498		
			tтабл=2,042, значит различия значимы		

Таблица Г.5 – Анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязей по основе в начале рулона, выработанных на станках СТБ-180 и OMNIplus-280

СТБ-180 и OMNIplus 280 в основе в конце					
СТБ			OMNIplus 280		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	16,0	39,2	1	13,0	42,6
2	17,0	43,8	2	14,5	41,8
3	15,5	40,0	3	14,0	41,4
4	16,5	40,4	4	14,0	42,8
5	18,0	41,6	5	13,5	40,4
6	17,0	40,2	6	14,5	41,0
7	16,5	39,2	7	13,0	39,2
8	15,5	37,8	8	13,5	
9	17,5	43,2	9	13,0	
10	17,0	41,2	10	13,5	
11	15,5		11	12,5	
12	17,0		12	12,0	
13	16,5		13	12,5	
14	16,0		14	12,5	
15	15,5		15	13,5	
16			16	13,5	
17			17	13,5	
18			18	13,0	
19			19	13,0	
20			20	13,0	
21			21		
ср.	16,467	40,660	ср.	13,275	41,314
n	15	10	n	20	7
Дисп SY	0,62380952	3,404888889	Дисп SY	0,43355263	1,584761905
f=	33,0000		f=	15,0000	
SYSY=	0,5143		SYSY=	2,6768	
c=	1,03125237		c=	1,07037037	
BR=	0,50142156		BR=	0,87599856	
Втабл=37,652, значит дисперсия однородна			Втабл=26,296, значит дисперсия однородна		
			Для удлинения дисперсия однородна		
			S(Y) 0,5143		
			tR 13,03015		
			tтабл=2,042, значит различия значимы		
			Для разрывной нагрузки дисперсия однородна		
			S(Y) 2,6768		
			tR -0,81149		
			tтабл=2,131, значит различия НЕ значимы		

Таблица Г.6 – Анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязей по основе в конце рулона, выработанных на станках СТБ-180 и OMNIplus-280

СТБ-180 и OMNIplus 280 в утке в начале					
СТБ			OMNIplus 280		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	15,5	43,2	1	14,5	47,4
2	15,0	44,2	2	15,0	45,2
3	15,5	43,2	3	14,5	46,4
4	14,0	41,8	4	14,5	45,4
5	14,5	41,8	5	14,5	43,8
6	15,0	41,4	6	14,0	45,4
7	15,0	41,8	7	14,5	46,4
8	15,5	41,8	8		46,8
9	15,0	42,2	9		46,6
10	14,0		10		46,8
11	15,0		11		46,8
12	14,0		12		46,2
13	13,5		13		
14	15,0		14		
15			15		
16			16		
17			17		
18			18		
19			19		
20			20		
21			21		
ср.	14,750	42,378	ср.	14,500	46,100
n	14	9	n	7	12
Дисп SY	0,41346154	0,874	Дисп SY	0,083	0,970909091
f=	19,0000		f=	19,0000	
SYSY=	0,3092		SYSY=	0,9303	
c=	1,06365272		c=	1,05442584	
BR=	3,6789314		BR=	0,02287341	
Втабл=2,306, значит дисперсия однородна			Втабл=2,306, значит дисперсия однородна		

Для удлинения дисперсия однородна	S(Y)	0,3092
tR	0,971217	
tтабл=2,086, значит различия НЕ значимы		
Для разрывной нагрузки дисперсия однородна	S(Y)	0,9303
tR	-8,75175	
tтабл=2,086, значит различия значимы		

Таблица Г.7 – Анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязей по утку в начале рулона, выработанных на станках СТБ-180 и OMNIplus-280

СТБ-180 и OMNIplus 280 в утке в конце					
СТБ			OMNIplus 280		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	14,0	42,4	1	14,5	46,6
2	14,5	45,0	2	15,0	44,8
3	15,0	43,2	3	14,5	43,2
4	14,5	42,6	4	14,5	45,8
5	14,5	41,6	5	14,5	47,0
6	16,0		6	14,0	45,0
7	15,5		7	14,5	43,2
8	13,5		8	14,0	46,0
9	14,0		9	14,5	43,8
10	14,5		10	14,0	42,2
11	16,5		11	14,5	44,4
12	15,5		12	15,0	44,4
13	15,0		13	14,5	42,8
14	14,5		14	14,0	44,2
15	14,5		15		45,0
16			16		45,6
17			17		45,2
18			18		45,4
19			19		45,8
20			20		44,6
21			21		
ср.	14,800	42,960	ср.	14,429	44,750
n	15	5	n	14	20
Дисп SY	0,63571429	1,628	Дисп SY	0,10989011	1,595263158
f=	27,0000		f=	23,0000	
SYSY=	0,3825		SYSY=	1,6010	
c=	1,03710487		c=	1,08638444	
BR=	8,39930605		BR=	0,00060306	
Втабл=37,652, значит дисперсия однородна			Втабл=36,415, значит дисперсия однородна		

Для удлинения дисперсия однородна	S(Y)	0,3825
tR	1,616024	
tтабл=2,060, значит различия НЕ значимы		
Для разрывной нагрузки дисперсия однородна	S(Y)	1,6010
tR	-2,82939	
tтабл=2,069, значит различия значимы		

Таблица Г.8 – Анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязей по утку в конце рулона, выработанных на станках СТБ-180 и OMNIplus -280

OMNIplus 380 и OMNIplus 280 в основе в начале					
OMNIplus 380			Пиканол узкий		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	16,5	43,4	1	15,5	44,2
2	16,5	42,4	2	15,0	42,2
3	16,5	39,4	3	15,0	46,8
4	16,0	43,8	4	14,5	45,0
5	16,5	42,2	5	15,0	45,4
6	16,5	41,6	6	15,0	43,6
7	16,0	41,8	7	15,0	41,2
8	17,5	40,4	8	14,5	44,4
9	17,5	43,8	9	14,0	42,2
10	17,0	42,6	10	15,0	44,6
11	15,5	38,6	11	15,0	43,4
12	17,0	41,4	12	14,0	43,2
13		37,8	13	15,0	44,0
14		44,2	14	15,0	44,0
15		44,0	15	15,5	45,2
16		43,4	16	15,5	43,6
17		40,0	17	15,5	46,0
18		42,0	18	15,0	
19			19	15,5	
20			20		
21			21		
ср.	16,583	41,822	ср.	14,974	44,059
n	12	18	n	19	17
Дисп SY	0,3560606	3,665359477	Дисп SY	0,20760234	2,023823529
f=	29,0000		f=	33,0000	
SYSY=	0,2639		SYSY=	2,8695	
c=	1,0373273		c=	1,03034017	
BR=	0,9460597		BR=	1,32281336	
Втабл=37,652, значит дисперсия однородна			Втабл=37,652, значит дисперсия однородна		
Для удлинения дисперсия однородна S(Y) 0,2639 tR 8,497409 tтабл=2,042, значит различия значимы					
Для разрывной нагрузки дисперсия однородна S(Y) 2,8695 tR -3,90405 tтабл=2,042, значит различия значимы					

Таблица Г.9 – Анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязей по основе в начале рулона, выработанных на станках OMNIplus-380 и OMNIplus-280

OMNIplus 380 и OMNIplus 280 в основе в конце					
OMNIplus 380			Пиканол узкий		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	18,5	40,2	1	13,0	42,6
2	17,0	40,0	2	14,5	41,8
3	16,5	42,8	3	14,0	41,4
4	18,0	44,0	4	14,0	42,8
5		38,2	5	13,5	40,4
6		40,2	6	14,5	41,0
7		41,8	7	13,0	39,2
8		41,4	8	13,5	
9		42,8	9	13,0	
10		43,0	10	13,5	
11		42,8	11	12,5	
12		42,0	12	12,0	
13			13	12,5	
14			14	12,5	
15			15	13,5	
16			16	13,5	
17			17	13,5	
18			18	13,0	
19			19	13,0	
20			20	13,0	
21			21		
ср.	17,500	41,600	ср.	13,275	41,314
n	4	12	n	20	7
Дисп SY	0,833	2,756363636	Дисп SY	0,43355263	1,584761905
f=	22,0000		f=	17,0000	
SYSY=	0,4881		SYSY=	2,3429	
c=	1,1135035		c=	1,06625074	
BR=	0,5545962		BR=	0,50039929	
Втабл=2,306, значит дисперсия однородна			Втабл=28,869, значит дисперсия однородна		
Для удлинения дисперсия однородна S(Y) 0,4881 tR 11,04144 tтабл=2,069, значит различия значимы					
Для разрывной нагрузки дисперсия однородна S(Y) 2,3429 tR 0,392484 tтабл=2,101, значит различия НЕ значимы					

Таблица Г.10 – Анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязей по основе в конце рулона, выработанных на станках OMNIplus-380 и OMNIplus-280

OMNIplus 380 и OMNIplus 280 в утке в начале					
OMNIplus 380			Пиканол узкий		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	15,5	41,6	1	14,5	47,4
2	15,5	42,8	2	15,0	45,2
3	15,0	43,2	3	14,5	46,4
4	15,5	43,6	4	14,5	45,4
5	15,5	42,4	5	14,5	43,8
6	15,5	43,2	6	14,0	45,4
7	16,0		7	14,5	46,4
8	17,5		8		46,8
9	14,5		9		46,6
10	15,5		10		46,8
11	16,0		11		46,8
12	16,0		12		46,2
13	17,0		13		
14	14,5		14		
15	16,0		15		
16	15,5		16		
17	15,5		17		
18	16,5		18		
19			19		
20			20		
21			21		
ср.	15,722	42,800	ср.	14,500	46,100
n	18	6	n	7	12
Дисп SY	0,5653595	0,512	Дисп SY	0,083	0,970909091
f=	23,0000		f=	16,0000	
SYSY=	0,4396		SYSY=	0,8275	
c=	1,0606706		c=	1,07613636	
BR=	5,1430415		BR=	0,57109835	
Втабл=36,415, значит дисперсия однородна			Втабл=27,587, значит дисперсия однородна		

Для удлинения дисперсия однородна  
 $S(Y) = 0,4396$   
 $tR = 4,138376$   
 $t_{табл}=2,069$ , значит различия значимы

Для разрывной нагрузки дисперсия однородна  
 $S(Y) = 0,8275$   
 $tR = -7,25538$   
 $t_{табл}=2,120$ , значит различия значимы


Таблица Г.11 – Анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязей по утку в начале рулона, выработанных на станках OMNIplus-380 и OMNIplus-280

OMNIplus 380 и OMNIplus 280 в утке в конце					
OMNIplus 380			Пиканол узкий		
№	Удлинение	Разрывная нагрузка	№	Удлинение	Разрывная нагрузка
1	12,5	38,0	1	14,5	46,6
2	13,5	39,0	2	15,0	44,8
3	13,5	38,4	3	14,5	43,2
4	13,5	41,0	4	14,5	45,8
5	13,5	40,0	5	14,5	47,0
6	13,5		6	14,0	45,0
7	13,5		7	14,5	43,2
8	12,5		8	14,0	46,0
9	12,5		9	14,5	43,8
10	14,0		10	14,0	42,2
11	13,0		11	14,5	44,4
12	12,5		12	15,0	44,4
13	14,0		13	14,5	42,8
14	13,5		14	14,0	44,2
15	14,0		15		45,0
16	12,5		16		45,6
17	12,5		17		45,2
18	14,0		18		45,4
19			19		45,8
20			20		44,6
21			21		
ср.	13,250	39,280	ср.	14,429	44,750
n	18	5	n	14	20
Дисп SY	0,3602941	1,492	Дисп SY	0,10989011	1,595263158
f=	30,0000		f=	23,0000	
SYSY=	0,2518		SYSY=	1,5773	
c=	1,0341378		c=	1,08638444	
BR=	4,3357504		BR=	0,00642181	
Втабл=37,652, значит дисперсия однородна			Втабл=36,415, значит дисперсия однородна		

Для удлинения дисперсия однородна  
 $S(Y) = 0,2518$   
 $tR = -6,59122$   
 $t_{табл}=2,042$ , значит различия значимы

Для разрывной нагрузки дисперсия однородна  
 $S(Y) = 1,5773$   
 $tR = -8,71083$   
 $t_{табл}=2,069$ , значит различия значимы

Таблица Г.12 – Анализ выборок по оценке статистической значимости различия средних значений физико-механических свойств бязей по утку в конце рулона, выработанных на станках OMNIplus-380 и OMNIplus -280


  
 2009 г.

**ТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СУРОВЫХ ТКАНЕЙ**  
**ПТФ №3 ОАО ХБК «Шуйские ситцы»**  
 с 1 июня 2009 г.  
 (участок станков СТБ и «ОМНИплюс»)

Заправочные данные	Бязь арт 262		Бязь арт 262 «Перск»	Бязь арт 262 шир. 172	Бязь арт 262 шир. 252	Ткань «Снежинка»	Ткань Полотенечная арт. 4С2Ф3	Ткань «Середа»	Ткань «Миткаль»
	2	3							
Марка ткацкого станка	СТБ-180, СТБ-220	«ОМНИ-380»	СТБ-180, СТБ-220	«ОМНИ-380»	«ОМНИ-280»	СТБ-180	СТБ-180	«ОМНИ-380»	«ОМНИ-280»
Ширина суровья, см	165+-2,5	165+-2,5	165+-2,5	172+-2,5	252+-2,5	165+-2,5	169+-2,5	167+-2,5	250+-2,5
Состав пряжи	100% ХВ	100% ХВ	100% ХВ	100% ХВ	100% ХВ	100% ХВ	100% ХВ	100% ХВ	100% ХВ
Линейная плотность пряжи: основа, текс (№) уток, текс (№)	29 (34,5) 29 (34,5)	29 (34,5) 29 (34,5)	29 (34,5) 36 (27,8)	29 (34,5) 29 (34,5)	29 (34,5) 29 (34,5)	36 (27,8) 29 (34,5)	50 (20) 50 (20)	18,5 (54) 20 (50)	18,5 (54) 20 (50)
Число нитей на 10см: по основе	228+-5 228+-7	228+-5 228+-7	228+-5 210+-6	228+-5 228+-7	228+-5 228+-7	275+-6 185+-6	213+-4 210+-6	224+-5 228+-7	224+-5 228+-7
Число нитей в основе: всего	3712	3712	3712	3870	5604	4512	3597	3712	5600
в т.ч. кромоочных	28	28	28	28	48	28	64	28	28
Номер берда	105	105	105	105	105	85	100	105	105
Ширина проборки в бердо	179,1	179,1	179,1	186,8	267,0	178,76	179,8	179,8	263,7
Число нитей в зуб берда: фон	2	2	2	2	2	3	2	2	2
кромка	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Переплетение	Полотняное	Полотняное	Полотняное	Полотняное	Полотняное	Комбинированное	Вафельное (клетка 7x7)	Полотняное	Полотняное
% уработки по основе	8,2	8,2	7,6	8,2	11,05	1,95	7,5	2,8	2,8
% уработки по основе	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
% утаров по утку:	6,6	6,6	5,6	6,6	6,7	7,4	5,8	5,2	5,2
% утаров по основе:	0,74	1,59	0,74	1,59	1,43	1,9	1,9	1,07	1,05
% утаров по утку:	0,15	1,65	0,20	1,65	2,18	0,2	0,2	1,64	2,17
% приклея	4,7	9,0	5,0	9,0	9,0	5,0	5,0	9,0	9,0

Рисунок Д.1 – Технический расчет для бязи арт. 262, вырабатываемой на на прядильно-ткацкой фабрике №3 ОАО ХБК «Шуйские ситцы» г.Фурманов на ткацких станках СТБ-180 и OMNIplus-380 и OMNIplus-280 фирмы Picanol





Фон ткани		Кромка ткани		Величина разницы уработок	
рапорт по основе Ro	2	рапорт по основе в кромке Rокр	2	относит.разрывная нагрузка основы, сН/текс	9,8
рапорт по утку Ry	2	рапорт по утку в кромке ткани Rукр=2*Ry	4	линейн. плот-ть по основе To	29
число пересечек по основе to	2	число пересечек по основе в кромке токр	2	коэффициент волокнистого состава	1,25
число пересечек по утку ty	2	число пересечек по уткув кромке тукр	2	коэффициент смятия	0,95
плотность ткани по основе Po	228	плотность ткани по основе в кромке Po*в	228	коэф-т доли упругой деформации в общей	0,3
плотность ткани по утку Py	228	плотность ткани по утку в кромке 2*Py	456	диаметр основной нити do	0,2022
коэф-т волокнист состава	1,25	коэффициент волокнистого состава	1,25	модуль упругости нитей, МПа E	1200
коэффициент-т смятия	0,95	коэффициент-т смятия	0,95	приводимая длина основной нити для расчета	1042
линейн. плот-ть по основе To	29	линейн. плот-ть по основе To	29	деформация нити основы от прибора	2
линейн. плот-ть по утку Ty	29	линейн. плот-ть по утку Ty	29	урработка в фоне	9,186506
диаметр основной нити do	0,2022	диаметр основной нити do	0,2022		
диаметр уточной нити dy	0,2022	диаметр уточной нити dy	0,2022		
		коэф-т учит. изменен. плот-ти в кромке, в	1		
				разность	0,020206
				дельта а, разница уработок, не более	1,798605
числитель	0,10116	числитель	0,17382		
знаменатель	1,10116	знаменатель	2,17382	ПФС фона	5,0
урработка в фоне	9,18651	урработка в кромке	7,99626	ПФС кромки	3,7
разница	-1,19024	Ткань вырабатывается нормально			

Рисунок Е.1 – Прогнозирование теоретических уработок основных нитей в бязи арт.262 с коэффициентом  $v=1$  и стабильности протекания процесса ткачества

Фон ткани		Кромка ткани		Величина разницы уработок	
рапорт по основе Ro	2	рапорт по основе в кромке Rокр	2	относит.разрывная нагрузка основы, сН/текс	9,8
рапорт по утку Ry	2	рапорт по утку в кромке ткани Rукр=2*Ry	4	линейн. плот-ть по основе To	29
число пересечек по основе to	2	число пересечек по основе в кромке токр	2	коэффициент волокнистого состава	1,25
число пересечек по утку ty	2	число пересечек по уткув кромке тукр	2	коэффициент смятия	0,95
плотность ткани по основе Po	228	плотность ткани по основе в кромке Po*в	152	коэф-т доли упругой деформации в общей	0,3
плотность ткани по утку Py	228	плотность ткани по утку в кромке 2*Py	456	диаметр основной нити do	0,2022
коэф-т волокнист состава	1,25	коэффициент волокнистого состава	1,25	модуль упругости нитей, МПа E	1200
коэффициент-т смятия	0,95	коэффициент-т смятия	0,95	приводимая длина основной нити для расчета	1042
линейн. плот-ть по основе To	29	линейн. плот-ть по основе To	29	деформация нити основы от прибора	2
линейн. плот-ть по утку Ty	29	линейн. плот-ть по утку Ty	29	урработка в фоне	9,186506
диаметр основной нити do	0,2022	диаметр основной нити do	0,2022		
диаметр уточной нити dy	0,2022	диаметр уточной нити dy	0,2022		
		коэф-т учит. изменен. плот-ти в кромке, в	0,6667		
				разность	0,020206
				дельта а, разница уработок, не более	1,798605
числитель	0,10116	числитель	0,1012		
знаменатель	1,10116	знаменатель	2,1012	ПФС фона	5,0
урработка в фоне	9,18651	урработка в кромке	4,8144	ПФС кромки	3,0
разница	-4,37212	- Бугристая структура кромки			

Рисунок Е.2 – Прогнозирование теоретических уработок основных нитей в бязи арт.262 с коэффициентом  $v=2/3$  и стабильности протекания процесса ткачества



Фон ткани		Кромка ткани		Величина разницы уработок	
рапорт по основе Ro	2	рапорт по основе в кромке Rокр	2	относит.разрывная нагрузка основы, сН/текс	9,8
рапорт по утку Ry	2	рапорт по утку в кромке ткани Rукр=2*Ry	4	линейн. плот-ть по основе To	29
число пересечек по основе to	2	число пересечек по основе в кромке токр	2	коэффициент волокнистого состава	1,25
число пересечек по утку ty	2	число пересечек по уткув кромке тукр	2	коэффициент смятия	0,95
плотность ткани по основе Po	288	плотность ткани по основе в кромке Po*в	192	коэф-т доли упругой деформации в общей	0,3
плотность ткани по утку Py	307	плотность ткани по утку в кромке 2*Py	614	диаметр основной нити do	0,2022
коэф-т волокнист состава	1,25	коэффициент волокнистого состава	1,25	модуль упругости нитей, МПа E	1200
коэффициент-т смятия	0,95	коэффициент-т смятия	0,95	приводимая длина основной нити для расчета	1042
линейн. плот-ть по основе To	29	линейн. плот-ть по основе To	29	деформация нити основы от прибора	2
линейн. плот-ть по утку Ty	29	линейн. плот-ть по утку Ty	29	уработка в фоне	14,28665
диаметр основной нити do	0,2022	диаметр основной нити do	0,2022		
диаметр уточной нити dy	0,2022	диаметр уточной нити dy	0,2022		
		коэф-т учит. изменен. плот-ти в кромке, в	0,666667		
				разность	0,020206
				дельта а, разница уработок, не более	1,697594
числитель	0,166679	числитель	0,161843		
знаменатель	1,166679	знаменатель	2,161843	ПФС фона	4,9
уработка в фоне	14,28665	уработка в кромке	7,486344	ПФС кромки	2,9
разница	-6,8003104				
		-	Бугристая структура кромки		
		-			

Рисунок Е.5 – Прогнозирование теоретических уработок основных нитей в ткани арт.1272 с коэффициентом  $v=2/3$  и стабильности протекания процесса ткачества

Фон ткани		Кромка ткани		Величина разницы уработок	
рапорт по основе Ro	2	рапорт по основе в кромке Rокр	2	относит.разрывная нагрузка основы, сН/текс	9,8
рапорт по утку Ry	2	рапорт по утку в кромке ткани Rукр=2*Ry	4	линейн. плот-ть по основе To	29
число пересечек по основе to	2	число пересечек по основе в кромке токр	2	коэффициент волокнистого состава	1,25
число пересечек по утку ty	2	число пересечек по уткув кромке тукр	2	коэффициент смятия	0,95
плотность ткани по основе Po	288	плотность ткани по основе в кромке Po*в	432	коэф-т доли упругой деформации в общей	0,3
плотность ткани по утку Py	307	плотность ткани по утку в кромке 2*Py	614	диаметр основной нити do	0,2022
коэф-т волокнист состава	1,25	коэффициент волокнистого состава	1,25	модуль упругости нитей, МПа E	1200
коэффициент-т смятия	0,95	коэффициент-т смятия	0,95	приводимая длина основной нити для расчета	1042
линейн. плот-ть по основе To	29	линейн. плот-ть по основе To	29	деформация нити основы от прибора	2
линейн. плот-ть по утку Ty	29	линейн. плот-ть по утку Ty	29	уработка в фоне	14,28665
диаметр основной нити do	0,2022	диаметр основной нити do	0,2022		
диаметр уточной нити dy	0,2022	диаметр уточной нити dy	0,2022		
		коэф-т учит. изменен. плот-ти в кромке, в	1,5		
				разность	0,020206
				дельта а, разница уработок, не более	1,697594
числитель	0,166679	числитель	0,432374		
знаменатель	1,166679	знаменатель	2,432374	ПФС фона	4,9
уработка в фоне	14,28665	уработка в кромке	17,7758	ПФС кромки	4,3
разница	3,489146				
		-			
		-			
		-	Рекомендуемые переплетения кромки: основной репс 2/1, 1/2, 2/2, саржа 1/2		

Рисунок Е.6 – Прогнозирование теоретических уработок основных нитей в ткани арт.1272 с коэффициентом  $v=1,5$  и стабильности протекания процесса ткачества

УТВЕРЖДАЮ  
Главный инженер ПТФ №3  
ОАО ХБК «Шуйские ситцы»,  
*С. Гансурина*  
«26» апреля 2017 г.

## АКТ

о внедрении компьютерных программ: «Программа для автоматизированного подбора переплетения в кромке ткани для обеспечения ее технологичности» и «Программа для автоматизированного подбора переплетения в продольных полосах ткани для обеспечения ее технологичности»

Настоящий акт составлен о том, что в условиях ткацкого производства ПТФ №3 ОАО ХБК «Шуйские ситцы» в г.Фурманов апробированы и внедрены компьютерные программы: «Программа для автоматизированного подбора переплетения в кромке ткани для обеспечения ее технологичности» и «Программа для автоматизированного подбора переплетения в продольных полосах ткани для обеспечения ее технологичности».

Компьютерные программы, разработанные в Ивановском государственном политехническом университете в рамках диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук Кожевниковой Любови Владимировны, позволяют автоматизировать процесс подбора переплетения в кромках ткани, как с закладной, так и усиленной по основе, а также в продольных полосах ткани с условием ее технологичности. Программы позволяют повысить результативность и производительность труда дессинатора, так как прогнозирование величин уработок нитей в ткани – один из наиболее трудоемких и сложных, а процесс подбора переплетения в кромке или продольных полосах,

как правило, осуществляется на интуитивном опыте специалиста по проектированию тканей. Использование данных программ позволяет формировать технологичные ткани, а также уменьшить материальные, сырьевые и энергозатраты на доведение опытного образца до промышленного производства.

От ФГБОУ ВО ИВГПУ:

Зав. кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий, д.т.н., доц.

М. Карева Карева Т.Ю.

Соискатель

Л. Кожевникова Кожевникова Л.В.

От ПТФ №3 ОАО ХБК «Шуйские ситцы»:

Начальник ткацкого производства

М.В. Чернышов Чернышов М.В.

Начальник ткацкой лаборатории

Е.А. Горохова Горохова Е.А.



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе ИВГПУ

Шутенко В.В.

2017г.

## АКТ

о внедрении результатов научно-квалификационной работы  
в учебный процесс

Результаты диссертационной работы на соискание степени кандидата технических наук Кожевниковой Любови Владимировны аспиранта Ивановского государственного политехнического университета, представляющие собой:

- выражения для определения возможной величины разницы между уработками нитей основы в продольных полосах ткани, а также основных нитей в фоне и в кромках ткани, применение которых позволяет проектировать технологичные ткани с использованием разноурабатывающихся нитей основы;

- выражения для прогнозирования материалоемкости ткани, а именно теоретических уработок фоновых и кромочных нитей основы, а также основных нитей в продольных полосах ткани через технологические параметры заправки ткани на ткацком станке;

- методики подбора переплетения в полосах ткани с продольными полосами, а так же в кромке ткани, усиленной по основе или закладной, учитывающие возможные варианты переплетения продольных полос, фона и кромки ткани при условии стабильного протекания процесса ткачества;

- выражения для прогнозирования коэффициентов наполнения ткани волокнистым материалом по утку и по основе в фоне и в кромке ткани, усиленной по основе или закладной, через технологические параметры заправки ткани на ткацком станке, учитывающие плотности ткани по основе и по утку, а также линейные плотности нитей и переплетение, что в значительной степени упрощает расчет и уточняет величину коэффициента наполнения ткани волокнистым материалом на стадии ее проектирования;

- программы в среде Microsoft Office Excel для автоматизированного подбора переплетения в продольных полосах в ткани, а также в кромках ткани, вырабатываемой на ткацком станке с закладной кромкой или с кромкой усиленной по основе, обеспечивающие проектирование тканей рациональных структур, при условии стабильного протекания процесса ткачества;

- выражения для прогнозирования разрывных нагрузок по основе и по утку для тканей ортогонального и не ортогонального строения, учитывающие плотности ткани по основе и по утку, линейные плотности нитей, их физико-механические свойства, что позволяет проектировать ткани рациональных структур с заданными свойствами;

внедрены в учебный процесс при подготовке бакалавров направления 29.03.02 «Технологии и проектирование текстильных изделий», магистров направления 29.04.02 «Технологии и проектирование текстильных изделий» и подготовки аспирантов по научному направлению 29.06.01 «Технологии легкой промышленности», направленности 05.19.02 «Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья».

Соискатель ученой степени

Левина Кожевникова Л.В.

Зав. кафедрой ТПТИ, д.т.н., доцент


Карева Карева Т.Ю.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета текстильных технологий  
и индустрии моды, к.т.н., доц.

 Н.В. Евсеева

Первый проректор-директор  
Текстильного института, д.т.н., проф.

 Н.А. Кулида

Директор центра планирования и  
организации учебного процесса

 Е.В. Зиновьева