ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ДИЗАЙНА И ТЕХНОЛОГИИ»
(ФГБОУ ВПО «МГУДТ»)

ТЕКСТИЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ А.Н. КОСЫГИНА

На правах рукописи

Сергеев Владимир Терентьевич

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ТКАНИ ИЗ УГЛЕРОДНЫХ И КВАРЦЕВЫХ НИТЕЙ

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,
профессор Николаев С.Д.

Москва 2014 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР 10
1.1. Работы по исследованию напряженно-деформированного состояния нитей на ткацком станке 10
1.2. Работы по взаимосвязи технологических параметров и параметров строения ткани 15
1.3. Работы по технологии изготовления текстильных материалов для композитов……..……..21
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1 39
ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ 41
2.1. Определение вязкоупругих параметров при растяжении……...41
2.2. Взаимосвязь деформации и натяжения основных и уточных нитей на ткацком станке ……...47
2.3. Повреждаемость нитей основы и утка на ткацком станке при изготовлении многослойной комбинированной ткани.……....53
2.4. Анализ структуры многослойных комбинированных тканей и возможность их применения в качестве армирующего материала многофункциональных композитов……56
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2 60
ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МНОГОСЛОЙНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ТКАНИ 64
3.1. Технологическая последовательность и конструктивные особенности оборудования……64
3.2. Технологические параметры подготовительных процессов и заправки станка КПТЗ-160С 67
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3 74
ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ НАТЯЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ И УТОЧНЫХ НИТЕЙ В ПРОЦЕССЕ ВЫРАБОТКИ МНОГОСЛОЙНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ТКАНИ……....76

4.1. Система экспериментального исследования натяжения основных и уточных нитей на ткацком станке 76
4.2. Исследование натяжения углеродных и кварцевых основных нитей (F_o).85
4.2.1. Сравнительный анализ F_o в зависимости от вида нитей и переплетения……85
4.2.2. Исследование F_o в зависимости от расположения нитей по глубине шпулярника..... 99
4.2.3. Исследование F_o в зависимости от расположения нитей по высоте шпулярника……..……..111
4.3 Исследование натяжения углеродных и кварцевых уточных нитей (F_y)..121
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 4 132
ГЛАВА 5. АНАЛИЗ СВОЙСТВ И СТРУКТУРЫ МНОГОСЛОЙНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ ТКАНЕЙ 134
5.1. Методика исследования тканей..... ……134
5.2. Свойства многослойных комбинированных тканей..... 136
5.3. Методика исследования структуры ткани 147
5.4. Структура многослойных комбинированных тканей…..……..148
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 5..... 153
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ……...155
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ……...158
ПРИЛОЖЕНИЯ……...181

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность диссертационного исследования. В связи с интенсивным развитием авиа- и ракетостроения, атомной энергетики, освоением космоса и повышением обороноспособности страны возникла потребность в новых конструкционных материалах, превосходящих по своим свойствам традиционные металлические и неметаллические материалы.

Сегодня широкое применение находят композиционные материалы, полученные на основе полимерной матрицы и волокнистого армирующего элемента. Из всех видов органических и неорганических волокон самым распространенным армирующим материалом является стеклянные волокна, имеющие неограниченные сырьевые ресурсы для их производства и обладающие редким сочетанием свойств – высокой механической прочностью, негорючестью, температуроустойчивостью, низкой гигроскопичностью, стойкостью к химическому и биологическому воздействию, сравнительно низкой плотностью.

Для армирования стеклопластиков, работающих в наиболее неблагоприятных условиях при высоких температурах и механических нагрузках, применяются кварцевые и углеродные волокна. Стеклопластики на основе этих волокон используются для защиты летательных аппаратов от различных разрушающих воздействий, обеспечивая стойкость к абляции и радиопрозрачность.

Стекловолокнистый армирующий материал может использоваться в виде волокон, нитей, нетканых материалов, трикотажных полотен, однослойных и многослойных тканей.

Однако ткани вообще, и многослойные ткани в особенности, превосходят другие виды текстильных армирующих материалов по постоянству структуры, однородности свойств, устойчивости форм, технологичности в производстве стеклопластиков, удельной прочности. При применении многослойных тканей резко повышается несущая способность композиционного материала.

Для создания стеклопластиков с повышенными механическими свойствами используются многослойные ткани инновационной структуры. Нерасслаиваемость стеклопластика обеспечивается благодаря особому строению многослойной ткани, соединение слоёв которой осуществляется в процессе изготовления ткани на ткацком станке.

Для защиты космических изделий и летательных аппаратов при прохождении плотных слоёв атмосферы с высокой эффективностью используется стеклопластики, армирующим элементом которых являются многослойные комбинированные ткани.

Комбинированная ткань представляет собой многослойную структуру, которая разработана с использованием комбинации углеродных и кварцевых нитей и различных базовых переплетений на внешней и внутренней поверхности замкнутого контура полой ткани.

Полученная структура многослойной комбинированной ткани обеспечивает создание многофункциональных композитов, обладающих, наряду с высокими прочностными и теплофизическими показателями, значительным электрическим сопротивлением, а также абляционной стойкостью, радиопрозрачностью и возможностью работать в агрессивных химических средах.

Применение многослойных комбинированных тканей в качестве армирующего элемента многофункционального композитного материала определяет повышенные требования к их качеству, техническим характеристикам и технологическому процессу их изготовления на ткацком станке.

Отрасль производства композитных материалов распоряжением Правительства РФ [1.1] выделена как инновационная отрасль страны.

Вышесказанное свидетельствует о том, что разработка многослойных комбинированных тканей специального назначения из углеродный и кварцевых нитей **является актуальной задачей**.

Целью данной работы является разработка структуры многослойных комбинированных тканей из углеродных и кварцевых нитей для армирования многофункциональных композитов; определение рациональных параметров строения и технологии изготовления многослойных тканей специального назначения на отечественном оборудовании.

Задачи данного исследования:

– определение методов и средств исследования параметров изготовления, строения и свойств многослойных комбинированных тканей;

– расчет напряженно-деформированного состояния углеродных и кварцевых нитей в процессе многослойного ткачества;

– расчет и прогнозирование повреждаемости нитей основы и утка при выработке многослойных комбинированных тканей;

– разработка структуры многослойных комбинированных углеродно-кварцевых полых тканей;

– определение натяжения основных и уточных нитей в динамических условиях многослойного ткачества;

– разработка рациональных технологических параметров изготовления многослойных комбинированных тканей на отечественном оборудовании;

– выявление возможности перехода на бесчелночное ткачество и рекомендации по созданию ткацких станков нового поколения.

Научная новизна результатов диссертационного исследования:

– на основе наследственной теории вязкоупругости Людвига Больцмана и Витто Вольтерры получены значения вязкоупругих параметров для углеродных и кварцевых нитей;

– разработана математическая модель напряженно-деформированного состояния нитей основы и утка при изготовлении многослойной комбинированной ткани;

– получены параметры долговечности углеродных и кварцевых нитей и на аналитическом уровне доказана возможность изготовления многослойных комбинированных тканей на отечественном оборудовании;

– предложены геометрическая модель многослойной комбинированной ткани, определены параметры ее структуры для обеспечения заданного строения и свойств;

– доказана возможность изготовления исследуемых тканей на основе использования критерия длительной прочности В.В. Москвитина.

Практическая значимость работы:

– разработана новая многослойная комбинированная ткань из углеродных и кварцевых нитей с заданными свойствами;

– разработана технология изготовления многослойной ткани из углеродных и кварцевых нитей;

– разработана система экспериментального исследования напряженно-деформированного состояния нитей основы и утка в процессе многослойного ткачества;

– разработаны технические требования к многослойным комбинированным тканям, которые учитывают экстремальные условия эксплуатации;

– предложена геометрическая модель многослойной ткани с использованием комбинации углеродных и кварцевых нитей и различных базовых переплетений, позволяющая решить проблему по обеспечению комплекса заданных свойств;

– получена статистика экспериментальных значений натяжения основы и утка при изготовлении многослойной комбинированной ткани;

– получены закономерности изменения натяжения основных и уточных нитей, характеризующие их напряженно-деформированное состояние в процессе тканеобразования;

– установлены рациональные технологические параметры, которые приводят к стабилизации процесса выработки многослойной ткани сложной структуры;

– результаты работы внедрены на ЗАО «ТРИ-Д».

Методы исследований.

Теоретические исследования основаны на использовании современных научных теорий накопления повреждений, наследственной теории вязкоупругости, геометрическом методе строения и проектирования тканей.

Экспериментальные исследования проводились в лаборатории кафедры ткачества МГУДТ и производственных участках ЗАО «ТРИ-Д». Использованы стандартные приборы для определения свойств нитей и тканей, а также высокоточная автоматизированная информационно-измерительная система (АИИС). Обработка экспериментальных данных проводилась с использованием методов математической статистики. При проведении работы широко использовалась современная вычислительная техника.

Положения, выносимые на защиту:

– структуру многослойной комбинированной ткани для армирования многофункциональных композитов;

– технологию ее изготовления на отечественном оборудовании;

– аналитические методы расчета вязкоупругих параметров углеродных и кварцевых нитей, параметров напряженно-деформированного состояния нитей, напряженности заправки ткацкого станка при изготовлении многослойных комбинированных тканей из углеродных и кварцевых нитей;

– новые методы исследования параметров напряженно-деформированного состояния нитей основы и утка на ткацком станке в процессе выработки многослойных комбинированных тканей.

– новые сведения о свойствах и параметрах структуры многослойных тканей.

Апробация работы.

Основные положения диссертации обсуждались на заседании кафедры ткачества МГТУ им. Косыгина (2011, 2012 гг.). Результаты диссертационной работы доложены на международных научно-технических конференциях: «Современные технологии и оборудование текстильной промышленности» «ТЕКСТИЛЬ - 2009, ТЕКСТИЛЬ - 2010, ТЕКСТИЛЬ - 2012» (г. Москва), «Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности»,(2011 г,. Витебск), «Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности» «ПРОГРЕСС - 2010, ПРОГРЕСС - 2012, ПРОГРЕСС - 2013», (г. Иваново), «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности» (МГУДТ, 2013г.).

Публикации.

По материалам диссертационного исследования опубликовано 25 работ, из которых 2 статьи в журнале, входящем в перечень ВАК: «Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности» и 12 в виде тезисов докладов на всероссийских и международных научно-технических конференциях, а также 4 статьи в сборниках научных трудов, 1 монография, 6 патентов.

Структура и объем диссертации. Работа изложена на 180 страницах машинописного текста, состоит из введения, 5 глав, общих выводов по работе, списка использованных источников из 208 наименований, 6 приложений на 34 страницах, содержит 32 таблицы, 60 рисунков.

ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Работы по исследованию напряженно-деформированного состояния нитей на ткацком станке

Изучению характеристик напряженно-деформированного состояния нитей, прежде всего деформации и натяжению уделено большое внимание советских и зарубежных исследователей. Это объясняется большой значимостью вопросов работы заправки ткацкого станка для совершенствования технологического процесса образования ткани, рационального использования свойств сырья, повышения производительности труда и оборудования.

Наиболее кардинальными работами в этом направлении являются исследования проф. Гордеева В.А. и его учеников [2.32, 2.33, 3.36, 3.37, 4.40, 4.41].В них проф. Гордеев В.А. разрабатывает целый ряд важнейших вопросов. В частности вопросы «динамики работы упругой системы заправки», как называет ее Гордеев В.А., и механизмов, воздействующих на нее, при выработке тканей бытового и специального назначения. Автор отмечает циклический характер изменения натяжения основы. Продольная деформация растяжения, возникающая вследствие процесса зевообразования, прибоя уточной нити к опушке ткани, отвода наработанной ткани и сматывания основы с навоя в рабочей зоне ткацкого станка, вызывает изменение натяжения основы [2.33]. Гордеев В.А. считает, что изменение натяжения основы происходит пропорционально изменению ее деформации. Он предложил в качестве характеристики упругих свойств текстильных материалов принимать коэффициенты жесткости нитей основы и ткани, которые определялись в условиях кратковременных деформаций.

Большой заслугой школы Гордеева В.А. является рассмотрение вопросов динамики механизмов отпуска основы с учетом движения подвижной системы

скало и навоя. Для определения натяжения расчетным путем он предлагает использовать тригонометрические полиномы.

В последних работах проф. Гордеев В.А. и его ученики разработали ряд технологий специального назначения [6.3-6.7]

Несмотря на то, что проф. Гордеевым В.А. не учтен ряд реальных факторов (неоднородность по ширине и глубине заправки, вязкоупругие свойства используемых нитей), его теория находит широкое применение при исследованиях технологического процесса ткачества и дает приближенную картину работы заправки ткацкого станка. Использование современных ткацких станков, работающих на повышенных скоростях, требует учета отмеченных допущений.

Интересны последние работы проф. Ефремова Е.Д. и его учеников [3.38, 4.42-4.48]. В этих работах получены достаточно простые формулы расчета натяжения и деформации нитей при прибое и при зевообразовании с учетом геометрии заправки ткацкого станка. Однако, как и проф. Гордеев В.А., он стоит твердо на позициях использования теории жесткости. Следует отметить, что использование коэффициента жесткости при расчетах дает приближенную картину изменения натяжения и деформации нити на ткацком станке. Это связано с тем, что коэффициент жесткости изменяется в довольно больших пределах при изменении нагрузки и с течением времени. Характер изменения нагрузки при экспериментальном определении коэффициента жесткости отличается от реальной нагрузки нитей на ткацком станке, что искажает получаемые результаты.

Фундаментальные исследования по совершенствованию технологического процесса ткачества проведены проф. Ерохиным Ю.Ф.[3.39], д.т.н. Букаевым П.Т.[3.40, 4.49, 4.50]. Эти исследования проведены для хлопчатобумажной промышленности .

Заслуживает внимания исследования проф. Ерохина Ю.Ф. по созданию новых конструкций основных регуляторов для бесчелночных ткацких станков, по разработке рекомендаций выработки тканей на широких ткацких станках с

двумя навоями. Однако, как и в предыдущих исследованиях, при теоретических расчетах использован коэффициент жесткости нитей основы и ткани, что дает только приближенную картину рассматриваемого явления.

Букаевым П.Т. получены зависимости по определению натяжения и деформации нити основы за цикл работы ткацкого станка. С учетом теорий скорости прибоя, избыточного натяжения контактной зоны проведены комплексные исследования импульса прибойного натяжения. Выведенный интеграл дает возможность определить «суммарное прибойное натяжение», оказывающее влияние на процесс прибоя и характеризующее его [3.40].

С точки зрения наследственной теории вязкоупругости полимеров объясняется причина появления пусковых полос на тканях и высказывается предложение об устранении их. Однако, использование в качестве релаксационных функций, не учитывающих поведение текстильных материалов в промежутки времени, близкие к нулю, не позволяет делать точные расчеты, а позволяет только выяснить направленность изучаемого явления.

О наличии релаксационных процессов, происходящих на ткацком станке, свидетельствуют работы проф. Милашюса В.М. [3.41], проф. Власова П.В. [2.34, 3.42]. О наличии релаксационных процессов свидетельствуют работы проф. Щербакова В.П. [2.35, 3.43, 4.51, 4.52], проф. Кукина Г.Н. и проф. Соловьева А.Н. [2.36, 3.44], проф. Склянникова В.П.[2.37, 4.53], Тиранова В.Г.[4.54-4.58]. Эти релаксационные процессы в значительной степени предопределяют условия поведения нитей на ткацких станках.

Однако, в большинстве исследований выбраны функции влияния при изучении релаксации, при ползучести и обратном восстановлении деформации, не учитывающие реальное поведение текстильных материалов при малом и большом времени. Исключение составляют работы проф. Щербакова В.П., который для исследования напряженно-деформированного состояния нитей на трикотажных машинах использует слабосингулярное ядро Ржаницына А.Р. и его резольвенту, полученную Колтуновым М.А. [3.43]. Эти функции дают

реальную картину напряженно-деформированного состояния нитей в любой отрезок времени.

Очень оригинальные исследования релаксационных процессов в тканях имеются в работах проф. Милашюса В.М. [3.41]. Им впервые в ткачестве проведены фундаментальные исследования в этой области. Интересны формулы, устанавливающие взаимосвязь технологических параметров ткачества и параметров строения вырабатываемых тканей.

Немаловажное значение для устойчивости протекания технологического процесса имеет натяжение утка. Вопросам, связанным с изучением натяжения и скорости утка на современных ткацких станках различных конструкций посвящены исследования д.т.н. Малафеева Р.М. [2.38, 3.45, 3.46]. В своей докторской диссертации [3.45] он решает следующие вопросы: определяет усилия и деформации уточных нитей в их зависимости от скоростного режима станка в различных зонах конструктивно-заправочной линии; оценивает скоростные возможности пневморапирных ткацких станков; находит условия устойчивости движения уточных нитей; разрабатывает новые механизмы прокладывания утка пневморапирным способом, обеспечивающие повышение производительности станков. При анализе прокладывания утка использует модель упруговязкого тела по Кельвину-Фойгту. Так как модель Кельвина-Фойгта не срабатывает при малом времени наблюдения, то достоверность полученных результатов при использовании данной модели снижается.

Обширные исследования по возможности использования вязкоупругих моделей в процессах текстильной технологии приведены в работе Севостьянова А.Г. [2.39]; однако, в ткачестве в связи с быстродействием процессов область их ограничена.

Отмеченные выше исследования позволяют понять физику рассматриваемого явления и могут быть распространены на любые ткацкие станки при выработке разнообразных по ассортименту тканей. Большинство исследований носит экспериментальный характер.

Представляет значительный интерес диссертация д.т.н. Назаровой М.В. по разработке автоматизированных методов проектирования технологических процессов изготовления тканей заданного строения. Эта работа включает большой материал по исследованию напряженно-деформированного состояния нитей основы и ткани при изготовлении большого количества тканей предприятий города Камышина. В работе исследована технология подготовки нитей к ткачеству и связана с технологией изготовления тканей, что не так часто встречается в работах [3.27]. В последних публикациях автор продолжил исследования технологии ткацких процессов с использованием причинно-следственной теории [4.59], проведена оценка напряженности заправки бесчелночных ткацких станков [4.60]

В работе [3.53] разработан автоматизированный метод расчета технологических параметров изготовления тканей и проанализировано напряженно-деформированное состояние нитей основы и утка на ткацком станке.

Представляют теоретическую и практическую значимость исследования по разработке оптимальных технологических параметров изготовления арамидных тканей технического назначения, внедренные на ЗАО «Передовая текстильщица». В работе [4.32] проведены расчеты натяжения и деформации арамидных нитей, а также их повреждаемость в процессах снования и ткачества по критерию В.В Москвитина. Автор отмечает, что для оценки прочности и баллистической эффективности арамидных нитей необходимо использовать интегральный показатель-удельную работу разрыва; для баллистических тканей обязательно выполнение условия равнодеформированности ткани по направлению основы и утка. Применение теории подобия и анализа размерности, параметров напряженно-деформированного состояния позволили решить практические задачи.

В работах [3.54, 3.55] разработаны новые ткани из арамидной пряжи, полученной из вторичных регенирированных отходов, которая используется для одежды пожарных и бронежилетов.

Получены интересные научные результаты, опубликованные в последние годы. В работах [4.15, 4.27, 4.61 - 4.63] представлены данные по определению релаксационных параметров основы на ткацком станке [4.62], разработке показателей напряженности процесса ткачества [4.61]; теоретическому исследованию разрушения текстильных нитей при нерегулярных нагружениях, натяжению основных и уточных нитей на рапирном ткацком станке [4.15, 4.27, 4.63].

1.2 Работы по взаимосвязи технологических параметров и параметров строения ткани

Наибольший интерес среди этой группы работ представляет исследования Оникова Э.А. [3.47], Букаева П.Т. [3.40, 4.49, 4,50], Степанова Г.В. [3.48], Милашюса В.М. [3.41], Власова П.В. [3.42], Примаченко Б.М. [3.49], Ничипорик Л.Д. [3.50]. Остановимся кратко на этих работах. Профессором Ониковым Э.А. получены уравнения, позволяющие рассчитать высоты изгиба нитей основы и утка. Они имеют вид:

$$h_o = \frac{N}{T_o}\left(\frac{P_y}{2} - \sqrt{\frac{E_o \mathrm{I}_o}{T_o}}\right) \qquad (1.1)$$

$$h_y = \frac{N}{T_y}\left(\frac{P_o}{2} - \sqrt{\frac{E_y \mathrm{I}_y}{T_y}}\right) \qquad (1.2)$$

где N - сила нормального давления нитей основы и утка;

T_o, T_y - натяжение основы и утка;

P_o, P_y - геометрические плотности ткани по основе и утку;

E_o, E_y - модули упругости основы и утка;

I_o, I_y - моменты инерции сечения нитей основы и утка.

Уравнения получены на основе приближенного решения дифференциального уравнения изгиба основы и утка методами, принятыми при изучении сопротивления материалов. К достоинствам работы следует отнести тот факт, что им учтено сжатие нитей основы и утка в ткани. Ошибочным, пожалуй, является окончательное заключение о том, что на порядок фазы

практически не оказывает влияние изгибная жесткость, что противоречит многим экспериментальным исследованиям. Недостатком в работе является и то, что при расчетах автором берутся различные модули упругости нитей при растяжении и изгибе.

Д.т.н. Букаев П.Т. решил задачу определения структуры элемента ткани полотняного переплетения в опушке с учетом зоны контакта при взаимном изгибе нитей основы и утка. Им учтено смятие нитей, происходящее при прибое утка к опушке ткани. Полученные результаты в основном совпадают с положениями, полученными д.т.н. Ониковым Э.А.

На основе полученной модели д.т.н. Букаев П.Т. приходит к выводу о том, что в процессе ткачества при прибое натяжение утка достигает значительной величины, особенно, если используемая основа шлихтуется.

Алексеев К.Г. [2.19] предложил метод расчета параметров в процессе формирования ткани. Предложенные формулы позволяют рассчитать натяжение нити основы и утка на станке.

Формула для расчета натяжения нити утка (T_y) на станке:

$$T_y = \frac{100G_y}{l_{p_y}}\left(\frac{\sqrt{l_o^{\,2} + h_y^{\,2}\left(n - \left(n_k / 2\right)\right)}}{1{,}012B} - 1\right). \qquad (1.3)$$

где h – высота волны изгиба нити;

G_y – разрывная нагрузка нити;

l_p – разрывное удлинение нити;

n – число нитей в ткани;

n_k – число нитей в кромках;

B – ширина проборки в бердо;

l_o – геометрическая плотность ткани по основе.

При расчете натяжения нитей основы автор предлагает учитывать натяжение нитей утка и геометрические характеристики расположения утка в ткани.

Формула для расчета натяжения нити основы (T_o):

$$T_o = \frac{2T_y \cdot \sin\varphi_{cp}}{\sin\gamma + \sin\varphi} \tag{1.4}$$

где $\varphi_{ср.}$ – средний угол наклона конца отрезка уточины в элементе ткани к плоскости ткани;

φ – угол наклона конца отрезка нити основы в ткани к плоскости ткани;

γ – угол полузева в момент прибоя.

Эти формулы применимы для хлопчатобумажной ткани только полотняного переплетения.

Профессор Степанов Г.В. в работе [3.48] при исследовании тканей специального назначения предложил формулу для установления взаимосвязи между технологическими параметрами и параметрами строения ткани:

$$F_y = \frac{l_o}{l_y}\left(\frac{\pi^2 A_o}{l_y^2} + F_o\right)K_h - \frac{\pi^2 A_y}{l_o^2} \tag{1.5}$$

где F_o, F_y – натяжение основных и уточных нитей;

l_o, l_y – геометрическая плотность ткани по основе и утку;

A_o, A_y – изгибные жесткости нитей основы и утка;

K_h – коэффициент фазы строения ткани.

Автор считает, что, зная F_o и ПФС через K_h, можно определить F_y и получить ткань заданного строения из стеклокапроновых нитей.

При замене распределенных нагрузок сосредоточенными силами формула принимает упрощенный вид:

$$F_y = \frac{P_y}{P_o} F_o K_h \tag{1.6}$$

Недостатком работы является то, что автор не учитывает жесткостные характеристики нитей. Несмотря на то, что вид полученных Г.В. Степановым формул отличается от формул проф. Оникова Э.А., зависимости носят аналогичный характер.

Профессор Милашюс В.М. [3.41] предложил деформационный метод установления взаимосвязи между технологическими параметрами и параметрами строения ткани. В результате получено уравнение, которое имеет вид:

$$\frac{h_o}{h_y} = \frac{F_y P_o (1 + E_o)}{F_o P_y (1 + E_y)} \tag{1.7}$$

где F_o, F_y – усилия соответственно по основе и утку;

E_o, E_y – относительные деформации основы и утка;

P_o, P_y – плотности ткани по основе и утку;

h_o, h_y – высоты волн изгиба основы и утка.

С учетом того, что натяжение и деформацию Милашюс В.М. рекомендует определять с учетом релаксационных явлений, представленная зависимость выглядит более реальной. Она требует некоторой доработки, так как не учитывает коэффициенты смятия нитей в ткани, изгибную жесткость нитей основы и утка [3.41].

Интересен и перспективен путь проф. Власова П.В. по бесконтактному способу установления взаимосвязи между технологическими параметрами строения ткани на основе использования радиоактивного излучения [3.42]. Однако, в целом положительная идея не нашла выхода в промышленности и в научных исследованиях.

Ничипорчик Л.Д. [3.50] впервые на большом экспериментальном материале доказала связь между технологическими параметрами и параметрами строения и пути изменения заправочных параметров для получения тканей заданного строения. Отсутствие теоретического обоснования предложенных рекомендаций и формул для расчета параметров строения ткани в зависимости от технологических параметров уменьшают ценность данного исследования. Ничипорчик Л.Д. показала, что на существующих ткацких станках имеются ограниченные возможности изменения строения ткани за счет изменения натяжения нитей. Аналогичный вывод сделан в работах Леготина

В.Н. [3.51, 3.52]. Им предложен один из путей эффективного влияния на строение ткани за счет изменения дозировки утка [3.51]. Такой же путь предложен и работе Милашюса В.М. [3.41].

В работе Примаченко Б.М. [3.49] исследован процесс фронтального прибоя уточной нити на ткацком станке и установлена взаимосвязь между силовыми характеристиками процесса и геометрическими характеристиками вырабатываемой ткани.

При анализе процесса прибоя автор рассматривает процесс образования ткани как квазистатический. При этом расчет прогиба нитей в ткани он рекомендует проводить по формуле:

$$C = Q\left[\frac{1}{2A_x}\left(\frac{n}{2} - \frac{th(pn/2)}{p}\right) + \frac{n}{3FG}\right]; \tag{1.8}$$

$$\nu = Q\left[\frac{1}{2U_\eta}\left(\frac{1}{2} - \frac{th(ql/2)}{q}\right) + \frac{l}{3FG}\right]; \tag{1.9}$$

$$p = \sqrt{\frac{A_x}{EJ_y}}; q = \sqrt{\frac{U_\eta}{EJ_\varepsilon}} \tag{1.10}$$

где, C - прогиб участка основной нити в месте контакта со второй уточной;

ν - прогиб участка второй уточной нити в местах контакта с основной;

ε - смятие основной нити и второй уточной в месте контакта;

n - расстояние между осями первой и второй уточных нитей в момент прибоя;

l - расстояние между осями соседних нитей основы;

E - модуль упругости нити при растяжении;

J_y, J_ε - моменты инерции поперечного сечения нитей относительно осей координат;

F - площадь поперечного сечения нити;

G - модуль упругости нити при сдвиге.

Реакции A_x, U_η решены приближенными методами, что усложняет практическое применение формул (1.8) - (1.9).

Принятое допущение, которое описывает материал основных и уточных нитей, как «сплошную изотропную среду», является ошибочным. Полученные зависимости не могут быть использованы при расчете тканей технического назначения.

Представляют значительный интерес работы, опубликованные в последние годы.

В монографиях [2.40, 5.8] представлен интересный материал по работам, проводимым на кафедре ткачества МГТУ имени А.Н. Косыгина. В большинстве работ использованы современные научные теории (нелинейная теория изгиба упругих стержней, положения структурной механики твердых тела, кинетическая прочности академика С.Н. Журкова и др.). Приведены результаты анализа технологии и строения тканей технического назначения из арамидных нитей и пряжи, стеклянных, углеродных нитей. Даны примеры расчета основных параметров структуры исследуемых тканей. Интересны результаты, связанные с созданием новых текстильных фильтров на базе мотальных паковок.

В сборниках научных трудов [3.56, 3.57], посвященных 100-летию со дня рождения проф. Ф.М. Розанова и проф. П.В. Власова, представлены результаты исследований свойств, строения и технологии изготовления различных тканей, в том числе и технического назначения, ведущих ученых практически всех учебных и научных организаций страны.

Интересен справочник Л.Н. Попова и С.Г. Керимова, где приведена подробная характеристика тканей технического назначения, свойств используемого сырья и тканей, особенности технологии изготовления тканей технического назначения [2.41].

В работе [3.53] на основе линейной теории изгиба упругих стержней проанализировала изменение структуры ткани в процессе ее изготовления на ткацком станке, в суровом и готовом виде и пришла к выводу, что чем меньше расхождение показателей структуры суровой и готовой ткани, тем лучше физико-мехнические свойства ткани.

Очень актуальными выглядят работы И.В. Синицыной [3.58] и А.В. Синицына [3.59] по исследования технологии, строения и свойств трехосных тканей, структура которых позволяет значительно повысить прочностные показатели тканей на разрыв и раздирание.

1.3 Работы по технологии изготовления текстильных материалов для композитов

Отрасль производства композитных материалов Правительством Российской Федерации выделяется как инновационная отрасль экономики страны [1.1]. Создание и развитие производства композитов обеспечивает получение современных, эффективных материалов для самых различных отраслей, в том числе: общего машиностроения, авиа - и космической техники, электроники и многих других, где наблюдаются экстремальные условия эксплуатации.

Возможность использования в композитных материалах свойств наполнителей различного вида: от волокон до пространственных структур - открывает практически неограниченные перспективы их применения.

Особой группой материалов для армирования композитов являются многослойные ткани, разработка которых началась в 50-60гг. прошлого столетия, главным образом, для технического и специального назначения.

В зависимости от области применения перед исследователями ставились различные задачи.

Ранние работы [4.1-4.5, 6.1, 3.1-3.9; 3.10, 3.11, 3.12] были направлены на выявление возможности получения многослойных тканей из химических волокон.

Под руководством профессора Розанова Ф.М. на кафедре ткачества Московского текстильного института имени А.Н. Косыгина были спроектированы и выработаны ткани от 6 до 10 слоев толщиной от 3 до 12 мм из лавсановых, асбестовых и кремнеземных нитей [3.5]. Отмечена повышенная обрывность основных нитей, особенно кремнеземных, при перематывании,

кручении, ленточном снования и ткачестве. В качестве базовых переплетений выбраны полотняное, саржевое и сатиновое [3.4]. Соединение слоев осуществлялось на глубину последующего слоя, которое в дальнейшем получило название «последовательное соединение слоев». Оно до настоящего времени актуально для многих многослойных тканей технического назначения [3.11, 3.13, 3.14, 3.15].

Представляет интерес большой экспериментальный материал по определению прочностных характеристик кремнеземных и вискозных нитей до и после ткачества, опытных образцов многослойных тканей различных переплетений, показателей деформации нитей в тканях, в том числе смятия [3.2, 3.3, 4.1, 4.2].

Авторами [3.1, 3.3] установлено, что стеклянные нити легко истираются и практически не имеют остаточных деформаций; при разрыве их удлинение не более 1-1,5%. В связи с этим сделаны выводы о необходимости переоборудования имеющегося ткацкого оборудования для изготовления тяжелых многослойных тканей толщиной до 15 мм. Учитывая специфические свойства стеклянных нитей предложено «хромирование всех направляющих деталей ткацкого станка и снижение скорости станка до 80-120 оборотов в минуту», введение «батана утяжеленной конструкции», а также использование зевообразовательного механизма на 24 ремизки с жесткими связями [3.2].

В процессе выработки многослойных стеклянных тканей авторами [3.5-3.7, 4.3] проводились исследования натяжения основных нитей. Было установлено, что величина натяжения нити имеет значительные колебания в процессе формирования многослойной ткани в зависимости от ее расположения в слое в пределах 0-150 гс/нить. При заступе оно составляет 10-15 гс/нить, а при зевообразовании возрастает до 100-150гс/нить.

Подобные изменения натяжения основных нитей отмечаются так же другими авторами [3.11, 3.14-3.16, 5.1]. По-видимому, на условия изготовления многослойных тканей подобных структур существенное влияние имеет сама структура тканей, для получения которой при зевообразовании поднимается

или опускается одновременно различное количество ремиз: от 1 до16-20. Вследствие этого основные нити, навитые на один ткацкий навой, испытывают различные деформационные нагрузки, что может оказать существенное влияние на уровень обрывности основы при ткачестве.

Для исключения этого фактора необходимо создать условия индивидуального сматывания и подачи основной нити в зону формирования ткани. Особенно это необходимо при выработке многослойных тканей сложных структур, где нити слоев имеют различное переплетение и уработку [5.2].

Использование шпулярников с расположением каждой основной нити на отдельной катушке позволяет подойти к осуществлению индивидуального торможения каждой основной нити. В диссертационных работах [3.15, 3.17, 3.18] для натяжения основных нитей применяется устройство с грузовыми скобами. Автор [3.15] отмечает, что «нитенатяжитель с грузовыми скобами является замкнутой саморегулирующейся системой». Вместе с тем это устройство не обеспечивает полной компенсации увеличения натяжения основных нитей при зевообразовании, а при закрытии зева появляется провисание между шпулярником и скалами, что может привести к нарушению технологии и снижению качества многослойного изделия.

Роль наездников (грузовых шайб) в создании натяжения основы трактуется по-разному. В работе [3.18] отмечается, что «передний наездник является основным источником натяжения», в то же время при выработке высокоплотных тканей по мнению [3.17] оба наездника создают натяжение, при этом передний выполняет дополнительную функцию компенсатора.

Представляет интерес использование соотношения масс грузовых скоб для изменения натяжения основы и выявления предельных значений при выработке многослойных кремнеземных тканей облегченного типа [2.1, 4.9]. Для повышения толщины, а следовательно снижения объемном плотности многослойной ткани слоисто-каркасной структуры, предложено следующее нагружение каркасных нитей верхнего слоя: 1-а и 2-а нити $G_1 + G_2 = 120+90$, 3-я

нить G_1+ G_2 = 90+60, 4-ая нить G_1+ G_2 = 60 = 30. Это позволяло увеличить угол наклона трансверсального слоя до 68º и получить ткань толщиной 13.47мм с минимальным заполнением 0,3 г/см^3 [3.19, 2.1].

В патенте [6.1] дано описание объемной ткани, используемой в качестве конструкционного упрочняющего материала. Структура ткани приобретает толщину за счет расположения двух и более однослойных полотен ткани полотняного переплетения, соединенных перевязочной основой, которая дополнительно огибает основные нити полотен перевивочным переплетением.

Данное техническое решение предлагается использовать для формирования в структуре ткани промежутков любых размеров.

Однако для этого необходимо дополнительное устройство с системой «ажурных ремизок». Кроме того вызывает сомнение формоустойчивость и равномерность строения и свойств этих тканей.

Как известно, пространственные тканые структуры различной толщины и конфигурации могут быть получены при использовании слоисто-каркасных переплетений, разработанных проф. Гордеевым В.А. на кафедре ткачества ЛИТЛП им. С.М. Кирова. В большинстве случаев для их выработки требуется только незначительное переоборудование ткацкого станка.

Слоисто-каркасные ткани характеризуются разнообразной структурой с использованием различного количества «заполнительных слоев» и без них. [6.2]. При расположении каркасных слоев на внешних поверхностях и во внутренних слоях многослойной ткани и одновременном изменении числа слоев от 5 до 17 получены ткани значительной толщины.

Авторы [6.3-6.5] утверждают, что попарное соединение «заполнительных слоев» посредством переплетения и образования «дополнительных узлов связи» увеличивает прочность на разрыв и жесткость ткани. При использовании особенностей строения многослойных тканей слоисто - каркасной структуры установлена возможность получения «впадин и выступов» заданной формы на

поверхности, [6.6] что расширяет ассортимент и область применения композитов, полученных на основе этих тканей.

В патентах [6.2, 6.6, 6.7] заявлены способы изготовления многослойных тканей слоисто-каркасных структур, которые отличаются оригинальностью строения и сложностью их выработки. При этом описания не дают полных сведений об условиях их получения и, как представляется, для их осуществления требуются дополнительные технологические и конструкторские решения.

В диссертационной работе [3.14] Павлихиной И.Ю. установлена возможность выработки многослойных тканей новых структур на отечественном оборудовании [4.6]. Предложена последовательность технологических процессов и разработана технология, обеспечивающая получение многослойных кремнеземных тканей разреженных структур с толщиной от 12 до 50 мм и с заданной объемной плотностью 0,346-0,153 г/см^3. Для сравнения: многослойные стеклянные ткани с последовательным способом соединения слоев имеют объемную плотность 0,71-0,95 г/см^3 для стеклопластиков конструкционного назначения [3.11] и 0,77-0.80 г/см^3 для теплозащитных.

Столь значительного уменьшения объемной плотности ткани удалось достичь, во-первых, за счет использования слоисто-каркасных структуры многослойной ткани, во-вторых, за счет введения процесса текстурирования кремнеземных нитей, что является эффективным технологическим решением. Кроме того автором проведен эксперимент по определению возможности изменения толщины ткани за счет увеличения угла наклона трансверсального слоя от 35^o до 68^o [2.1]. Полученные изменения в структуре ткани значительно повлияли на эксплуатационные свойства, что подтверждается полученными теплофизическими характеристиками многослойной кремнеземной ткани облегченного типа (МКТО). При кратковременном нагревании от 200 до1200^{o}С с рабочей поверхности ткани на противоположную теплопередача не превышает 50 %, а коэффициент термосопротивления у МКТО рациональной

структуры в 5-6 раз превышает этот показатель у многослойных кремнеземных тканей, имеющих аналогичное применение.

Ткани слоисто-каркасных структур являются одним из современных направлений в развитии тканей технического и специального назначения. Они успешно используются как средства защиты объектов от высоких температур. В то же время они нашли свое применение в качестве армирующих наполнителей композитных материалов. Такое расширение областей использования потребовало разработки строения и технологии их изготовления.

В работах Костромского государственного технологического университета на базе программы Maple предложен порядок построения разрезов и заправочных рисунков слоисто-каркасных тканей [4.7], которые получены комбинацией переплетения заполнительных и каркасных слоев. Представлены [4.8] аналитические выражения для определения плотности по утку заполнительных и каркасных слоев. Введен коэффициент уработки заполнительной основы, который «лежит в пределах 10-15, т.е. на единицу длины образца требовалось основы от 10 до 15 раз больше», рекомендовано величину коэффициента учитывать при расчете длины ткацких паковок. Авторы считают, что γ=0,5-0,6 г/см^3 является оптимальной для трехмерной слоисто-каркасной ткани.

В работах [4.9-4.10] каркасно-слоистые кремнеземные ткани облегченного типа (МКТО) получены при изменении γ от 0,15до 0,35 г/см^3 с надежной устойчивостью структуры при объемной плотности ткани γ=0,35 г/см^3.

В качестве показателя, характеризующего количество волокна в многослойной ткани, предложен коэффициент объемного заполнения, который рассчитывается с учетом фактического расположения нитей в МКТО, а именно с учетом диаметров и смятия нитей, степени изгиба нитей в ткани и угла наклона трансверсального (перевязывающего) слоя [3.14].

Увеличение толщины слоисто-каркасных трехмерных тканей имеет особое значение в работе [3.14] эта задача решена за счет использования процесса текстурирования при подготовке нитей, их значительной линейной плотности (до 750 текс), увеличения числа уточных слоев, а также координации величины заправочного натяжения основных нитей в различных слоях МКТО. В результате получены ткани с толщиной до 50 мм.

При изготовлении трехмерных тканей с целью совершенствования процесса и увеличения их толщины авторами [4.11] взамен челночного способа прокладывания утка предложено использование разработанного ими рапирного механизма, «особенностью которого является перемещение рапир по заданной программе в вертикальной плоскости», что, по данным авторов, позволит увеличить максимальную толщину трехмерной ткани на 30%. и использовать уточные паковки с максимальными габаритами. Однако, при рапирном способе прокладывания утка остается открытым вопрос формирования кромок в структуре не только трехмерной, но и любой многослойной ткани. Сложность получения неразрушающегося края этих тканей возрастает при использовании химических нитей, таких как кремнеземные, кварцевые, углеродные.

Исследования и сравнительный анализ использования различных типов бесчелночных ткацких станков СТБ, П, АТПР [3.20] показал, что стеклянные нити даже небольшой линейной плотности нетехнологичны в ткачестве.

На ткацких станках СТБ стальные губки прокладчика разрушают уточную стеклонить, а на пневматическом станке она прокладывается только до середины полотна. Наиболее приемлемым оказался станок АТПР с упрощенной заправкой уточной нити, снижающая сопротивление ее движению по направляющим компенсатора на 38.4 % Предложенную схему заправки автор [3.20] рекомендует использовать не только для технических высокомодульных нитей, но и для нитей из натуральных волокон.

Результаты данной работы свидетельствуют о затруднениях, возникающих в процессе стеклоткачества. По-видимому, при внедрении высокопроизводительного ткацкого оборудования типа бесчелночных ткацких

станков СТБ необходимо оптимизировать условия прокладывания уточных стеклонитей, а именно: выявить степень зажатия и определить форму губок прокладчика, исключающих потерю уточной стеклянной нити.

Технология получения тканей сложных структур часто сопряжена с необходимостью технических решений, направленных на разработку и совершенствование ткацкого оборудования.

В диссертационной работе [3.21] изложено ряд идей по преобразованию конструкций основных механизмов ткацкого станка. Это было вызвано особыми условиями (технологией) изготовления тканей «новых структур с переменным направлением осей нитей основы, которые взаимодействуют между собой и переплетаются с нитями утка». При этом открывается возможность получения тканей ортогонального и не ортогонального строения, а также их комбинаций.

Для изготовления подобных тканей был разработан зевообразовательный механизм, позволяющий перемещать основные нити по вертикали при образовании зева и по горизонтали для получения трехосных элементов. В предложенном зевообразовательном механизме ремизки выполнены в виде планок, на которых жестко закреплены галева с отверстиями. В них продеваются основные нити соответствующей системы. При перемещении верхней и нижней планок-ремизок траектории их движений не должны совпадать, что дает возможность нитям верхней основы свободно проходить между нитями нижней основы. За 1-ый и 2-ой обороты главного вала происходит открытие и закрытие зева, за 3-ий оборот верхняя планка перемещается вправо, а нижняя планка - на ту же величину влево и т.д. С учетом строения трехосевых тканей автором [3.21] предложен способ прибоя уточной нити к опушке ткани «с одновременным перемещением основы в различные зубья берда». Новизна механизма прибоя состоит в том, что он содержит открытое бердо для заправки одной из систем нитей основы, а также устройство для перемещения этого берда поперек станка и для прибоя уточных нитей к опушке ткани [6.8].

Автором внесены существенные изменения в конструкцию основного и товарного регуляторов бесчелночного ткацкого станка типа АТПР [6.9, 6.10, 6.11, 6.12, 6.13]. Как известно, недостатком основного регулятора этих станков является отсутствие связи с контролером диаметра ткацкого навоя, что приводит к возрастанию натяжения основы по мере ее сматывания. В новом механизме [6.9] введена подвижная система, которая через «одинаковую затяжку пружины предназначена поддерживать статическое натяжение основы».

Представляет интерес техническое решение товарного регулятора, обеспечивающего получение тканей с переменной плотностью по утку. Основная идея заключается в отводе ткани из рабочей зоны станка с различной, переменной скоростью (V_2).Тогда, плотность ткани по утку:

$$P_y = \frac{100n}{60V_2} \qquad (1.11)$$

где, n-частота вращения главного вала станка.

Размер уплотнения уточной полосы зависит от продолжительности времени блокировки вальяна и товарного валика. В момент блокировки регулятор отключается, в результате, появляются полосы с уплотнениями по утку (V_2 =0). Плотность в полосе предлагается рассчитывать с учетом вида (C_o, C_y,) и линейной плотности нитей (T_o, T_y) по формуле:

$$P_y = \frac{100К_{упл}}{0{,}03\ 16(C_o\sqrt{T_y}+C_y\sqrt{T_o})} \qquad (1.12)$$

$К_{упл}\leq$ 1,3 коэффициент, учитывающий уплотнение.

В других работах [6.14, 6.15, 6.16, 4.12, 6.17] подчеркивается связь возможности изготовления тканей новой структуры с необходимостью использования «модернизированного ремизного прибора» [6.14], разработкой отдельных устройств [6.15] и ткацких станков в целом [6.16, 4.12].

В направлении совершенствования ткацкого оборудования проведены работы [4.21, 4.22], в том числе, по использованию товарного регулятора с выстоем ткани после заступа ремиз [4.21], что позволяет снизить натяжение ткани и ее деформацию за счет отвода в закрывающемся зеве при

использовании «соответствующего профиля кулачка». Установлено, что при этом снижается натяжение основных нитей во время прибоя утка от 10 до 30 % [3.22] и появляется возможность «снизить перепады натяжения в цикле до и после прибоя». Вместе с тем авторы [4.22, 4.13] обращают внимание на то, что «для получения плотных структур тканей на станке с разработанным товарным регулятором необходимо введение дополнительного узла, повышающего коэффициент жесткости ткани в заправке станка».

Ткань с переменной плотностью по утку, выработанную без останова процесса ткачества и переналадки товарного регулятора, как утверждают авторы [4.14], возможно получить на станке СТБ при изменении передачи движения вальяну и замены сменных шестерен на «эксцентричные». При передаточном отношении, изменяющемся от 0,660 до 1,480, плотность в полосе увеличивается от 8,57 до 19,22 нитей/см.

Для данной диссертационной работы эти изыскания важны с точки зрения подхода к выбору условий тканеобразования различных многослойных тканей сложных структур и возможности получения новых тканей с переменной толщиной и заполнением.

В статье [4.15] приведены результаты исследования натяжения нитей основы на станках различных конструкций: АТ-100-5М, СТБ-175, АТПР-100-2, Р1-190. Установлено, что натяжение основы в нижней ветви зева больше, чем в верхней. Уровень натяжения в различные моменты работы ткацкого станка различен. Минимальное натяжение равняется 22-25-35-26 сН соответственно типам ткацких станков, что составляет 7-9% от разрывной нагрузки хлопчатобумажной пряжи. Максимальное натяжение достигает 75-55-58-50 сН при прибое в нижнем положении ремиз, что составляет 25,9% от разрывной нагрузки. Рассматривая тензограммы натяжения основных нитей, можно заметить, что колебания исследуемой величины в пределах одного цикла работы станка различны: для АТ максимальное натяжение при прибое больше минимального в 3,4 раза; для СТБ – в 2,2 раза; для АТПР – в 1,65 раза; для Р – в 1,92 раза.

При выработке углеродных тканей для композитов [4.16] использовались челночные ткацкие станки типа АТ, на которых были изготовлены однослойные ткани пяти вариантов переплетений: полотняное, саржа 2/2, рогожка 2/2, сатин 8/3 и неправильный атлас с R=4. Установлено, что наибольшие затруднения обнаружены при выработке полотняного переплетения, наименьшие – при ткани сатинового переплетения, что несомненно связано с длиной перекрытий нити в ткани.

Для предотвращения разрушения углеродных нитей автор [4.16] предлагает изменить технологическую схему заправки станка, чтобы «свести до минимума перегибы нитей», а также использовать «дополнительное увлажнение нитей основы и утка». Автор утверждает, что переработка высокомодульных углеродбных нитей на традиционном ткацком оборудовании затруднено.

Выработку тканей с высоким заполнением волокнистым материалом, особенно полотняного переплетения, рекомендуется проводить при установке скало выше уровня грудницы на 40-80 мм [2.2]. Исследования [4.17] показали, что при этих условиях на станке СТБ «деформация и натяжение основы в верхней ветви ниже, чем у нитей в нижней ветви». Максимальное натяжение составляет 32-33 сН/нить, которое на 78,8% и на 91,2% ниже в верхнем положении ремизки при полном открытии зева для 1-ой и 3-ей ремизки соответственно. Это объясняется особенностями конструктивно-заправочной линией станка СТБ.

В работе [4.18], также как в других исследованиях [4.17], отмечается разница в натяжении основы в верхнем и нижнем положении ремизок. Для станков СТБ при выработке баллистической ткани нити основы подвергаются большей деформации в нижнем положении, а на станке DORNIER – в верхнем. В основном это связано с высотой открытия зева: на станке СТБ высота верхнего зева 13мм, нижнего-17мм: на DORNIER 39мм и 37мм. Полученные результаты свидетельствуют о важности процесса зевообразования и показателей геометрии зева, которую необходимо учитывать при разработке

нового оборудования и тканей различных структур из филаментных химических нитей, легко подвергающихся разрушительным воздействиям процесса ткачества.

В работе [4.18] проведено сравнение деформационных нагрузок на нить основы при трех способах заправки ткацкого станка:

– грудница неподвижна-подпружиненное скало подвижно (типовая заправка);

– подвижная грудница и подвижное скало находятся под действием пружин с различной жесткостью (подпружиненная грудница);

– подвижная грудница и скало, соединенные одной пружиной (упрощенная заправка ткацкого станка).

Учитывая натяжение основных нитей, его колебания и деформацию, авторы [4.18] пришли к выводу, что заправка станка по 3-ему варианту обеспечивает меньшую «работу основных нитей при выработке ткани». Конструкция механизма перемещения грудницы и скало ткацкого станка описаны в патенте [6.18].

Многочисленные эксперименты по измерению натяжения основных нитей на ткацких станках различных конструкций свидетельствуют о значительных колебаниях этого параметра.

Учитывая, что степень разрушения нитей существенно зависит от времени ее разрушения, авторы [4.19, 4.20] делают вывод о том, что «процесс зевообразования оказывает значительно большее влияние по сравнению с процессом прибоя» и считают «целесообразным реализовать кинематику ткацкого станка такой, чтобы в период зевообразования натяжения основы снижалось, по крайней мере, до заправочного». Для этого предложены кинематическая и динамическая модели привода вращения навоя. Определены характеристики электропривода и составлена программа управления им, в частности определены скорости «доворота» навоя для отпуска основы и обратного хода для натяжения основы. Чтобы осуществить такое

регулирование необходимо использование автономного электропривода навоя вместо существующих основных регуляторов.

Необходимо отметить, что каждое новое научно-техническое направление в ткачестве включает разработку структуры ткани, технологии ее получения и, при необходимости, создание или усовершенствование ткацкого оборудования. Это, несомненно, относится к такой отрасли ткачества, как многослойное стеклоткачество. Использование нетрадиционных нитей: стеклянных, кварцевых, углеродных, а также тканей сложных многослойных структур с применением различных базовых переплетений требует переоборудования имеющихся ткацких станков.

Известно, что многослойные стеклянные ткани, полые ткани, цельнотканые заготовки вырабатываются на челночных ткацких станках, так как непрерывность прокладывания уточных нитей является необходимым условием формирования тканого армирующего материала для композитов.

Выработка многослойных бикомпонентных, комбинированных и других тканей сложных структур в ЗАО «ТРИ-Д» осуществляется на специально сконструированном ткацком станке КПТЗ-160С [5.2], на котором установлен многочелночный механизм, обеспечивающий смену уточных нитей различного вида в режиме «пик-а-пик», зевообразовательная каретка на 24 ремизки, специальное кромкообразующее устройство для формирования края многослойной ткани. Основные нити намотаны на катушки и размещены на шпулярнике с устройством для индивидуального торможения. Данное ткацкое оборудование обеспечивает выработку различных многослойных тканей, в том числе сложных переплетений. Однако условия их изготовления исследованы недостаточно. Уровень натяжения основных и уточных нитей, колебания и возможное влияние на структуру и свойства многослойных тканей не определены, хотя эти показатели могут существенно повлиять на равномерность расположения нитей в слоях ткани, которая является армирующей составляющей композита.

В настоящее время за рубежом широко используются ткацкие станки с челночным и бесчелночными способами прокладывания утка, на которых установка, поддержание и контроль технологических параметров и рабочих функций выполняются через электронные системы управления (фирма TRINCA, ткацкий станок TRINCA ТИП T.NV.2B.FC 1600; Stauble, Home Bonas Textile Machinery NV - электронные жаккардовые машины и т.д.). Предлагаются различные сочетания негативных и позитивных регуляторов как для подачи основы, так и навивания ткани с индивидуальными приводами. Для зевообразования применяются электронные каретки и электронные жаккардовые машины. Внедрение электроники для тканеобразования позволяет расширить возможности ткацких станков по ассортименту, качеству и их производительности.

При создании отечественного оборудования нового поколения необходимо, учитывая зарубежный опыт, развивать это направление как по линии совершенствования имеющихся ткацких станков, так и по их специализации, то есть разрабатывать ткацкое оборудование под ткани определенных структур, которые в больших объемах уже используются для получения композитов.

Проектирование современного оборудования базируется на опыте ранее проведенных работ и исследований [3.1- 3.4, 3.10, 3.30, 3.31, 4.3, 4.4]. Важными данными являются скоростные режимы ткацких станков, значения натяжений нитей основы и утка за весь цикл образования многослойных тканей из химических нитей, особенно, из таких, как кварцевые, углеродные, СВМ, арамидные.

Скоростные режимы ткацких станков при выработке тканей из не традиционных нитей значительно снижены из-за их малого разрывного удлинения, отсутствия требуемой стойкости к изгибу и истиранию. Так в работах [3.4, 3.11, 3.15, 3.14, 3.23] скорость станка АТ снижена до 60-80 мин$^{-1}$[3.4], при работе с кареткой до120-140мин$^{-1}$ [3.11], при использовании жаккардовой машины до 60 мин$^{-1}$ [3.15], при выработке слоисто-каркасных

тканей – до 120 мин$^{-1}$[3.14]. Такие изменения внесены с учетом свойств используемых стеклянных нитей с малым коэффициентом крутки, или текстурированных, или для обеспечения изготовления тканей сложных структур с большим количеством слоев.

В отчетах по НИР [3.1-3.4] коллективом кафедры ткачества МТИ установлено, что выработка многослойных тканей из стеклонитей сопровождается «мшением» и повышенной обрывностью, в целом процесс ткачества проходит с затруднениями и требует переоборудования станков и выявления параметров их заправки.

Влияние параметров заправки челночного ткацкого станка на процесс изготовления многослойных стеклянных тканей рассмотрено в статьях [4.23, 4.24]. По результатам обработки осциллограмм получено оптимальное положение установки скала, которое при его расположении выше уровня грудницы на 35-40 мм способствует снижению максимального натяжения основных нитей в 2,5 раза. Даны рекомендации по установке рационального заправочного натяжения основы. Оно, по мнению авторов, должно составлять 8-10 гс/нить, то есть быть минимальным, при котором возможен процесс ткачества. При изменении числа оборотов главного вала от 120 до 160 мин$^{-1}$ средняя величина максимального натяжения основных нитей в пределах раппорта переплетения многослойной ткани увеличилось в 1,34 раза. Авторы считают, что «рациональной является скорость 140об/ мин, так как в этом случае средняя величина максимального натяжения основных нитей повышается лишь на 8% по отношению к первоначальной» при снижении значения неровноты натяжения на 10-20%.

В работе [4.25] определено влияние скорости ткацкого станка на натяжение нитей основы как наиболее напряженной системы в ткачестве. Авторы отмечают, что результаты расчетов общего натяжения основных нитей даже с учетом динамической составляющей не соответствуют реальным. Для их уточнения проведены экспериментальные исследования на станке СТБ2-175 при выработке хлопко-льняной ткани. Установлено, что увеличение частоты

вращения главного вала на 45% вызывает повышение натяжения при прибое на 31,5%, а при зевообразовании на - 28%. Полученные практические данные являются весьма важными. Однако отсутствуют сведения об уровне разрушения или обрывности основы, хотя указано, что максимальное натяжение при прибое составляет 16,7% от разрывной нагрузки нити.

Натяжение уточных нитей, в отличие от основных, рассматриваются гораздо реже, по-видимому, из-за технических сложностей. На бесчелночных ткацких станках, где паковки с утком находятся вне зева, датчик натяжения может располагаться на пути движения уточной нити [4.26, 4.27]. На челночных станках процесс осложняется возвратно-поступательным движением челнока внутри зева.

Автоматические станки с челночным способом прокладывания до сих пор используются для выработки тканей, в том числе технического назначения из различных видов нитей с получением классических кромок. Последнее важно для многослойных тканей, особенно, вырабатываемых из стеклянных нитей.

В статье [4.28] на стенде, имитирующем сматывание уточной нити из челнока с различной скоростью [4.29] представлены результаты измерения натяжения утка в начале, середине и конце намотки шпули. Выявлено, что по мере сматывания оно растет от 19 до 25 сН, то есть от 5,86 до 7,71% от $P_{p,}$ при этом тенденция увеличения натяжения утка к концу сматывания просматривается как на повышенных, так и на пониженных скоростях Увеличение частоты вращения главного вала, а следовательно скорости сматывания нити из челнока в 1,4 раза (от 500 до 700 м/мин) приводит к увеличению натяжения утка на 38,8%. Установлена прямая зависимость между изучаемыми параметрами.

Для более детального изучения процесса прокладывания уточной нити с констатацией его изменения в различные моменты тканеобразования необходимо использование приборов, которые обеспечивают непрерывное его измерение в динамических условиях выработки ткани.

Получение знаний о колебаниях натяжения углеродных уточных нитей при изготовлении технических тканей, как отмечается в работе [3.24], имеет важное значение, так как влияет на расположение нитей в ткани и ее свойства [4.30].

Характер изменения натяжения уточной нити на станке СТБ [3.24] позволил сделать следующие выводы: по сравнению с заправочным натяжение утка увеличивается при разгоне на 40%, при прокладывании на 20%, при действии уточного тормоза на 30%.

В связи с полученными данными [4.28, 3.24] представляет интерес исследование величины и уровня колебаний натяжения уточных нитей при выработке многослойных комбинированных тканей с использованием в слоях различных видов переплетений и видов химических нитей. Особенно, если они применяются в композитах, где расположение волокон, нитей и их равномерность является определяющим в реализации прочностных показателей [2.3, 4.31, 7.2].

Таким образом, разработка многослойных тканей требует специальных исследований как в области определения технологических параметров, так и в области совершенствования и модернизации, а иногда и создания новых ткацких станков и машин.

За рубежом, начиная с 80-х годов прошлого столетия, появляется большое количество публикаций по проблемам разработки технических тканей различного назначения, в том числе для получения огнестойких материалов [7.5, 7.6] для самолетостроения, специальной технической одежды для работников МЧС и Минобороны [6.19].

В статье [7.7] сообщается о широком применении арамидных и углеродных волокон в авиационной промышленности. Во Франции [7.8] углеродные волокна и нити широко используются для изготовления конструкционных материалов, применяемых в качестве элементов летательных аппаратов. Переплетение в тканях полотняное, атласное и сатин. Минимальная толщина тканей 0,1 мм.

Итальянская фирма SAATJ [7.9] указывает на возможность изготовления многослойных тканей из стеклянных, углеродных, металлических волокон и их смесей. В таких тканях, кроме основных систем нитей основы и утка, введены дополнительные прижимные нити, проходящие через все слои ткани и переплетающие с заданным количеством слоев.

Графитовые и углеродные нити используются для получения тканей с высокой электропроводностью [7.10]. Для изготовления тканей в основе и утке используют комплексные нити или жгуты. Так как графит имеет высокое электрическое сопротивление, то материалы из него не предохраняют от отдельных видов электростатических зарядов, электромагнитной индукции. Поэтому для изготовления тканей используют углеродные нити, обкрученные тонкой алюминиевой нитью. Жгуты с обкруткой используют в основе и утке. Ткани вырабатываются многослойным переплетением на механических ткацких станках, специально предназначенных для изготовления тканей из углеродных нитей. Ткани используются для получения конструкционных материалов, применяемых в качестве элементов летательных аппаратов.

В статье [7.11] сообщается о выработке технических тканей из неорганических волокон: стеклянных, углеродных, кремнеземных и др. Стеклянные ткани обладают высокой огнестойкостью. Композиты, полученные на их основе, используются в астронавтике.

Углеродные и графитовые волокна и нити производятся в ряде стран и известны под различными фирменными названиями: торнель (США), модмор (Англия), торейка, карболон (Япония) и др. Они отличаются малой физической плотностью (1,5 - 2 г/см^3), высокой прочностью (разрывное напряжение 1 Мпа и более), малым разрывным удлинением (0,5 – 0,8 %), высокой хемостойкостью. В условиях длительного нагрева (температура 400º С и более) сохраняют свои механические свойства, не горючи, электропроводны. Нити перерабатывают в ткани и применят для армирования пластиков, которые используются в различных областях техники: авиационном и химическом

машиностроении, в нагревательных устройствах, для термоизоляции и др. [2.31, 7.13]

Для обеспечения армирующего тканого материала толщиной более 1 мм в работе [7.12] наряду с применением стеклянных, углеродных, полиамидных и др. нитей предлагается прокладывание термопластичных уточных нитей и объединение однослойных тканей при дальнейшей термообработке. Однако, полученная таким образом матрица, не обладает стойкостью к расслаивающим нагрузкам, что является отличительным и значимым свойством многослойных тканых материалов.

Опубликованные зарубежные работы не дают представления о технологии и свойствах технических тканей, особенно сложных структур.

Необходимо отметить, что технологичность переработки стеклянных, углеродных, базальтовых и других нетрадиционных нитей [7.14], объясняется: во-первых, неравномерностью свойств исходных материалов (углеродных волокон, жгутов, нитей), их значительной жесткостью, практически отсутствующей стойкостью к истиранию и изгибающим нагрузкам; во-вторых, циклически повторяющимися фрикционными воздействиями направляющих ткацкого оборудования; напряжениями, возникающими при растяжении и изгибе основных и уточных нитей в процессе подготовки нитей и ткачества.

В связи с этим при создании нового тканого армирующего материала необходимо определение условий работы нитей с высоким модулем жесткости, выбор параметров подготовки и ткачества для того, чтобы снизить степень воздействия свойств нетрадиционных нитей. То есть, необходима разработка рациональной технологии и выбор оборудования для ее осуществления.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1

1. Анализ литературных источников подтвердил актуальность темы диссертации, ее научную новизну и практическую значимость.

2. Теоретические методы, применяемые в современных исследованиях, позволяют получить достоверные результаты, их целесообразно

использовать при разработке оптимальной технологии изготовления комбинированной полой ткани из углеродных и кварцевых нитей

3. Анализ рассмотренных работ свидетельствует о том, что:

- натяжение и деформация основы и утка в значительной степени предопределяют условия технологического процесса ткачества;

- при расчете натяжение основы и утка следует учитывать релаксационные процессы, происходящие в нитях и ткани;

- отсутствуют теоретические разработки по выявлению влияния распределения натяжения и деформации основы и утка по глубине заправки ткацкого станка в динамических условиях.

4. Имеется значительное количество сведений по изготовлению тканей технического назначения, исследованию их технологии, свойств и строения, однако практически отсутствуют публикации по разработке и исследованию комбинированных полых тканей из углеродных и кварцевых нитей.

5. Возрастающая потребность в композитах, полученных на основе многослойных стеклянных тканей, диктует необходимость проведения работ по созданию и исследованию новых армирующих материалов с заданными свойствами, в том числе в виде многослойных комбинированных углеродно-кварцевых тканей.

ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Определение вязкоупругих параметров при растяжении

Для текстильных нитей и тканей зависимость между напряжением и деформацией включает время. Поэтому их можно отнести к вязкоупругим. Для описания процессов деформирования вязкоупругих материалов Людвиг Больцман разработал теорию наследственной вязко-упругости, основанную на принципе суперпозиции. Он использовал две гипотезы: упругие силы зависят не только от мгновенно полученных смещений, но и от предшествующих деформаций, которые оказывают тем меньшее влияние на них, чем больше времени прошло с момента предшествующих деформаций; влияние полученных в разное время деформаций складывается. [3.25, 2.4].

Математическая запись зависимости напряжений от деформаций, основанных на этих гипотезах, имеет вид:

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma(t)}{E} + \frac{1}{E}\int_0^t K(t-\tau)\sigma(\tau)d\tau \qquad (2.1)$$

$$\sigma(t) = E\varepsilon(t) - E\int_0^t \Gamma(t-\tau)\varepsilon(\tau)d\tau \qquad (2.2)$$

где σ - напряжение, ε - деформация, $K(t-\tau)$ и $\Gamma(t-\tau)$ - функции влияния, E - модуль упругости, t - время наблюдения, τ - время, предшествующее времени наблюдения.

Вязкоупругие параметры для натуральных и ряда химических текстильных нитей изучены в ряде работ [3.26, 3.32, 2.26, 4.36, 3.27, 3.28, 3.14, 4.32, 2.22, 2.27, 4.37]. Использованные в нашей работе кварцевые и углеродные нити практически не изучены.

Для определения вязкоупругих параметров этих нитей возьмем применяемые ранее слабосингулярное ядро А.Р. Ржаницына [2.5] и резольвенту М.А. Колтунова [2.6].

Ядро релаксации А.Р. Ржаницына имеет вид

$$\Gamma(t) = \mathrm{Ae}^{\beta t} t^{\alpha - 1} (0 < \alpha < 1, \beta > 0) \qquad (2.3)$$

где A, α, β - параметры материала.

Резольвента этого ядра получена М.А. Колтуновым в виде

$$K(t) = \frac{e^{-\beta t}}{t} \sum_{1}^{n} \frac{A\Gamma(\alpha)^{n} t^{n\alpha}}{\Gamma(n\alpha)} \qquad (2.4)$$

где $\Gamma(\alpha)$ - гамма-функция аргумента α.

Последние два ядра являются слабосингулярными функциями и обеспечивают выполнение требований, предъявляемых к текстильным материалам. Пример определения резольвенты по известному ядру приведен в работах М.А. Колтунова. [2.6, 2.7]. Для этого он использует преобразование Лапласа - Карсона.

В работах проф. В.П. Щербакова [2.8] и проф. С.Д. Николаева [3.26] для определения вязкоупругих параметров применен метод логарифмических совмещений. Однако он требует наличия достаточно большого количества кривых релаксации напряжения или ползучести деформации, что требует больших затрат времени, специальных таблиц и графиков.

На кафедре ткачества Московского государственного текстильного университета для определения параметров сингулярного ядра и резольвенты, а также модуля упругости проф. С.Д. Николаевым предложен более простой метод [3.26, 4,37, 2.9, 2.22, 2.27]. Сущность его заключается в измерении нагрузки при заданной деформации во времени. Нить основы и утка на универсальной разрывной машине FP-10 доводится до деформации ε, машина останавливается и далее через определенные промежутки времени t фиксируется нагрузка .

Время t_1 находим из выражения

$$t_1 = \frac{l}{v} \qquad (2.5)$$

где v - скорость нижнего зажима;

$яl$ – зажимная длина на машине.

Время t_2, t_3, t_4 определяют секундомером. Кроме того, на разрывной машине можно записать экспериментальную кривую релаксации на диаграммную бумагу, зная скорость которой, можно найти значения нагрузок, σ_1, σ_2, σ_3, σ_4 во времени t_1, t_2, t_3, t_4.

Деформация ε определяется по формуле

$$\varepsilon = \frac{l}{L} \tag{2.6}$$

где l - ход нижнего зажима разрывной машины, определяется по показаниям счетчика, L - длина образца.

Напряжение нити можно определить по формуле:

$$\sigma = P_t \frac{\delta}{T} \tag{2.7}$$

где P_t - нагрузка, испытываемая нитью, δ - удельная плотность нити, T - линейная плотность нити.

Взаимосвязь σ_i и ε_i можно записать в виде:

$$\sigma_1 = E\varepsilon[t_1 - \int_0^{t_1} \Gamma(t-\tau)\tau \mathrm{d}\tau] \tag{2.8}$$

$$\sigma_2 = \sigma_1 - E\varepsilon \int_0^{t_2} \Gamma(\tau) d\tau \tag{2.9}$$

$$\sigma_3 = \sigma_1 - E\varepsilon \int_0^{t_3} \Gamma(\tau) d\tau \tag{2.10}$$

$$\sigma_4 = \sigma_1 - E\varepsilon \int_0^{t_4} \Gamma(\tau) d\tau \tag{2.11}$$

Особенностью функций $\Gamma(t-\tau)$ и $\Gamma(\tau)$ является то, что интегралы от них в явном виде взять нельзя. Для упрощения расчетов во многих проводимых на кафедре ткачества МГТУ им. А.Н. Косыгина работах использовано разложение функции $e^{-\beta t}$ в ряд Маклорена. Не приводя в данной работе громоздкие формулы, приведенные в других работах [2.9], запишем формулы для расчета вязкоупругих параметров.

Многочисленные расчеты показали, что при изучении явлений, происходящих с текстильными материалами во времени 0<t<0.5, достаточно иметь один член приведенных уравнений, а во времени *0.5<t<1* - два члена. Исходя из этого система уравнений примет вид:

$$\sigma_1 = E\varepsilon[1-\frac{At_1^{\alpha}}{\alpha(\alpha+1)}] \tag{2.12}$$

$$\sigma_2 = \sigma_1 - E\varepsilon A[\frac{t_2^{\alpha}-t_1^{\alpha}}{\alpha}] \tag{2.13}$$

$$\sigma_3 = \sigma_1 - E\varepsilon A[\frac{t_3^{\alpha}-t_1^{\alpha}}{\alpha}] \tag{2.14}$$

$$\sigma_4 = \sigma_1 - E\varepsilon A[\frac{t_4^{\alpha}-t_1^{\alpha}}{\alpha} - \frac{\beta(t_4^{\alpha+1})-t_1^{\alpha+1})}{\alpha+1}] \tag{2.15}$$

При проведении эксперимента время t_1, t_2, t_3 берем в интервале *0<t<0.5*, а время t_4 - в интервале *0.5<t<1*.

Имеем систему четырех уравнений с четырьмя неизвестными.

Расчет вязкоупругих параметров целесообразно проводить в системе MathCAD.

Результаты расчетов вязкоупругих параметров кварцевых и углеродных нитей представлены в табл. 2.1.

Анализ табл. 2.1 свидетельствует о том, что напряжения, возникающие в углеродных и кварцевых нитях, значительные, но релаксационные процессы протекают в них значительно медленнее, чем в нитях из натуральных, синтетических и искусственных волокон.

Текущий модуль упругости кварцевых и углеродных нитей значительно снижается при увеличении нагрузки.

Об интенсивности релаксационных процессов можно судить по результатам расчетов, представленных в табл. 2.2 для нитей различного волокнистого состава при деформации 1%.

Таблица 2.1

Вид волокнистого состава	Нагрузка на нить, сН				Время нагружения, мин				Линейная плотность, текс	Объемная плотность г/см^3	Деформация, %	Напряжение нити, кг/мм^2				Вязкоупругие параметры			
	P_1	P_2	P_3	P_4	t_1	t_2	t_3	t_4				σ_1	σ_2	σ_3	σ_4	A	α	β	E, кг/мм^2
Исходные экспериментальные данные для расчета												**Расчетные данные**							
кварц	185,9	184,2	183	182,5	0,02	0,20	0,40	0,60	68	2,2	0,1	6,01	5,96	5,92	5,90	0,021	0,64	0,48	6024
	311,7	308	306	304,9							0,2	10,05	9,96	9,89	9,87	0,022	0,68	0,44	5032
	541,9	536	531,7	529,7							0,5	17,53	17,33	17,20	17,14	0,025	0,65	0,47	3514
	1870	1846	1830	1823					68х3х3, основа		0,1	6,72	6,64	6,58	6,55	0,027	0,60	0,48	6743
	3015	2980	2957	2947							0,2	10,84	10,72	10,63	10,59	0,025	0,62	0,47	5431
	5363	5300	5257	5239							0,5	19,28	19,05	18,90	18,83	0,025	0,61	0,45	3865
	1801	1788	1769	1764					68х3х3, уток		0,1	6,48	6,41	6,36	6,34	0,023	0,62	0,48	6489
	2928	2888	2865	2855							0,2	10,49	10,38	10,30	10,26	0,025	0,65	0,44	5255
	5230	5175	5135	5119							0,5	18,80	18,60	18,46	18,40	0,024	0,63	0,47	3768
углерод	2380	2356	2340	2335	0,02	0,20	0,40	0,60	205	1,45	0,1	16,83	16,66	16,55	16,50	0,020	0,58	0,43	16873
	3673	3629	3601	3590							0,2	25,98	25,67	25,47	25,39	0,021	0,53	0,45	13032
	4735	4665	4623	4605							0,5	33,49	33,00	32,70	32,57	0,024	0,50	0,43	6729
	5036	4979	4941	4923					205х2, основа		0,1	17,81	17,60	17,47	17,41	0,022	0,47	0,40	17856
	7641	7538	7475	7448							0,2	27,02	26,66	26,44	26,34	0,023	0,52	0,42	13564
	10397	10237	10140	10101							0.5	36,77	36,21	35,86	35,72	0,025	0,50	0,43	7389
	5001	4942	4904	4887					205х2, уток		0,1	17,69	17,48	17,34	17,29	0,022	0,55	0,43	17743
	7461	7363	7301	7276							0,2	26,39	26,04	25,82	25,73	0,023	0,53	0,43	13240
	10085	9934	9841	9804							0.5	35,67	35,13	34,81	34,67	0,025	0,51	0,44	7165

Таблица 2.2

п/п	еформация,%	Вид нити	Вязкоупругие параметры				Расчетные данные нагрузки, сН											
							Время, сек											% уменьшения нагрузки
			A	α	β	E, кг/мм^2	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	
1	0,1	Кварц 612 текс	0,027	0,60	0,48	6743	1870	1857	1846	1837	1830	1826	1823	1820	2,99	1815	1814	2,99
	0,5		0,025	0,61	0,45	3865	5363	5329	5300	5277	5257	5246	5239	5233	2,59	5226	5224	2,59
2	0,1	Углерод 410 текс	0,022	0,47	0,40	17856	5036	4981	4979	4926	4941	4930	4923	4917	2,54	4910	4908	2,54
	0,5		0,025	0,50	0,43	7389	10397	10305	10237	10185	101401	10120	10101	10077	3,38	10050	10045	3,38
3	0,1	Хлопок 29,4 текс	0,31	0,10	0,20	120	3,57	3,41	3,33	3,28	3,24	3,22	3,21	3,20	11,48	3,17	3,16	11,48
	0,5		0,30	0,10	0,22	118	17,68	16,92	16,54	16,32	16,15	16,10	15,97	15,89	10,91	15,79	15,75	10,91
4	0,1	Шерсть, 31 текс	0,022	0,05	0,11	156	3,81	3,63	3,55	3,50	3,47	3,45	3,43	3,41	11,54	3,38	3,37	11,54
	0,5		0,02	0,05	0,10	150	20,76	19,92	19,54	19,31	19,15	19,03	18,94	18,86	10,02	18,73	18,68	10,02
5	0,1	Капрон 15,4 текс	0,032	0,05	0,21	411	3,95	3,60	3,43	3,34	3,27	3,23	3,20	3,17	21,51	3,12	3,10	21,51
	0,5		0,031	0,05	0,20	410	20,30	18,61	17,84	17,38	17,05	16,88	16,70	16,54	20,20	16,29	16,20	20,20

2.2. Взаимосвязь деформации и натяжения основных и уточных нитей на ткацком станке

Натяжение основных нитей предопределяет условия работы нитей на ткацком станке и во многом зависит от реологических свойств текстильных нитей.

Так как для нитей на ткацком станке зависимость между напряжениями и деформациями включает время, то для описания их напряженно-деформированного состояния необходимо использовать теорию наследственной вязкоупругости, разработанную известными учеными Людвигом Больцманом и Вито Вольтеррой [2.4, 2.10, 7.3]. Теория основана на двух гипотезах: упругие силы зависят не только от мгновенно полученных смещений, но и от предшествующих деформаций, которые оказывают тем меньшее влияние на них, чем больше времени прошло с момента предшествующих деформаций; влияние полученных в разное время деформаций складывается. Полученные уравнения довольно сложны. По ним трудно проводить расчеты.

Взаимосвязь между деформацией и натяжением нитей зависит от уровня нагрузки. Проведенные в разделе 2.1. исследования показали, что от уровня прилагаемой нагрузки зависит модуль упругости нитей, что положено в основу нашего метода.

Обработав экспериментальные данные табл. 2.1. нами получены уравнения, связывающие между собой модуль упругости нитей основы и утка и натяжение основных нитей. Эти уравнения имеют следующий вид:

для углеродных основных нитей:

$$E_o = 21{,}621\exp(-0{,}216\mathrm{F_o}) \qquad (2.16)$$

для углеродных уточных нитей

$$E_y = 21{,}480\exp(-0{,}222\mathrm{F_o}) \qquad (2.17)$$

для кварцевых основных нитей

$$E_o = 7{,}434\exp(-0{,}133F_o) \tag{2.18}$$

для кварцевых уточных нитей

$$E_y = 7{,}139\exp(-0{,}133F_o) \tag{2.19}$$

где F_o и F_y – натяжение основных нитей, Н,

E_o и E_y – модуль упругости нити, кГ*10^{-3}/ мм^2.

Общее уравнение имеет следующий вид:

$$E_y = A10^3\exp(-bF_o10^{-2}) \tag{2.20}$$

где A и b – эмпирические коэффициенты,

F_o и F_y – натяжение основных нитей, сН,

E_o и E_y – модуль упругости нити, кГ/ мм^2.

В соответствии с законом Гука

$$\sigma = E\varepsilon \tag{2.21}$$

где σ -напряжение нити, кГ/мм^2,

ε - относительная деформация нити,

E – модуль упругости нити, кГ/мм^2.

Напряжение связано с силой следующим соотношением:

$$\sigma = F\frac{\delta}{T} \tag{2.22}$$

где σ - напряжение нити, кГ/мм^2,

F - натяжение нити, сН,

δ - объемная плотность нити, мг/мм^3,

T – линейная плотность нити, текс.

Тогда

$$\frac{F\delta}{T} = A10^3\exp(-bF10^{-2}) \tag{2.23}$$

Из последнего уравнения относительная деформация равна

$$\varepsilon = \frac{F\delta}{TA10^3\exp(-bF10^{-2})} \tag{2.24}$$

Для расчета относительной деформации основных и уточных нитей воспользуемся данными главы 4.

Таблица 2.3

Натяжение основных нитей

Вид нитей	Полотно полой ткани	Расположение ремизок	$F_{заст.}$	$F_{приб.}$	$F_{зев.}$
Углеродные нити	Верхнее полотно полой ткани	Верхнее положение ремизки	28,65	35,35	36,48
		Нижнее положение ремизки	29,55	49,25	79,22
	Нижнее полотно полой ткани	Верхнее положение ремизки	4,72	10,60	14,60
		Нижнее положение ремизки	5,50	22,88	31,73
Кварцевые нити	Верхнее полотно полой ткани	Верхнее положение ремизки	7,92	9,88	10,28
		Нижнее положение ремизки	8,38	13,60	18,28
	Нижнее полотно полой ткани	Верхнее положение ремизки	7,20	9,60	11,98
		Нижнее положение ремизки	8,02	10,15	19,83

В табл. 2.4 представлены результаты расчета деформации основы.

Таблица 2.4

Деформация основных нитей (10^{-2}), %

Вид нитей	Полотно полой ткани	Расположение ремизок	$\varepsilon_{заст.}$	$\varepsilon_{приб.}$	$\varepsilon_{зев.}$
Углеродные нити	Верхнее полотно полой ткани	Верхнее положение ремизки	0,0499	0,0628	0,0646
		Нижнее положение ремизки	0,0515	0,0896	0,1530
	Нижнее полотно полой ткани	Верхнее положение ремизки	0,0078	0,1077	0,0246
		Нижнее положение ремизки	0,0910	0,0393	0,0556
Кварцевые нити	Верхнее полотно полой ткани	Верхнее положение ремизки	0,0387	0,0484	0,0504
		Нижнее положение ремизки	0,0409	0,0670	0,0906
	Нижнее полотно полой ткани	Верхнее положение ремизки	0,0352	0,0470	0,0589
		Нижнее положение ремизки	0,0392	0,0497	0,0985

Проведем расчет деформации натяжения утка в зависимости от натяжения нитей утка. В табл. 2.5 данные среднего натяжения утка в различные периоды времени. При расчете взяты минимальные и максимальные значения натяжения утка при различных прокидках.

Таблица 2.5

Натяжение уточных нитей

Вид нити	Направление движения челнока	Натяжение нити, сН			
		При разгоне	При полете в зеве		При торможении
			Максимальное	минимальное	
В начале уточной паковки					
Кварцевая	Справа-налево	8,43	16,43	10,11	10,12
		8,21	33,56	16,72	12,34
	Слева-направо	12,24	47,21	20,39	15,43
		15,27	90,59	25,48	20,25
Углеродная	Справа-налево	9,64	13,45	8,06	7,53
		12,38	40,47	15,16	12,27
	Слева-направо	13,67	46,76	19,56	13,28
		17,49	98,69	24,34	20,12
В конце уточной паковки					
Кварцевая	Справа-налево	15,22	24,43	20,11	14,42
		15,26	51,46	36,72	17,68
	Слева-направо	22,34	76,31	40,39	25,58
		26,44	136,44	50,48	31,35
Углеродная	Справа-налево	16,44	20,55	17,26	11,49
		21,38	80,26	31,25	20,06
	Слева-направо	23,23	93,37	40,36	20,38
		30,29	187,34	47,38	31,85

В табл. 2.6 представлены результаты расчета деформации утка.

Таблица 2.6

Деформация уточных нитей

Вид нити	Направление движения челнока	Деформация нити, 10^{-2}, %			
		При разгоне	При полете в зеве		При торможении
			Максимальное	минимальное	
В начале уточной паковки					
Кварцевая	Справа-налево	0,0429	0,0845	0,0516	0,0516
		0,4180	0,1760	0,0860	0,0631
	Слева-направо	0,7240	0,2520	0,1050	0,0793
		0,7840	0,5130	0,1320	0,1040
Углеродная	Справа-налево	0,0162	0,0228	0,0135	0,0126
		0,0209	0,0728	0,0258	0,0208
	Слева-направо	0,0232	0,8540	0,0336	0,2250
		0,0299	0,2020	0,0422	0,0240
В конце уточной паковки					
Кварцевая	Справа-налево	0,0782	0,1270	0,1040	0,040
		0,0784	0,2770	0,1940	0,911
	Слева-направо	0,1160	0,4240	0,2140	0,1330
		0,1380	0,8200	0,2710	0,1600
Углеродная	Справа-налево	0,0230	0,0251	0,0209	0,0138
		0,0394	0,1110	0,0391	0,0244
	Слева-направо	0,0429	0,1340	0,0515	0,0249
		0,0286	0,3310	0,0615	0,0399

Натяжение основных нитей по глубине заправки также неодинаково. Проведем расчет натяжения основы в следующих зонах:

Зона 1 – при сматывании со шпулярника;

Зона 2 – в зоне экспериментирования;

Зона 3 – в задней части зева;

Зона 4 – в передней части зева.

Принимаем натяжение в зоне экспериментирования за 100%. Тогда в первой зоне натяжение будет составлять 80% от натяжения в зоне экспериментирования, в передней части зева в 2 раза, а в задней части зева в 1,5 раза больше натяжения основы в зоне экспериментирования. Результаты расчета деформации даны в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Деформация основных нитей по глубине заправки (10^{-2}), %

Вид нитей	Полотно полой ткани	Расположение ремизок	Зона	$\varepsilon_{заст.}$	$\varepsilon_{приб.}$	$\varepsilon_{зев.}$
Углерод-ные нити	Верхнее полотно полой ткани	Верхнее положение ремизки	1	0,0340	0,0462	0,0508
			2	0,0499	0,0628	0,0646
			3	0,0771	0,0911	0,1070
			4	0,1060	0,1260	0,1380
		Нижнее положение ремизки	1	0,0407	0,0701	0,1190
			2	0,0515	0,0960	0,1530
			3	0,0798	0,1420	0,2510
			4	0,1100	0,1990	0,3640
	Нижнее полотно полой ткани	Верхнее положение ремизки	1	0,0062	0,0141	0,0196
			2	0,0078	0,0177	0,0246
			3	0,0117	0,0269	0,0336
			4	0,0158	0,0363	0,0509
		Нижнее положение ремизки	1	0,0073	0,0311	0,0438
			2	0,0091	0,0393	0,0556
			3	0,0137	0,0605	0,0862
			4	0,0184	0,0826	0,1190
Кварцевые нити	Верхнее полотно полой ткани	Верхнее положение ремизки	1	0,0308	0,3860	0,0402
			2	0,0387	0,0484	0,0504
			3	0,0584	0,0731	0,0761
			4	0,0782	0,9090	0,1020
		Нижнее положение ремизки	1	0,0327	0,0534	0,0721
			2	0,0409	0,0670	0,0906
			3	0,0618	0,1010	0,1380
			4	0,0829	0,1310	0,1860
	Нижнее полотно полой ткани	Верхнее положение ремизки	1	0,0281	0,0375	0,0469
			2	0,0352	0,0470	0,0589
			3	0,0530	0,0710	0,0890
			4	0,0710	0,0952	0,1190
		Нижнее положение ремизки	1	0,0313	0,0397	0,0789
			2	0,0392	0,0497	0,0985
			3	0,0591	0,0751	0,1490
			4	0,0792	0,1010	0,2020

2.3. Повреждаемость нитей основы и утка на ткацком станке при изготовлении многослойной комбинированной ткани

В настоящее время для производства композитных материалов, работающих в сложных условиях эксплуатации, все чаще применяются химические нити. Среди них особое место занимают углеродные и кварцевые нити в силу своих особых физико-химических свойств (см. раздел 2.4 табл. 2.10).

Однако при переработке их в процессе ткачества появляется ряд сложностей, прежде всего из-за незначительного удлинения при растяжении и низкой стойкости к истиранию. В связи с этим встает вопрос о прогнозирования возможности изготовления тканей из этих нитей.

В данном разделе проводится расчет повреждаемости углеродных и кварцевых нитей основы для прогнозирования возможности изготовления многослойных комбинированных тканей. Существуют различные подходы к решению проблемы прочности.

Академик Ю.Н. Работнов в своих работах [2.11, 2.12, 2.13, 7.4] показал возможность использования механики сплошных сред при рассмотрении и анализе различных процессов и явлений. Он утверждал, что «механика сплошных сред включает механику газов, жидкостей, твердых тел и иных возможных сред, … данная теория может быть применена в широкой области расчета конструкций».

Представляя текстильные нити как некую «конструкцию», для оценки их напряженности и повреждаемости авторы: В.П. Щербаков, С.Д. Николаев, С.С. Юхин, М.В. Назарова, П.Е. Сафонов и другие – использовали подход, предложенный ведущими Российскими учеными-механиками: Ю.Н. Работновым, А.Р. Ржаницыным, М.А. Колтуновым., В.В. Москвитиным.

В работе [3.26] задача сформулирована следующим образом: дана некая конструкция и условия ее эксплуатации. Следует ответить на вопрос, будет ли данная конструкция функционировать в течение некоторого отрезка времени, либо она выйдет из строя сразу.

Известно, что в процессе нагружения еще до разрушения тела в нем появляются и накапливаются микроповреждения; для стеклянных нитей это - микротрещины, сколы, поры. Все существующие критерии длительной прочности учитывают этот факт. Поэтому основной характеристикой, используемой в теориях накопления повреждений, является время разрушения тела.

В данном работе для оценки напряженно-деформированного состояния нитей на ткацком станке используется критерий длительной прочности В.В. Москвитина [2.14, 2.15].

Коэффициент повреждаемости нити основы можно рассчитать по следующей формуле:

$$\eta = (m+1)\int_0^t (t-\tau)^m \frac{dt}{t^{1+m}[\sigma(\tau)]} \qquad (2.25)$$

Проф. В.П. Щербаков [3.32] использовал степенной закон, связывающий напряжение нити и время разрушения:

$$t = B\sigma^{-b} \qquad (2.26)$$

Здесь степенную зависимость следует интерпретировать не как физическую закономерность, а лишь как удобную для расчетов аппроксимацию. При использовании критерия В.В. Москвитина приходится формулировать условия разрушения в терминах и понятиях сплошной среды, не показывая природы разрушения. В этом случае подход к решению задачи является чисто механическим. Физический смысл величин B и b неясен, они просто являются эмпирическими коэффициентами. Коэффициент b не имеет размерности, а коэффициент B имеет размерность с*кГ/мм^2.

С учетом степенной зависимости критерий В.В. Москвитина принимает следующий вид:

$$\eta = \frac{1+m}{B^{1+m}}\int_0^t (t-\tau)\sigma^{(1+m)b}(\tau)d\tau \qquad (2.27)$$

Коэффициент повреждаемости может быть рассчитан по следующим формулам:

при постоянном напряжении:

$$\eta = \frac{t^{m+1}\sigma^{(1+m)b}}{B^{1+m}} \tag{2.28}$$

при постоянной скорости нагружения:

$$\eta = \frac{1+m}{B^{1+m}} t^{m+1}\sigma^{(1+m)b}\,\frac{\Gamma(1+m)\Gamma[1+b(m+1)]}{\Gamma[1+(1+b)(1+m)]} \tag{2.29}$$

Параметры *B, b* и *m* можно определить из опытов на разрушение на длительную прочность. Результаты расчетов параметров долговечности представлены в табл. 2.8.

Таблица 2.8

Вид нити	Нагрузка, Н			Напряжение, кГ/мм^2			Время нагружения, с			Параметры долговечности		
	P_1	P_2	P_3	σ_1	σ_2	σ_3	t_1	t_2	t_3	b	B	m
Углерод, 410 текс	50	40	30	17,26	13,81	10,36	93,13	160,90	325,58	2,45	10000	-0,095
Кварц, 612 текс	50	40	30	17,97	14,38	10,78	200,68	324,34	64,86	2,15	10000	-0.095

Расчет коэффициента повреждаемости при различных нагрузках приведен в табл. 2.9.

Таблица 2.9

Натяжение нити, сН	Напряжение нити, кГ/мм^2	Повреждаемость нити на станке при нагружении в течение времени, сек		
		1,2	9000	15000
Углерод, 410 текс				
500	1,726	$1{,}15\text{x}10^{-4}$	0,380	0,603
400	1,381	$7{,}2\text{x}10^{-5}$	0,231	0,367
300	1,035	$3{,}8\text{x}10^{-5}$	0,122	0,194
200	0,690	$1{,}5\text{x}10^{-5}$	0,050	0,079
100	0,345	$3{,}3\text{x}10^{-6}$	0,010	0,017
Кварц, 612 текс				
500	1,797	$1{,}1\text{x}10^{-4}$	0,354	0,562
400	1,438	$7{,}1\text{x}10^{-5}$	0,229	0,364
300	1,078	$4{,}1\text{x}10^{-5}$	0,131	0,208
200	0,719	$1{,}9\text{x}10^{-5}$	0,059	0,095
100	0,360	$4{,}8\text{x}10^{-6}$	0,015	0,025

Проведенные ранее на кафедре ткачества МГТУ имени А.Н. Косыгина исследования показали, что при использовании критерия длительной прочности Москвитина коэффициент запаса прочности необходимо брать равным 1,5. Этот коэффициент прочности учитывает неравномерность свойств используемых нитей. Для кварцевых и углеродных нитей он может быть больше.

Экспериментальные исследования, результаты которых представлены в разделе 2.4, свидетельствуют о том, что натяжение основных нитей имеет большую неравномерность. Следует учесть, что нами проводился расчет повреждаемости по среднему натяжению основных нитей в зоне перед ремизом. У опушки ткани натяжение основных нитей в 2 – 2,5 раза больше, чем натяжение нитей в записываемой нами зоне. Различные нити основы находятся под нагрузкой время разной длительности в зависимости от того, где они находятся на шпулярнике.

Учет вышеизложенного показывает, что все нити при исследуемой нами заправке работоспособны и не оборвутся на ткацком станке.

2.4 Анализ структуры многослойных комбинированных тканей и возможность их применения в качестве армирующего материала многофункциональных композитов

Для получения многофункциональных композитов, обладающих наряду с высокими прочностными свойствами и теплофизическими показателями, значительным электрофизическим сопротивлением, а также абляционной стойкостью и возможностью работать в агрессивных химических средах - для всего этого необходимо применение нескольких исходных материалов в определенном сочетании и пропорциях.

Известна тесная взаимосвязь свойств волокон и структуры волокнистых материалов с конечными показателями полученного на их основе композита [2.28, 2.29, 3.16, 4.38, 7.2]. Полимерная матрица во многом определяет

технологические свойства углепластиков и отвечает за сохранность требуемого комплекса эксплуатационных свойств [2.30].

Для решения поставленной технической задачи предлагается использование двух видов нетрадиционных волокон: кварцевого и углеродного.

Основные свойства стекловолокон и нитей показаны в таблице 2.10 [2.16]. Высокие термические и механические показатели, влаго- и хемостойкость делают возможным их применения в экстремальных условиях. Удельное электрическое сопротивление кварцевого волокна обеспечивает радиопрозрачность летательных объектов, а углеродные волокна обладают уникальным свойством – абляцией.

Абляция - унос вещества с поверхности твердого тела при испарении, расплавлении, сублимации (возгонке) под воздействием различного рода излучений и высокотемпературных газовых потоков. При абляции создается изолирующая завеса, предохраняющая поверхность тела от непосредственного соприкосновения с разогретым газом или излучением этого газового потока. Явление абляции широко используется для тепловой защиты космических аппаратов, головных частей, корпусов и сопел двигателей ракет [2.17].

Таблица 2.10

Характеристика углеродных и кварцевых волокон

Свойства	Виды волокон	
	кварцевые	углеродные
Температура размягчения, ^{o}C	1600-1700	3600
Прочность, Мпа	500-1500	500-5000
Удлинение при разрыве, %	2-4	0,5-2,0
Плотность, г/см^3	2,20-2,25	1,4-1,9
Удельное электрическое сопротивление, Ом·м	10^{17}-10^{18}	10^5
Влажность, %	0,1-0,2	гидрофобно
Хемостойкость	к щелочам и кислотам	инертно

Для получения многофункциональных композитов, соответствующих определенным эксплуатационным условиям, выбор видов волокон является важным, но не единственным условием решения поставленной задачи. Структура армирующего материала в виде многослойной ткани, где применяется последовательный способ соединения слоев нитями этих же слоев, обеспечивает стойкость в трансверсальном направлении при воздействии ударных нагрузок и высокоэнергетического высокоскоростного проникающего воздействия [3.11, 4.39, 3.15, 3.16].

При выборе структуры многослойной комбинированной полой ткани (МКПТ) стремились получить такое расположение нитей, чтобы внешняя поверхность полой ткани была закрыта углеродными нитями, а внутренние слои были образованы кварцевыми нитями, при этом для обеспечения равномерности строения ткань вырабатывалась из нитей практически одинакового диаметра. Но так как плотность кварцевых и углеродных волокон различна, то с учетом этого для выработки МКПТ использовались кварцевые нити линейной плотности 612 текса (КС11-68 текс ×3×3) и углеродные нити 410 текса (Урал Н /205-22) с величиной крутки (50-70 кр/м).

Уменьшение степени кручения нитей (от 150 до 50 кр/м), а, следовательно, уменьшение их деформации, способствует сохранению прочности исходных волокон и нитей, а также повышению прочностных и тепло-физических показателей композитов [3.16]**.** Использование некрученых нитей (0 кр/м) в ткачестве затруднено из-за сочетания их высокого модуля упругости и малой деформации до разрыва, что характеризует кварцевые и углеродные волокна как хрупкие.

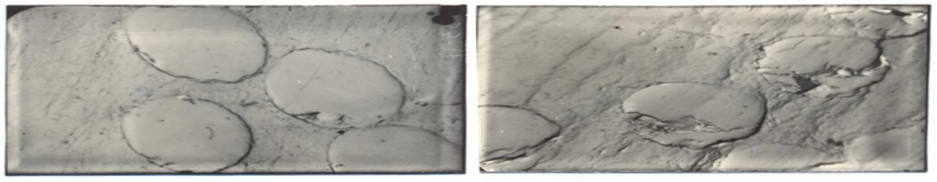
а  б

Рисунок 2.1 **-** Микросрезы волокон в пластике (исследования ВИАМ),

а – 0 кр/м, б – 200 кр/м

Для формирования многослойной комбинированной ткани в качестве базовых переплетений были выбрано сочетание сатинового переплетения с производным от полотняного.

Испытания композитных материалов на основе предложенной комбинированной ткани показали, что данная ткань соответствует условиям эксплуатационных воздействий в пластике (рис. 2.2-2.3).

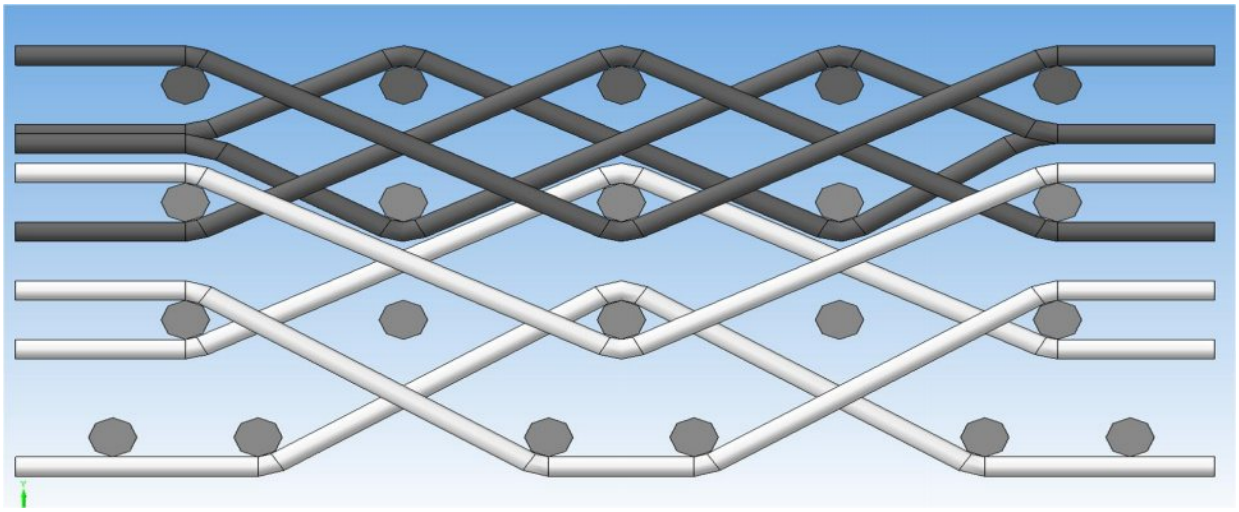


Рисунок 2.2 - Схема разреза многослойной комбинированной ткани, спроектированной из углеродных и кварцевых нитей

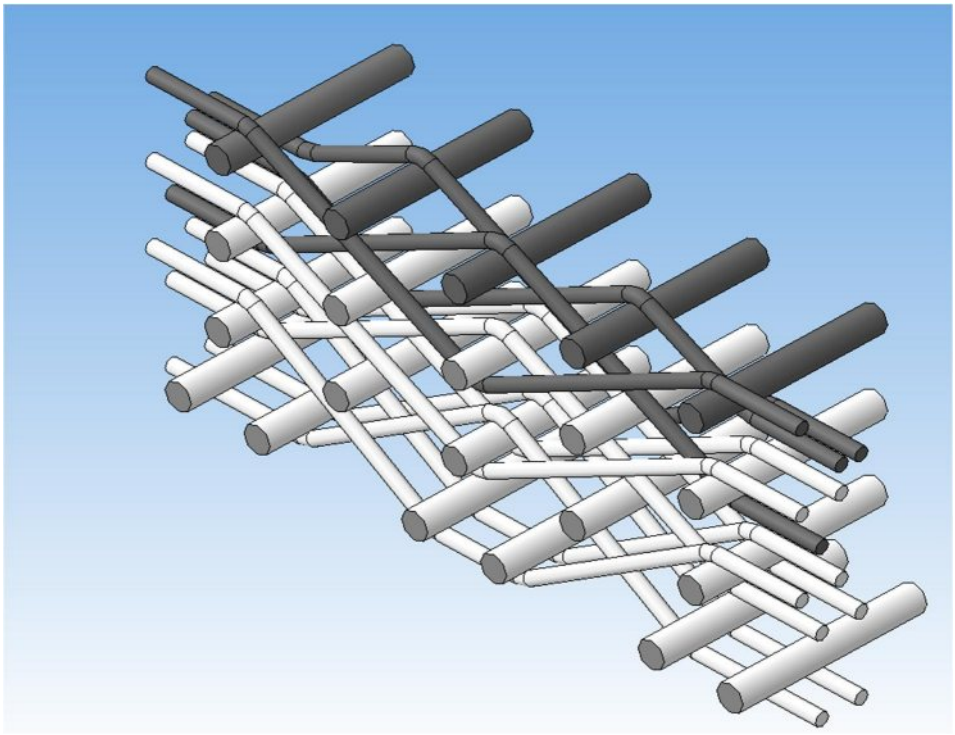


Рисунок 2.3- Пространственная модель многослойной комбинированной ткани

Для выбранного переплетения разработан алгоритм формирования полой комбинированной ткани за счет последовательного послойного прокладывания уточных нитей из верхнего полотна в нижнее и обратно. В результате получена цельнотканая многослойная полая ткань, внешняя поверхность которой образована углеродными нитями, а внутренняя поверхность полой ткани на глубину трех слоев сформирована кварцевыми нитями [5.3].

Таким образом, для получения многослойной комбинированной полой ткани, используемой в качестве армирующего материала многофункциональных композитов, определены параметры и вид нитей, структура ткани и форма тканого изделия.

Теоретические расчеты, приведенные в главе 2, показали, что предлагаемые углеродные и кварцевые нити с учетом их вязкоупругих параметров могут быть использованы для переработки в виде многослойной комбинированной ткани сложной структуры. Коэффициент их повреждаемости в процессе ткачества на станке КПТЗ-160С значительно ниже 1,5.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2

1. На основе испытаний на разрывной машине и используя основные положения наследственной теории вязкоупругости Больцмана – Вольтерры ФП-100 получены значения вязкоупругих параметров для углеродной нити линейной плотности 612 текс и кварцевой нити линейной плотности 410 текс при различных нагрузках, которые используются для создания многослойно комбинированной ткани специального назначения.

2. Установлено, что модуль упругости кварцевых и углеродных нитей при изменении приложенных нагрузок значительно изменяется. Так при увеличении деформации углеродных нитей линейной плотности 205×2 текс (410 текс) с 0,1 до 0,5% модуль упругости уменьшается в 2,41 раза, а кварцевых нити линейной плотности 68×3×3 текс (612 текс) в 1,74 раза; для одиночных нитей это изменение меньше (для стеклянных нитей линейной плотности 205

текс – в 2,40 раза, для кварцевых нитей линейной плотности 68 текс – в 1,71 раза).

3. Модуль упругости основных нитей (на катушках) как кварцевых, так и углеродных, несколько больше модуля упругости уточных нитей (на шпуле) соответственно на 3,77% (кварцевых нитей) и 0,63% (углеродных нитей).

4. Характер изменения модуля упругости кварцевых и стеклянных нитей свидетельствует о том, что при описании напряженно-деформированного состояния нитей основы и утка следует использовать нелинейную наследственную теорию вязкоупругости.

5. Изменение нагрузки на нити при изучении релаксационных процессов (для кварцевых нитей на 2.59-2,99%, для углеродных нитей на 2,54-3,38%) позволяет при описании напряженно-деформированного состояния нитей основы и утка на ткацком станке использовать формулы теории упругости, подставляя в них текущий (а не мгновенный модуль упругости), соответствующий прилагаемой нагрузке.

6. Предложена новая методика установления взаимосвязи между натяжением основных и уточных нитей на ткацком станке при изготовлении многослойной комбинированной ткани, которая учитывает изменение модуля упругости при приложении реальной нагрузки на нити.

7. Получена статистика данных натяжения и деформации нитей при формировании многослойной полой комбинированной ткани из углеродных нитей линейной плотности 410 текс и кварцевых нитей линейной плотности 612 текс:

– для основных нитей верхнего и нижнего полотен при верхнем и нижнем положении ремизок за 1 оборот главного вала и в различных по ширине заправки зонах ткацкого станка;

– для уточных нитей при движении челнока справа налево и слева направо для различных периодов прокладывания утка : при разгоне челнока, при полете челнока в период сматывания нити, при торможении челнока.

8. Установлено, что натяжение кварцевых нитей значительно меньше натяжения углеродных нитей, однако деформации углеродных и кварцевых нитей примерно одинаковые.

9. Натяжение и деформации нитей основы при зевообразовании в зависимости от положения нитей на 10-90% превышает натяжение основных нитей при прибое уточных нитей, что является новым результатом по сравнению с обычными тканями.

10. Натяжение и деформации уточных нитей превышают натяжение основных нитей в зонах экспериментирования, наибольшее натяжение нити утка имеют в процессе прокладывания при сматывания нити с початка.

11. Натяжение и деформация углеродных основных нитей в верхнем полотне полой ткани значительно превышает натяжение основных нитей в нижнем полотне полой ткани; натяжение и деформация кварцевых нитей в верхнем и нижнем полотнах полой ткани примерно одинаковые; натяжение и деформация углеродных и кварцевых основных нитей при нахождении в верхнем и нижнем положениях отличаются незначительно.

12. Натяжение кварцевых и углеродных уточных нитей при прокладывании челнока слева направо больше натяжения уточных нити при прокладывании челнока справа налево примерно на 50%.

13. Натяжение уточных углеродных нитей при срабатывании шпули примерно на 50-90% больше натяжения утка при полной шпуле, для кварцевых нитей это изменение происходит примерно на 40-60%.

14. Незначительные значения деформаций свидетельствуют о том, что углеродные и кварцевые нити сохраняют свои упругие свойства в полной мере, о чем свидетельствуют физико-механические свойства нитей основы и утка до ткачества и нитей, вынутых из ткани (глава 5).

15. Получены параметры долговечности углеродной нити линейной плотности 420 текс и кварцевой нити 612 текс, позволяющие прогнозировать напряженность заправки ткацкого станка.

16. Расчеты повреждаемости нитей основы по критерию длительной прочности В.В. Москвитина показывают, что углеродные и кварцевые нити в условиях их небольшого деформирования на ткацком станке работоспособны.

17. Описание напряженно-деформированного состояния углеродных и кварцевых нитей и расчеты повреждаемости этих нитей в процессе многослойного ткачества позволяют определить структуру комбинированных многослойных тканей для получения на ее основе многофункциональных композитов.

18. Выбранная структура комбинированной многослойной ткани характеризуется использованием:

– двух видов малокрученых химических нитей: углеродных и кварцевых;

– двух видов базовых переплетений: 4-х ремизного неправильного сатина и производного от полотняного;

– строения полой многослойной комбинированной ткани.

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ТКАНИ

3.1. Технологическая последовательность и конструктивные особенности оборудования

Для получения многофункционального армирующего материала в виде МКПТ были предложены процессы подготовки основы и утка из углеродных и кварцевых комплексных нитей.

Необходимая толщина нитей, а, следовательно, отдельного полотна полой ткани, обеспечивались введением процессов трощения и кручения исходных углеродных нитей марки Урал Н/205-22 до 410 текса (205 текс×2) и кварцевых нитей марки КС11-17×2×2 до 612 текс (68 текс×3×3). Уменьшение деформационных нагрузок обеспечивалось снижением величины крутки до 60±9 кр/м [1.2].

Процессы подготовки нитей заданной линейной плотности и формирования уточной паковки (початка) и основной паковки (катушки) осуществлялось с учетом специфических свойств стеклянных нитей в основном на усовершенствованном отечественном оборудовании, а именно на: тростильно-крутильной машине ТКС-250-И; уточно-мотальном автомате УА 300-3М1; мотальном полуавтомате SRKC-12.

Особенностью процесса выработки комбинированных тканей сложных структур на ткацком станке является использование шпулярника для размещения катушек с двумя разными видами основных нитей, которые имеют различную линейную плотность и натяжение при ткачестве (раздел 4.3), уработку в слоях многослойной ткани (раздел 5.2). Схема шпулярника станка КПТЗ-160С дана на рис. 3.6.

Шпулярник станка КПТЗ-160С состоит из 3-х стоек: центральной и 2-х боковых с общим числом катушек 12384 штук, которые можно разместить на

24-х горизонтальных рядах, что соответствует числу ремизных рам зевообразовательной каретки, и 43-х вертикальных рядах.

Основные нити с катушек шпулярника проходят через направляющие прутки. Натяжение основных нитей устанавливается индивидуально через систему грузовых скоб (см. рис. 3.4). Далее нити идут к распределительным рядкам (см. рис. 3.5), затем в скальное устройство (см. рис. 3.6). С учетом переплетения многослойной ткани и комбинации двух видов нитей предложено их распределение по высоте шпулярника: 8-мь верхних горизонтальных рядов пропускают, затем с 9-ого по 12-ый и с 21-ого по 24-ый горизонтальные ряды используют для установки катушек с углеродными нитями, а с 13-ого по 20-ый ряды – для кварцевых нитей. Такое расположение нитей на шпулярнике создает возможность формирования в многослойной полой ткани внешних углеродных и внутренних кварцевых слоев (рис. 3.1).

Если обратить внимание на степень изгиба нитей основы на выходе шпулярника (зона распределительный рядок – скальное устройство), то на схеме (см. рис. 3.6) и на фото (см. рис.4.30, 4.31) заметно, что этот показатель неодинаков для крайних горизонтальных рядов и середины заправки. По-видимому, этот факт может отразиться на натяжении основных нитей в слоях многослойной комбинированной полой ткани (МКПТ). В связи с этим представляет интерес выявление фактических значений натяжения основы за период выработки нескольких раппортов переплетения полой ткани.

Как отмечалось ранее, объем шпулярника и расположение основных нитей на катушках с индивидуальной системой торможения обеспечивают возможность использования двух и более видов нитей в основе, то есть формирование многослойных комбинированных тканей.

Станок КПТЗ-160С сконструирован для выработки многослойных тканей сложных структур с произвольным чередованием утка в слоях и полотнах из различных видов химических нитей, в том числе углеродных и кварцевых. Смена утка на этом станке осуществляется с помощью четырех челночного механизма с произвольным боем, что обеспечивает варьирование вида утка в

слоях многослойной ткани. В данном случае многочелночный механизм работает в режиме «пик-а-пик», формируя внешнюю поверхность полой ткани из углеродных нитей основы и утка, а внутреннюю – только из кварцевых нитей, что отвечает техническим требованиям, предъявляемым к данной ткани, композиты на основе которой работают в сложных условиях нагружения [5.2, 5.6.].

На рис. 3.1 видно послойное расположение нитей в МКПТ: верхний слой-чистый углерод; внутренний-переходный слой, в нем сочетаются кварцевый уток и углеродная основа; нижние слои-чистый кварц.

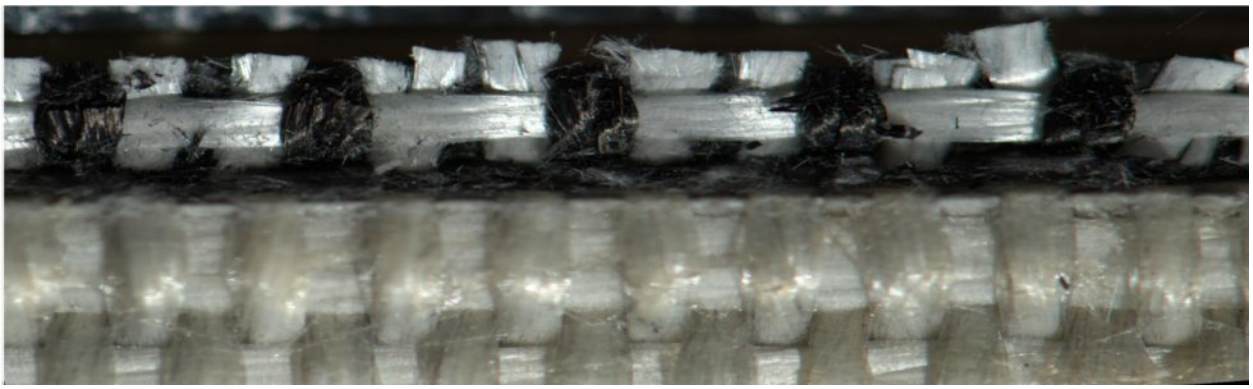


Рисунок 3.1 – Поверхность многослойной комбинированной ткани во внешних и внутренних слоях (вид изнутри полой ткани)

Одним из требований, предъявляемым к полым многослойным тканям является сохранение ширины ткани и структуры по всему периметру. Для этого при выработке МКПТ применяется игольчатый кромкообразователь, который удерживает уточную нить и препятствует образованию затяжек в кромке.

Зевообразовательный механизм представляет собой каретку закрытого зева на 24 ремизки, в которой, как известно [2.23], за каждый оборот главного вала станка все ремизки приходят на средний уровень в положение заступа. При выработке МКПТ на станке КПТЗ-160С заступ установлен на 320^{o}, и процесс прибоя 360^{o} (0^{o}) проходит при слегка открывающемся зеве. Таким образом, создаются щадящие условия для процесса ткачества из малорастяжимых, хрупких стеклянных нитей.

Для сравнения вспомним, что при использовании кареток открытого и полуоткрытого зева часть основных нитей всегда приходит или выстаивает в фазе открытия зева, на фоне которого может происходить прибой. В результате появляются условия для повышения обрывности в ткачестве. Особенно, если учесть, что на станке КПТЗ-160С высота зева у 1-ой ремизки составляет 258-260 мм, Товарный регулятор станка КПТЗ-160С непрерывного действия отводит элемент ткани после прокладывания каждой уточины, поэтому в многослойных тканях уточные нити могут располагаться не на одной вертикали, а наклонно, что приводит к уменьшению толщины ткани [3.14, 3.16]. Эта проблема может быть решена при внедрении товарного регулятора периодического действия [4.21].

Таким образом, конструктивные решения основных механизмов ткацкого станка КПТЗ-160С обеспечивают возможность выработки различных многослойных тканей сложных структур, в том числе многослойных комбинированных полых тканей из малокрученых углеродных и кварцевых нитей большой толщины [5.4].

Вместе с тем, высота зева до 260 мм, значительный и неодинаковый изгиб нитей в направляющих ткацкого станка, непрерывный отвод ткани из зоны ее формирования, а также ограниченная длина нити в уточной паковке-челноке, могут повлиять на производительность, структуру и качество вырабатываемых углеродно-кварцевых комбинированных тканей.

3.2. Технологические параметры подготовительных процессов и заправки станка КПТЗ-160С

Процесс подготовки нитей и выработки МКПТ проходит под воздействием различных нагрузок на углеродные и кварцевые нити**:** растяжение, изгиб и кручение, которые могут привести к истиранию и обрывности.

Для получения равновесной структуры обе разновидности нитей проходят два этапа. Углеродные нити – первую крутку 60±9 кр/м (S) и вторую

крутку 60±10 кр/м (Z) с трощением в 2 сложения; кварцевые нити – первую крутку 60±10 кр/м (Z) с трощением в 3 сложения и вторую крутку 60±10 кр/м (S) с трощением в 3 сложения.

Скоростной режим процессов кручения снижен с учетом свойств стеклянных нитей с целью уменьшения и исключения усталостных нагрузок, приводящих к разрушению стеклянных волокон. При трощении и кручении число оборотов веретен составляет 2600-2800 мин$^{-1}$ (при максимальной для других видов искусственных нитей 9000-10000 мин$^{-1)}$. Наматывание углеродных и кварцевых нитей на основные катушки проходит при линейной скорости 190-330 м/мин, а на уточные шпули – при частоте вращения веретен до 3500 мин$^{-1}$.

Представляет интерес выявление изменений прочностных характеристик углеродных и кварцевых нитей в процессе подготовки к ткачеству (рис. 3.2).

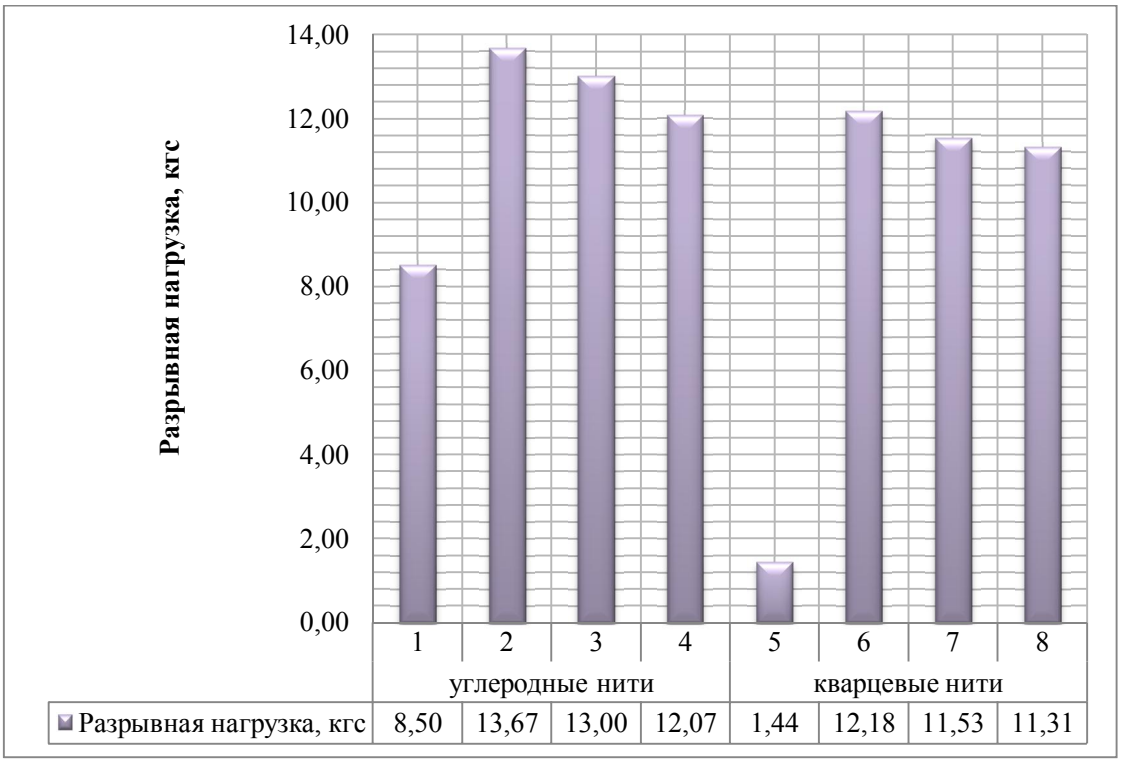


Рисунок 3.2 – Изменение разрывной нагрузки углеродных и кварцевых нитей в процессах их подготовки

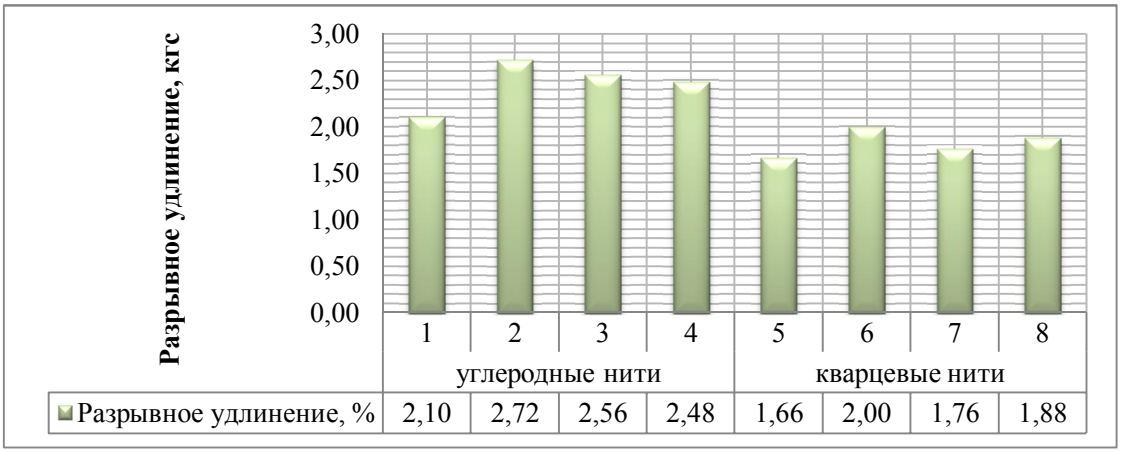


Рисунок 3.3– Изменение разрывного удлинения углеродных и кварцевых нитей в процессах их подготовки

На рис. 3.2, 3.3 приняты обозначения:

1 – углеродные нити исходные 205 текс;

2 – углеродные нити крученые 205 текс×2 (410 текс);

3 – углеродные нити крученые на катушке 410 текс;

4 – углеродные нити на уточной шпуле 410 текс;

5 – кварцевые нити исходные 68 текс;

6 – кварцевые нити крученые 68 текс×3×3 (612текс);

7 – кварцевые нити крученые на катушке 612 текс;

8 – кварцевые нити крученые на уточной шпуле 612 текс.

Как и ожидалось, увеличение числа сложений привело к увеличению разрывных нагрузок этих нитей, но не пропорционально: у углеродных нитей в 1,8 раза (вместо 2-х), у кварцевых в 8,2 раза (вместо 9-ти). Это связано с разной натянутостью стренг в крученой нити и неодновременностью их разрыва [3.29]

Установлено, что при получении основных и уточных паковок разрывная нагрузка углеродных нитей уменьшается от 13,67 кгс до 12,07 кгс, кварцевых нитей – от 11,76 кгс до 11,31 кгс, что находится практически в текущих границах этих показателей.

Разрывное удлинение в подготовительных процессах незначительно изменяется от средней его величины**:** среднее удлинение углеродных нитей

составляет 2,46 % (+0.26 %; –0,36 %), удлинение кварцевых нитей –1,82 % (+0,18 %; –0,16 %) (см. рис. 3.3).

Судя по полученным результатам, технологические параметры подготовки углеродных и кварцевых нитей для выработки МКПТ выбраны близкие к рациональным.

Теоретические исследования по определению напряженно-деформированного состояния данных нитей показали, что углеродные и кварцевые нити сохраняют свои упругие свойства в полной мере, что обеспечило стабильность процессов подготовки нитей.

В процессе ткачества из любых видов нитей и пряжи возникают знакопеременные много цикловые нагрузки, однако наибольшее воздействие они оказывают на стеклянные нити. Поэтому на ткацком станке КПТЗ-160С частота вращения главного вала снижена до 56-60 мин$^{-1}$, заправочное натяжение основных нитей выбрано из расчета обеспечения минимального нагружения без провисания нитей основы за счет установки системы из двух скоб-грузов: для углеродных нитей G_1 = 40 грамм и G_2 = 60 грамм, для кварцевых G_1 = 60 грамм и G_2 = 60 грамм (обозначение по ходу заправки) (рис. 3.4, 3.5).

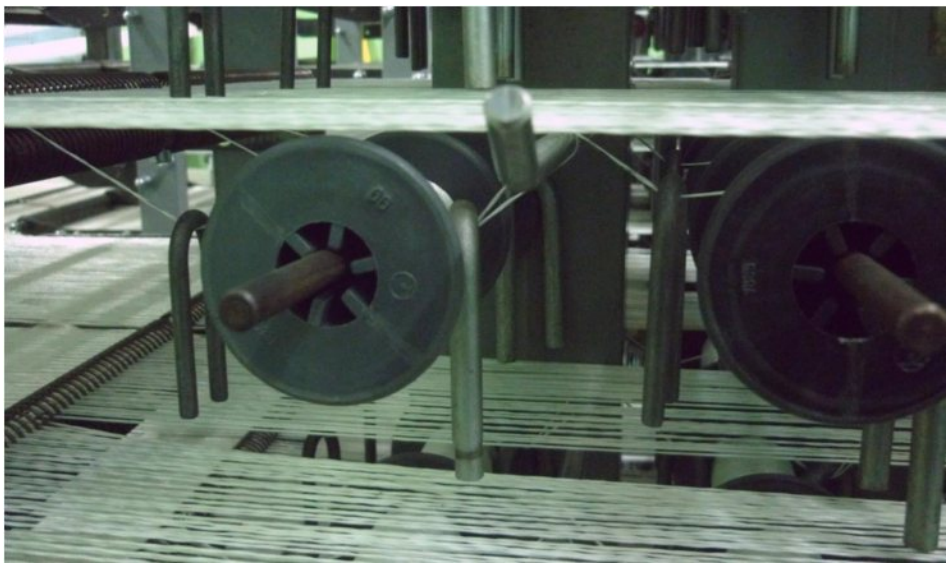


Рисунок 3.4 – Фотография расположения грузовых скоб на катушках шпулярника станка КПТЗ-160С

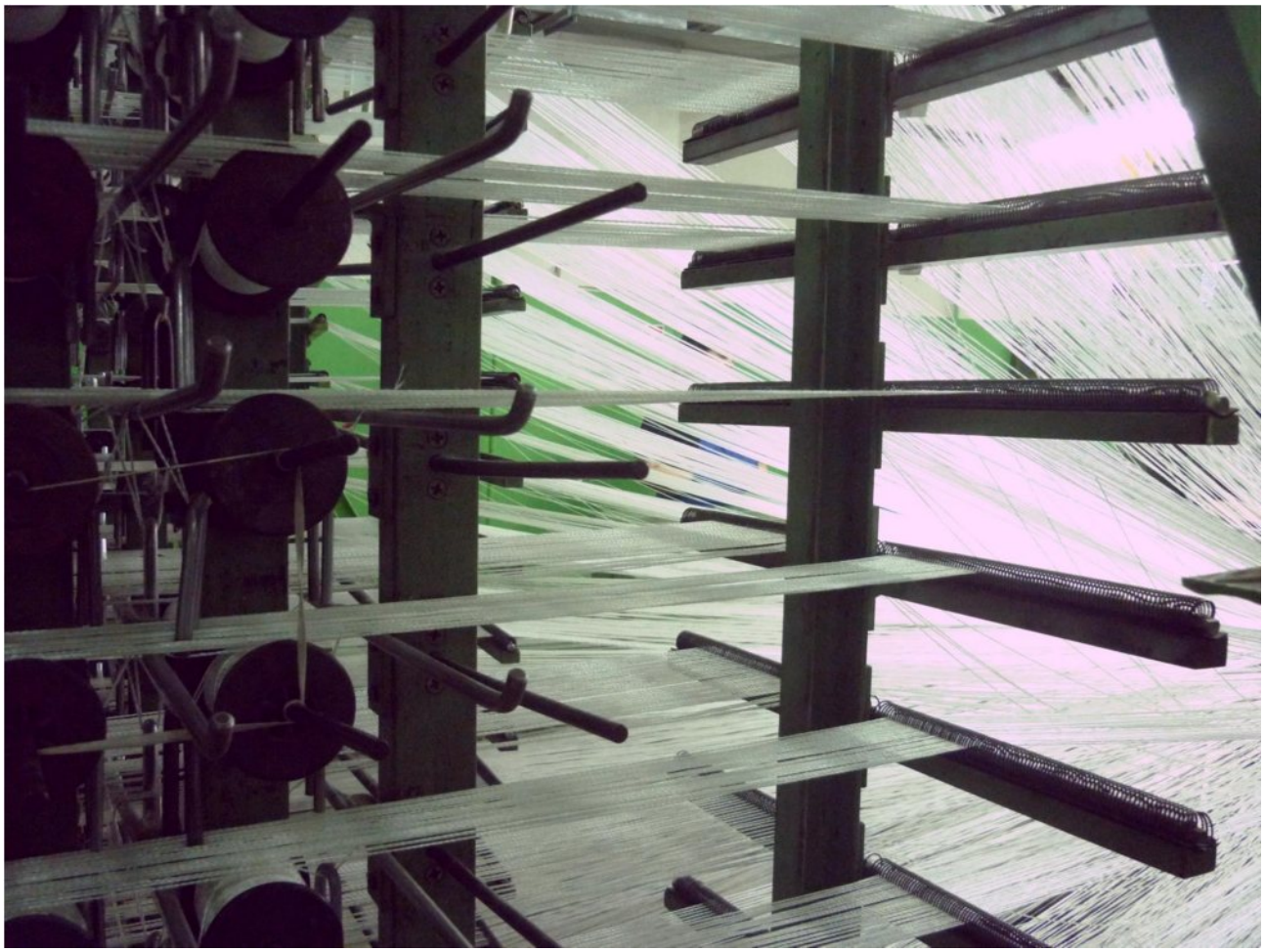


Рисунок 3.5 – Фотография расположения грузовых скоб на катушках с выходом через направляющие шпулярника

Предполагается, что конструкция натяжного устройства является саморегулирующей системой, обеспечивающей индивидуальное торможение и постоянство натяжения за весь цикл работы ткацкого станка. Система нагружения нитей на шпулярнике подвижна и имеет возможность перемещения грузов G_1 и G_2 по вертикали [3.14].

Технологическая схема КПТЗ-160С (рис. 3.6) дает представление о конструктивных особенностях и сложности заправки станка. Для распределения основных нитей после выхода со шпулярника используется система из 8-ми скал и скальное раздвижное бердо. Ремизные рамы с махом 600 мм открывают зев у 1-ой ремизки (по ходу технологического режима) на высоту до 260 мм с постепенным уменьшением до 135 мм у 24-й ремизки. Использование чистого зева закрытого типа снижает возможность «залипания»

основных нитей. Склиз батана выполнен с выступающими пластинами и углублением по всей его ширине, что способствует уменьшению взаимодействия с нитями нижней ветви зева, а также перемещению опушки ткани в вертикальной плоскости по толщине многослойной ткани.

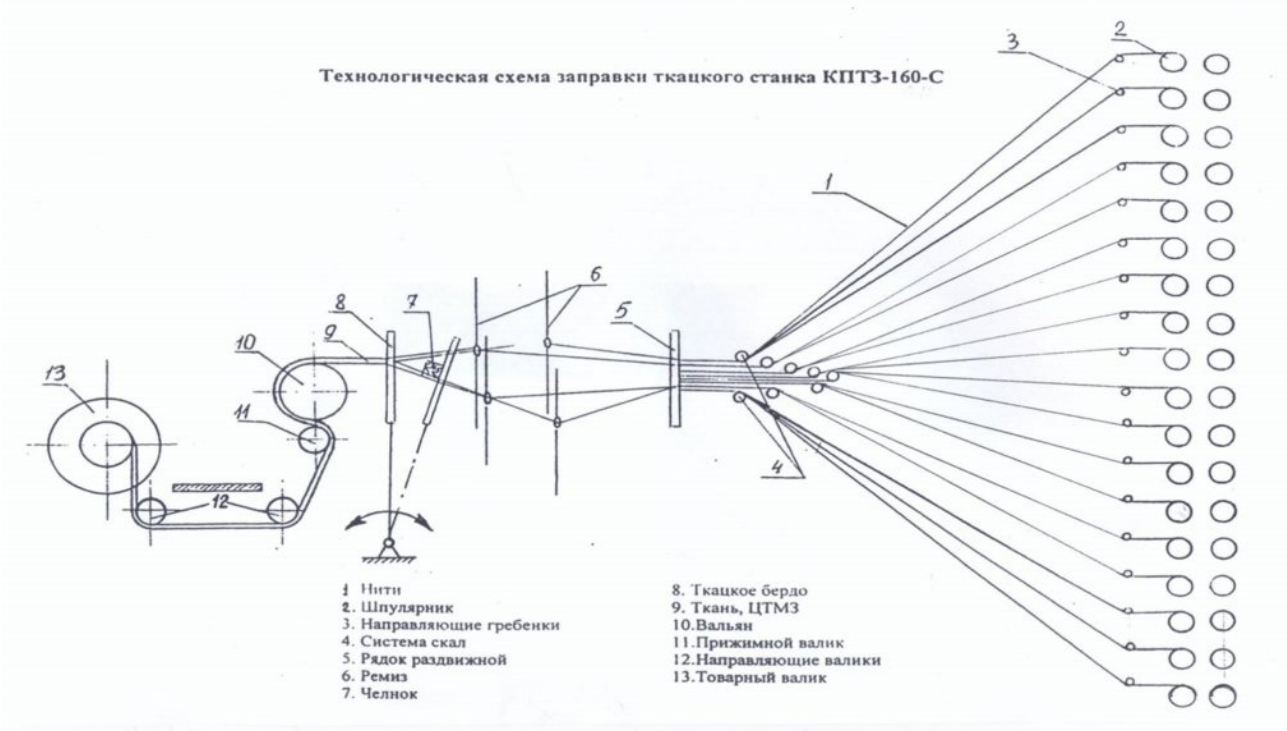


Рисунок 3.6–Технологическая схема заправки станка КПТЗ-160С

1- основные нити;
2- направляющие гребенки;
3- катушки на шпулярнике;
4- скальное устройство;
5- скальное бердо;
6- ремиз;
7- челнок;
8 - бердо;
9 - ткань;
10 -грудница;
11 - вальян;
12 – направляющие валики;
13 – ткацкий навой.

МКПТ вырабатывались при величине заступа 310-320^{o}, полном открытии зева при 130^{o}, прибое при 360^{o} (0^{o}). Прибойная полоска составляла 1-3 мм. На цикловой диаграмме (рис. 3.7) представлена последовательность работы основных механизмов станка КПТЗ-160С.

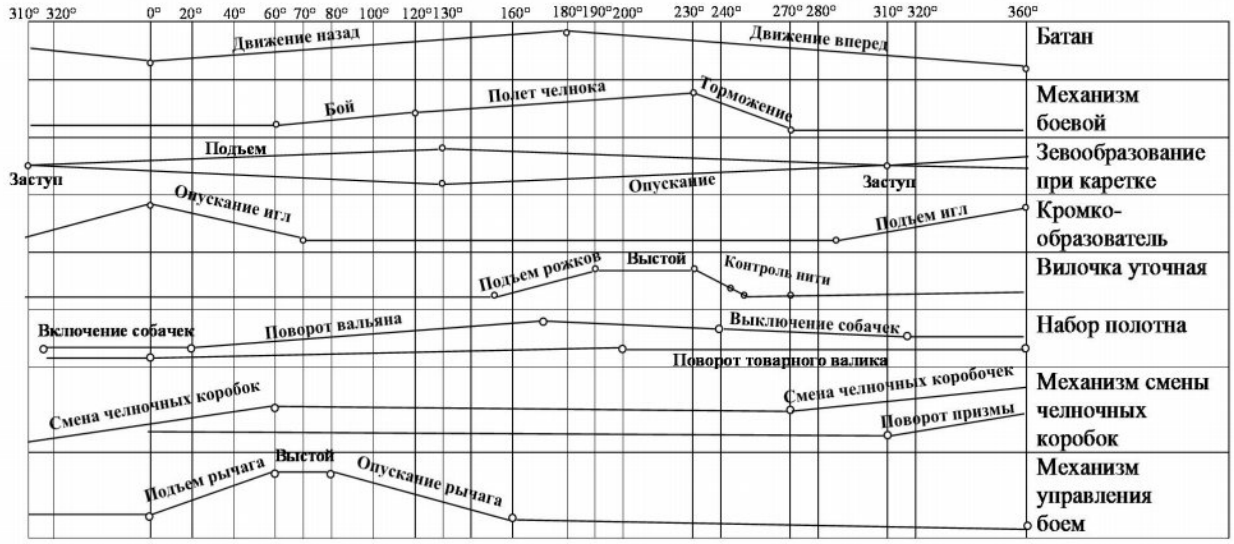


Рисунок 3.7 – Цикловая диаграмма работы основных механизмов станка КПТЗ-160С

При изготовлении тканей МКПТ применяется сводная проборка основных нитей в ремиз с выделением схемы проборки для углеродных и кварцевых нитей. Принят следующий порядок прокладывания уточных нитей**:** от внутренних слоев обоих полотен к внешним слоям и обратно, – что обеспечивает формирование замкнутого контура. Из схемы разреза МКПТ (рис.3.8), видно, что внутренняя поверхность полой ткани образована двойными основными перекрытиями кварцевых нитей, а внешняя поверхность – одиночными перекрытиями углеродных нитей в соответствии с видом базового переплетения. Интересно отметить, что расположение волн изгиба обоих видов основных нитей практически идентичны, за счет чего предполагалось получить равномерную структуру многослойной полой ткани.

Судя по программе работы зевообразовательного механизма станка КПТЗ-160С, процесс выработки МКПТ сопровождался большими перепадами в нагружении рычагов каретки, при этом число поднятых и опущенных ремизных рам менялись от 1-ой до 15-ти. Для стабилизации ткачества этот факт необходимо учитывать при конструировании ткацких станков нового поколения.

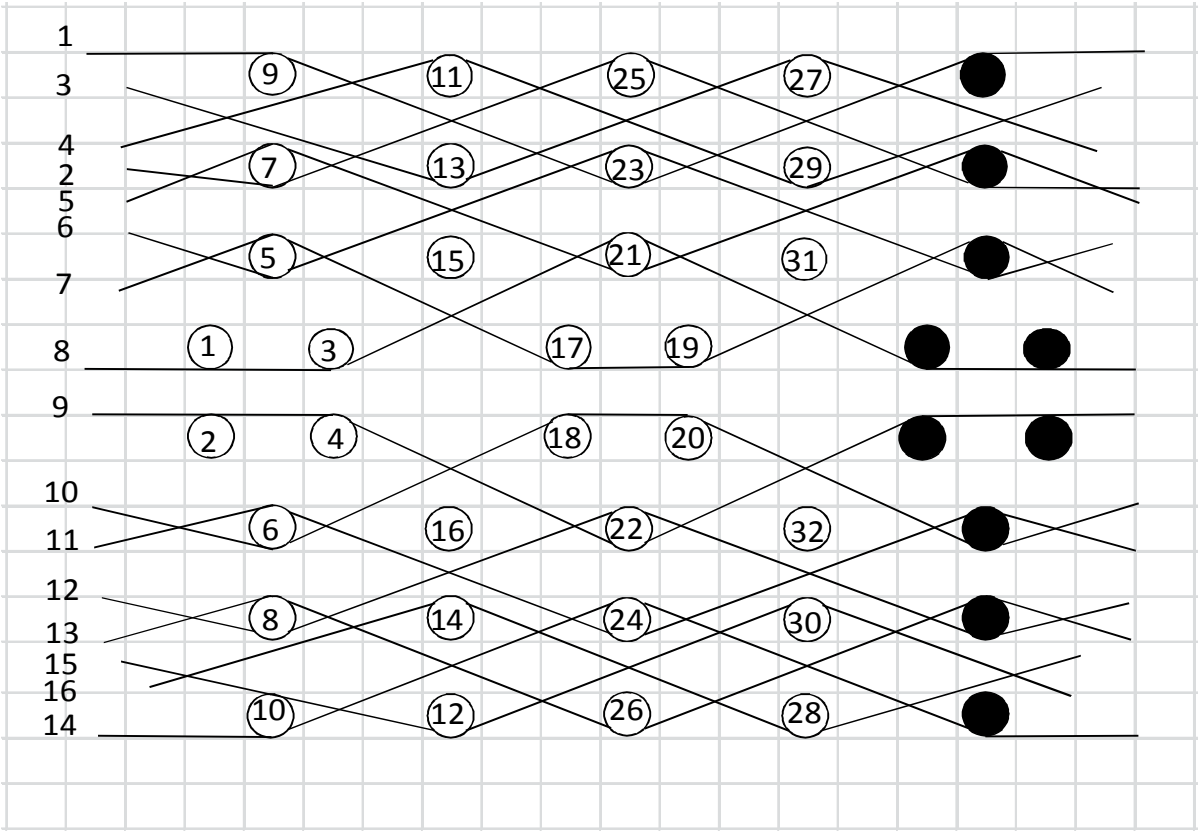


Рисунок 3.8 – Схема разреза многослойной комбинированной полой ткани

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3

1. Предложена последовательность технологических процессов подготовки углеродных и кварцевых нитей заданной структуры и толщины. Выбран ткацкий станок, оснащенный механизмами, обеспечивающими выработку многослойных комбинированных полых тканей сложных структур.

2. Определены параметры подготовительных процессов и условия выработки многослойной комбинированной полой ткани на специальном ткацком станке КПТЗ-160С с учетом свойств малокрученых углеродных и кварцевых нитей значительной линейной плотности. Установлены параметры ткачества: скорость ткацкого станка снижена до 56-60 мин$^{-1}$, величина заступа 310-320º, прибойная полоска не превышает 3 мм. Применение шпулярника и системы скал позволяет увеличить вынос зева и создает условия для поддержания заправочного натяжения основных нитей.

3. Разработана технология выработки многослойных комбинированных тканей сложных структур с чередованием углеродных и кварцевых нитей в слоях полой ткани, заданной массы, толщины и объемной плотности каждого полотна ткани.

4. Предложены рисунок многослойной комбинированной полой ткани и последовательность заправки основных нитей на шпулярнике, в скальном устройстве, в скальном и ткацком бердо, в ремиз.

5. Установлена потеря прочностных показателей углеродных и кварцевых нитей в процессе их трощение, кручения и перематывания, которая составляла 11,0 - 13,7 % для разрывной нагрузки и не превышала 0,26 % для разрывного удлинения, что не оказало влияния на стабильность предложенных технологических процессов.

ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ НАТЯЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ И УТОЧНЫХ НИТЕЙ В ПРОЦЕССЕ ВЫРАБОТКИ МНОГОСЛОЙНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ТКАНИ

4.1. Система экспериментального исследования натяжения основных и уточных нитей на ткацком станке

В данной работе для записи натяжения основных (F_o) и уточных (F_y) нитей в динамических условиях выработки многослойных тканей различного строения используется новая измерительная система.

АИИС – автоматизированная информационно-измерительная система, которая представляет собой программно-технический комплекс, предназначенный для автоматизированного проведения исследований быстропротекающих процессов, в том числе определения технологических параметров изготовления многослойных тканей (МТ) и цельнотканых многослойных заготовок (ЦТМЗ).

Структурная схема АИИС и интерфейс программы «Просмотр данных» представлены на рис. 4.1, 4.2. Измерительная подсистема АИИС состоит из датчиков для записи F_o одиночной и группы основных нитей, F_y уточных нитей, а также датчиков, фиксирующих положение главного вала (абсолютный многооборотный энкодер AFM 60 B) и начало раппорта переплетения многослойной ткани любой структуры (датчик счета звеньев цепи каретки MM12-60ARS-ZUK).

Сигналы с датчиков поступают через тензометрический, цифровой и аналого-цифровые многоканальные модули на автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора.

Экспериментальные данные в режиме реального времени с частотой 1000 измерений/сек записываются в файл специального формата Technical Data Management Steaming (TDMS) компании National Instruments.

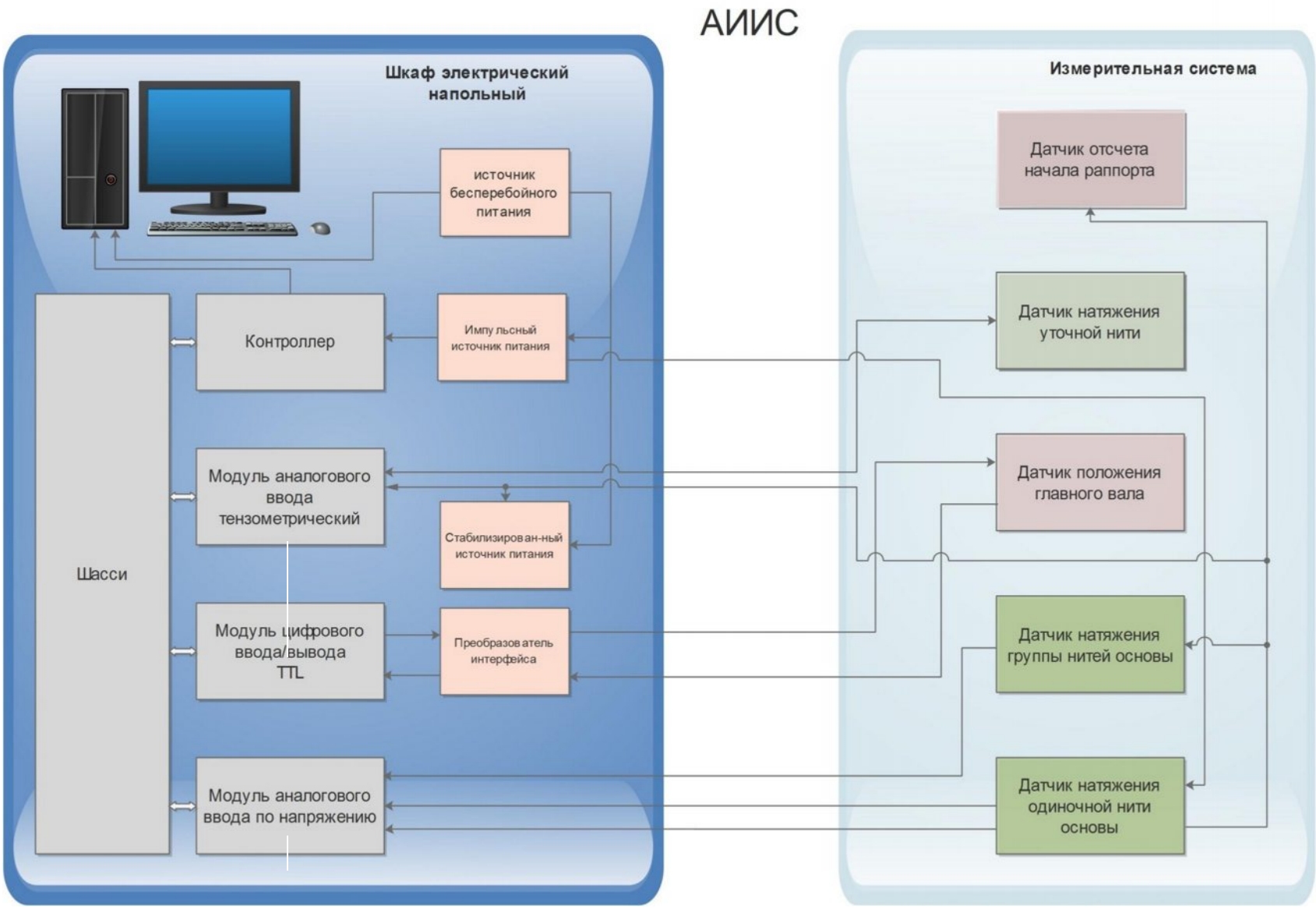


Рисунок 4.1- Структурная схема АИИС

В АИИС встроены программы Lab Viewer (предварительный просмотр полученных данных), Origin Lab 8.6 компании Origin Lab Corporation (визуализация в виде графиков), Poster Printer (подготовка к печати и печать графиков). Последовательность работы в АИИС представлена в Приложении №1.

Массив данных формируется по каждому датчику в формате Excel (xls) или Word (doc). Датчики сконструированы с учетом температурно-влажностных условий, запыленности и специфических свойств углеродных и кварцевых нитей.

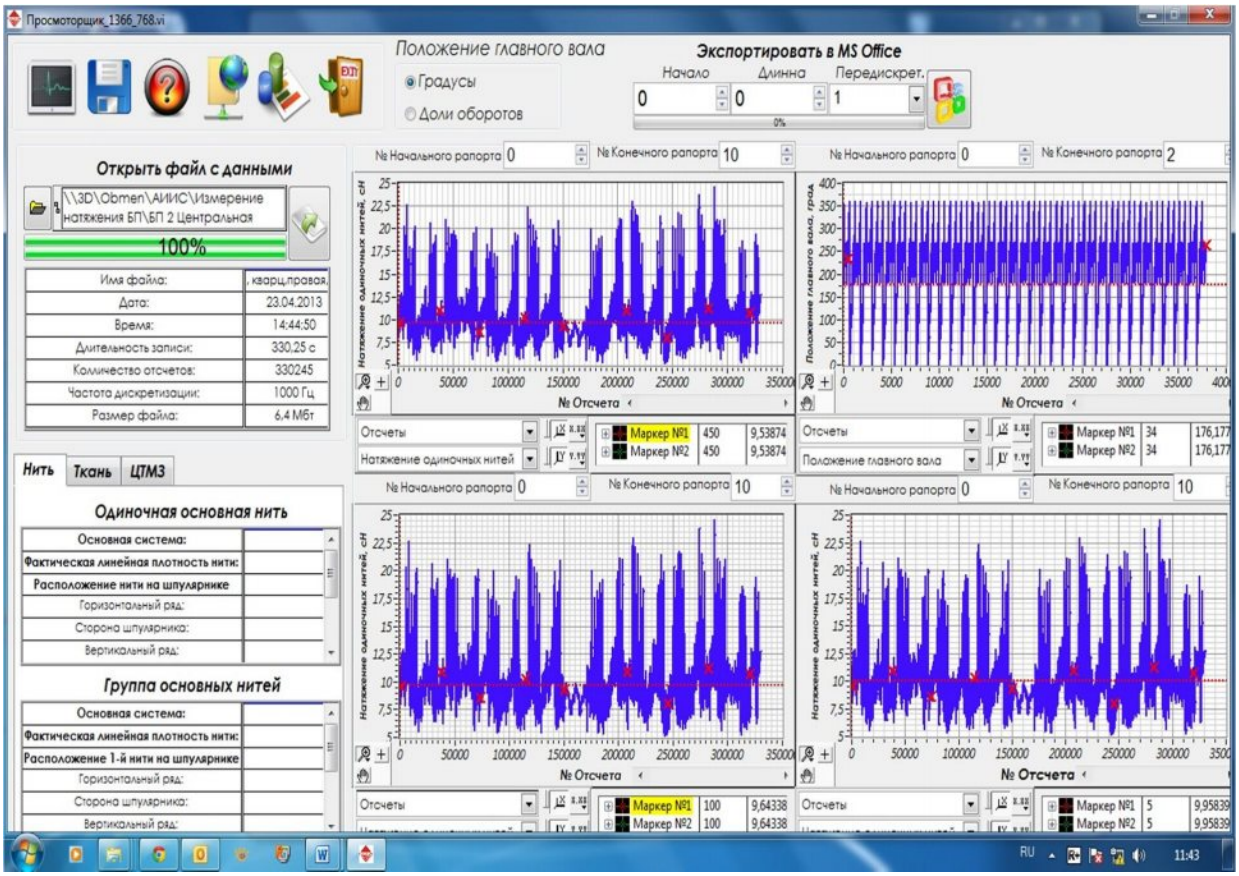


Рисунок 4.2 - Интерфейс программы «Просмотр данных»

Датчики для измерения F_o (рис. 4.3, 4.4) построены по принципу измерения усилия с помощью тензорезисторов и тензодатчиков, которые работают как в реальном времени, так и по записям оцифрованных сигналов. При использовании в измерениях тензорезистивных датчиков выполнено их подключение к входным и выходным каналам, а также настройка сервисных и

измерительных программ. Подключение двух тензодатчиков идет через шестипроводную мостовую схему в дифференциальном включении.

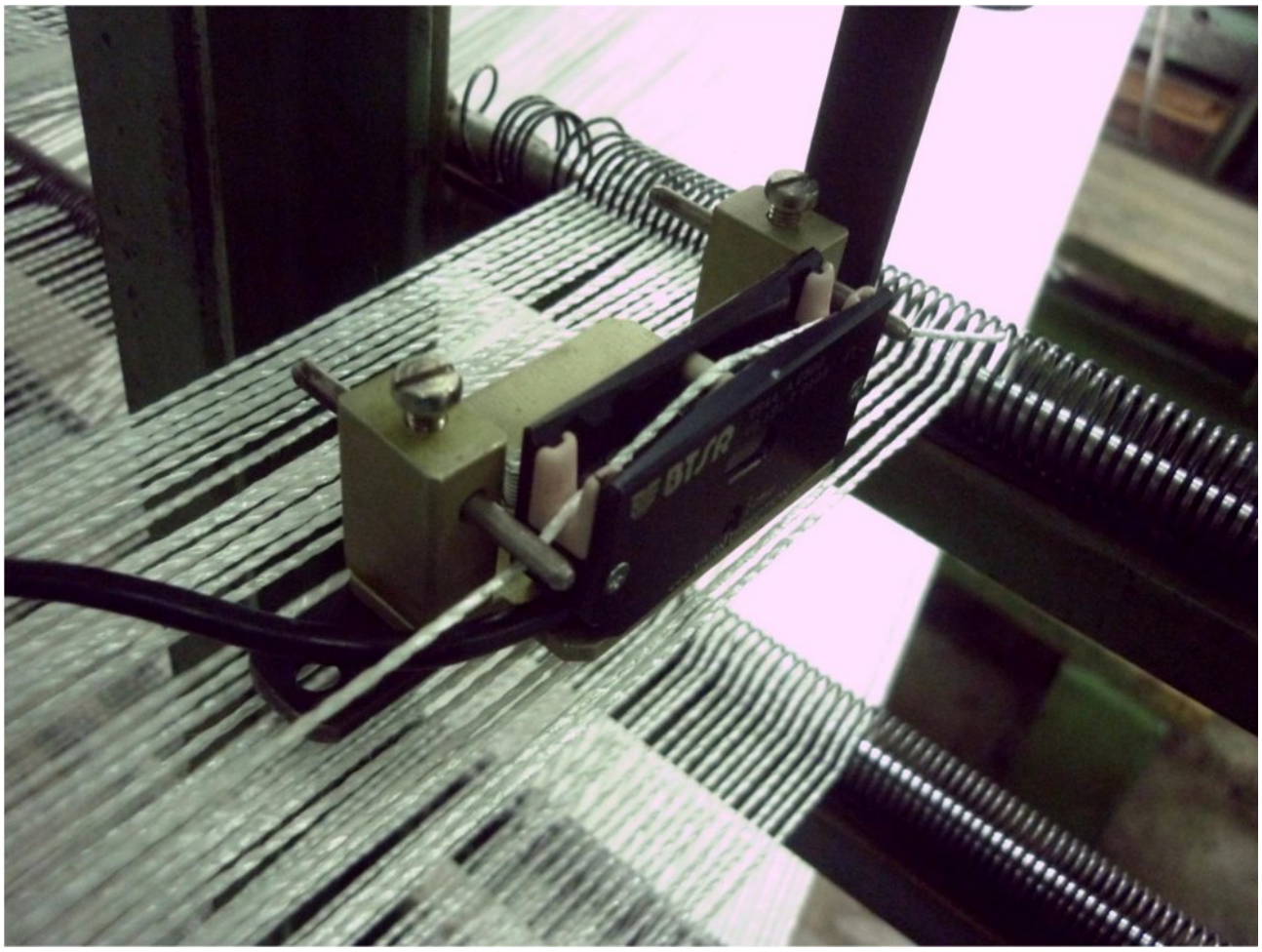


Рисунок 4.3 - Фото датчика для измерения натяжения одиночной основной нити

Датчик утка встроен в корпус челнока (рис. 4.5 а, б) и непрерывно фиксирует измеряемую величину F_y при его прокладывании в зев. Он представляет собой цилиндрический глазок, к которому жестко прикреплен измерительный элемент в виде балочки (пластины) с тензометрическими датчиками. Автономное питание системы обеспечивается встроенным в челнок аккумулятором.

В результате изменения натяжения утка и изгиба балочки появляется сигнал с тензодатчиков. Он поступает на тензометрический усилитель (голубая пластина в стенке челнока), преобразующий его из аналогового в цифровой, что позволяет исключить наводки. Затем сигнал через блок радиоканала (вторая

пластина в стенке челнока) поступает в приемное устройство и подается на монитор и принтер АИИС.

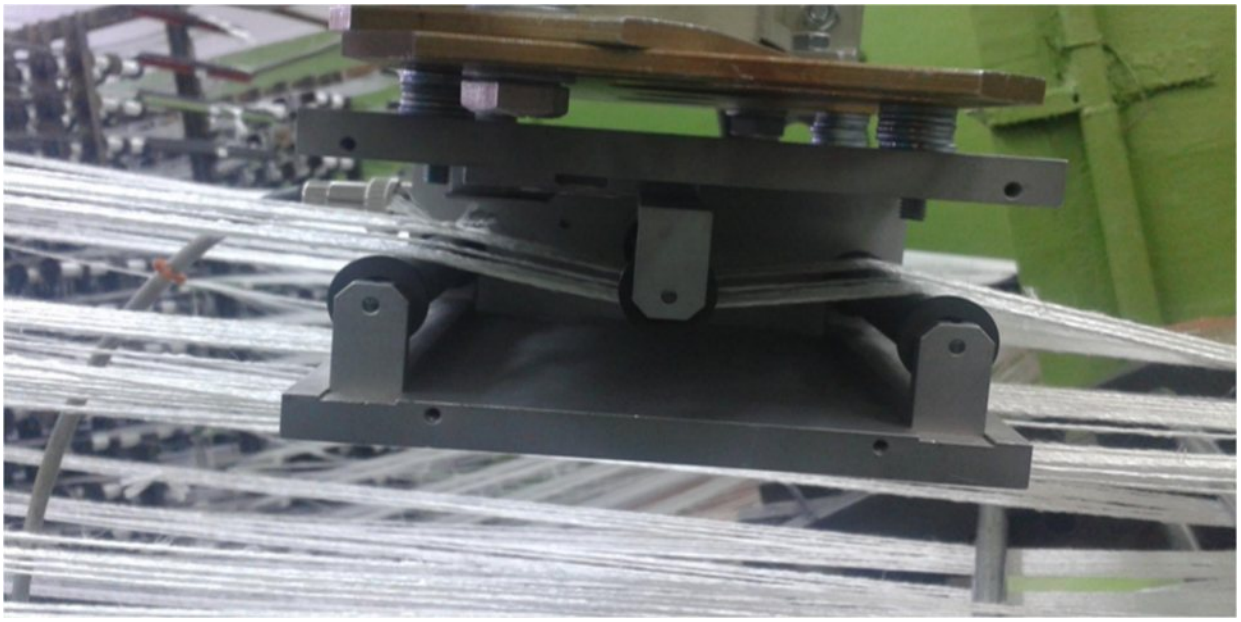


Рисунок 4.4 - Фото датчика для измерения натяжения группы основных нитей.

а)

б)

Рисунок 4.5 - Фото датчика для измерения натяжения уточных нитей.

АИИС разработана по техническому заданию ЗАО «ТРИ-Д» компаниями ЗАО «НПП МИКС Инжиниринг» и ЗАО «Электронные технологии и метрологические системы».

При использовании АИИС получены диаграммы натяжения основных F_o и уточных F_y нитей в процессе выработки МКПТ для верхнего и нижнего полотен полой ткани при различном расположении основных катушек по глубине (1, 9, 17, 25 и 33 вертикальные ряды) и по высоте (с 1 по 18 горизонтальный ряд) шпулярника (см. разделы. 4.2.2; 4.2.3).

Диаграммы F_o и F_y дают наглядное представление о величине и характере измеряемых параметров в динамических условиях.

Рассмотрение диаграмм (рис. 4.6, 4.7) при различном увеличении (выделении части графика) позволяет провести анализ полученных данных за один или несколько циклов образования МТ. На рис. 4.8 дан фрагмент графика F_o, на котором в соответствии с цикловой диаграммой работы ткацкого станка КПТЗ-160С можно определить натяжение в различные моменты тканеобразования, в том числе: в положении заступа, прибое утка, при зевообразовании.

Для записи F_y датчик по беспроводному принципу фиксирует измеряемую величину при его прокладывании в зеве. Максимальное значение F_y наблюдалось при 180^o, минимальное – при нахождении челнока в челночной коробке (рис. 4.8, 4.9).

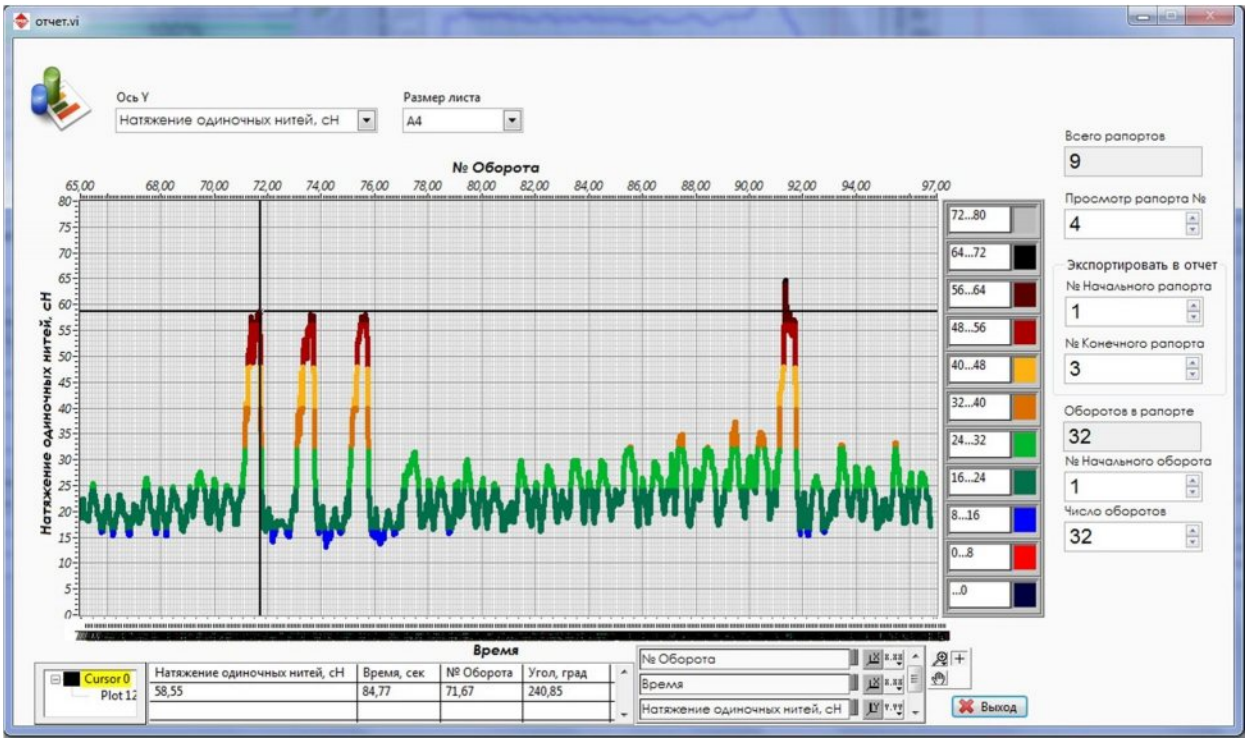


Рисунок 4.6 - Диаграмма натяжения углеродных основных нитей в пределах R_y

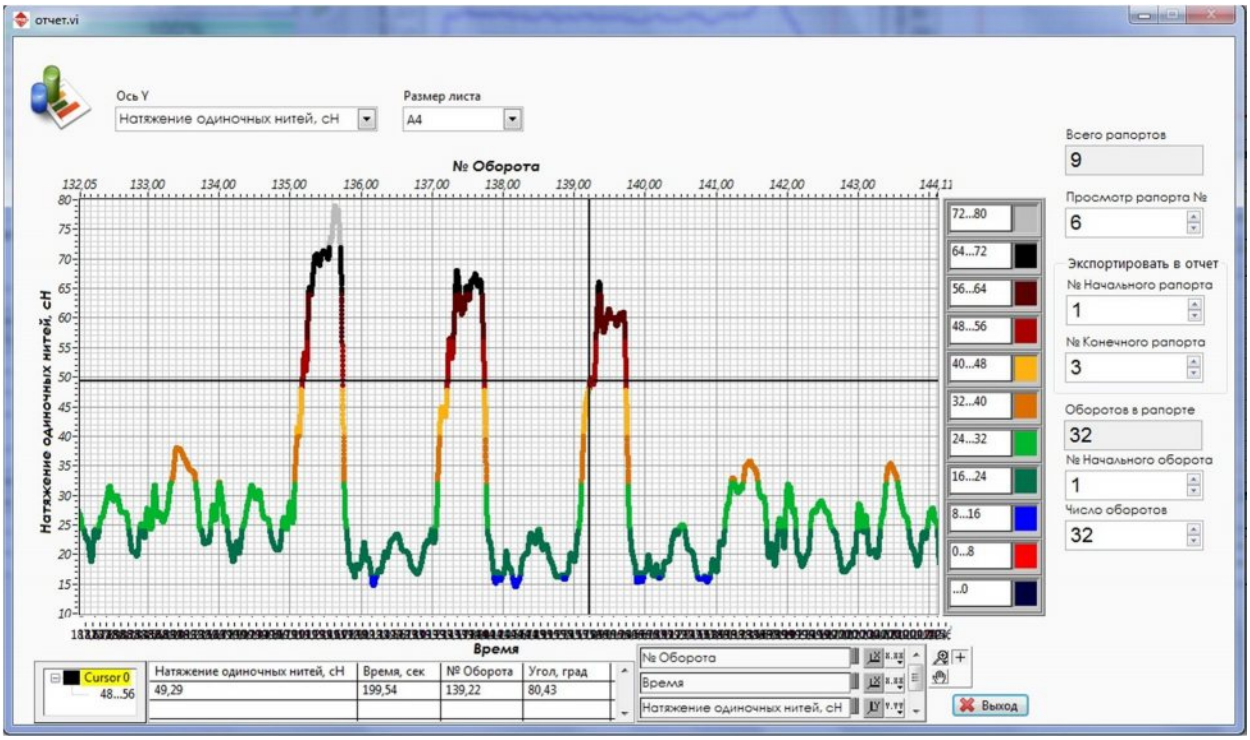


Рисунок 4.7 - Фрагмент диаграммы натяжения углеродных основных нитей при выбранном увеличении

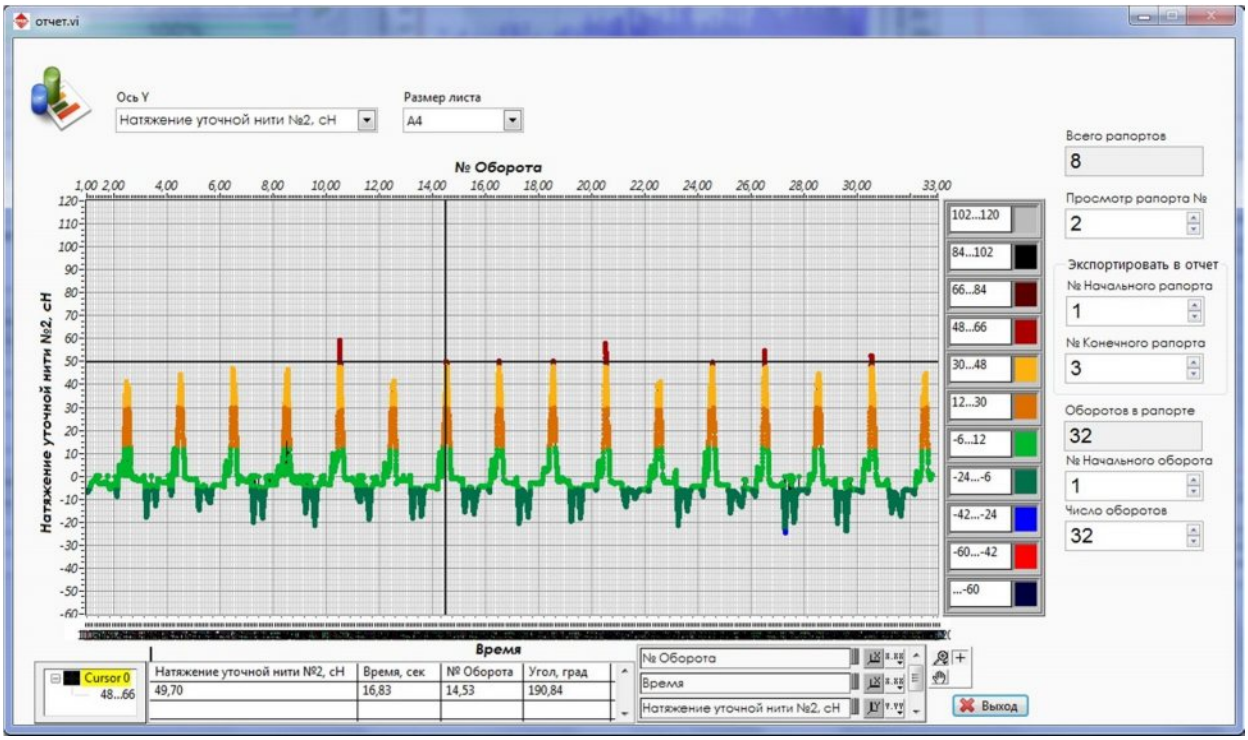


Рисунок 4.8 - Диаграмма натяжения кварцевых уточных нитей в пределах R_y

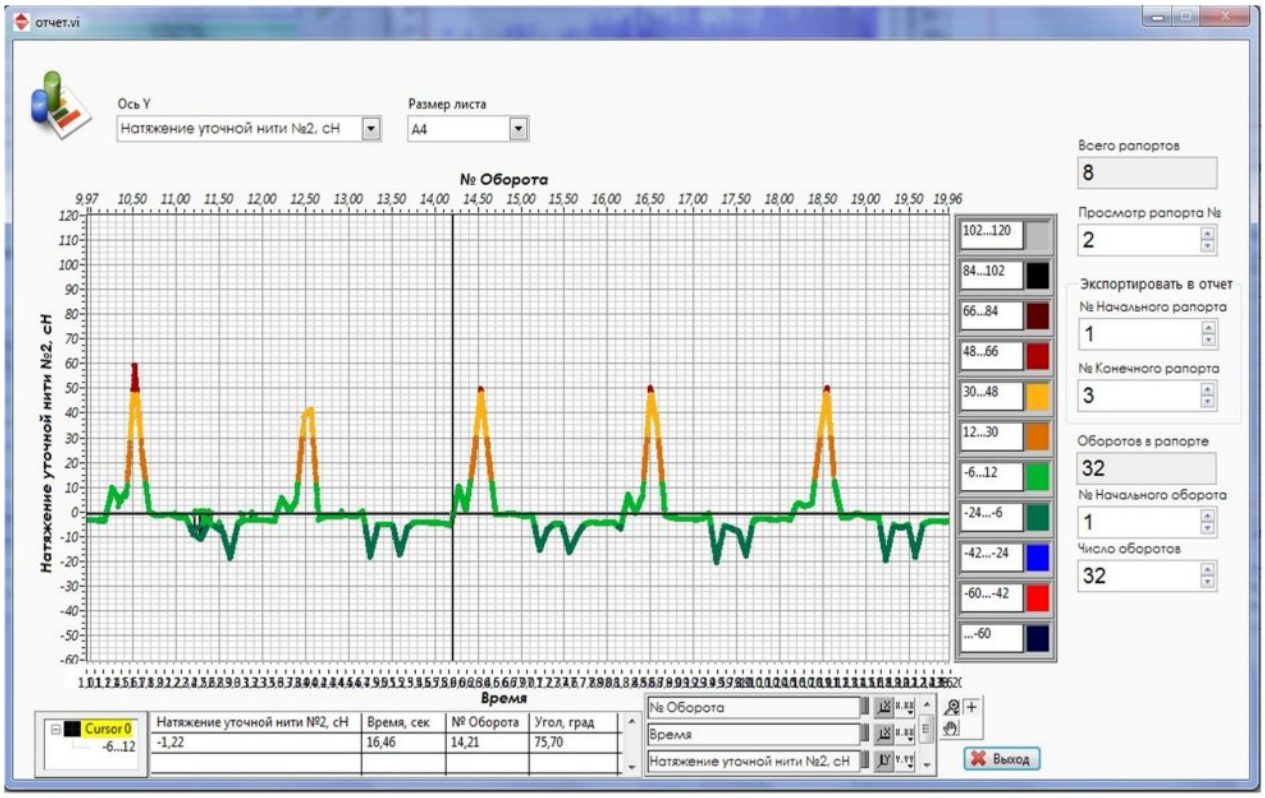


Рисунок 4.9 - Фрагмент диаграммы натяжения уточных нитей при выбранном увеличении

Подробному рассмотрению диаграмм способствует наличие датчика положения главного вала станка, сигнал от которого сопровождает все записи (см. рис. 4.6-4.9). Кроме того в АИИС представлена возможность работы с курсором, выводя из массива данных любую величину исследуемого натяжения. Например, на рис. 4.7 с помощью курсора указаны значения: угол = 240,85^{o}; № оборота = 71,67; F_o = 58,55 сН.

Система АИИС и подпрограммы Lab Viewer, Origin Lab, Poster Printer обеспечивают проведение исследований, воспроизведение и печать диаграмм технологических параметров.

Разработанная измерительная система позволяет анализировать полученные экспериментальные данные за один или несколько циклов образования МКПТ. Увеличение масштаба диаграммы, то есть выделение ее части, и наличие датчика положения главного вала станка предоставляет возможность определения натяжение в любой момент тканеобразования, в том числе: при прибое, зевообразовании, заступе.

Полученный массив данных, диаграммы и графическое представление позволяют определять и анализировать технологические параметры ткачества за различные промежутки времени: один оборот главного вала, раппорт переплетения многослойной ткани, заданное экспериментальное время.

Длительная эксплуатация АИИС в условиях ткацкого производства ЗАО «ТРИ-Д» свидетельствует о надежности разработанной системы.

АИИС за счет свободных слотов обладает возможностью расширения области исследования при использовании специальных датчиков и устройств на различном ткацком и приготовительно-ткацком оборудовании.

4.2. Исследование натяжения углеродных и кварцевых основных нитей (F_o)

4.2.1 Сравнительный анализ F_o в зависимости от вида нитей и переплетения

В процессе ткачества основные нити претерпевают большие много цикловые нагрузки, так как при выработке любой ткани основные нити приходят в зону тканеформирования, испытывая истирающие, растягивающие и изгибающие воздействия. Все это создает условия для их деформации, разрушения и обрыва.

Перечисленные условия работы основных нитей на ткацком станке осложняются при изготовлении ассортимента многослойных тканей, где количество перечисленных воздействий возрастает практически пропорционально числу слоев в ткани.

Использование термостойких стеклянных нитей, особенно углеродных и кварцевых, требует разработки специальной технологии их переработки на ткацком станке с учетом низкого разрывного удлинения (1-2 %), незначительной стойкости к истиранию и изгибу.

В связи с этим возникает необходимость определения и анализа изменений натяжения основных нитей (F_o) в качестве значимого параметра заправки станка при выработке многослойной комбинированной полой ткани (МКПТ).

Представляет интерес возможность определения с помощью АИИС фактических значений F_o в полотнах и слоях комбинированной полой ткани, выявление влияния вида стеклянных нитей и технологических параметров заправки ткацкого станка.

Запись F_o углеродных и кварцевых нитей основы осуществлялась на ткацком станке КПТЗ-160С датчиком, установленным в начале шпулярника (см. рис. 4.3, раздел 4.1), то есть определялось F_o нитей, с которым они входили в зону «шпулярник - скальное устройство». Всего было проведено более 120

записей. Получены диаграммы для всех основных нитей раппорта переплетения многослойной комбинированной ткани ($R_o = 16$), где:

с 1-ой по 4-ую нити используется углерод в верхнем полотне;

с 5-ой по 8-ую – кварц в верхнем полотне;

с 9-ой по 12-ую – кварц в нижнем полотне;

с13-ой по 16-ую – углерод в нижнем полотне.

Характер полученных диаграмм (рис. 4.10 а-г – 4.13 а-г) позволяет установить, что при опускании ремизки в нижнее положение F_o в 2-3 раза, а в некоторых случаях в 5-6 раз, больше, чем при образовании основного перекрытия и может достигать 80-190 сН. При этом наглядно видно, что движение ремизок соответствует базовым переплетениям многослойной ткани: углеродные нити переплетаются по 4-х ремизному неправильному сатину; кварцевые – в соответствии с производным от полотняного (см. рис 3.8).

Представленные диаграммы F_o углеродных нитей Урал-Н/22×1×2 (610 текс) и F_o кварцевых нитей КС 11-17×2×2×3×3 (610 текс) верхнего и нижнего полотен МКПТ, свидетельствуют о том, что наиболее напряженное состояние характерно для основных нитей, образующих нижнее полотно. Оно отличается наибольшими значениями и колебаниями F_o.

Углеродные нити нижнего полотна (рис. 4.13 а-г) в пределах раппорта переплетения имеют только четыре основных перекрытия, где F_o изменяется незначительно от 10-15 сН до 22-30 сН. В остальных случаях (28 прокидок из раппорта) F_o увеличивается до 50-65 сН и падает до 7-10 сН. Перепады в натяжении основных нитей (в 6-7 раз) обусловлены использованием каретки закрытого зева и переплетением многослойной полой ткани, в котором при переходе от верхних слоев к нижним, количество уточных перекрытий увеличивается. Одновременно возрастает количество всплесков F_o (в период: заступ - нижнее положение ремизки - заступ), которое характеризуется повышенными деформационными нагрузками.

Для углеродных нитей верхнего полотна (рис. 4.11. а-г) наблюдается обратная картина, где колебания F_o случаются реже.

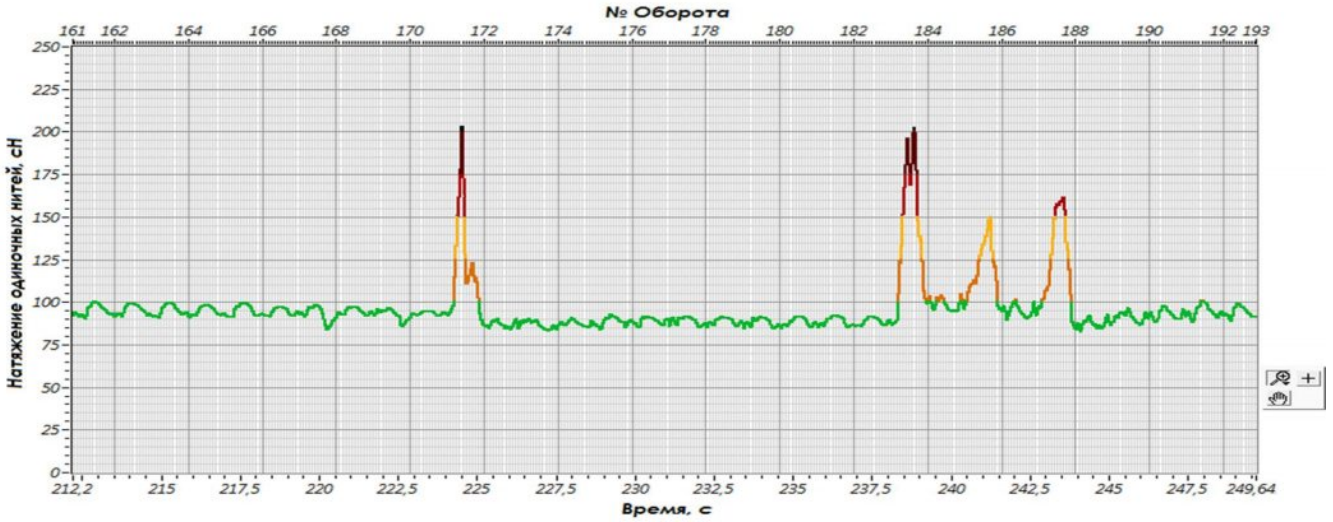


Рисунок 4.10 а - Первая углеродная нить в R_o

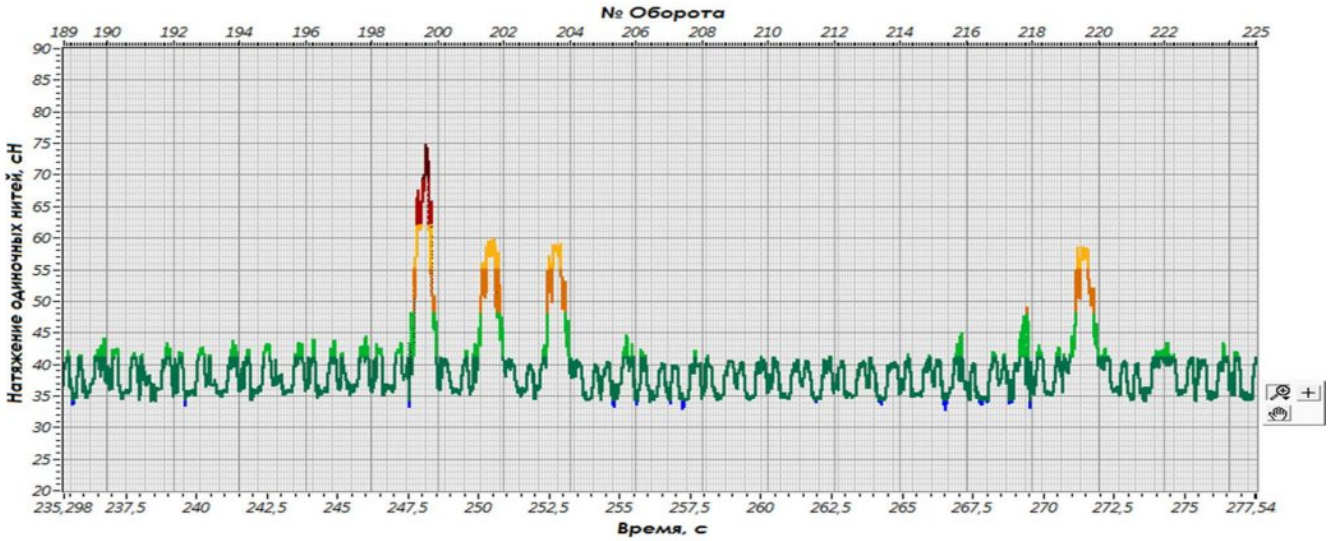


Рисунок 4.10 б - Вторая углеродная нить в R_o

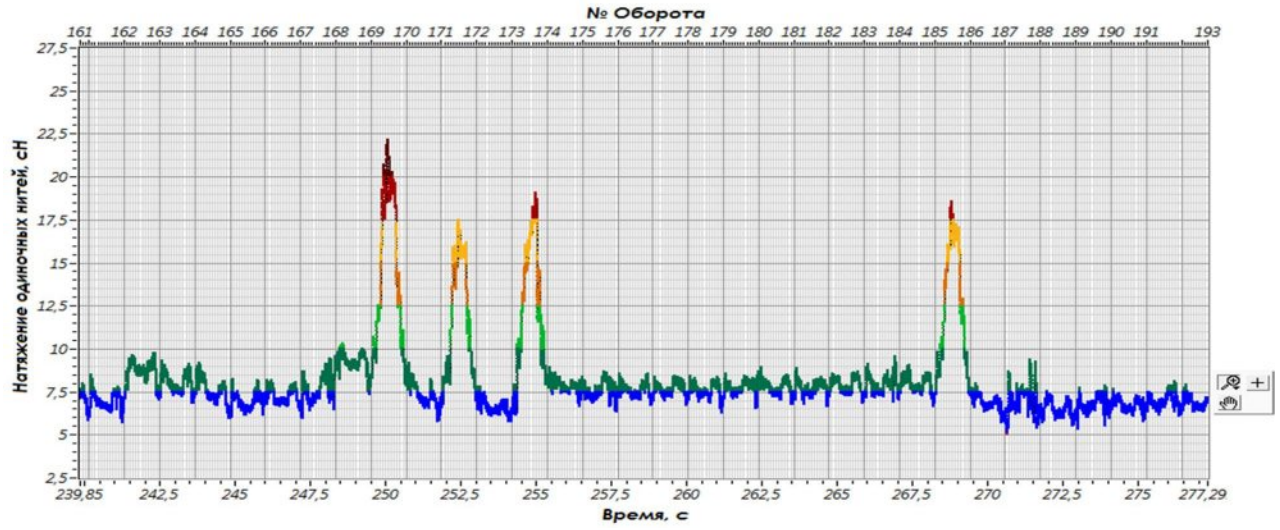


Рисунок 4.10 в - Третья углеродная нить в R_o

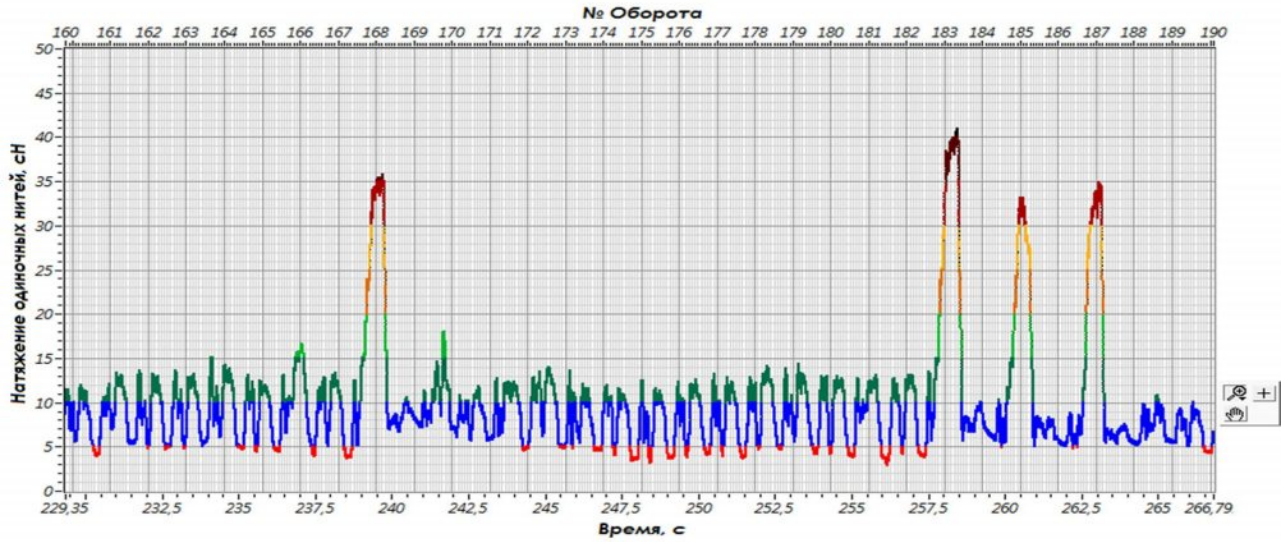


Рисунок 4.10 г - Четвертая углеродная нить в R_o

Рисунок 4.10 (а-г) - Тензограммы F_o углеродных нитей верхнего полотна МКПТ

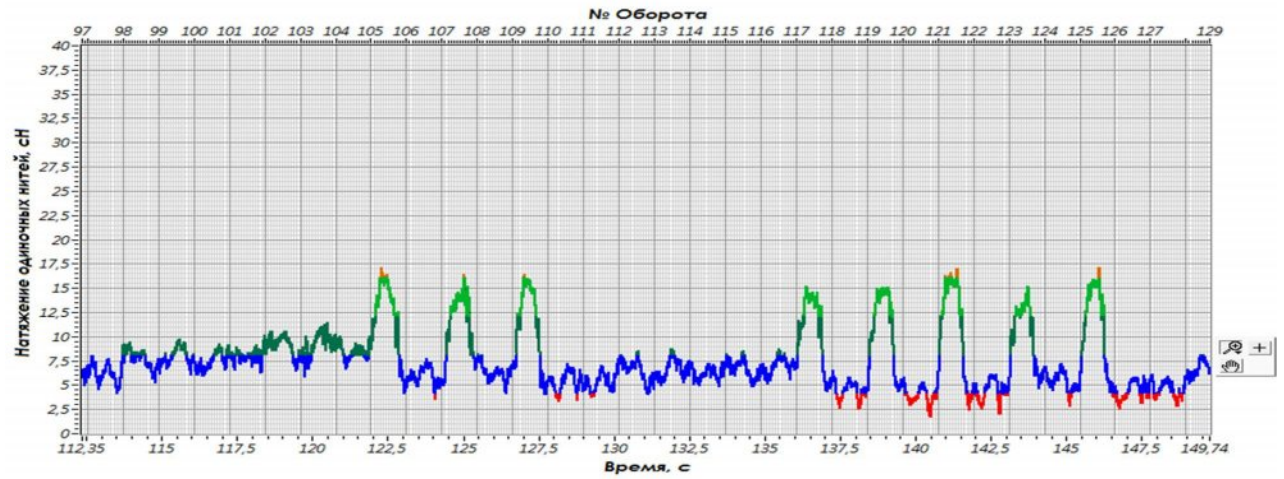


Рисунок 4.11 а - Пятая кварцевая нить в R_o

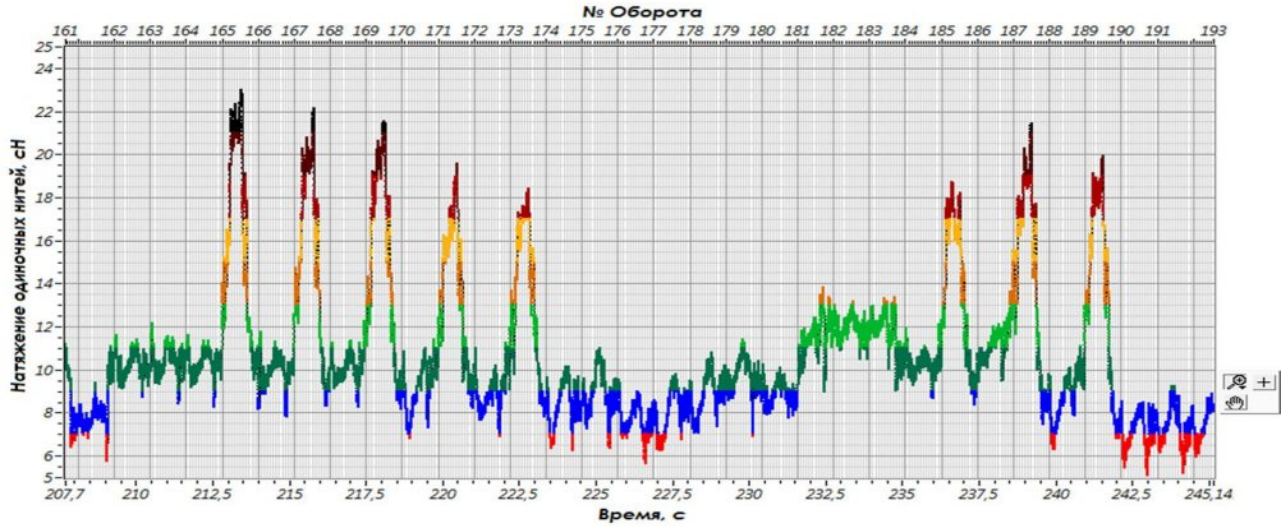


Рисунок 4.11 б - Шестая кварцевая нить в R_o.

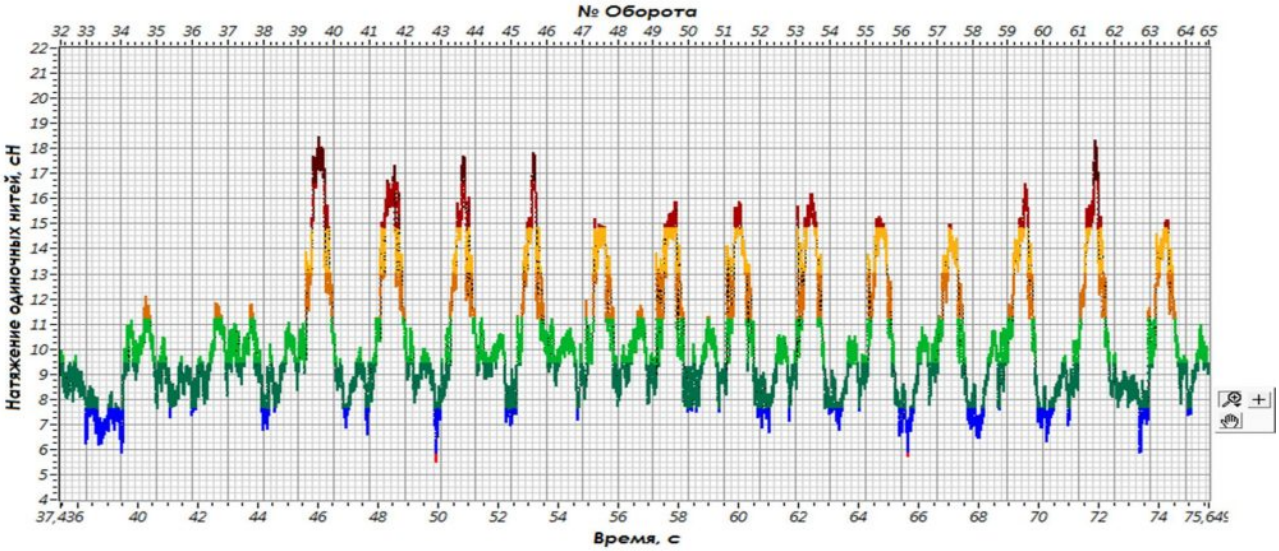


Рисунок 4.11 в - Седьмая кварцевая нить в R_o.

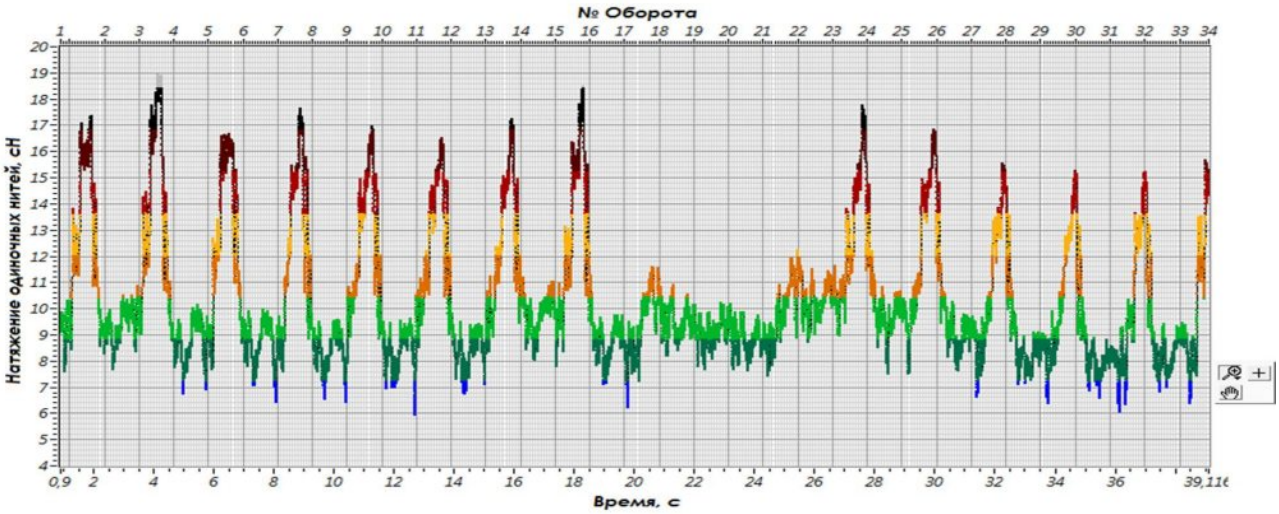


Рисунок 4.11 г - Восьмая кварцевая нить в R_o

Рисунок 4.11(а-г) - Тензограммы F_o кварцевых нитей верхнего полотна

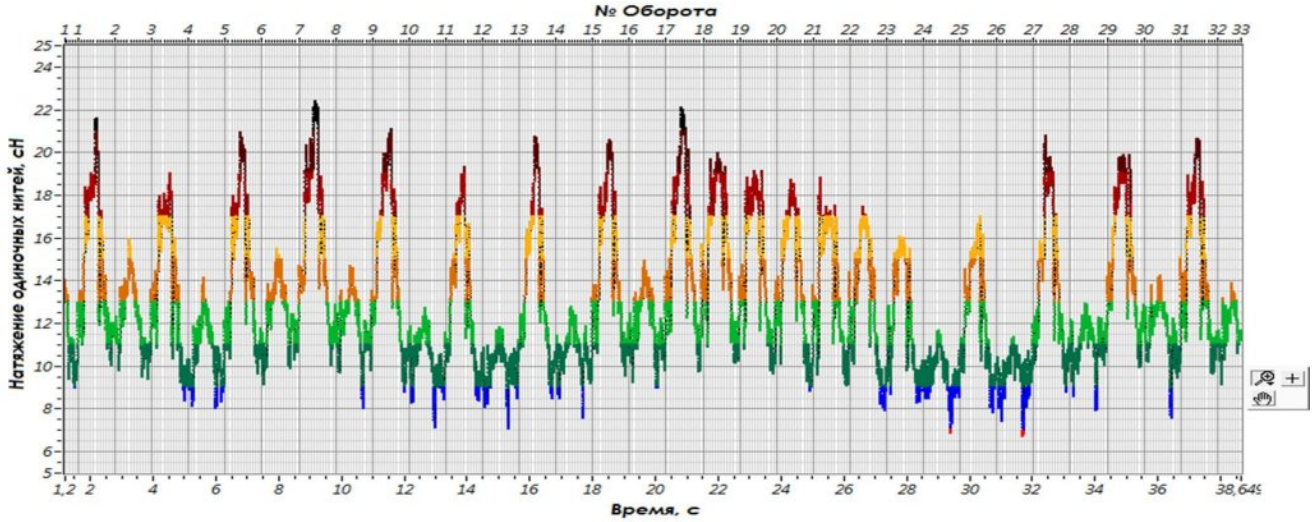


Рисунок 4.12 а - Девятая кварцевая нить в R_o

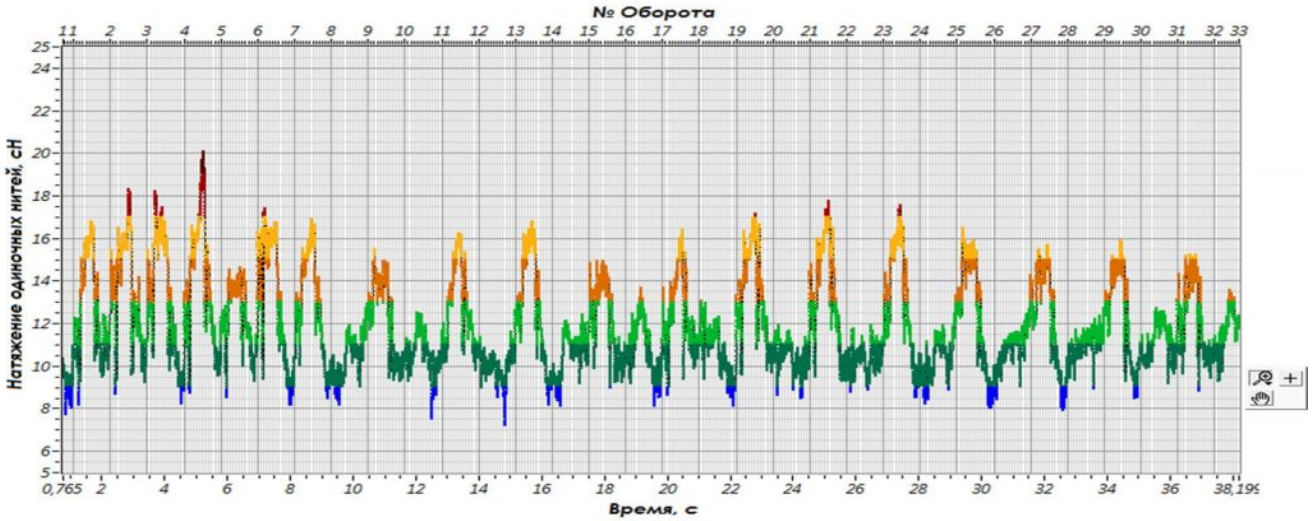


Рисунок 4.12 б - Десятая кварцевая нить в R_o

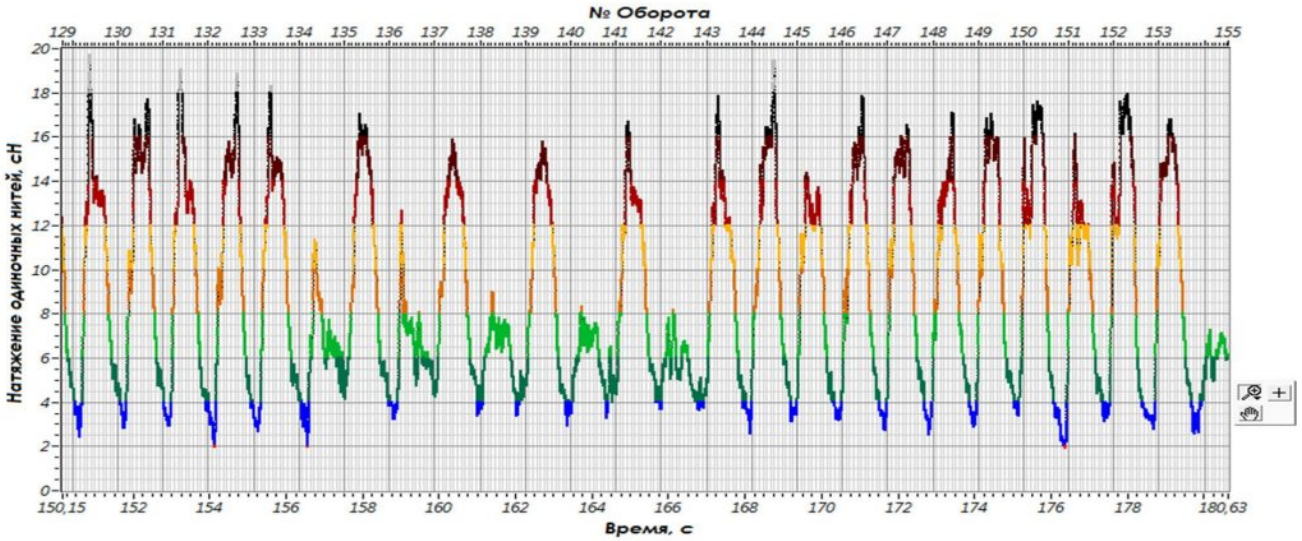


Рисунок 4.12 в - Одиннадцатая кварцевая нить в R_o

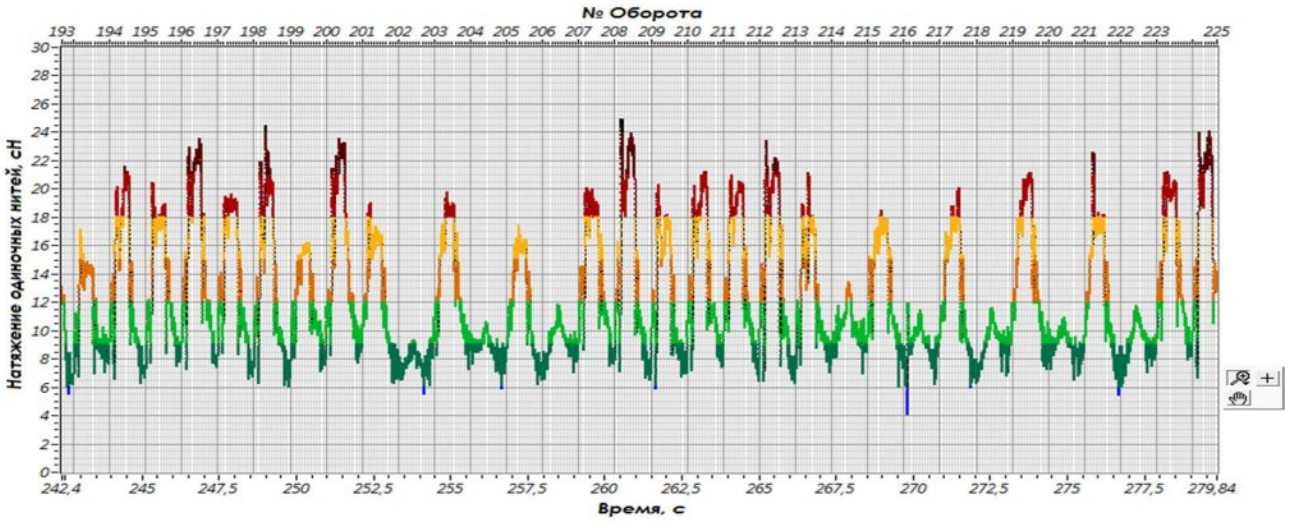


Рисунок 4.12 г - Двенадцатая кварцевая нить в R_o

Рисунок 4.12 (а-г) - Тензограммы F_o кварцевых нитей нижнего полотна МКПТ за R_o=32

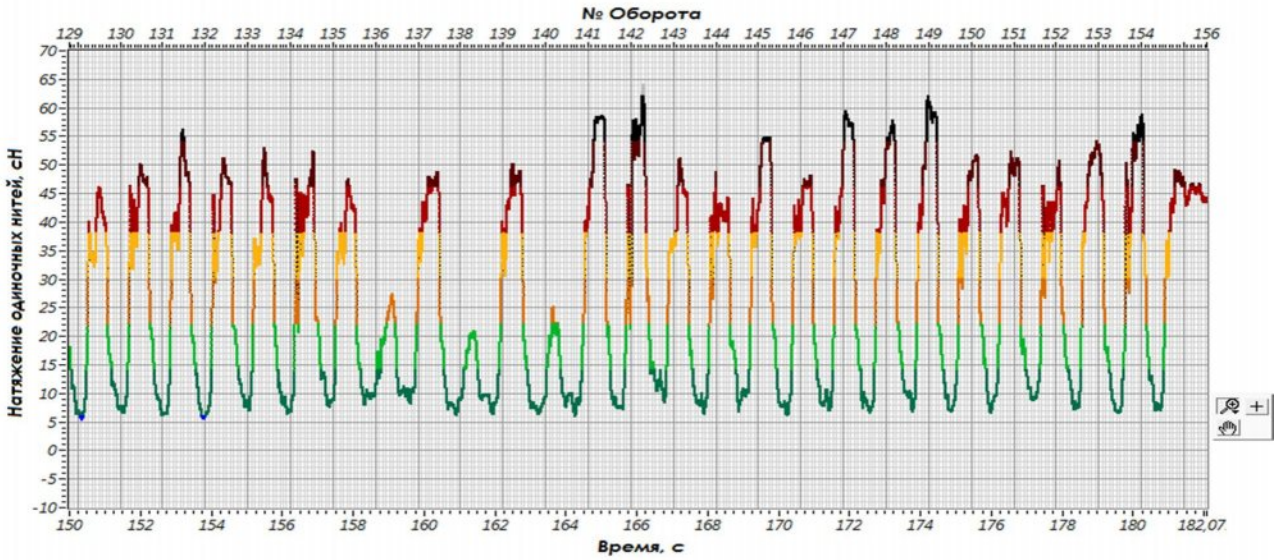


Рисунок 4.13 а - Тринадцатая углеродная нить в R_o

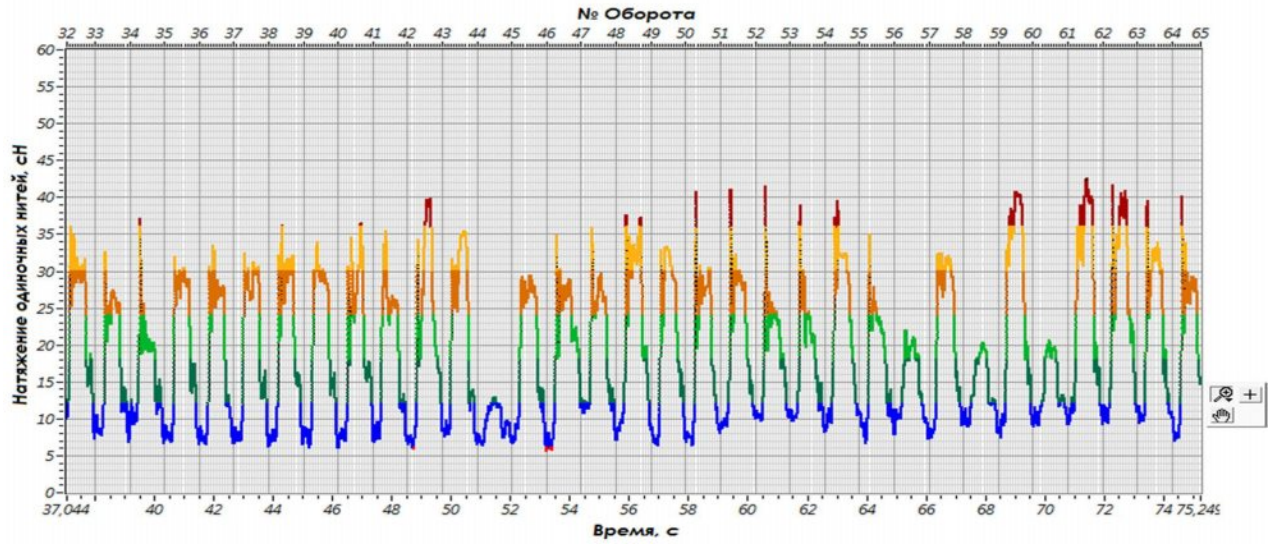


Рисунок 4.13 б - Четырнадцатая углеродная нить в R_o

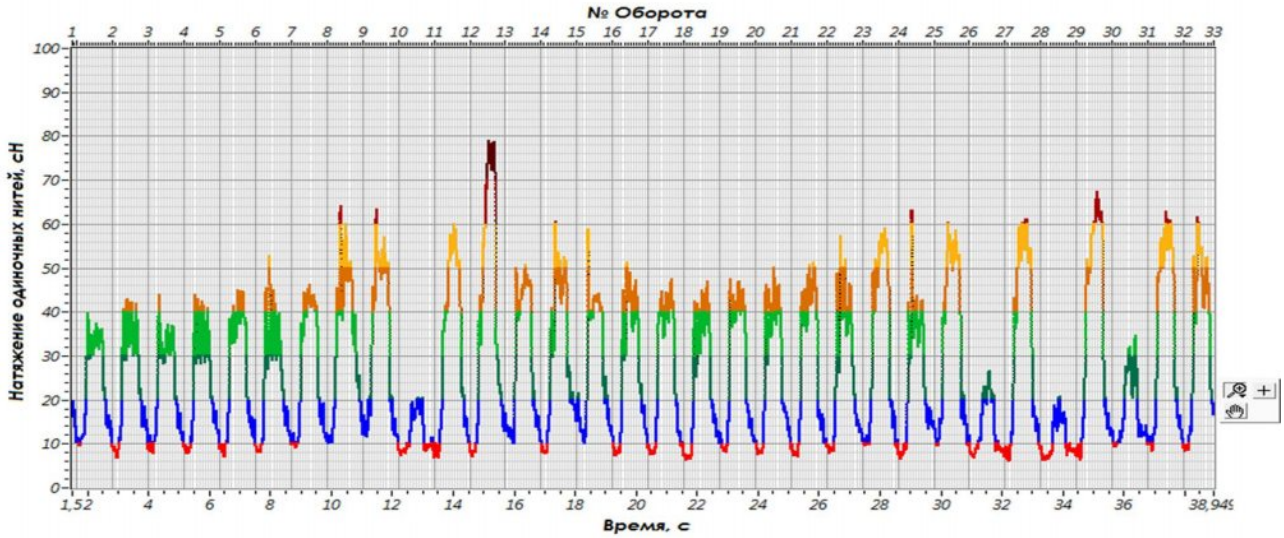


Рисунок 4.13 в - Пятнадцатая углеродная нить в R_o

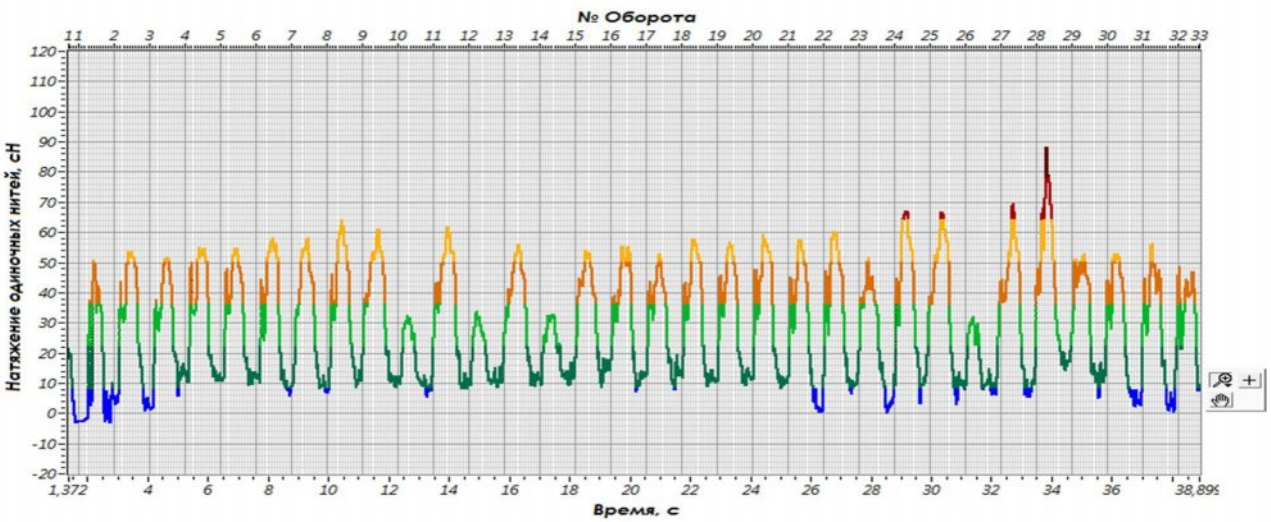


Рисунок 4.13 г - Шестнадцатая углеродная нить в R_o

Рисунок 4.13 (а-г) - Тензограммы F_o углеродных нитей нижнего полотна МКПТ за R_o=16

Сравнивая F_o кварцевых нитей (рис. 4.10 (а-г) – 4.13 (а-г)) различных полотен МКПТ, необходимо отметить, что характер деформации кварцевых основных нитей аналогичен углеродным, то есть является наиболее напряженным в нижнем полотне за счет больших и многократно повторяющихся амплитуд колебаний F_o и постепенно возрастающих при переходе от верхнего к нижнему полотну. Приращение F_o составляет 11-18 сН при незначительном среднем натяжении 12-24 сН во время полного открытия зева.

На станке КПТЗ-160С установлена ремизоподъемная каретка закрытого зева и это видно по диаграммам: за каждый оборот главного вала нить основы перемещается вверх или вниз и возвращается на средний уровень, что отражается на величине натяжения. При использовании каретки закрытого зева создаются условия меньшего нагружения основных нитей при прибое по сравнению с условиями прибоя в момент полного открытия (каретка открытого зева) или приспускания ремизок на станках с ремизоподъемной кареткой полуоткрытого зева.

Однако, только использование каретки электронного типа позволяет получить рациональные условия нагружения нитей основы при многослойном ткачестве. Это возможно за счет ее принципиально новой концепции,

основанной на передовой технологии, которая обеспечивает решение практически любых прикладных задач.

Для процесса ткачества МКПТ важно, что электронная каретка с сервоприводом (например, UNIVAL 500T) имеет специальные механизмы передачи движения каждой отдельной ремизной раме.

Считаем, что при разработке программного обеспечения электронной каретки и выборе закона перемещения каждой рамы, необходимо учитывать не только особенности строения многослойных тканей, но и размах колебаний и полученные в данной работе закономерности изменений F_o. Это позволит при использовании каретки электронного типа создать условия для получения более равномерного F_o в МКПТ, а следовательно, для получения рациональной структуры ткани и повышения эффективности реализации ее свойств как армирующего материала композитов.

Рассмотрим изменение F_o за период тканеобразования МКПТ.

На станке КПТЗ-160С положение заступа соответствует 310-320^o оборота главного вала, максимальное открытие зева при 180^o. Прибой уточных нитей происходит при 360^o (0^o), то есть прибой происходит при слегка открывающихся верхней и нижней ветвях зева. Это позволяет уменьшить деформацию основных нитей при прибое. В результате особенностью технологии ткачества на станке КПТЗ-160С является тот факт, что F_o при прибое не является экстремальным параметром, его величина в 1,3-1,9 раза меньше F_o при зевообразовании и только в отдельных случаях эти параметры близки по величине (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Сравнительный анализ натяжения основных нитей (F_o)* в многослойной комбинированной углеродно-кварцевой полой ткани

Верхнее полотно полой ткани

Положение главного вала, º (град.)	Натяжение основных нитей, F_o, сН	
	При верхнем положении ремизки	При нижнем положении ремизки
Углеродные нити (1-4 нити в R_o)		
310 º (заступ)	28,65	29,55
360 º (0 º)(прибой)	35,35	49,25
180 º (зевообразование)	36,48	79,22
Кварцевые нити (5-8 нити в R_o)		
310 º (заступ)	8,38	7,92
360 º (0 º)(прибой)	13,60	9,88
180 º (зевообразование)	18,28	10,28

Нижнее полотно полой ткани

Положение главного вала, º (град.)	Натяжение основных нитей, F_o, сН	
	При верхнем положении ремизки	При нижнем положении ремизки
Кварцевые нити (9-12 нити в R_o)		
310 º (заступ)	7,20	8,02
360 º (0 º)(прибой)	9,60	10,15
180 º (зевообразование)	11,98	19,83
Углеродные нити (13-16 нити в R_o)		
310 º (заступ)	4,72	5,50
360 º (0 º)(прибой)	10,60	22,88
180 º (зевообразование)	14,60	31,73

F_o^* –рассчитано как среднее натяжение для каждых 4-х ремизок.

Вызывают интерес данные табл. 4.2, в которой представлены результаты обработки диаграмм Fo в различных фазах прибоя: до и после прибоя, его максимальное значение. Проанализировав табл. 4.2, установили, что в пределах раппорта переплетения (R_o = 16) характер прибойной пики разнобразен. Так, у

1-ой, 3-ей, 6-ой, 8-ой основной нити в нижнем положении ремизки и у 10-ой,11-ой, 13-ой нити в верхнем положении ремизки величина F_o при прибое и после него практически находятся на одном уровне, что свидетельстаует о наличии «сглаженного» прибоя. Наряду с этим у 4-ой, 8-ой, 16-ой нити F_o максимальное и F_o после прибоя отличаются в 1,5-2 раза, а в отдельных случаях F_o после прибоя падает до минимума, то есть до величины Fo при заступе. В результате на тензограмме виден резкий всплеск (рис. 4.14: прокидки № 72, 74; рис. 4.15: прокидки № 65, 67) и «сглаженный» прибой при 76-ой прокидке утка (рис. 4.14) и при 69, 71, 73-ей прокидках утка (рис. 4.15).

Примеры тензограмм (см. рис. 4.14 и 4.15) иллюстрируют описанное явление, которое объясняется сложностью структуры исследуемой многослойной ткани и возможностью взаимного воздействия основных нитей в процессе выработки МКПТ.

Таблица 4.2

Натяжение основных нитей (F_o) при прибое на станке КПТЗ-160-С при выработке многослойной комбинированной углеродно-кварцевой полой ткани

Вид нитей	№ в R_o	F_o при прибое, сН		
		max	до	после
Верхнее полотно полой ткани				
Углеродные	1	92,6	88,6	88,1
		118,8	95,0	116,3
	2	27,5	22,8	20,1
		53,8	27,5	43,3
	3	8,5	7,8	7,3
		10,9	8,4	9,4
	4	12,8	8,1	6,0
		13,5	8,7	7,7
Кварцевые	5	9,2	7,9	7,7
		14,3	9,9	12,6
	6	10,2	9,0	8,6
		13,9	11,1	12,1
	7	9,7	8,7	8,2
		13,0	10,2	11,2
	8	10,4	9,1	8,5
		13,2	10,3	12,0

Продолжение таблицы

Нижнее полотно полой ткани				
Кварцевые	9	12,6	11,3	10,8
		15,3	12,6	12,7
	10	5,6	4,1	3,9
		18,1	12,4	15,2
	11	9,9	9,0	8,9
		12,0	10,5	9,5
	12	10,3	8,6	8,4
		13,3	9,9	9,2
Углеродные	13	7,4	4,3	7,0
		11,2	6,7	6,3
	14	10,0	5,0	5,0
		30,0	7,0	25,0
	15	4,0	2,8	2,8
		6,8	4,3	3,2
	16	21,0	12,3	18,0
		43,5	18,7	31,9

Фрагменты диаграмм F_o в различных зонах шпулярника (рис. 4.14 - 4.15) подтверждают следующее:

– натяжение основы при зевообразовании больше, чем при прибое;

– характер изменения натяжения за время прибоя различен, что свидетельствует о различных деформационных нагрузках.

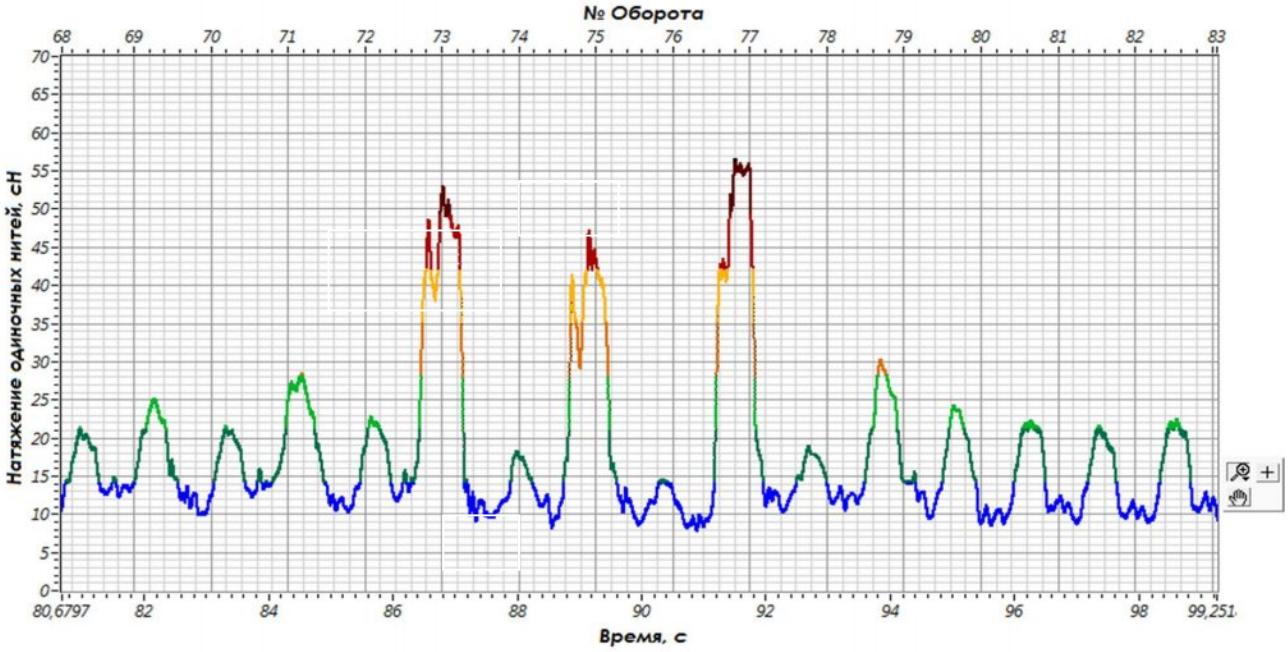


Рисунок 4.14 - Фрагмент диаграммы F_o при выработке МКПТ (1-ый вертикальный ряд центральной стойки)

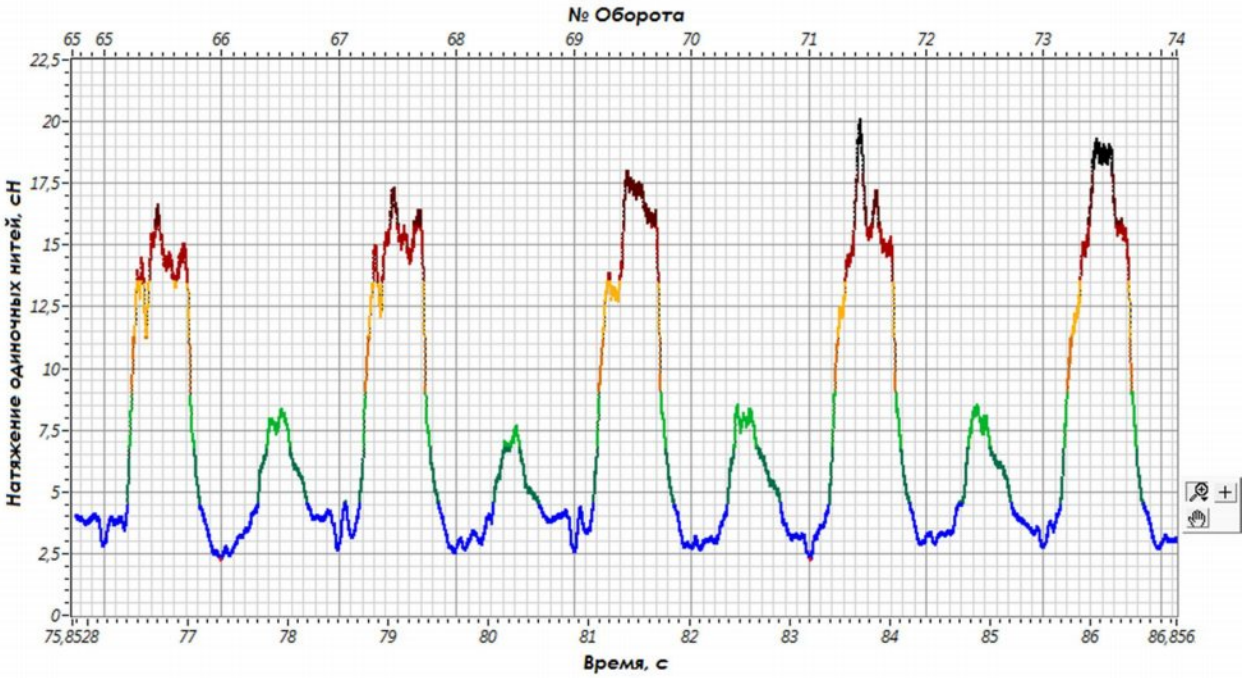


Рисунок 4.15 – Фрагмент диаграммы F_o при выработке МКПТ (9-ый вертикальный ряд центральной стойки)

Сравним F_o в верхнем и нижнем полотнах многослойной полой ткани.

Из табл. 4.3 и рис. 4.16 видно, что наибольшая величина натяжение F_o при заступе, прибое и зевообразовании наблюдается у углеродных нитей верхнего полотна.

Таблица 4.3

Натяжение углеродных и кварцевых нитей в различных полотнах многослойной комбинированной углеродно-кварцевой полой ткани (среднее натяжение на примере первого ряда центральной стойки)

Вид нитей	Полотно полой ткани	Расположение ремизок	Fзаст.	Fприб.	Fзев.
Углеродные нити	Верхнее полотно полой ткани	Верхнее положение ремизки	28,65	35,35	36,48
		Нижнее положение ремизки	29,55	49,25	79,22
	Нижнее полотно полой ткани	Верхнее положение ремизки	4,72	10,60	14,60
		Нижнее положение ремизки	5,50	22,88	31,73
Кварцевые нити	Верхнее полотно полой ткани	Верхнее положение ремизки	7,92	9,88	10,28
		Нижнее положение ремизки	8,38	13,60	18,28
	Нижнее полотно полой ткани	Верхнее положение ремизки	7,20	9,60	11,98
		Нижнее положение ремизки	8,02	10,15	19,83

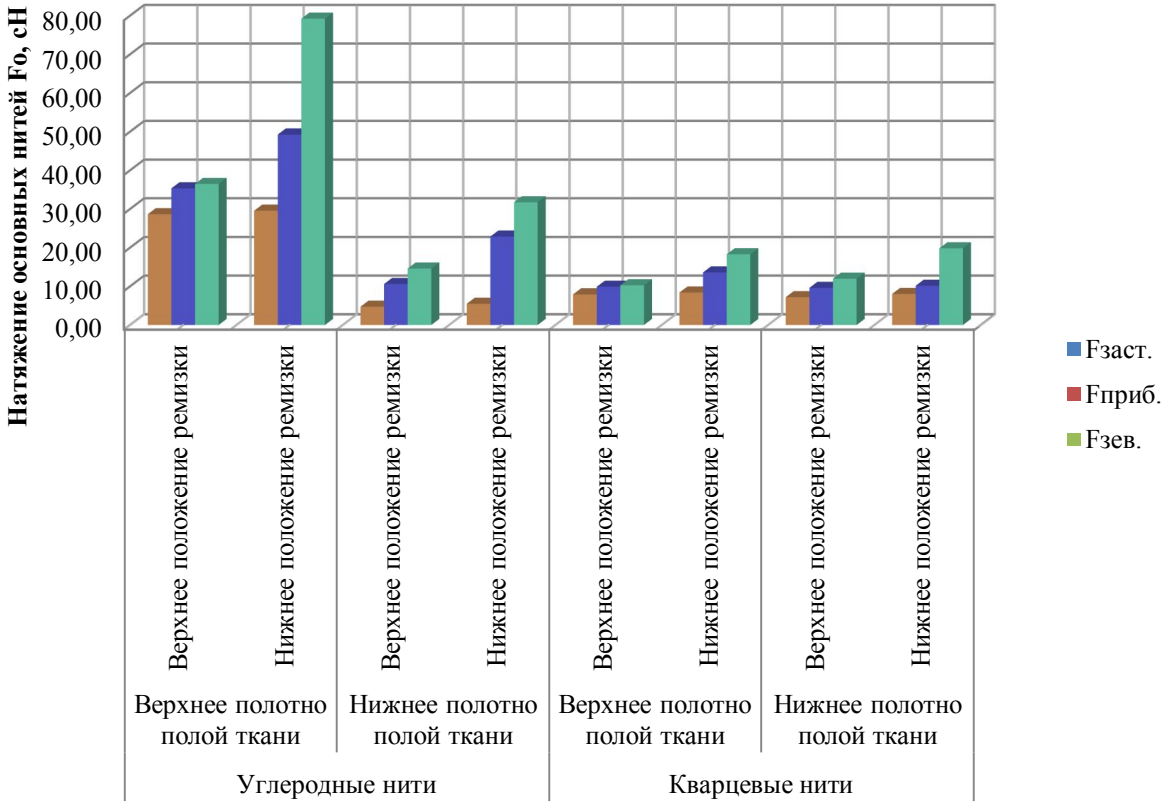


Рисунок 4.16 – Натяжение углеродных и кварцевых основных нитей в различных полотнах многослойной комбинированной углеродно-кварцевой ткани

Для углеродных нитей верхнего полотна F_o при заступе составляет 28-29 сН, а для нижнего полотна всего 4-5,5сН. Как для верхнего, так и для нижнего положения ремизки. F_o при заступе у кварцевых нитей составляет 7-8 сН в обоих полотнах без особой разницы для положения ремизки. В то же время натяжение основы при прибое и зевообразовании за счет изменения положения ремизок с верхнего на нижне возрастает в 2-3,5 раза у углеродных нитей обеих полотен. Для кварцевых нитей эти изменения несущественны.

Таким образом, сложное строение многослойной комбинированной полой ткани отражается на величине и колебаниях F_o как в пределах одного оборота главного вала станка, так и в пределах раппорта переплетения.

4.2.2 Исследование F_o в зависимости от расположения нитей по глубине шпулярника

Особенностью технологии многослойного стеклоткачества является расположение нитей основы на шпулярнике, где каждая нить сматывается с отдельной катушки. Это позволяет вырабатывать многослойные ткани (МТ) из нитей разной линейной плотности, вида и структуры при использовании различных видов базовых переплетений.

Для исследований выбрана центральная стойка шпулярника (см. раздел 3.2), на которой по ее глубине выделены пять зон: 1-ый, 9-ый, 17-ый, 25-ый и 33-ий вертикальные ряды. В каждой из этих зон по всей высоте шпулярника проведены записи F_o углеродных и кварцевых нитей за 7-8 раппортов переплетения МКПТ. На рис. 4.17 - 4.21 представлены диаграммы F_o в различных зонах по глубине шпулярника. Все диаграммы имеют идентичный характер. Привлекает внимание тот факт, что F_o углеродных нитей значительно больше, чем кварцевых. При этом углеродные нити с 1-ой по 4-ую верхнего полотна полой ткани имеют натяжение больше, чем в нижнем полотне. По-видимому, сказываются особенности проборки основных нитей: углеродные нити верхнего полотна пробраны в первые ремизки, которые поднимаются и опускаются от среднего уровня на большую высоту, что вызывает дополнительные деформации.

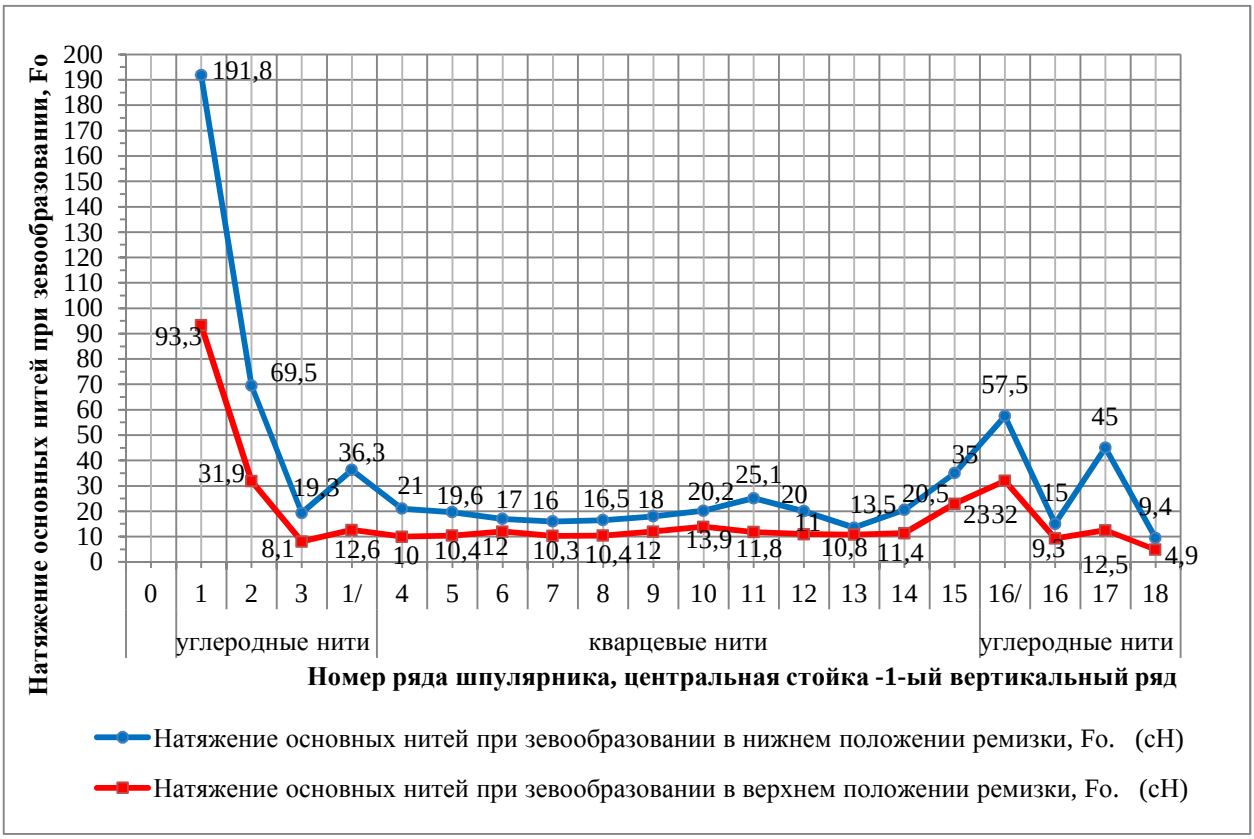


Рисунок 4.17 - Натяжение основных нитей (F_o) на станке КПТЗ-160С при выработке МКПТ в зависимости от их расположения на шпулярнике

Рисунок 4.18 - Натяжение основных нитей (F_o) на станке КПТЗ-160С при выработке МКПТ в зависимости от их расположения на шпулярнике

Рисунок 4.19 - Натяжение основных нитей (F_o) на станке КПТЗ-160С при выработке МКПТ в зависимости от их расположения на шпулярнике

Рисунок 4.20-Натяжение основных нитей (F_o) на станке КПТЗ-160С при МКПТ в зависимости от их расположения на шпулярнике

Рисунок 4.21 - Натяжение основных нитей (F_o) на станке КПТЗ-160С при выработке МКПТ в зависимости от их расположения на шпулярнике

Гистограммы на рис. 4.22, 4.23 и данные табл. 4.4 дают наглядное представление об изменениях F_o как углеродных, так и кварцевых основных нитей по глубине шпулярника (1-ый, 9-ый, 17-ый, 25-ый, 33-ий вертикальные ряды центральной стойки шпулярника).

F_o при заступе, прибое и зевообразовании увеличивается по мере удаления от зоны формирования ткани, то есть по глубине щпулярника.

При заступе для углеродных нитей это увеличение составляет от 29,6 до 42,4 сН (с падением до 8,5 сН) в верхнем полотне и практически остается на одном уровне в нижнем полотне при среднем $7{,}76^{+1{,}4\ 6}_{-2{,}265}$ сН. Для кварцевых нитей при заступе увеличение F_o колеблется в пределах 2,95-13,00 сН без видимой закономерности.

При прибое и зевообразовании изменение F_o углеродных нитей более существенно. Оно неравномерно растет в 1,35-1,97 раза от 44 до 61-66 сН при прибое. При зевообразовании F_o растет в 1,2-1,5 раза и составляет 79-95 сН для углеродных нитей верхнего полотна и 31-49 сН для нижнего полотна.

F_o кварцевых нитей меньше по абсолютной величине и не имеет существенного приращения при заступе. Однако F_o при прибое неравномерно растет от 13,6 до 35,2 сН, то есть в 2.6 раза; при зевообразовании оно практически равномерно увеличивается в среднем в 2 раза (см. рис. 4.23). При этом необходимо отметить, что как для углеродных, так и для кварцевых нитей F_o в нижнем полотне меньше, чем в верхнем полотне многослойной полой ткани.

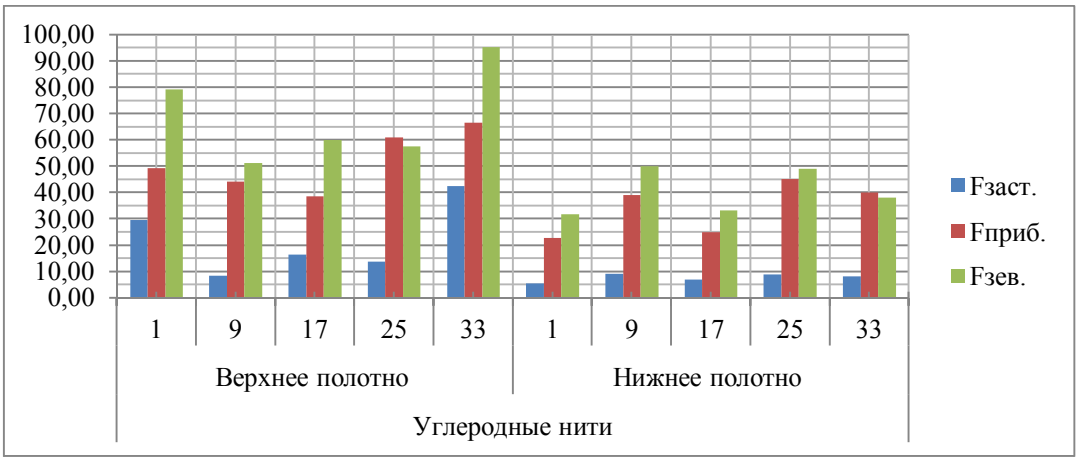


Рисунок 4.22 - Изменение F_o углеродных нитей по глубине шпулярника центральной стойки шпулярника при заступе, прибое и зевообразовании

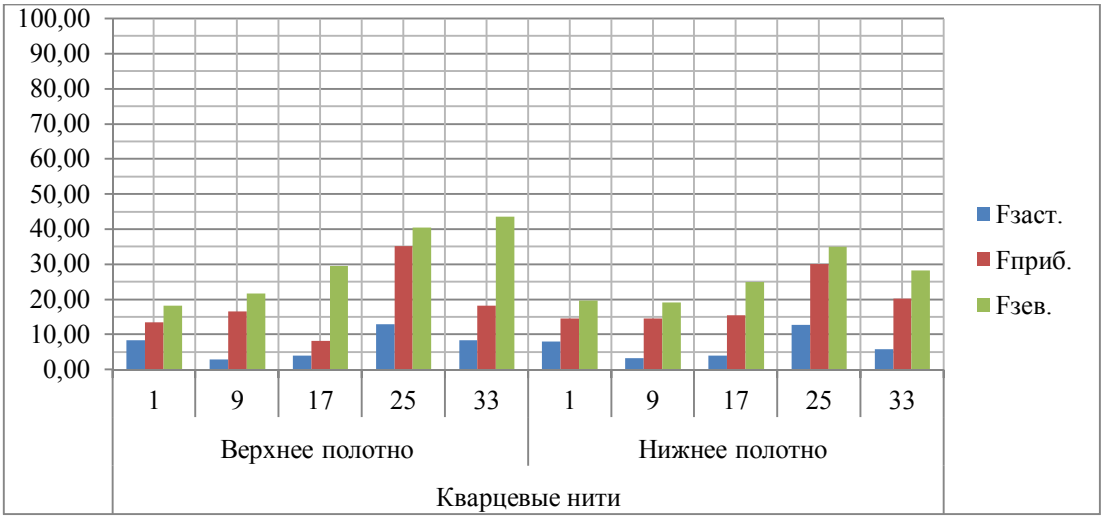


Рисунок 4.23 - Изменение F_o кварцевых нитей по глубине шпулярника центральной стойки шпулярника при заступе, прибое и зевообразовании.

Таблица 4.4

Среднее натяжение основных нитей (F_o) на станке КПТЗ-160С при выработке многослойной комбинированной углеродно-кварцевой полой ткани в зависимости от их расположения по глубине центральной стойки шпулярника

Вид нитей	Среднее натяжение основных нитей (Fo), сН														
	при заступе					при прибое					при зевообразовании				
	Номер вертикального ряда по глубине шпулярника (центральная стойка)														
	1	9	17	25	33	1	9	17	25	33	1	9	17	25	33
Верхнее полотно															
Углерод	29,60	8,50	16,42	13,82	42,40	49,25	44,28	38,72	61,10	66,58	79,22	51,30	60,10	57,68	95,30
Кварц	8,38	2,95	4,08	13,04	8,50	13,60	16,58	8,22	35,20	18,32	18,28	21,80	29,68	40,50	43,60
Нижнее полотно															
Кварц	8,02	3,30	4,20	12,82	5,87	14,68	14,68	15,47	30,18	20,28	19,83	19,23	25,03	35,00	28,30
Углерод	5,50	9,22	7,08	8,82	8,20	22,88	39,60	24,88	45,18	40,02	31,72	50,00	33,22	49,05	38,10

Исходя из этого, приходим к выводу, что F_o в процессе выработки МКПТ при переходе от 1-ого к 33-ему вертикальному ряду шпулярника имеет устойчивую тенденцию к увеличению при значительных колебаниях по абсолютной величине [5.4].

Натяжение углеродных нитей при зевообразовании, то есть в наиболее напряженном состоянии, имеют следующие значения: в верхнем полотне полой ткани $F_{оср}$=79.22 сН, $F_{омах}$=191,8 сН, $F_{оmin}$ = 19,3 сН; в нижнем полотне F_o = 36,48/93,3-8,1) сН (см. табл. 4.3).

При этом внутри выборки коэффициент вариации составляет С = 9,18/(18,3-4,8) % (для углеродных нитей верхнего полотна) и С = 14,81/(22,1-5,1) % (для углеродных нитей нижнего полотна), в отдельных случаях при зевообразовании С доходит до 17-20 %, при прибое до 15-25% и при заступе до 30-45 % ; $C_{ср}$ не более 16 % и не более 31% соответственно в верхнем и нижнем полотнах полой ткани. Для кварцевых нитей $C_{ср}$ = 12,1/(13,2-9,3) %.

В целом можно отметить, что наибольшие колебания F_o наблюдаются у углеродных нитей нижнего полотна МКПТ.

На центральной стойке 9-ого, 17-ого,25-ого и 33-его рядов шпулярника колебания F_o практически имеют ту же закономерность, что на 1-ой ряду, при C_{max} до 29 % и C_{min} = 5,9 %.

Имеющиеся колебания F_o могут быть связаны с системой нагружения катушек, при которой происходит сматывание нити в момент увеличения натяжения (открытие зева), но нет надежной компенсации после его снижения (положение заступа при использовании каретки закрытого зева). Поэтому появляется необходимость подматывания провисающих нитей. Неавтоматизированное регулирование исключает поддержание постоянства натяжения основных нитей на ткацком станке.

На рис. 4.24 показано натяжное устройство, используемое на шпулярнике станка КПТЗ-160С. Оно состоит из системы направляющих и грузов (наездников), которые создают заправочное натяжение основных нитей. При этом груз, расположенный перед катушкой, имеет возможность перемещения

вниз по крайней мере в двух случаях: при сматывании нити с катушки; и при падении F_o при переходе нитей в заступ после открытия зева.

Рисунок 4.24 - Фото натяжного устройства на шпулярнике станка КПТЗ-160С

Ожидается, что опускание груза приведет к выравниванию натяжения основных нитей. Однако, как показали экспериментальные исследования, эта система не всегда обеспечивает вывод «лишней» длины основы из зоны тканеформирования и не исключает провисания основных нитей. Этот факт констатирует так же ряд авторов [3.17, 3.18, 3.19].

На ткацких станках нового поколения для выравнивания F_o используются различные системы компенсации.

В данной работе рассматривались несколько вариантов, в том числе:

3-х роликовое натяжное устройство (А) и система «направляющий валик-компенсирующее скало» (Б) для каждого из 2-х ткацких навоев. В рассматриваемых вариантах имеется подвижной компенсирующий элемент (рис. 4.25). Однако, учитывая конструктивные особенности шпулярника, было выбрано более простое устройство в виде дополнительных подвижных валиков, которые установлены между 1-ыми вертикальными рядами катушек и гребенкой (рис. 4.26). Компенсация осуществляется за счет перемещения валика по дуге вверх-вниз под воздействием изменяющегося F_o. Это решение реализовано в конструкции нового станка СТ-160, который проходит опытно-промышленную эксплуатацию.

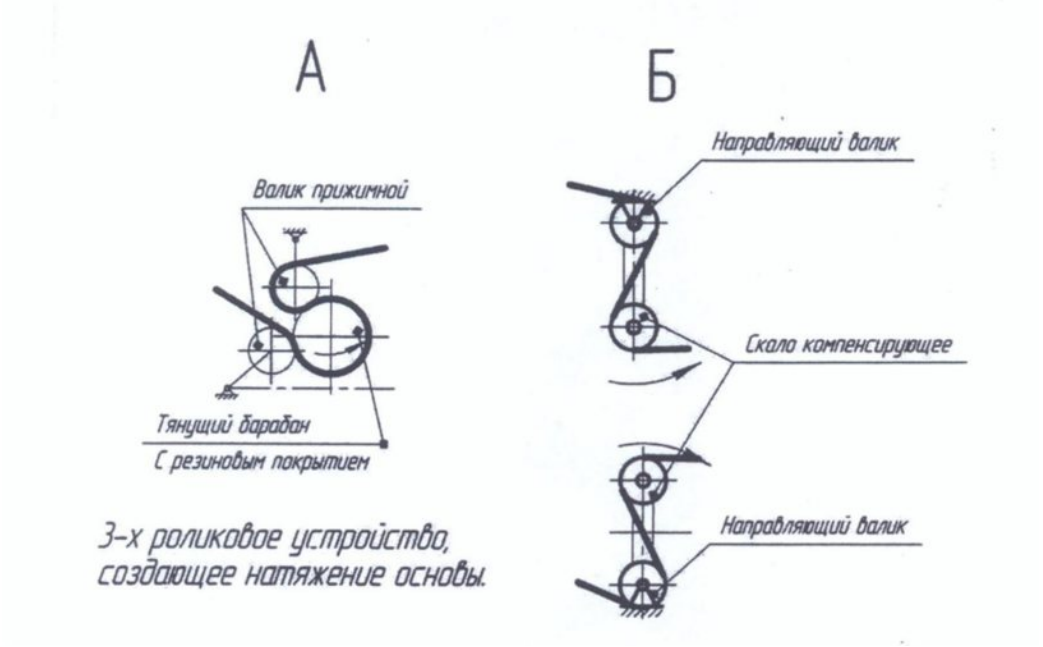


Рисунок 4.25 - Схемы компенсирующих устройств

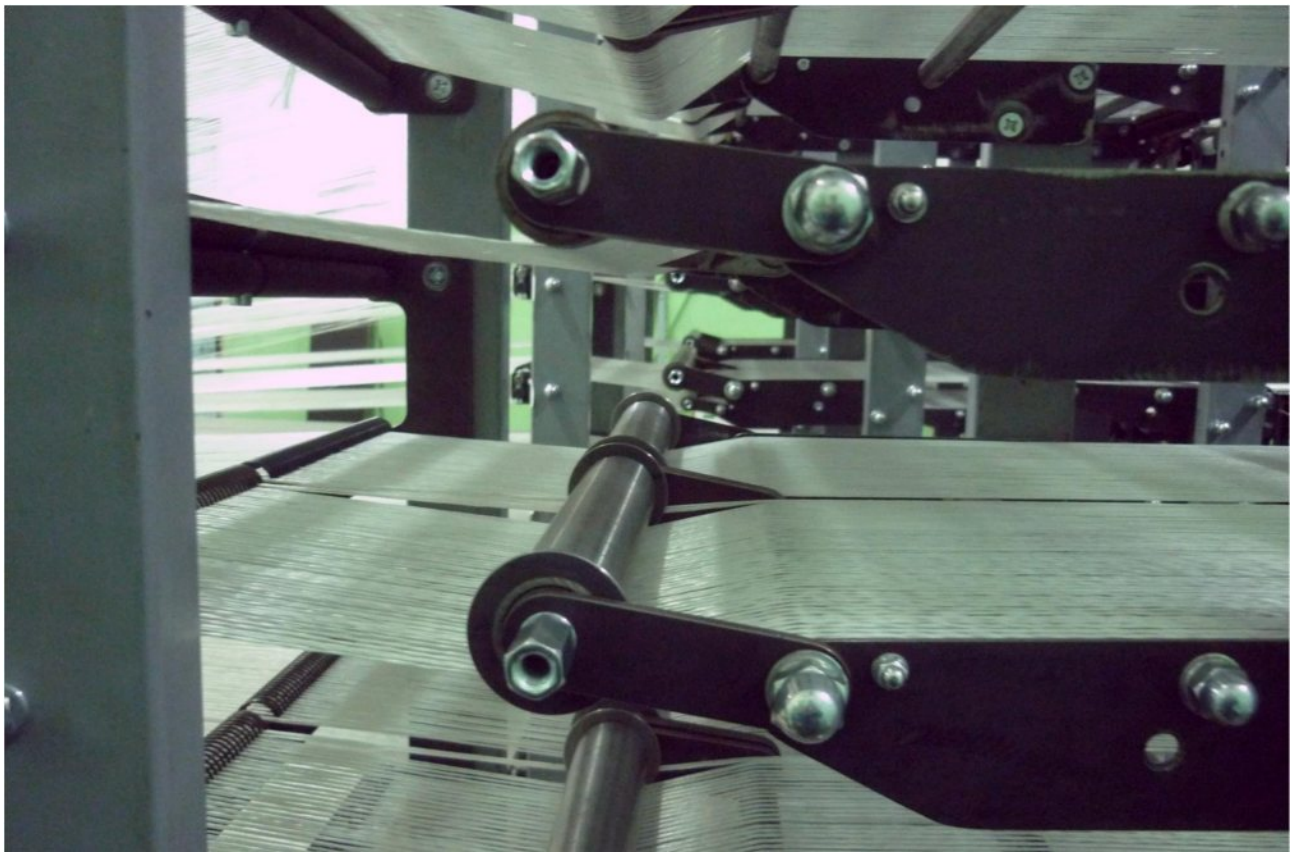


Рисунок 4.26 - Фото валика для компенсации натяжения основных нитей на новом станке СТ-160

Для подтверждения полученных результатов были проведены записи F_o не только на центральной, но и на правой крайней стойке шпулярника: в начале – 2-ой вертикальный ряд и в конце – 32-ой вертикальный ряд.

Рисунок 4.27 - Натяжение основных нитей (Fo) на станке КПТЗ-160 С при выработке МКПТ в зависимости от их расположения на шпулярнике

Рисунок 4.28 - Натяжение основных нитей (Fo) на станке КПТЗ-160 С при выработке МКПТ в зависимости от их расположения на шпулярнике

F_o углеродных и кварцевых нитей верхнего и нижнего полотен МКПТ на правой стойке (рис. 4.27, 4.28) имеют характер, аналогичный F_o на центральной стойке шпулярника (см. рис. 4.17-4.21).

А именно:

– в процессе ткачества F_o углеродных нитей больше, чем кварцевых;

– F_o при образовании уточных перекрытий больше, чем при образовании основных перекрытий в МКПТ;

– F_o углеродных и кварцевых нитей имеют значительные колебания по величине;

– в большинстве случаев максимальное F_o наблюдается при зевообразовании;

– при переходе от 2-ого к 32-ому вертикальному ряду шпулярника увеличения F_o не происходит, за исключением углеродных нитей нижнего полотна.

В табл. 4.5 приведены данные, характеризующие F_o углеродных и кварцевых нитей при заступе, прибое и зевообразовании на правой стойке шпулярника. В целом оно меньше, чем на центральной стойке. При заступе F_o незначительно (3-12 сН) и в отдельных случаях падает до 0 сН, при этом некоторые нити провисают. При прибое и зевообразовании F_o на правой стойке (рис. 4.29) меньше, чем на центральной в 1,5-2 раза (см. рис. 4.22-4.23).

Таблица 4.5

Среднее натяжение основных нитей (F_o) на станке КПТЗ-160С при выработке многослойной комбинированной углеродно-кварцевой полой ткани в зависимости от их расположения по глубине правой стойки шпулярника

Вид нитей	Среднее натяжение основных нитей (Fo), сН					
	при заступе		при прибое		при зевообразовании	
	Номер вертикального ряда по глубине шпулярника (правая стойка)					
	2	32	2	32	2	32
Верхнее полотно						
Углерод	11,92	11,25	32,48	33,32	53,30	48,02
Кварц	4,82	3,75	10,18	4,72	21,05	24,65
Нижнее полотно						
Кварц	5,98	4,90	19,55	20,18	22,42	30,52
Углерод	4,22	9,62	14,88	46,80	22,00	62,60

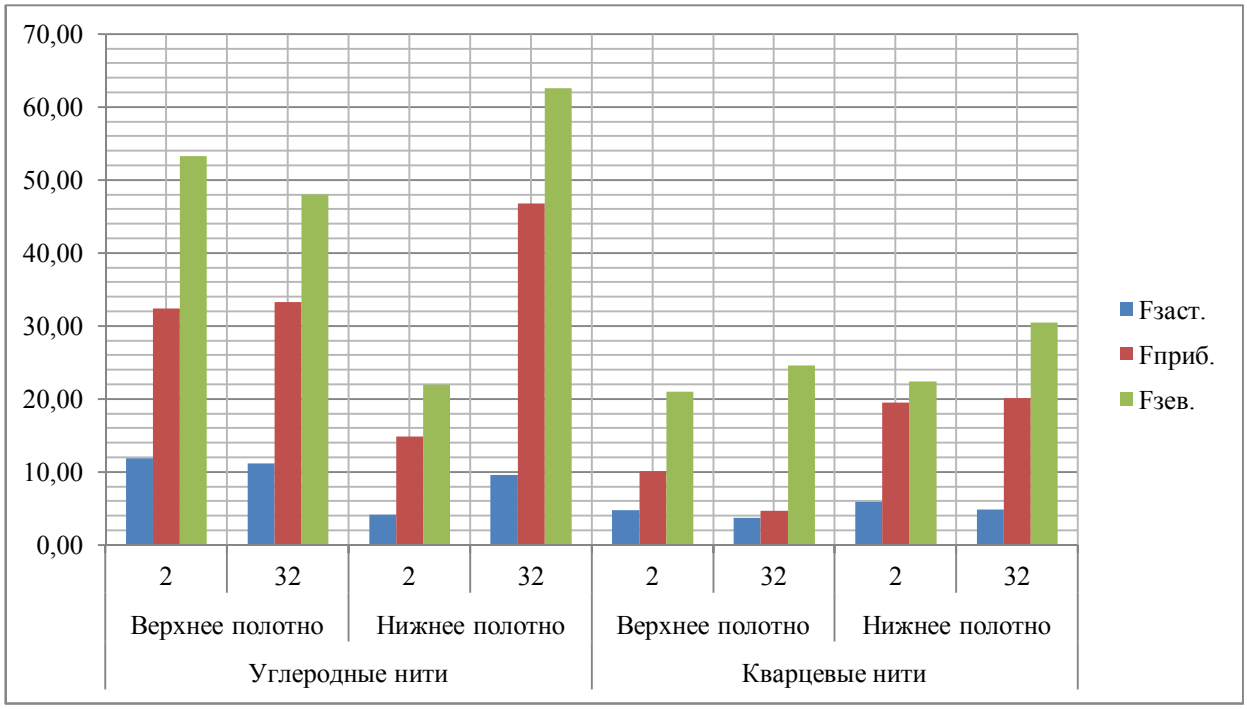


Рисунок 4.29 - Изменение F_o кварцевых нитей по глубине шпулярника правой стойки шпулярника при заступе, прибое и зевообразовании.

Таким образом, в процессе исследований условий выработки многослойной комбинированной углеродно-кварцевой полой ткани на станке КПТЗ-160С были определены величины и характер изменений F_o углеродных и кварцевых нитей в различных полотнах полой ткани. Установлены изменения F_o по глубине шпулярника за один цикл работы ткацкого станка и за раппорт переплетения многослойной комбинированной ткани. Выявлено соотношение F_o при заступе, прибое и зевообразовании. Приведены статистические характеристики измеряемых параметров.

4.2.3 Исследование F_o в зависимости от расположения нитей по высоте шпулярника

Рассмотрим изменение F_o при переходе от 1-ого (верхнего) горизонтального ряда до 18-ого (нижнего) ряда центральной стойки шпулярника. Экспериментальные данные представлены в виде графиков (см. рис. 4.17-4.21), которые построены по записям F_o для наиболее напряженного состояния углеродных и кварцевых нитей, то есть для периода зевообразования.

Во всех исследуемых случаях F_o углеродных нитей больше, чем F_o кварцевых нитей как в верхнем, так и в нижнем полотнах полой ткани. Это является следствием того, что углеродные нити пробраны в крайние горизонтальные ряды шпулярника. (1-ый, 2-ой, 3-ий, 4-ый и 16-ый, 17ый, 18-ый). Такое их расположение приводит к увеличению углов охвата этими нитями направляющих гребенок в зоне выхода из шпулярника (рис. 4.30). Так, на крайних верхних рядах угол перегиба составляет 40-45 градусов, на крайних нижних рядах 30-32 градуса, а при постепенном переходе к середине проборки угол перегиба основных нитей в гребенке уменьшается до 20-15-10-5-0 градусов. Естественно, что этот факт оказывает существенное влияние на падение F_o кварцевых нитей, которые практически не имеют изгиба.

На рис. 4.31 представлена проборка основных нитей в скальное устройство, откуда видно, что внешние ряды имеют больший перегиб, а

следовательно, более напряженные условия при формировании многослойной ткани.

Таким образом, основным фактором, влияющим на характер изменения F_o по высоте шпулярника являются значения величины углов перегиба конструктивно-заправочной линии ткацкого станка КПТЗ-160С в зоне «шпулярник-скальное устройство».

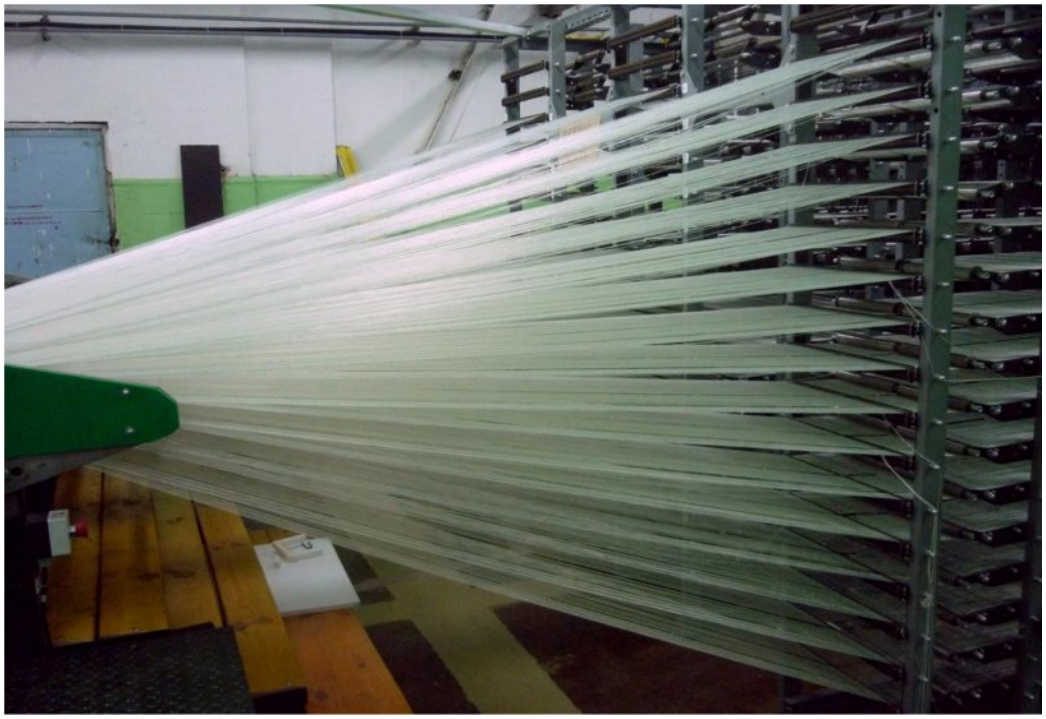


Рисунок 4.30 - Фото основных нитей в зоне «шпулярник-слало»

Рисунок 4.31 - Фото расположения основных нитей в скальном устройстве

Другим значимым фактором, оказывающим существенное влияние на F_o, является высота зева, на которую отклоняются нити основы при зевообразовании. Высота зева у 1-ой ремизки составляет 225 мм, у 16-ой ремизки - 135мм. Таким образом, углеродные нити, пробранные в первые ремизки (с 1-ой по 4-ую), для образования чистого зева отклоняются от среднего уровня на большую высоту по сравнению с другими.

Различия в заправке основных нитей в ремиз влияют на величину F_o углеродных и кварцевых нитей. Так, максимальное F_o характерно для углеродных нитей, пробранных в первые ремизки (см. рис. 4.17-4.21). В этом случае происходит одновременное влияние двух факторов, приводящих к увеличению F_o: угол перегиба основных нитей и высота зева.

Изменение F_o при переходе от 1-ой ремизки до 16-ой, учитывая средние значения натяжения по всем вертикальным рядам шпулярника представлены в табл. 4.6, 4.7.

Для выяснения общей тенденции изменения F_o по вертикали заправки шпулярника суммируем значения натяжений по всем вертикальным рядам, то есть $F_{o\,ср}$ = сумма $F_{o\,i}$ /n ,

где:

i - номер вертикального ряда шпулярника (1, 9, 17, 25, 33-ий),

n - число вертикальных рядов (зон исследования).

Результаты расчетов представлены в табл. 4.6 (центральная стойка) и в табл. 4.7 (правая боковая стойка). Обнаружено, что максимальное натяжение характерно для углеродных нитей верхнего полотна. (1-4 ремизки) Сравним уровень F_o этих нитей с последующими горизонтальными рядами. Из табл. 4.6 видно, что при заступе у всех кварцевых нитей и у углеродных нитей в нижнем полотне F_o снизилось в 2,8-3,2 раза. При прибое и зевообразовании исследуемый параметр преобладает у углеродных нитей обоих полотен. Он падает при переходе к нижним ремизкам (нижним рядам) в момент прибоя-зевообразования соответственно: в 3,5-2,2; 2,7-2,7; 1,51-1,7 раза.

Таблица 4.6

Среднее натяжение основных нитей (F_o) при заступе, прибое и зевообразовании на станке КПТЗ-160С в зависимости от расположения основных нитей по высоте центральной стойки шпулярника

Вид нитей	Среднее натяжение основных нитей (F_o), сН ($F_{o1}+F_{o9}+F_{o17}+F_{o25}+F_{o33}$)/5		
	при заступе	при прибое	при зевообразовании
Верхнее полотно			
Углерод	22,1	51,99	68,72
Кварц	7,39	14,72	30,77
Нижнее полотно			
Кварц	6,84	19,02	25,48
Углерод	7,76	34,51	40,42

Для F_o правой боковой стойки шпулярника просматривается та же зависимость: нити крайних рядов имеют большее натяжение, чем нити средних; при этом нити верхних рядов имеют максимальное натяжение, так как на них оказывает влияние не только высота раскрытия зева, но и угол перегиба основных нитей в направляющих (см. таблицу 4.7).

Таблица 4.7

Среднее натяжение основных нитей (F_o) при заступе, прибое и зевообразовании на станке КПТЗ-160С в зависимости от расположения основных нитей по высоте правой стойки шпулярника

Вид нитей	Среднее натяжение основных нитей (F_o), сН (F_{o2} + F_{o32})/2		
	при заступе	при прибое	при зевообразовании
Верхнее полотно			
Углерод	11,58	32,90	50,66
Кварц	4,28	7,45	22,85
Нижнее полотно			
Кварц	5,44	19,86	26,47
Углерод	6,92	30,84	42,30

Следовательно, при выработке МКПТ на натяжение углеродных и кварцевых основных нитей оказывает существенное влияние проборка нитей в ремиз и расположение катушки по высоте шпулярника, то есть удаление ее вверх или вниз по вертикальному ряду. При этом наблюдаются значительные колебания абсолютных значений натяжений углеродных и кварцевых основных нитей на всех вертикальных рядах шпулярника.

Для определения значений статистических характеристик было рассмотрено F_o за количество оборотов главного вала станка, соответствующее 5-7 R_y. Измерения и обработка экспериментальных данных проводилась для углеродных и кварцевых нитей с 1-ого по 18-ый горизонтальный ряд каждой вертикальной стойки шпулярника (табл. 4.8, 4.9, 4.10).

Среднее отклонение значений F_o углеродных и кварцевых нитей при заступе, прибое и зевообразовании свидетельствуют о стабильности процесса. Это характерно для верхнего и нижнего полотен полой ткани.

Среднее отклонение как мера разброса F_o составляло:

– при заступе для углеродных нитей 3,3-0,3 сН, для кварцевых нитей 1,7-0,1сН;

– при прибое для углеродных нитей 11,3-0,3 сН, для кварцевых нитей 1,4-0,4 сН;

– при зевообразовании для углеродных нитей 25,8-0,5 сН, для кварцевых нитей 5,8-0,4 сН.

При этом стандартное отклонение выборки (б) не превышало:

– для углеродных нитей при заступе 4,1 сН; при прибое – 16,5 сН; при зевообразовании – 15,1 сН;

– для кварцевых нитей при заступе 1,6 сН; при прибое 1,7 сН; при зевообразовании 2,3 сН.

Таблица 4.8

Натяжение основных нитей (F_o) при заступе на станке КПТЗ-160С при выработке МКПТ в зависимости от их расположения по высоте центральной стойки шпулярника

Вид нити	№ ряда	Положение ремизки	F_o при заступе, сН			
			Среднее значение	Среднее отклонение	Стандартное отклонение выборки	Коэффициент вариации, %
Верхнее полотно полой ткани						
Углеродные	1	верхнее	85,2	2,4	3,3	3,8
		нижнее	86,5	2,5	3,1	3,6
	2	верхнее	18,0	1,3	1,6	8,9
		нижнее	19,8	3,3	4,1	20,8
	3	верхнее	6,5	0,4	0,5	7,8
		нижнее	6,5	0,5	0,7	10,9
	1'	верхнее	4,9	0,7	1,0	20,6
		нижнее	5,3	1,3	1,5	28,6
Кварцевые	4	верхнее	7,1	0,7	0,9	12,2
		нижнее	7,3	0,8	1,0	14,3
	5	верхнее	8,2	1,3	1,6	19,6
		нижнее	9,7	0,7	1,1	11,4
	6	верхнее	7,5	1,1	1,3	13,0
		нижнее	9,3	1,2	1,4	14,5
	7	верхнее	8,0	0,8	0,9	10,9
		нижнее	8,1	0,6	0,7	9,1
	8	верхнее	8,4	0,9	1,0	12,0
		нижнее	8,4	0,5	0,6	7,6
	9	верхнее	8,3	0,6	0,7	11,3
		нижнее	9,1	0,7	0,8	8,5
Нижнее полотно полой ткани						
Кварцевые	10	верхнее	10,3	0,8	1,0	9,4
		нижнее	10,4	0,7	0,8	7,4
	11	верхнее	3,3	0,5	0,6	16,9
		нижнее	5,1	1,2	1,5	29,9
	12	верхнее	4,7	0,9	1,1	10,5
		нижнее	6,8	1,0	1,3	11,0
	13	верхнее	8,1	0,1	0,2	2,3
		нижнее	9,0	0,6	0,7	8,4
	14	верхнее	7,1	0,5	0,7	9,6
		нижнее	7,6	0,7	0,8	10,7
	15	верхнее	8,5	0,8	0,9	8,5
		нижнее	9,3	0,7	0,8	9,7
Углеродные	16'	верхнее	8,8	1,9	2,5	28,6
		нижнее	8,7	3,1	3,9	45,1
	16	верхнее	3,3	1,1	1,6	47,8
		нижнее	5,2	1,4	1,6	30,7
	17	верхнее	7,3	1,7	8,1	20,5
		нижнее	9,1	1,5	9,3	29,0
	18	верхнее	2,8	0,3	0,3	10,5
		нижнее	3,1	0,4	0,6	18,3

Таблица 4.9

Натяжение основных нитей (Fo) при прибое на станке КПТЗ-160 С при выработке МКПТ в зависимости от их расположения по высоте центральной стойки шпулярника

Вид нити	№ ряда	Положение ремизки	F_o **при прибое**, сН			
			Среднее значение	Среднее отклонение	Стандартное отклонение выборки	Коэффициент вариации, %
Верхнее полотно полой ткани						
Углеродные	1	верхнее	92,6	2,7	3,6	3,9
		нижнее	118,8	4,4	6,3	5,3
	2	верхнее	27,5	4,2	4,7	17,2
		нижнее	53,8	11,3	16,5	30,7
	3	верхнее	8,5	0,5	0,7	8,2
		нижнее	10,9	0,9	1,3	11,5
	1'	верхнее	12,8	1,0	1,4	10,8
		нижнее	13,5	1,0	1,3	9,6
Кварцевые	4	верхнее	9,2	0,7	1,0	10,4
		нижнее	14,3	1,4	1,7	11,7
	5	верхнее	10,2	1,2	1,5	14,3
		нижнее	13,9	0,7	0,8	5,9
	6	верхнее	12,3	1,1	1,3	9,3
		нижнее	13,7	1,2	1,3	9,8
	7	верхнее	9,7	0,8	0,9	9,6
		нижнее	13,0	1,0	1,3	9,7
	8	верхнее	10,4	0,9	1,0	9,9
		нижнее	13,2	0,9	1,3	9,5
	9	верхнее	11,8	1,0	1,1	9,7
		нижнее	13,2	1,0	1,2	9,9
Нижнее полотно полой ткани						
Кварцевые	10	верхнее	12,6	0,9	1,2	9,3
		нижнее	15,3	1,1	1,5	9,9
	11	верхнее	5,6	0,4	0,6	11,2
		нижнее	18,1	1,4	1,9	10,4
	12	верхнее	8,5	0,4	0,6	8,7
		нижнее	10,3	0,7	0,8	9,0
	13	верхнее	9,9	0,4	0,7	6,7
		нижнее	12,0	0,7	0,9	7,6
	14	верхнее	10,3	0,8	1,1	10,4
		нижнее	13,3	1,2	1,4	10,2
	15	верхнее	12,7	0,9	1,1	9,7
		нижнее	13,5	1,1	1,3	10,1
Углеродные	16'	верхнее	21,0	4,0	5,3	25,2
		нижнее	43,5	3,3	4,1	9,4
	16	верхнее	7,4	0,6	0,8	10,2
		нижнее	11,2	1,2	1,6	13,9
	17	верхнее	6,5	0,7	0,9	17,0
		нижнее	8,7	1,1	9,2	19,7
	18	верхнее	4,0	0,3	0,4	10,2
		нижнее	6,8	0,8	1,0	14,1

Таблица 4.10

Натяжение основных нитей (Fo) при зевообразовании на станке КПТЗ-160 С при выработке МКПТ в зависимости от их расположения по высоте центральной стойки шпулярника

Вид нити	№ ряда	Положение ремизки	F_o при зевообразовании, сН			
			Среднее значение	Среднее отклонение	Стандартное отклонение выборки	Коэффициент вариации, %
Верхнее полотно полой ткани						
Углеродные	1	верхнее	93,3	3,4	4,5	4,8
		нижнее	191,8	25,8	35,1	18,3
	2	верхнее	31,9	4,8	5,6	17,6
		нижнее	69,5	4,3	5,7	8,3
	3	верхнее	8,1	0,5	0,7	8,6
		нижнее	19,3	1,4	1,9	10,1
	1'	верхнее	12,6	1,5	2,2	17,8
		нижнее	36,3	2,9	4,0	11,1
Кварцевые	4	верхнее	10,0	1,2	1,5	14,7
		нижнее	21,0	1,3	2,1	9,9
	5	верхнее	10,4	1,2	1,4	13,9
		нижнее	19,6	1,2	1,5	7,7
	6	верхнее	12,1	1,3	1,4	12,0
		нижнее	17,3	1,2	1,5	8,3
	7	верхнее	10,3	0,8	1,1	10,5
		нижнее	16,0	1,0	1,1	7,2
	8	верхнее	10,4	0,8	1,1	10,2
		нижнее	16,5	1,0	1,3	7,9
	9	верхнее	12,0	0,9	1,1	8,5
		нижнее	18,5	1,2	1,3	6,3
Нижнее полотно полой ткани						
Кварцевые	10	верхнее	13,9	1,1	1,3	9,3
		нижнее	20,2	1,3	1,5	7,6
	11	верхнее	11,8	0,9	1,2	10,4
		нижнее	25,1	1,8	2,1	8,5
	12	верхнее	11,3	1,1	1,2	9,2
		нижнее	20,5	1,3	1,5	10,1
	13	верхнее	10,8	0,4	0,5	4,3
		нижнее	13,5	0,8	1,0	7,6
	14	верхнее	11,4	0,9	1,3	11,5
		нижнее	20,5	1,8	2,3	11,4
	15	верхнее	23,0	0,8	1,2	8,5
		нижнее	35,0	0,9	1,4	9,7
Углеродные	16'	верхнее	32,0	1,0	1,6	5,1
		нижнее	57,5	5,3	7,7	13,4
	16	верхнее	10,1	1,2	1,7	16,3
		нижнее	15,0	2,0	2,4	15,7
	17	верхнее	12,5	0,9	1,3	22,1
		нижнее	45,0	1,1	1,6	15,7
	18	верхнее	4,9	0,6	0,9	17,5
		нижнее	9,4	0,9	1,2	12,7

Рассматривая значения коэффициентов вариации по всем предыдущим позициям, можно сказать, что $C \ll 33\%$. Следовательно экспериментальные значения составляют однородные выборки.

Представляет интерес статистическая обработка части генеральной совокупности, характеризующейся видом основных нитей: углеродных или кварцевых.

На диаграммах (см. рис. 4.17-4.21 и 4.27-4.28) F_o углеродных нитей намного больше кварцевых, при этом наблюдаются их значительные колебания по абсолютной величине в 3-10-18 раз (табл. 4.11). Объяснение этому явлению, как нам представляется, связано с конструкцией натяжного устройства шпулярника, которое при $F_o \geq 50$ сН не всегда осуществляет функцию выравнивания натяжения основных нитей. Иллюстрацией к этим рассуждениям являются результаты статистического анализа выборки значений F_o углеродных нитей. Для них стандартное отклонение находится на уровне среднего значения и коэффициент вариации составляет 106,3-113,8 %.

При тех же условиях (1-ый ряд, центральная стойка, F_o при зевообразовании) натяжение кварцевых нитей изменяется в пределах 12,24/23,0-10,0 сН и 20,3/35,0-13,5 сН с незначительным стандартным отклонением 3,5-5,5 сН , C = 2,4 % для нитей верхнего полотна полой ткани и C = 27,0 % для нижнего полотна этой же ткани, что меньше допустимой величины (C = 33 %) для утверждения однородности выборки.

Таблица 4.11

Натяжение основных углеродных и кварцевых нитей при выработке многослойной комбинированной ткани (на примере первого ряда центральной стойки шпулярника)

№ п/п	F_o при зевообразовании, сН			
	Углеродные нити		Кварцевые нити	
	положение ремизки			
	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее
1	93,3	191,8	10,0	21,0
2	31,9	69,5	10,4	19,6
3	8,1	19,3	12,1	17,3
4	12,6	36,3	10,3	16,0
5	32,0	57,5	10,4	16,5
6	10,1	15,0	12,0	18,5
7	12,5	45,0	13,5	20,2
8	4,9	9,4	11,8	25,1
9	—	—	11,3	20,5
10	—	—	10,8	13,5
11	—	—	11,4	20,5
12	—	—	23,0	35,0
Среднее значение, сН	25,7	55,5	12,3	20,3
Среднее отклонение, сН	20,0	38,1	2,0	3,4
Стандартное отклонение выборки, сН	29,2	59,0	3,5	5,5
Коэффициент вариации, %	113,8	106,3	28,8	27,0

Таким образом, при исследовании F_o в зависимости от расположения нитей основы по высоте шпулярника от 1 до 18 ряда, наблюдалось:

– увеличение натяжения основных нитей в крайних рядах всех стоек шпулярника;

– более равномерное и меньшее по величине F_o в средних рядах шпулярника с 4-ого по 13-ый;

– увеличение натяжения и его колебаний в большей степени у углеродных нитей основы, особенно в верхнем полотне полой ткани;

– статистическая обработка подтверждает сделанные предположения.

4.3 Исследование натяжения углеродных и кварцевых уточных нитей (F_y)

Натяжение уточных нитей в процессе ткачества является мало изученным параметром, хотя, как известно, от соотношения F_o и F_y зависит не только процесс тканеобразования, но и строение ткани. [2.18, 2.19, 3.33, 3.34, 3.35].

Характер расположения нитей особенно важен для технических тканей, выработанных из химических нитей и используемых в качестве армирующих материалов композитов. Из ранее проведенных работ [2.16, 3.1-3.4, 3.10-3.13, 3.16, 4.1] известно, что «свойства стеклопластиков в большой мере зависит от свойств армирующего наполнителя, так как он составляет 50-80 % стеклопластика…» [3.11].

Недостаток фактических данных по $F_{y,}$ по-видимому, является следствием отсутствия надежной системы исследования, в которой преодолены такие технические трудности, как:

– разработка датчика, способного непрерывно информировать об изменениях F_y в динамических условиях работы ткацкого станка;

– выбор системы обработки экспериментальных данных с представлением их в принятых единицах измерения;

– получение визуального и графического изображения протекающего процесса.

В данной работе эти проблемы решены посредством применения автоматизированной информационно-измерительной системы (АИИС), к которой подключен датчик, обеспечивающий запись натяжения уточной нити в процессе ткачества.

Датчик F_y тензометрического типа размещен непосредственно в челноке (рис. 4.32, 4.33) в котором направляющий глазок заменен гибким элементом цилиндрической формы, что позволяет непрерывно воспроизводить F_y при полете челнока в разных направлениях: слева-направо (фиксируется положительная величина) и справа-налево (фиксируется отрицательная величина). Это является следствием конструктивных особенностей датчика.

Обработка экспериментальных данных проводилась по абсолютному значению F_y.

Рисунок 4.32 - Фото челнока (вид сбоку) с датчиком натяжения утка

Рисунок 4.33 - Фото челнока (вид сверху) с датчиком натяжения утка

На рис. 4.34, 4.35 представлены тензограммы F_y углеродных нитей Урал-Н/22×1×2 (410 текс) и кварцевых нитей КС 11-17×2×2×3×3 (610 текс) за период срабатывания одной уточной шпули, что составляет $7R_y$ (224 прокидки утка). По мере сматывания как у углеродных, так и у кварцевых уточных нитей F_y

увеличивается. На тензограммах наглядно видны колебания натяжения и возрастание его по мере сматывания с уточного початка, а также разница в F_y при изменении направления полета челнока.

Фактические значения F_y углеродных и кварцевых нитей представлены табл. 4.12, 4.13, в которых массив данных поделен в соответствии с количеством записанных раппортов (от 1 до 7). Анализ полученных результатов показывает, что F_y обоих видов нитей в процессе сматывания с уточного початка от начала до конца паковки увеличивается практически в 2 раза, однако F_y существенно отличаются по абсолютной величине при изменении направления полета челнока. При полете челнока с углеродной нитью «слева-направо» F_y изменяется от 46,4 сН до 98,1сН; «справа-налево» - от 13,9 сН до 40,0 сН. Для кварцевых нитей эти показатели имеют аналогичную закономерность (рис. 4.36, 4.37).

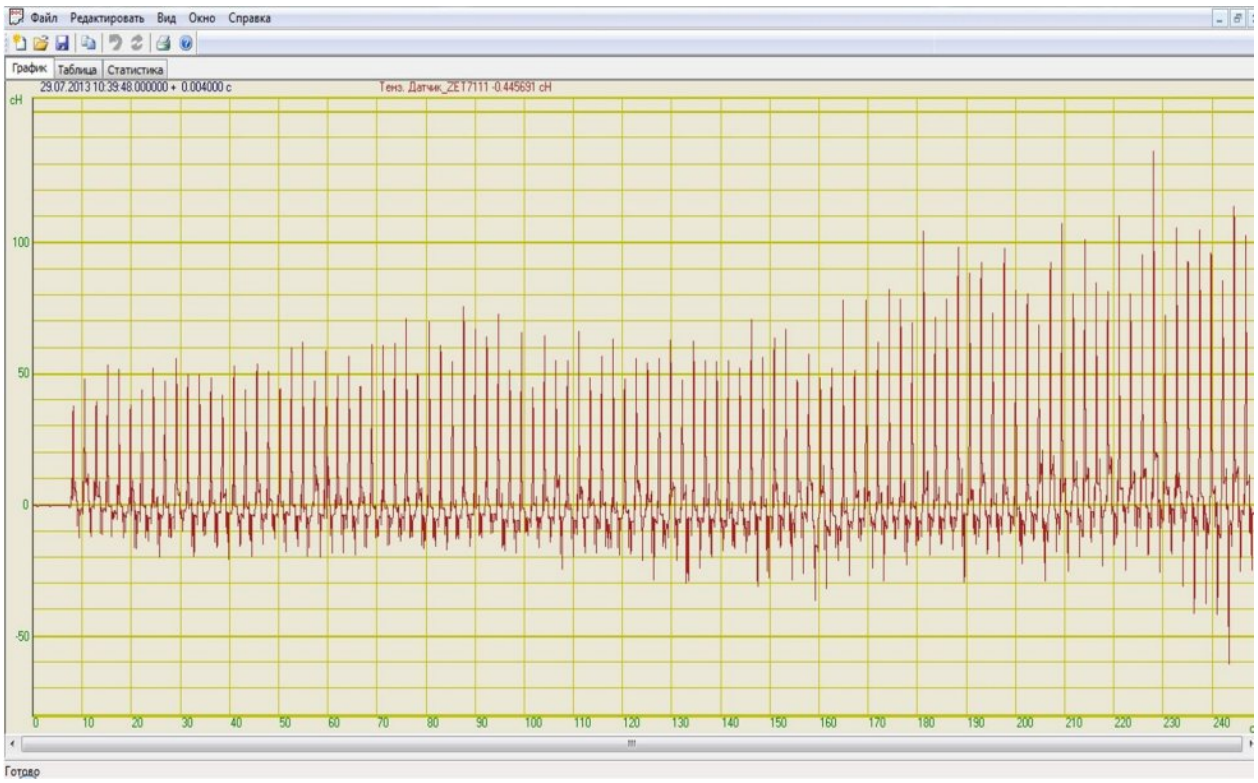


Рисунок 4.34 - Тензограммы F_y углеродных нитей за время сматывания с одной уточной шпули.

Рисунок 4.35 - Тензограммы F_y кварцевых нитей за время сматывания с одной уточной шпули.

Если рассматривать F_y по мере сматывания и сравнивать его с учетом направления движения челнока, то F_y «слева-направо» больше, чем «справа-налево»: для углеродных нитей в 3,3; 3,5; 3,6; 2,6; 3,3; 4,6; и 2,25 раза в соответствии с номером раппорта по утку и в среднем отличается в 2,9 раза. Подобная ситуация наблюдается для F_y кварцевых нитей, увеличение следующее: в 2,9; 2.8; 3,2; 3,1; 2,6; 2,8 и 2.7 раза при том же среднем значении - 2,9 раза. Столь существенное различие в F_y при изменении направления объясняется наличием свободного участка уточины между глазком челнока и кромкой ткани, длина которого больше у правой челночной коробки.

Таким образом, установлено, что F_y при прокладывании его в зеве является нестабильным и изменяется с его возрастанием.

Колебания значений F_y может оказать существенное влияние на структуру многослойной полой ткани и, особенно, на формирование зоны условного шва. Из практики многослойного ткачества известно, что чаще всего зона условного шва с разных сторон полой ткани отличается по строению: на одной стороне могут образовываться петли, на другой - кромка затянута. В

процессе исследования было установлено, что это связано с разнонатянутостью уточных нитей.

На челночных ткацких станках отсутствует устройство, поддерживающее F_y постоянным, поэтому возникает такой дефект.

Нарушение строения зоны условного шва на полых многослойных тканях снижает их прочностные характеристики, приводит к отклонению толщины ткани в этой зоне от толщины ткани в фоне, что существенно осложняет процесс получения стеклопластиков на их основе.

Таблица 4.12

Натяжение углеродной нити Fy по мере сматывания с уточной шпули

Номер прокидки в R_y	Номер раппорта по утку						
	1	2	3	4	5	6	7
Направление полета челнока "справа-налево"							
1		19,278	15,302	18,991	25,592	17,575	19,058
3	11,923	15,491	17,038	19,183	37,747	20,386	31,528
5	11,703	12,903	13,535	21,362	29,886	11,261	36,926
7	10,977	16,058	16,153	27,328	20,447	20,825	43,588
9	5,893	15,869	13,440	17,197	27,582	14,038	63,446
11	10,788	15,366	10,599	20,805	12,997	29,413	61,426
13	16,342	19,058	17,859	28,467	24,521	18,332	24,298
15	13,440	17,133	18,964	22,626	30,392	23,383	
17	20,258	18,173	11,859	18,460	13,629	19,595	
19	12,680	18,774	16,534	16,849	22,845	14,322	
21	9,744	16,491	14,703	17,352	14,261	21,585	
23	18,744	12,146	25,153	17,889	19,531	15,839	
25	11,135	15,460	18,555	29,666	14,764	26,288	
27	17,386	13,470	18,237	27,254	17,291	16,595	
29	21,869	11,575	19,406	14,703	26,700	18,362	
31	16,028	16,028	17,277	27,771	15,555	25,058	
Среднее значение, сН	13,927	15,830	16,538	21,619	22,109	19,554	40,039
Среднее отклонение, сН	3,608	3,360	2,523	4,313	6,205	3,763	13,813
Стандартное отклонение выборки, сН	4,373	2,380	3,451	5,023	7,446	4,830	17,263
Коэффициент вариации, %	31%	15%	21%	23%	34%	25%	43%

Направление полета челнока "слева-направо"							
2	35,999	52,478	62,170	48,184	57,434	72,934	108,545
4	41,776	50,458	55,194	54,687	47,931	100,748	91,940
6	38,431	44,144	75,681	54,150	51,593	83,163	96,548
8	53,174	58,255	67,062	56,772	76,440	82,849	84,741
10	51,910	62,265	65,802	61,664	51,279	67,410	86,542
12	37,326	46,259	71,231	48,110	75,525	92,636	114,072
14	43,164	59,772	51,373	61,414	61,664	107,693	104,538
16	53,488	50,204	64,255	54,721	80,258	79,849	
18	48,026	55,289	44,000	52,289	77,545	101,379	
20	54,245	45,154	64,886	55,099	68,295	84,869	
22	48,975	61,255	53,931	51,721	104,538	80,545	
24	50,867	62,170	53,329	67,758	71,829	107,535	
26	47,681	61,603	67,822	56,299	78,555	80,238	
28	40,356	69,336	48,941	64,981	94,781	96,129	
30	52,951	49,258	57,751	67,252	86,069	135,507	
32	44,238	71,484	64,981	47,711	94,907	71,735	
Среднее значение, сН	46,413	56,212	60,526	56,426	73,665	90,326	98,132
Среднее отклонение, сН	4,980	7,056	7,395	5,092	12,786	13,668	9,359
Стандартное отклонение выборки, сН	5,814	8,360	8,741	6,347	16,705	17,371	11,240
Коэффициент вариации, %	13%	15%	14%	11%	22%	19%	11%

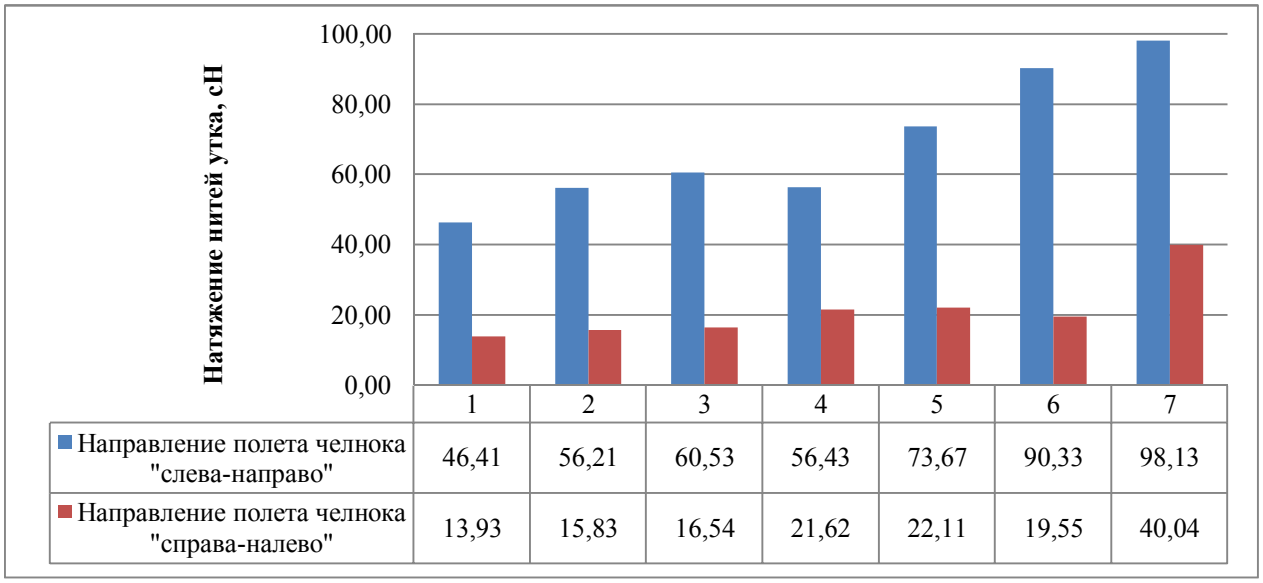
Таблица 4.13

Натяжение кварцевой нити Fy по мере сматывания с уточной шпули

Номер прокидки в R_y	Номер раппорта по утку						
	1	2	3	4	5	6	7
Направление полета челнока "справа-налево"							
1		19,565	16,342			24,521	39,896
3	12,680	19,720	16,342	21,521	27,234	42,673	29,382
5	10,883	17,197	16,785	19,376	32,950		38,379
7	16,879	17,606		23,953	23,132	32,822	29,477
9	18,900	19,089	22,311	19,183	23,257	25,845	36,264
11	18,237	16,789		20,004	22,247	27,203	28,940
13	17,416	18,332	17,450	20,193	26,950	22,278	32,602
15	16,342	19,089	24,771	18,900	23,541		35,568

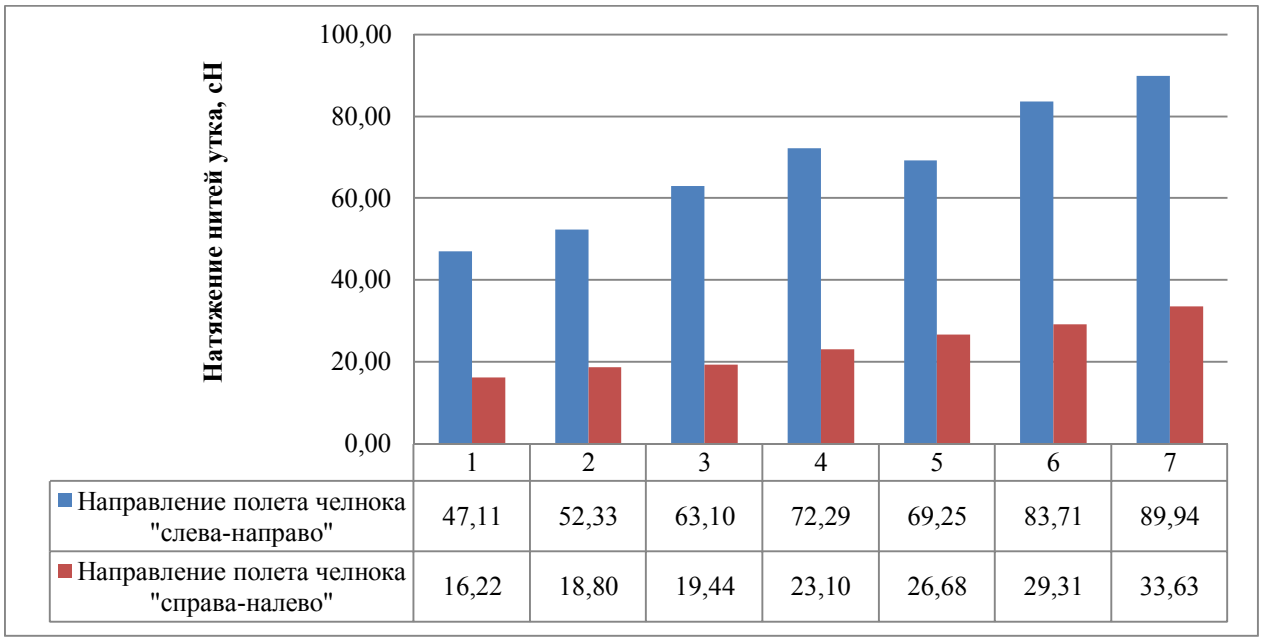
Продолжение таблицы 4.13

17	17,639		20,038	18,649	21,710	29,318	33,643
19	18,268	15,146	19,278	23,352	29,602	25,119	38,632
21		20,731	21,332	24,078	25,342	29,288	27,139
23	14,923		21,332	34,213	39,453	24,805	
25	12,808	19,595	19,376	30,801	27,853	26,477	
27	18,680	22,910	15,619	22,437	25,342	39,706	
29		17,828	20,984	28,403	26,572	24,393	
31	17,163	19,626	20,132	21,362	24,963	35,916	
Среднее значение, сН	16,217	18,802	19,435	23,095	26,677	29,312	33,629
Среднее отклонение, сН	2,088	2,679	2,122	3,497	3,198	4,839	3,747
Стандартное отклонение выборки, сН	2,592	1,883	2,658	4,655	4,612	6,211	4,450
Коэффициент вариации, %	16%	10%	14%	20%	17%	21%	13%
Направление полета челнока "слева-направо"							
2		54,089	53,046			71,640	98,318
4	43,323		59,991		90,518	89,447	75,397
6	46,353	58,066	61,981	74,860	66,180	83,353	95,190
8	45,343	60,937		62,360		91,025	85,248
10		47,995	60,150	78,555	62,485	91,782	89,761
12	39,850		51,089	73,346	62,170	78,049	100,180
14	48,721	60,907	64,474	72,113	57,877	83,258	72,778
16	49,951	48,941		71,799	72,998	68,710	98,792
18	50,333	60,086	62,708	69,451	57,941	91,805	89,984
20	56,677	46,194	63,654	77,512	68,420	75,052	100,589
22	40,829	50,677	70,126	64,410	85,217	77,765	83,069
24	47,174	52,762	61,444	66,623	60,782	95,728	
26	54,468	44,681	68,390	85,468	81,491	74,924	
28	42,691	50,238	67,633	63,086	61,130	90,424	
30	50,835	43,829	68,704	80,164	83,701	102,515	
32	42,944	53,268	69,968		58,633	73,819	
Среднее значение, сН	47,107	52,334	63,097	72,288	69,253	83,706	89,937
Среднее отклонение, сН	4,059	4,826	4,467	5,565	9,666	8,348	7,897
Стандартное отклонение выборки, сН	5,021	5,888	5,861	7,046	11,414	9,827	9,847
Коэффициент вариации, %	11%	11%	9%	10%	16%	12%	11%



	1	2	3	4	5	6	7
Направление полета челнока "слева-направо"	46,41	56,21	60,53	56,43	73,67	90,33	98,13
Направление полета челнока "справа-налево"	13,93	15,83	16,54	21,62	22,11	19,55	40,04

Рисунок 4.36 - Гистограмма F_y углеродных нитей по мере сматывания с уточной шпули



	1	2	3	4	5	6	7
Направление полета челнока "слева-направо"	47,11	52,33	63,10	72,29	69,25	83,71	89,94
Направление полета челнока "справа-налево"	16,22	18,80	19,44	23,10	26,68	29,31	33,63

Рисунок 4.37 - Гистограмма F_y кварцевых нитей по мере сматывания с уточной шпули

Используя возможности системы АИИС, увеличили тензограммы натяжения утка (рис. 4.34, 4.35) и получили в виде, удобном для анализа F_y за каждый цикл работы станка. На рис. 4.38, 4.39 представлены фрагменты диаграмм F_y в начале и конце сматывания уточной паковки с выделением характерных участков в соответствии с цикловой диаграммы работы боевого механизма ткацкого станка КПТЗ-160С (рис. 4.40).

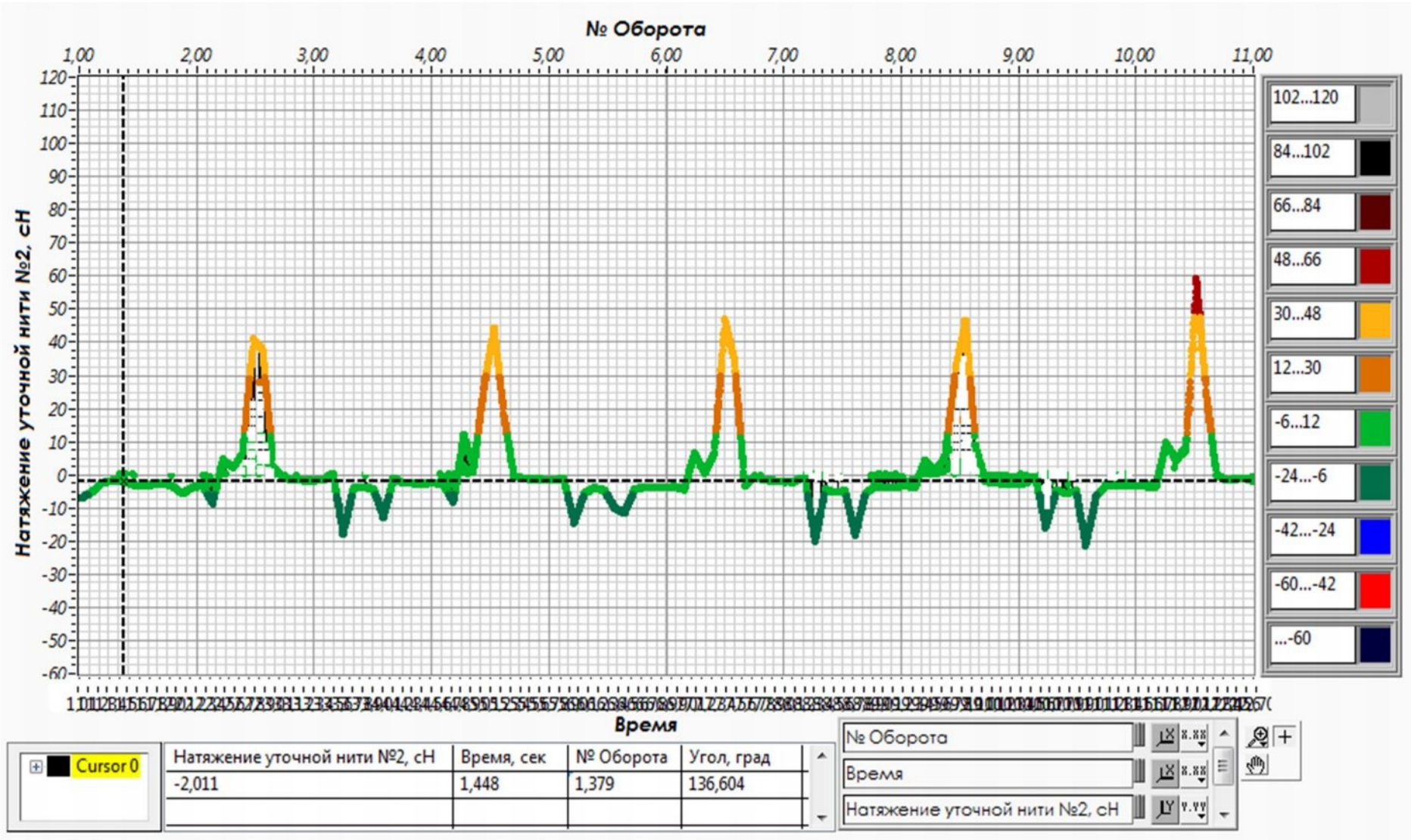


Рисунок 4.38 – Тензограмма F_y при сматывании уточной нити в начале шпули

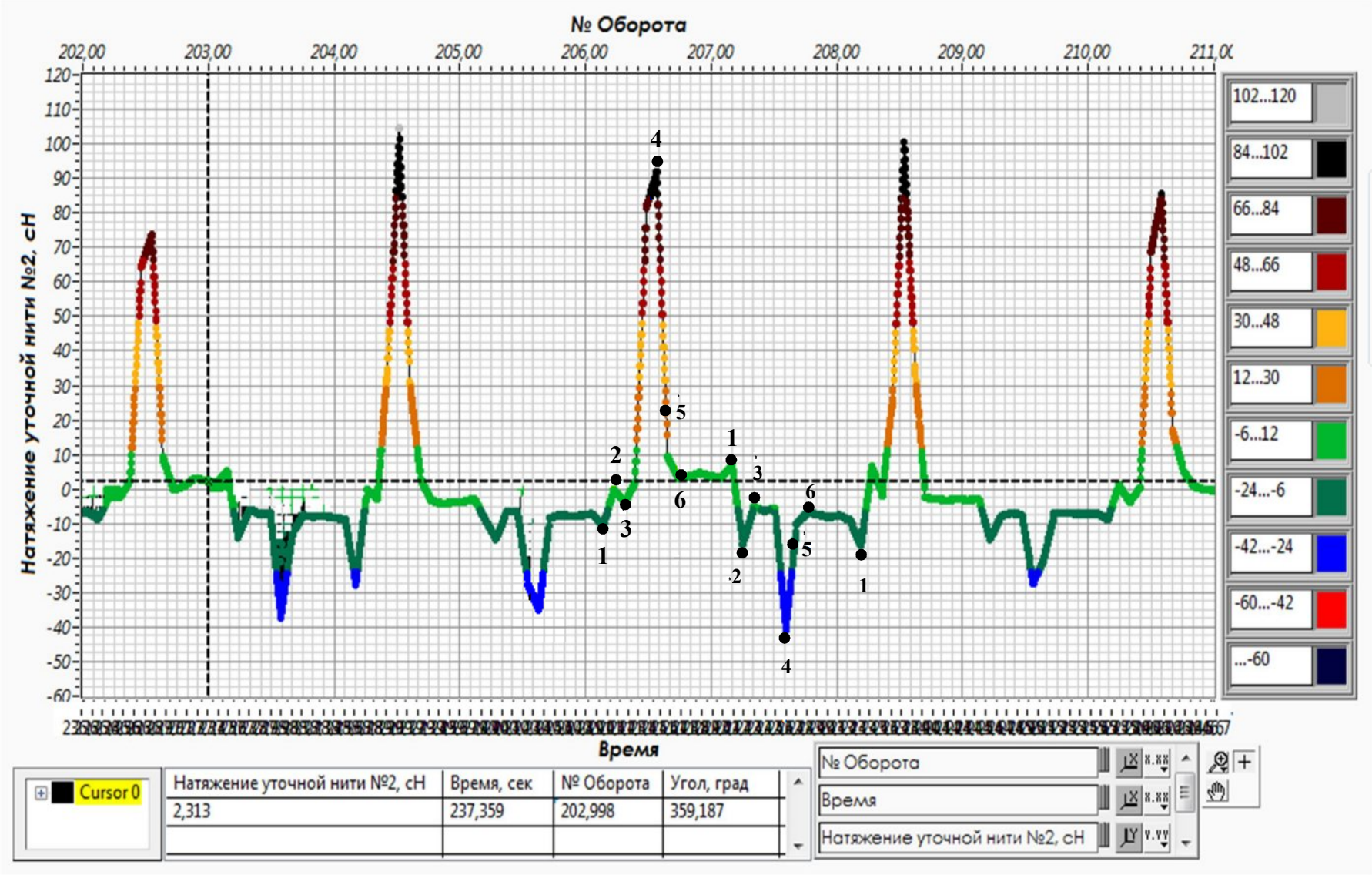


Рисунок 4.39 - Тензограмма F_y при сматывания уточной нити в конце шпули

Основные периоды движения челнока при выработке МКПТ:

Точки 1-2-3 - бой (60^o-120^o);

Точки 3-4-5 - полет челнока в зеве (120^o-230^o) ;

Точки 5-6 - торможение (230^o-270^o);

Точки 6-1 - челнок в челночной коробке (270^o-360^o-60^o).

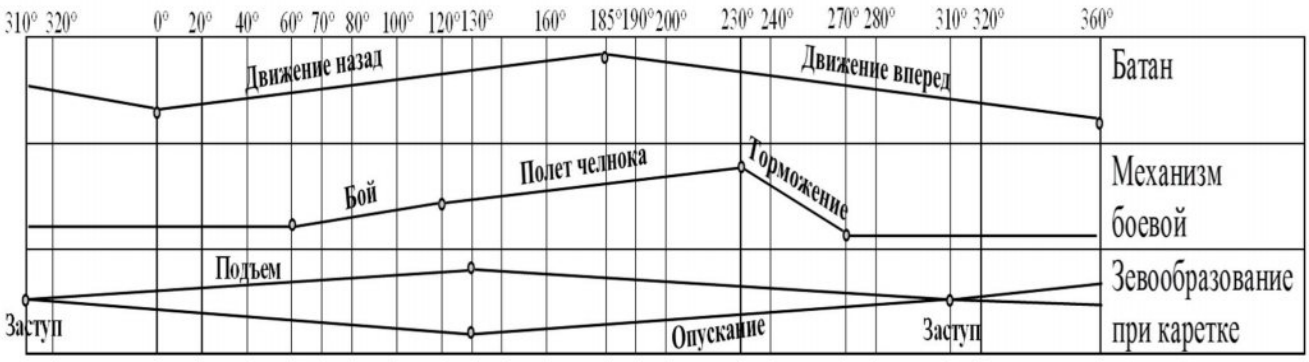


Рисунок 4.40 – Фрагмент цикловой диаграммы работы механизмов станка

Движение челнока начинается с процесса воздействия на него погонялки, при этом F_y увеличивается на 8-10 сН, затем оно падает до 0 сН из-за наличия и последующего выбора свободного конца уточной нити. При 180^o поворота главного вала F_y достигает максимума 40-60 сН (в начале сматывания, рисунок 7) и 105-110 сН (в конце сматывания, рисунок 8), затем из-за падения скорости челнока и его торможения F_y уменьшается до 0 сН в челночной коробке.

При движении челнока в противоположном направлении процесс повторяется в той же последовательности, но с меньшей амплитудой.

Наибольшего значения F_y достигает при 180^o (полет «слева-направо») и при 210^o (полет «справа-налево»), что соответствует процессу сматывания уточной нити с початка и усиления воздействия нити утка на датчик натяжения. Более поздний максимум F_y при полете «справа-налево» объясняется различием в длине свободного конца уточной нити, длина которого больше приблизительно на длину челнока [5.5].

Полученные результаты исследования натяжения уточных нитей в динамических условиях ткачества на станке КПТЗ-160С могут быть использованы при нормализации технологии выработки многослойных полых тканей различной структуры.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 4

1. Разработана новая система измерения натяжения основных и уточных нитей при изготовлении многослойной комбинированной углеродно кварцевой ткани, разработана программа обработки результатов экспериментального исследования программой просмотра АИИС.

2. Предложены конструкции датчиков для непрерывного измерения натяжения основных и уточных нитей в режиме реального времени при выработке многослойной комбинированной ткани сложной структуры.

3. Установлено, что особенностью технологии стекло ткачества является расположение нитей основы на шпулярнике, где каждая нить сматывается с отдельной катушки, что позволяет вырабатывать многослойные ткани из нитей разной линейной плотности, вида и структуры при использовании различных видов базовых переплетений.

4. Показано, что наиболее напряженное состояние характерно для основных нитей, образующих верхнее полотно, оно отличается наибольшими значениями и колебаниями натяжения основных нитей.

5. Установлено, что натяжение основных нитей при зевообразовании превышает натяжение основных нитей при прибое, что является отличных от обычных однослойных тканей.

6. Натяжение основных нитей в процессе выработки многослойной комбинированной полой ткани при переходе от 1-ого к 33-ему вертикальному ряду шпулярника имеет устойчивую тенденцию к увеличению при значительных колебаниях по абсолютной величине. Имеющиеся колебания F_o могут быть связаны с системой нагружения катушек, при которой происходит сматывание нити в момент увеличения натяжения (открытие зева), но нет надежной компенсации после его снижения (положение заступа), поэтому появляется необходимость подматывания провисающих нитей.

7. Натяжение углеродных и кварцевых основных нитей верхнего и нижнего полотен МКПТ на правой стойке имеет характер, аналогичный натяжению основы на центральной стойке шпулярника. В процессе ткачества

натяжение основных углеродных нитей больше, чем кварцевых; натяжение основных нитей при образовании уточных перекрытий больше, чем при образовании основных перекрытий в МКПТ; натяжение основных углеродных и кварцевых нитей имеют значительные колебания по величине; в большинстве случаев максимальное F_o наблюдается при зевообразовании; при переходе от 2-ого к 32-ому вертикальному ряду шпулярника увеличения F_o не происходит, за исключением углеродных нитей нижнего полотна.

8. При выработке МКПТ на натяжение углеродных и кварцевых основных нитей оказывает существенное влияние проборка нитей в ремиз и расположение катушек по высоте шпулярника, то есть удаление их вверх или вниз по вертикальному ряду. При этом наблюдаются значительные колебания абсолютных значений натяжений углеродных и кварцевых основных нитей на всех вертикальных рядах шпулярника.

9. Фактические значения натяжения уточных углеродных и кварцевых нитей показывает, что у обоих видов нитей в процессе сматывания от начала до конца паковки натяжение увеличивается практически в 2 раза. Однако они отличаются по абсолютной величине: при полете челнока «слева-направо» натяжение утка значительно превышает натяжение утка при полете его «справа-налево», это оказывает существенное влияние на структуру многослойной полой ткани и, особенно, на формирование зоны условного шва, установлено, что это связано с разнонатянутостью уточных нитей.

10. Натяжение уточных нитей имеет максимальную величину при полете в зеве в период сматывания утка, что отличается от условий его прокладывания при изготовлении обычных тканей, где максимальное натяжение утка имеет место при разгоне челнока.

11. Получена статистика данных по натяжению основных и уточных нитей, позволяющая прогнозировать напряженно-деформированное состояние нитей основы и утка на ткацком станке.

ГЛАВА 5. АНАЛИЗ СВОЙСТВ И СТРУКТУРЫ МНОГОСЛОЙНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ ТКАНЕЙ

5.1 Методика исследования тканей

Наиболее существенными свойствами с точки зрения использования многослойной комбинированной ткани в качестве армирующего материала многофункциональных композитов являются: поверхностная плотность ткани (кг/м^2), толщина ткани (мм), уработка основных и уточных нитей в ткани (%), разрывная нагрузка (кгс) и разрывное удлинение (%) ткани.

Методика испытаний МКПТ выбрана с учетом исходных свойств и особенностей многослойных стеклянных тканей и осуществлялась в соответствии с ГОСТ [1.3].

Определение поверхностной плотности ткани проводилось по методике, изложенной в [3.11]. При измерении толщины ткани особенностью являлось снижение удельного давления до 10 гс/см^2, что позволило исключить деформацию (сминание) поверхности ткани во время испытаний.

Уработки нитей основы и утка определялись по методу, принятому на кафедре ткачества МГТУ имени А.Н. Косыгина, который предполагает использование наклонной плоскости с прикрепленной к ней металлической линейкой, а также груза для распрямления нити. Расчеты проводились по известным формулам [2.20].

Разрывная нагрузка и удлинение определялись на разрывной машине FP-10 с постоянным нагружением и скоростью движения нижнего зажима 100 мм/мин. Расстояние между зажимами 100±1 мм.

Полоски многослойных комбинированных тканей готовились следующим образом. Из образца вырезали по три полоски ткани в направлении основы и утка шириной 50мм и длиной не менее 220 см. На середину накладывали шаблон шириной 80±2мм, выступающие из-под шаблона концы ткани проклеивали клеем БФ или спиртовым раствором фенолоформальдегидной

смолы резольного типа с добавлением пластификатора в каждое клеящее вещество. Таким образом, обеспечивалась защита хрупких нитей ткани от воздействия тисков разрывной машины. После отверждения клеящего вещества ткань делят на полоски и «подрезают» до ширины 25 мм.

Разрыв ткани на расстоянии менее 5мм от выступающей из зажима проклеенной части учитывают, если результат его превышает минимальное значение разрывной нагрузки, полученное при нормальном разрыве [2.21]. На рис. 5.1 показана поверхность комбинированной ткани со стороны углеродных (а) и кварцевых слоев (б) после их стандартного разрыва.

а.

б.

Рисунок 5.1 – Фото полосок тканей после их разрыва:
а - углеродный слой; б - кварцевый слой

При определении разрывных характеристик углеродных и кварцевых нитей применялась аналогичная методика испытания и подготовки образцов.

Поперечные размеры нитей до ткачества определялись с помощью прибора Микрофот (Юпитер 8) с увеличением в 10 раз по методике,

разработанной на кафедре ткачества МГТУ имени А.Н. Косыгина. Число испытаний не менее 50.

При проведении испытаний использовались ГОСТы и рекомендации, изложенные в работе [3.11].

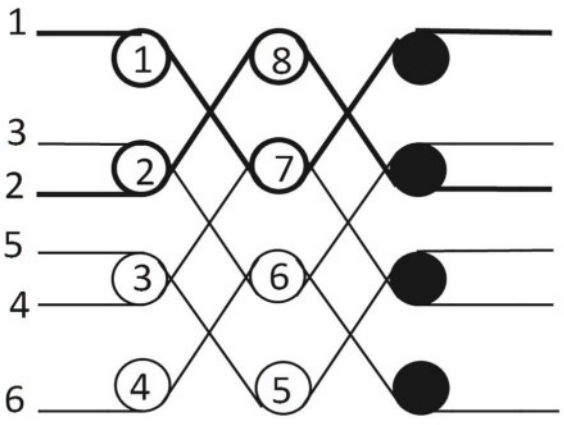
5.2 Свойства многослойных комбинированных тканей

В данной работе были спроектированы и выработаны три варианта МКПТ. Углеродные нити 410 текса образуют внешнюю поверхность полой ткани, из кварцевых нитей 612 текса формируется внутренняя поверхность тканого цилиндра. Опытные образцы отличались видом базового переплетения: рисунок 1а - полотняное; рисунок 1б - производное от полотняного; рисунок 1в - сатин и производное от полотняного.

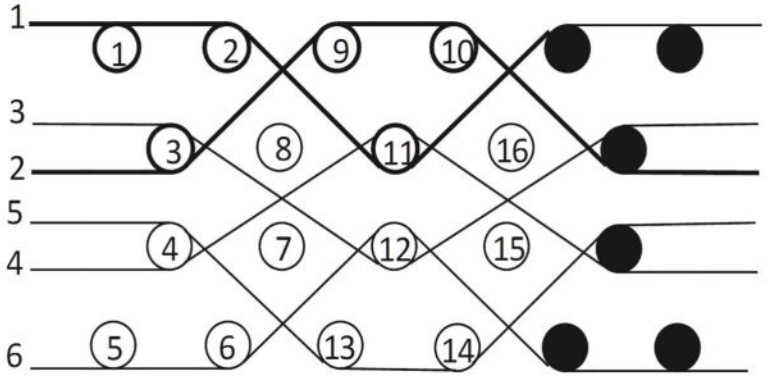
Во всех проектируемых тканях один верхний слой состоит из углеродных основных и уточных нитей; 3-ий и 4-ый слои образованы только кварцевыми нитями; 2-ой слой является переходным комбинированным, в котором прокладываются уточные кварцевые нити, переплетаясь с углеродными и кварцевыми основными нитями (рис. 5.1).

Необходимым условием для МКПТ было получение равномерной структуры ткани по толщине. Для этого в каждом слое, кроме переходного, используемые нити имели равную линейную плотность, диаметры углеродных и кварцевых нитей были близки по своему значению, число слоев в каждом полотне равно четырем, переплетение в зоне условного шва сохранялось.

а



б



в

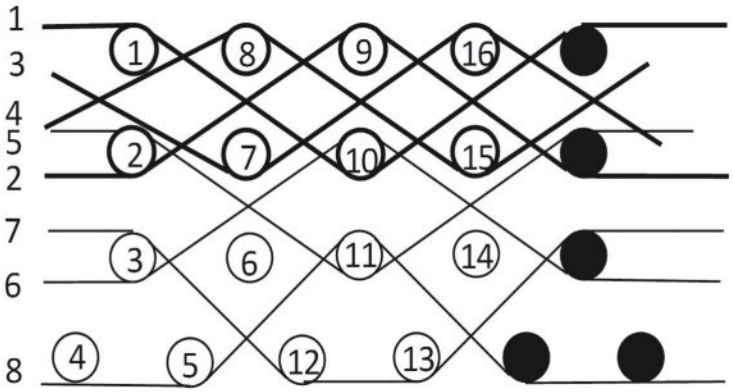


Рисунок 5.2 – Схемы разрезов вдоль основных нитей МКПТ различных базовых переплетений: а - полотняное; б - производное от полотняного**;** в - 4-х ремизный сатин и производное от полотняного

Учитывая исходную линейную плотность поставляемых нитей, для углеродных и кварцевых нитей выбрана схема кручения таким образом, чтобы получить $d_{угл} \sim d_{квар}$. Из углеродных нитей Урал Н/205-22 получены комплексные крученые нити 205текскх2 (410 текс), из кварцевых КС11-68 получены – 68текскх3х3 (612текс). Диаметр нитей был рассчитан по известной формуле: $d=0{,}1C\sqrt{0{,}1T}$. С учетом коэффициентов $C_{угл}=1{,}31$ и $C_{квар} = 1{,}12$ получены расчетные диаметры $d_{расч\ угл} = 0{,}839$ мм и $d_{расч\ квар} = 0{,}876$ мм.

В результате испытаний (табл. 5.1) было установлено, что расчетные и фактические значения диаметров отличаются на ±0,1 мм при стандартном отклонении 0,20 мм и малом коэффициенте вариации (21-24 %).

Таблица 5.1

Диаметр комплексных крученых нитей, мм

№ п/п	углеродная нить				кварцевая нить			
1	1,00	0,80	0,70	0,80	1,10	0,80	0,80	1,00
2	1,00	0,70	0,60	0,60	0,60	0,80	1,20	1,00
3	0,80	0,60	0,80	0,70	0,70	0,80	0,70	1,00
4	0,80	0,90	0,90	0,80	0,91	0,80	0,80	0,80
5	1,00	1,00	0,70	0,90	1,00	0,80	1,30	0,70
6	0,90	1,00	1,00	0,10	1,30	1,10	1,10	0,90
7	1,00	1,00	1,10	1,00	0,90	0,80	1,10	0,60
8	1,20	0,87	1,00	0,95	0,60	1,20	0,80	0,80
9	1,10	0,80	0,60	0,90	1,00	0,70	0,55	0,90
10	1,00	0,60	0,90	0,70	1,20	1,00	0,80	0,80
Среднее значение, мм	0,85				0,89			
Среднее отклонение, мм	0,15				0,16			
Стандартное отклонение выборки, мм	0,20				0,20			
Коэффициент вариации,%	23,38				21,87			

Следовательно, процесс трощения и кручения в 2 сложения для углеродных нитей и в 3×3 сложений для кварцевых нитей приводит к получению заданного диаметра. Некоторые изменения этого показателя отмечаются при перематывании с копс на катушки и на уточные шпули, повидимому, из-за влияния натяжения нитей в подготовительных операциях (рис. 5.3)

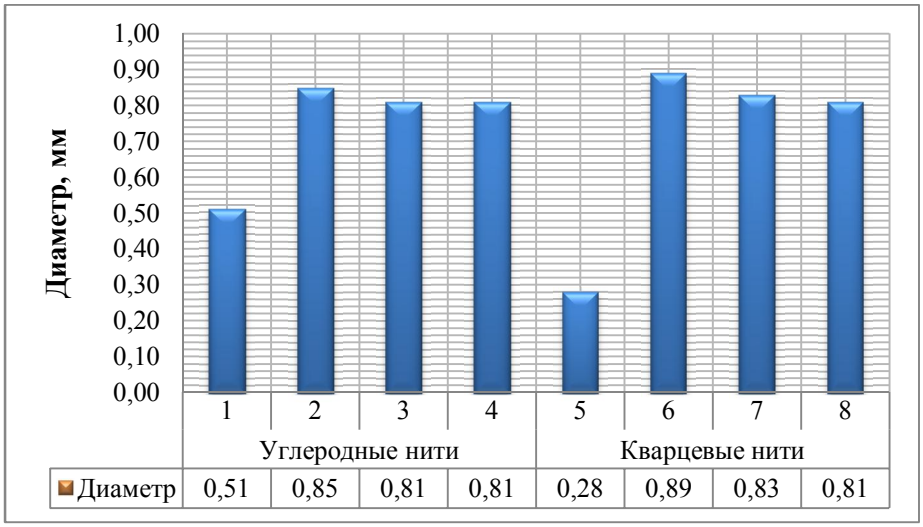


Рисунок 5.3 – Изменение диаметра углеродных и кварцевых нитей в процессе подготовки к ткачеству

1 – углеродные исходное нити 205 текс;

2 – углеродные нити на копсе 410 текс (205текс×2);

3 – углеродные основные нити на катушке 410 текс;

4 – углеродные уточные нити на шпуле 410 текс;

5 – кварцевые исходные нити 68 текс;

6 – кварцевые нити на копсе 612 текс (68текс×3×3);

7 – кварцевые основные нити на катушках 612 текс;

8 – кварцевые уточные нити на шпуле (612 текс).

Заданная поверхностная плотность многослойной ткани обеспечивалась толщиной нити и числом слоев $n_{сл} = 4$. Как показал эксперимент, использование 16 ремизок на станке КПТЗ-160С позволяет проводить устойчивый технологический процесс выработки полой ткани с выбранным числом слоев.

При иссследовании многослойной комбинированной ткани были определены следующие фактические свойства :

– поверхностная плотность ткани, как заданный параметр и показатель материалоемкости ткани и композитного материала на ее основе;

– толщина ткани, влияющая на технологию изготовления композита и область его использования;

– уработка нитей, косвенно характеризующая расположение нитей в ткани и влияющая на ее поверхностную плотность и реализацию прочности нитей;

– разрывные характеристики нитей основы и утка по всем переходам подготовки и ткачества для оценки изменения свойств используемых нитей, которые являются важными показателями при разработке композитных материалов конструкционного и многофункционального назначения.

Из табл. 5.2, 5.3, 5.4 и рис. 5.4 следует, что разница между уработкой основных (a_o) и уточных нитей (a_y) велика, что характерно для всех многослойных тканей этого класса. Вместе с тем, наблюдается уменьшение абсолютной величины и соотношения уработок (a_o/a_y) при переходе от 1-ого варианта базового переплетения (полотняное) ко 2-ому (производное от

полотняного), к 3-ему (сатин и производное от полотняного) соответственно: для углеродных нитей в 6,20, 5,34 и 4,51 раза; для кварцевых нитей в 9,59, 3,30 и 3,2 раза. Следует отметить, что в варианте 3 найдена существенная разница между значениями уработок утка во внешних и внутренних кварцевых слоях при практически прямолинейном расположении уточной кварцевой нити во внешнем слое (a_y = 0,6 %).

Таблица 5.2

Уработка основных и уточных нитей в многослойной комбинированной ткани (вариант 1)

№ п/п	Уработка нитей, %			
	основных		уточных	
	углеродных	кварцевых	углеродных	кварцевых
1	9,09	11,11	1,96	1,47
2	9,09	11,21	1,47	1,45
3	9,50	10,32	0,98	0,98
4	9,45	11,25	0,95	0,92
5	9,91	11,15	1,96	0,95
6	9,29	11,00	1,85	1,32
7	9,10	11,35	1,55	1,25
8	9,25	10,51	1,01	1,00
9	9,65	10,73	1,45	1,03
10	9,50	10,81	1,95	1,00
Среднее значение, %	**9,38**	**10,94**	**1,51**	**1,14**
Среднее отклонение,%	0,22	0,28	0,34	0,19
Стандартное отклонение выборки, %	0,27	0,34	0,42	0,21
Коэффициент вариации,%	2,88	3,11	27,56	18,79

Таблица 5.3

Уработка основных и уточных нитей в многослойной комбинированной ткани (вариант 2)

№ п/п	Уработка нитей, %			
	основных		уточных	
	углеродных	**кварцевых**	**углеродных**	**кварцевых**
1	8,25	6,10	1,48	1,96
2	7,83	6,54	1,96	2,44
3	7,80	6,54	0,99	1,96
4	7,40	6,98	1,48	1,94
5	8,26	6,52	1,47	1,48
6	8,31	6,16	1,45	1,93
7	7,93	6,49	1,93	2,42
8	7,72	6,52	1,05	1,99
9	7,35	6,95	1,48	1,94
10	8,20	6,51	1,52	1,51
Среднее значение, %	**7,91**	**6,53**	**1,48**	**1,96**
Среднее отклонение,%	0,29	0,18	0,19	0,20
Стандартное отклонение выборки,%	0,35	0,28	0,31	0,31
Коэффициент вариации,%	4,44	4,28	20,88	15,95

Таблица 5.4

Уработка основных и уточных нитей в многослойной комбинированной ткани (вариант 3)

№ п/п	Уработка нитей, %					
	основных			уточных		
	углеродных	**кварцевых**		**углеродных**	**кварцевых**	
	внешний слой	внешний слой	внутренний слой	внешний слой	внешний слой	внутренний слой
1	4,96	4,91	4,00	0,79	0,73	0,89
2	6,37	6,54	6,19	0,99	0,35	1,96
3	4,21	6,37	6,37	1,18	0,79	1,76
4	4,48	6,19	6,02	1,19	0,59	1,67
5	5,84	6,52	5,66	1,18	0,75	2,34
6	5,48	6,56	6,02	1,18	0,60	1,55
7	4,03	5,84	5,84	0,99	0,35	2,15
8	4,48	6,51	5,48	0,99	0,58	2,09
9	4,76	6,19	6,37	1,57	0,53	1,98
10	6,37	6,20	6,02	1,19	0,75	1,75
Среднее значение,%	**5,10**	**6,18**	**5,80**	**1,13**	**0,60**	**1,81**
Среднее отклонение.%	0,73	0,32	0,45	0,15	0,12	0,29
Стандартное отклонение выборки,%	0,87	0,50	1,38	0,21	0,16	0,40
Коэффициент вариации,%	17,00	8,11	23,88	18,32	26,46	22,25

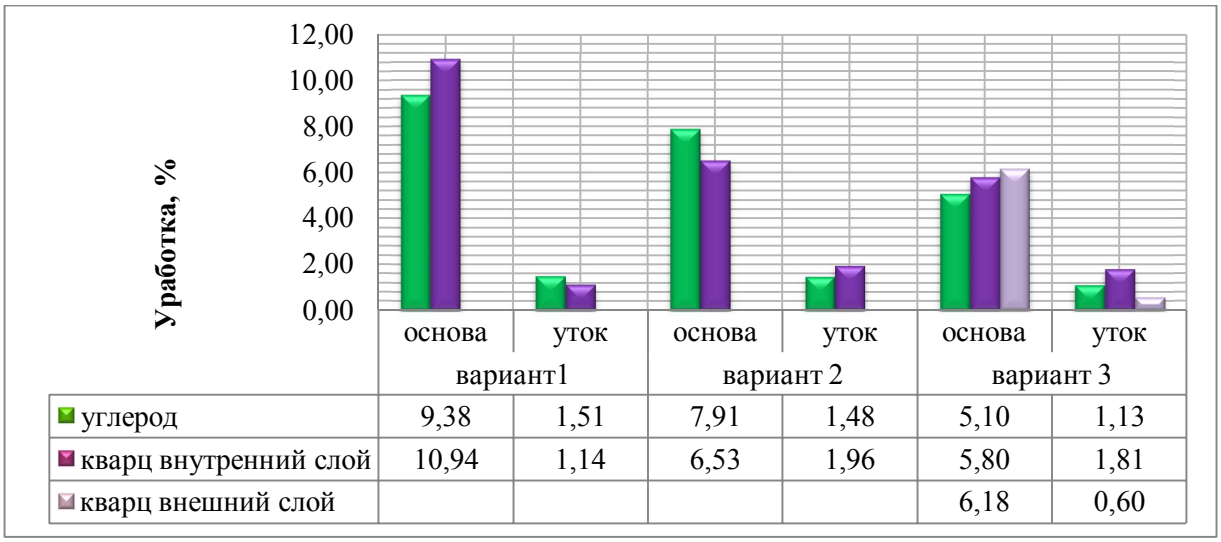


Рисунок 5.4 – Уработка нитей основы и утка в зависимости от вида базового переплетения

Установлено,что вид базового переплетения (табл. 5.6) существенно влияет на свойства многослойной комбинированной ткани. Так величина поверхностной плотности ткани колеблется и составляет 2,39кг/м^2; 2,59кг/м^2 и 2,43кг/м^2 при заданном значении 2,5±0,15кг/м^2. Наибольшая толщина получена у многослойной ткани полотняного переплетения, что согласуется с повышенной величиной уработок основных и уточных нитей в ней. Как известно, сатиновое переплетение за счет длинных уточных перекрытий позволяет получить более «застилистую» структуру. Это отразилось на таких показателях исследуемых тканей 3-его варианта, как толщина и объемное заполнение, последнее достигает 0,66 г/см^3 .

Из ранее проведенных работ [3.11, 4.39, 4.33, 4.34] известно, что увеличение количества волокна в объеме армирующего материала способствует получению композитов с повышенными прочностными показателями. По-видимому, значительное объемное заполнение многослойной ткани 3-его варианта и ее способность выкладываться по криволинейной поверхности, повлияли на выбор заказчиков.

После испытаний в пластике многослойная ткань, построенная на базе двух переплетений: сатинового и производного от полотняного - была принята за рациональный вариант. Выработка и дальнейшие исследования проводились по этому виду МКПТ (Приложение №3).

Определение прочностных характеристик этой ткани показало, что разрывные нагрузки полоски ткани по утку больше (453/490-425 кгс), чем по основе (388/395-380 кгс) при следующих значениях $P_у$ = 360н/дм и $P_о$ = 480н/дм.

Если рассчитать реализацию прочности нитей в многослойной комбинированной ткани как отношение ее разрывной нагрузки к количеству нитей в полоске, то получаем: в направлении основы 388/2,5×48 = 3,23 кгс, что составляет только 26,9 % от прочности нитей до ткачества; в направлении утка 453/2,5×36 = 5,03 кгс, что составляет 41,7 % (рис. 5.5).

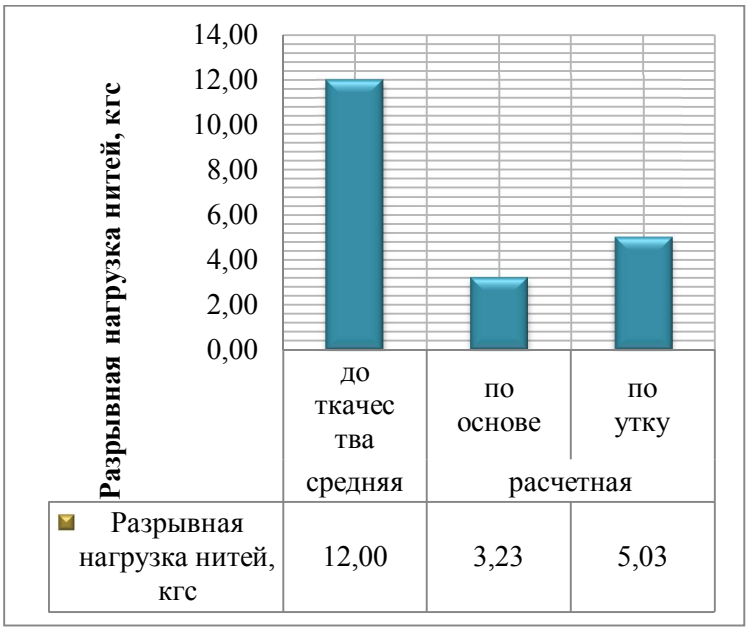


Рисунок 5.5 – Реализация прочности нитей в многослойной комбинированной ткани

С другой стороны, сравнивая прочность исходных нитей и вынутых из ткани, видим, что они отличаются незначительно и составляют 13,67-10,57 кгс (рис. 5.6). Падение этих показателей для основных нитей составляет 10-20 %, для уточных нитей 3-6 %.

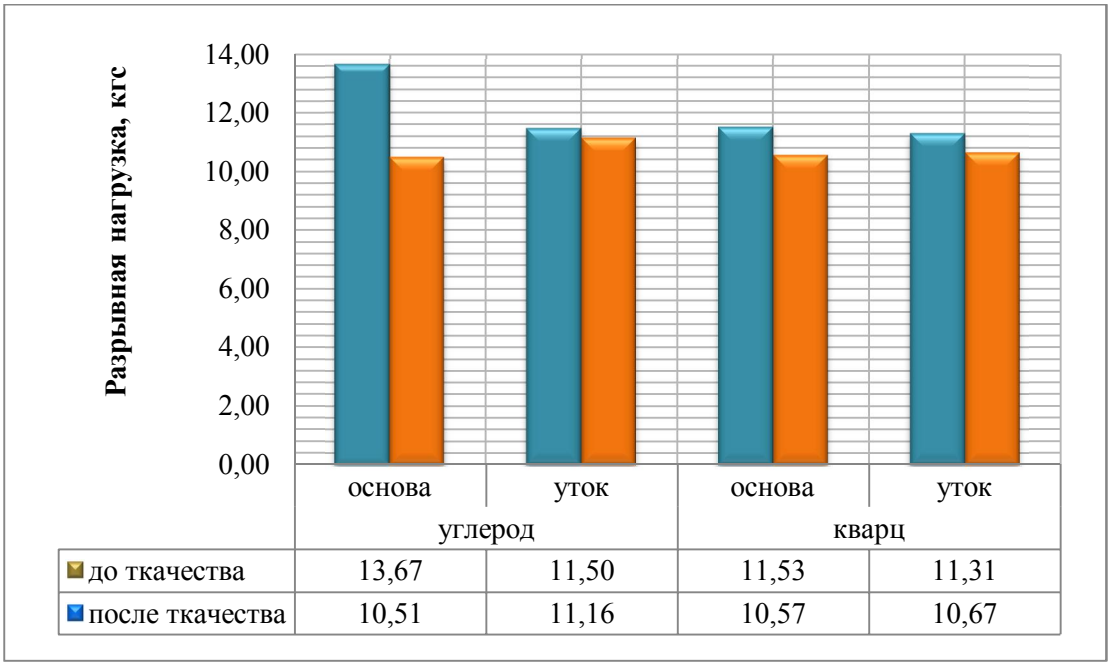


Рисунок 5.6 – Разрывная нагрузка нитей до и после ткачества

Разница в результатах (диаграммы на рис. 5.5 и 5.6) объясняется неодновременностью работы нитей при разрыве многослойных комбинированных тканей, а также изгибом нитей, особенно основных, переходящих в последующие слои ткани для их соединения.

Необходимо отметить, что во всех случаях степень реализации прочности уточных нитей выше, чем у нитей основы.

Разрывное удлинение исследуемых нитей изменяется незначительно: у углеродных нитей от 2,56- 2.36% до 2,52-1,92%; у кварцевых нитей от 1,88 - 1,76 % до 1,88 - 1,64 % и практически находится в пределах 1,5-2.5 %.

Таким образом, проведенные исследования показали, что физико-механические свойства многослойной комбинированной ткани зависят от вида переплетения (табл. 5.6). Рациональная многослойная комбинированная ткань характеризуется заданной поверхностной плотностью и толщиной, меньшей уработкой основных и уточных нитей в ткани при увеличении объемной плотности ткани до 0,66 г/см^3 (табл. 5.5) [5.7].

Таблица 5.5

Свойства многослойной комбинированной ткани рационального строения

Ткань	МКПТ
Линейная плотность нитей, текс углеродных кварцевых	 410 612
Плотность ткани в слое, н/дм по основе по утку	 42±2 45±2
Поверхностная плотность ткани, кг/м^2 (ТУ: 2,5±0,15)	2,43
Толщина ткани, мм	3,65
Объемная плотность ткани, г/см^3	0,66
Уработка углеродных нитей, % основы утка	 5,10 1,13
Уработка кварцевых нитей, % основы утка	 6,00 1,20

Таблица 5.6

Свойства многослойных комбинированных тканей различных переплетений

№ п/п	Базовое переплетение								
	полотняное			производное от полотняного			сатин и производное от полотняного		
	поверхностная плотность ткани, кг/м^2	толщина ткани, мм	объемная плотность,г/см^3	поверхностная плотность ткани, кг/м^2	толщина ткани, мм	объемная плотность,г/см^3	поверхностная плотностьткани,кг/м^2	толщина ткани, мм	объемная плотность,г/см^3
1	2,30	4,31	0,53	2,63	4,09	0,64	2,40	3,56	0,67
2	2,37	4,28	0,55	2,60	4,74	0,54	2,44	3,58	0,68
3	2,39	4,66	0,51	2,48	4,00	0,62	2,42	3,54	0,68
4	2,30	4,66	0,49	2,45	4,16	0,59	2,43	3,71	0,65
5	2,51	4,82	0,52	2,35	4,35	0,54	2,46	3,53	0,69
6	2,53	4,83	0,52	2,70	4,60	0,59	2,45	3,82	0,64
7	2,62	4,94	0,53	2,60	4,80	0,54	2,50	3,52	0,71
8	2,50	4,85	0,51	2,75	4,61	0,60	2,52	3,53	0,71
9	2,00	3,95	0,50	2,63	4,58	0,57	2,30	3,72	0,62
10	2,40	4,95	0,48	2,72	4,93	0,55	2,35	3,95	0,59
Среднее значение, %	**2,39**	**4,63**	**0,51**	**2,59**	**4,49**	**0,58**	**2,43**	**3,65**	**0,66**
Среднее отклонение,%	0,11	0,24	0,01	2,59	0,24	0,03	0,04	0,11	0,03
Стандартное отклонение выборки, %	0,17	0,34	0,02	0,13	0,32	0,04	0,07	0,15	0,04
Коэффициент вариации,%	7,21	7,25	4,02	4,94	7,11	6,20	2,70	4,07	5,86

5.3 Методика исследования структуры ткани

Для выявления расположения нитей в МКПТ применялась методика, которая включала пропитку ткани бесусадочным клеем, высушивание ее в расправленном состоянии в течении 24 часов и разрезание острым ножом без смятия. Образцы исследуемой ткани устанавливались в специальном зажиме с прикрепленной металлической линейкой, что позволяло определить (пересчитать) масштаб полученного изображения [2.22].

Обработка срезов заключалась в измерении длины и высоты волны изгиба основных (h_o) и уточных нитей (h_y), геометрической плотности во всех слоях многослойной ткани для углеродных и кварцевых нитей, а также расчете порядка фазы строения (ПФС) многослойной ткани по формуле: ПФС = $(9\varphi+1)/(\varphi+1)$, где φ-соотношение высот волн h_o/h_y.

Представляет интерес выявление характера изменения поперечных размеров нитей различных слоев. Для их характеристики определялись диаметры нитей в ткани по вертикали и горизонтали и рассчитывались коэффициенты смятия нитей по горизонтали ($\eta_{г)}$ и вертикали ($\eta_в$) из соотношения диаметра нити до ткачества и после него.

Фотографии срезов МКПТ обрабатывались по Программе KEDRWIN версия 7.3.2. 3D+ [8.1], которая обеспечивает высокую точность измерений геометрических размеров чертежа в автоматическом режиме без «ручной доводки». Главная ориентация программы - это оформление чертежей в комплектах конструкторских и строительных работ. Однако применение расширенных функций добавления условных изображений позволяет использовать эту программу для подготовки схем различного назначения, в том числе срезов многослойных тканей.

Программа обеспечивает надежную идентификацию расположения нитей в ткани за счет нанесения «опорных точек» и «одевания на них элементов графики». Использование размерной сетки позволяет провести замеры параметров структуры ткани в реальных величинах. Предоставляется возможность поэтапной обработки срезов, в начале выделяя основную и

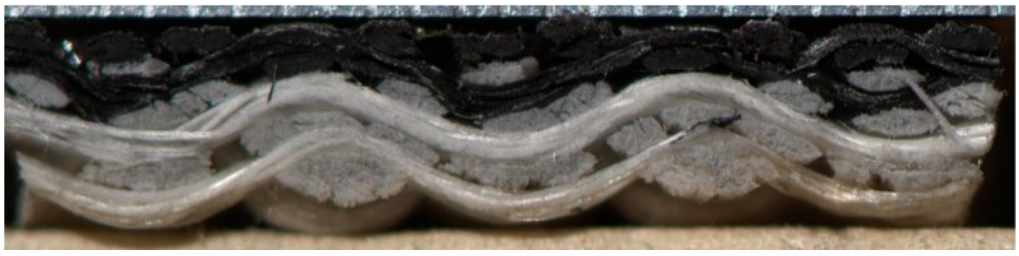
уточную нить одного слоя, а затем переходя ко второму и другим слоям. При необходимости проводится объединение отдельных элементов среза многослойной ткани с получением полного его изображения с указанием размеров нитей и ткани, а также перечисленных выше геометрических параметров.

Работа проводилась в следующей последовательности: нанесение опорных точек, получение изображения, нанесение размерной сетки, построение вида и его оформление, компановка чертежа, печать.

5.4 Структура многослойных комбинированных тканей

Расположение нитей в многослойных комбинированных тканях имеет существенное значение для получения представления о равномерности их структуры и прогнозирования прочностных характеристик композитов, полученных на их основе.

Изменяющееся натяжение основных и уточных нитей является неотъемлемой частью процесса ткачества, в результате которого появляется взаимное давление нитей всех систем, приводящее к смятию их в тканях. По сравнению с нитями из натуральных волокон малокрученые углеродные и кварцевые нити в наиб'ольшей степени подвергаются деформации, в результате чего в поперечном сечении они принимают форму "сплющенного" эллипса (рис. 5.7). При этом даже визуально заметно, что во внешних слоях и внутренних нити ведут себя по-разному. На срезе (рис. 5.7 а) кварцевые нити утка под дйствием давления основных нитей как бы «рассыпаются» на три стренги (по схеме кручения последний переход в 3 сложения).



а.

б.

Рисунок 5.7 – Фотографии срезов МКПТ: **а**- вдоль основных**; б**- вдоль уточных нитей

По фотографиям срезов установлено**,** что коэффициенты смятия нитей по горизонтали ($\eta_{ог}$, $\eta_{уг}$) в 3-4 раза больше, чем по вертикали ($\eta_{ов}$, $\eta_{ув}$). При этом коэффициенты смятия по горизонтали основных углеродных и кварцевых нитей близки по своей величине (1,849-1,731). Однако эти показатели отличаются у уточных нитей : углеродных $\eta_{уг}$ = 2,017/2,035-1,905 и кварцевых $\eta_{уг}$ = 1,784/2,060-1,545. **(**табл. 5.7**)**

Таблица 5.7

Коэффициенты смятия нитей в многослойной комбинированной ткани

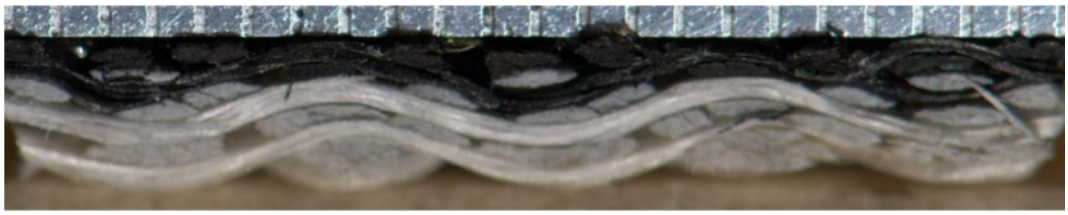
Значения	Коэффициенты смятия нитей в ткани			
	углеродных			
	основных		уточных	
	$\eta_{ог}$	$\eta_{ов}$	$\eta_{уг}$	$\eta_{ув}$
Среднее	1,849	0,572	2,017	0,484
max/min	2,020/1,640	0,720/0,448	2,035/1,905	0,547/0,429
Значения	Коэффициенты смятия нитей в ткани			
	кварцевых			
	основных		уточных	
	$\eta_{ог}$	$\eta_{ов}$	$\eta_{уг}$	$\eta_{ув}$
Среднее	1,731	0,554	1,784	0,536
max/min	1,897/1,590	0,650/0,440	2,060/1,545	0,636/0,443

По-видимому, более плоская форма уточных нитей является результатом воздействия натяжения основных нитей, которое достигает максимума во внешних слоях МКПТ (см. рис. 4.17 - 4.21).

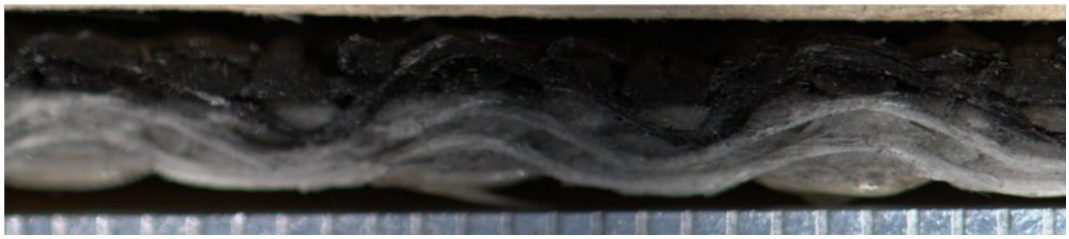
Коэффициенты смятия по вертикали колеблются в пределах от 0,484 до 0,572 и имеют обратную зависимость по отношению к коэффициентам по горизонтали. Интересно отметить, что произведение коэффициентов в рассматриваемых направлениях близко к 1 (0,95-1), что соответствует общим представлениям о деформации нитей в ткани [2.24] и свидетельствуют о значительном уплотнении волокон в нити.

Как известно, расположение армирующего элемента, отличающееся от прямолинейного, снижает степень реализации его прочности в композите. [2.25]. Многослойные ткани, в данном случае МКПТ, являясь армирующим материалом многофункционального композита, имеют структуру, полученную на стадии процесса ткачества и переходящую практически без изменения в конечный продукт. Отсюда следует значимость структуры разрабатываемой ткани, которую, помимо объемного заполнения, можно охарактеризовать углом наклона нитей (<α) и высотой волны изгиба нитей обеих систем (h_o, h_y).

Как видно из рис. 5.8 в МКПТ основные нити во всех слоях принимают волнообразную форму с некоторым сдвигом в вершинах связи с утком, особенно, если сравнивать расположение углеродных и кварцевых нитей.



а.



б.

в.

Рисунок 5.8 (а,б,в) - Фотографии срезов МКПТ в направлении основы, демонстрирующие различие в характере изгиба углеродных и кварцевых нитей**:**

В табл. 5.8 представлены результаты обработки срезов МКПТ, которые свидетельствуют о значительном изгибе основных углеродных нитей <α = 22,8º, что в 1,3 раза больше, чем у кварцевых нитей.

Уточные углеродные нити также имеют волнообразную форму с высотой волны h_y = 0.45 мм, что в 3раза меньше,чем основных h_o и углом наклона всего <α = 12,0º (рис. 5.9б) При этом кварцевые нити в различных слоях многослойной ткани имеют различное расположение: во внутренних слоях изгиб характеризуется <α = 7,8º, а во внешнем нижнем слое наблюдается практически прямолинейное расположение нитей утка при высоте волны изгиба h = 0-0,1 мм.

Таблица 5.8

Угол наклона нитей основы и утка в многослойной комбинированной ткани

№ п/п	Угол наклона нитей, град			
	основных		уточных	
	углеродных	кварцевых	углеродных	кварцевых*
1	19,5	19,1	9,2	6,5
2	16 ,3	16 ,6	11,4	8,2
3	18,5	14,5	9,5	9,5
4	16,3	15,8	11,8	9,3
5	29,9	18,5	12,3	7,8
6	25,1	16,7	9,8	6,2
7	22,2	16,7	13,2	8,2

Продолжение таблицы 5.8

8	28,3	18,3	12,2	8,3
9	27,5	17,5	14,3	9,5
10	18,2	18,3	15,8	5,3
Среднее значение, град	**22,8**	**17,3**	**12,0**	**7,9**
Среднее отклонение, град	4,3	1,2	1,6	2,2
Стандартное отклонение выборки, град	5,0	1,5	2,1	1,5
Коэффициент вариации,%	22,0	8,6	17,8	18,5

*/ внутренние слои

Высота волны изгиба основных h_o и уточных нитей h_y во всех слоях ткани резко отличаются по величине. Соотношение высот волн $\varphi = h_o/h_y$ составляет для углеродных нитей 3,82, для кварцевых нитей внутренних слоев 3,54-3,34, а для кварцевых нитей основы и утка внешнего слоя 25,4 (см. рис. 5.9, табл. 5.9). Это позволяет предположить,что ПФС в различных слоях четырехслойной ткани будет не одинаков (рис. 5.9).

а.

б.

Рисунок 5.9 –Фотографии срезов МКПТ, демонстрирующие высоты волн изгиба нитей: **а**- вдоль основы**; б**- вдоль утка

Используя соотношение высот волн, можно рассчитать обобщенный показатель строения ткани - порядок фазы строения (ПФС) [4.35, 2.24].

В результате расчета установлено, что ПФС во внешнем верхнем слое (чистый углерод) и внутренних слоях (переходный слой: углерод + кварц; и чистый кварц) составляет 7,35-7,16, а во внешнем нижнем слое (чистый кварц) приближается к максимому 8,7 (табл. 5.9).

Таблица 5.9

Показатели изгиба нитей в многослойной комбинированной ткани

Слой в многослойной ткани	Сочетание нитей		Высота волны изгиба нитей h, мм		ПФС
	основа	уток	основы	утка	
Внешний верхний	углерод	углерод	1,72/2,3-1,05	0,45/0,54-0,39	7,35
Внутренний	углерод	кварц	1.31/1,4-1,2	0.37/0,42-0,3	7,23
	кварц	кварц	1,27/1,4-1,02	0.38/0,42-0,29	7,16
Внешний нижний	кварц	кварц	1,27/1,3-1,1	0,05/0,1-0	8,70

Полученные значения параметров строения многослойной комбинированной ткани, такие как: коэффициенты смятия нитей обеих систем, углы наклона и высоты волн изгибов нитей в ткани, порядок фазы ее строения-дают представления о ее структуре и могут быть использованы при разработке медодов проектирования тканей технического назначения с заданными своствами.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 5

1. Определены методы исследования свойств и строения многослойной комбинированной ткани с использованием стандартов, принятых для текстильных стеклянных материалов.

2. Выбрана структура многослойной комбинированной полой ткани, которая образована во внешних слоях углеродными нитями по переплетению 4-х ремизного сатина и во внутренних слоях кварцевыми

нитями по переплетению производному от полотняного; соединение слоев последовательное, диаметры используемых нитей близки по величине.

3. Установлено, что во всех слоях многослойной ткани уработка основных нитей в 5-10 раз превышает уработку уточных нитей и зависит от вида переплетения.

4. При сравнении одноцикловых разрывных характеристик исходных нитей и вынутых из ткани, установлено, что потеря прочности составляет 10-20 % для основных и 3-6 % для уточных нитей. Разница в показателях является результатом волнообразной формы нитей, при которой высота волны углеродных нитей составляет h_o=1,72 мм, h_y=0,45 мм, у кварцевых нитей h_o = 1,27 мм, h_y = 0,38 мм во внутренних слоях и уменьшается до практически прямолинейного расположения утка во внешнем слое h_y = 0,05 мм.

5. Установлено, что ПФС в различных слоях МКПТ несколько отличается: во внешнем верхнем слое (чистый углерод) и внутренних слоях (переходный слой: углерод +кварц; и чистый кварц) ПФС составляет 7,35-7,16, а во внешнем нижнем слое (чистый кварц) приближается к максимому 8,7.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Исследованы вязкоупругие параметры исследуемых нитей. На основе наследственной теории вязкоупругости Людвига Больцмана – Вито Вольтерры получены значения вязкоупругих параметров для углеродной нити линейной плотности 612 текс и кварцевой нити линейной плотности 410 текс при различных нагрузках, которые используются для создания многослойной комбинированной ткани специального назначения. Установлено, что модуль упругости кварцевых и углеродных нитей при изменении приложенных нагрузок значительно изменяется.

2. Установлена взаимосвязь между параметрами напряженно-деформированного состояния основных и уточных нитей при изготовлении многослойной комбинированной ткани из углеродных и кварцевых нитей. Предложена новая методика выявления взаимосвязи между натяжением основных и уточных нитей на ткацком станке при изготовлении многослойной комбинированной ткани, которая учитывает изменение модуля упругости при приложении реальной нагрузки на нити. Небольшие значения деформаций свидетельствуют о том, что углеродные и кварцевые нити сохраняют свои упругие свойства в полной мере, о чем свидетельствуют физико-механические свойства нитей основы и утка до ткачества и нитей, вынутых из ткани.

3. На аналитическом уровне доказана возможность изготовления исследуемых тканей на отечественном технологическом оборудовании. Получены параметры долговечности углеродной нити линейной плотности 420 текс и кварцевой нити 612 текс, позволяющие прогнозировать напряженности заправки ткацкого станка. Расчеты повреждаемости нитей основы по критерию длительной прочности В.В. Москвитина показывают, что углеродные и кварцевые нити в условиях их небольшого деформирования на ткацком станка работоспособны.

4. Предложены геометрическая и пространственная модели многослойной комбинированной ткани, определены рациональные параметры ее структуры для обеспечения заданного строения и свойств.

5. Разработана технология изготовления многослойных комбинированных тканей сложных структур с чередованием в слоях углеродных и кварцевых нитей для получения армирующего тканого материала с заданной массой, толщиной и объемной плотностью.

6. Разработаны принципиально новая система измерения натяжения основы и утка на многочелночном ткацком станке; предложены конструкции датчиков для непрерывного измерения натяжения основных и уточных нитей в динамических условиях работы ткацкого станка; разработана и внедрена программа обработки результатов исследования с помощью АИИС.

7. Получена статистика данных натяжения основы и утка на многочелночных ткацких станках, позволяющая прогнозировать условия работы нитей на ткацком станке.

8. Установлено, что в каждом периоде образования многослойной ткани натяжение основных нитей при зевообразовании больше, чем при прибое; на натяжение углеродных и кварцевых основных нитей оказывает существенное влияние проборка нитей в ремиз и расположение катушек по высоте и глубине шпулярника из-за различной степени изгиба нитей в направляющих.

9. Определены фактические значения натяжения уточных нитей в процессе выработки многослойной комбинированной ткани на станке КПТЗ-160С; установлены увеличение натяжения в 2 раза от начала до конца сматывания уточной паковки и разница абсолютного значения в зависимости от направления движения челнока.

10. Исследованы основные физико-механические свойства исследуемых тканей, параметры их структуры. Получена хорошая сходимость экспериментальных и расчетных данных. Установлено, что во

всех слоях многослойной ткани уработка основных нитей в 5-10 раз превышает уработку уточных нитей и зависит от вида переплетения.

11. При сравнении одноцикловых разрывных характеристик исходных нитей и вынутых из ткани, установлено, что потеря прочности составляет 10-20 % для основных и 3-6 % для уточных нитей. Разница в показателях является результатом волнообразной формы нитей, при которой высота волны углеродных нитей составляет h_o=1,72 мм, h_y=0,45 мм, у кварцевых нитей h_o = 1,27 мм, h_y = 0,38 мм во внутренних слоях и уменьшается до практически прямолинейного расположения утка во внешнем слое h_y = 0,05 мм.

12. Установлено, что ПФС в различных слоях МКПТ различен: во внешнем верхнем слое (чистый углерод) и внутренних слоях (переходный слой: углерод + кварц; и чистый кварц) ПФС составляет 7,35-7,16, а во внешнем нижнем слое (чистый кварц) приближается к максимому ПФС= 8,7.

13. Определены перспективы развития многослойных комбинированных тканей для армирования композитов, используемых в различных отраслях военно-промышленного комплекса страны.

14. Разработаны исходные данные и технические задания для создания ткацких станков нового поколения: СТ-160С и СТ4-160Ж. На них предусмотрены системы программного управления (Приложение №2) основными механизмами ткацкого станка через комплектные электродвигатели с электронным управлением; установка монитора для отображения текущих технологических параметров и пульта с возможностью их задания.(Приложение №5)

15. Результаты аналитических и экспериментальных исследований апробированы и внедрены в ткацком производстве ЗАО «ТРИ-Д». (Приложение № 4)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нормативные акты

1.1. Распоряжение Правительства РФ от 24 июля 2013 г. № 1307-р О плане мероприятий ("дорожная карта") "Развитие отрасли производства композитных материалов".

1.2. ТУ 5952-013-20524426-2007 Заготовки цельнотканые многослойные биполотенные марок ЦТМЗ-БП-151/144 и ЦТМЗ-БП-148/126.

1.3. ГОСТ 6943.0.93 – ГОСТ 6943.13.93 «Материалы текстильные стеклянные».

2. Монографии, учебники, учебные пособия

2.1. Павлихина И.Ю., Николаев С.Д., Сумарукова Р.И. Исследование влияния нагружения основных нитей каркасного слоя на строение и свойства многослойных кремнеземных тканей разреженных структур. Сборник научных трудов, посвященный 100-летию со дня рождения П.В. Власова, 2011.

2.2. Льноткачество/ Справочник / Дружинина Р.Д., Брут-Бруляко А.Б., Иванникова И.М. и др.- М.: Легпромбытиздат, 1985.

2.3. Андреевская Г.Д. Высокопрочные ориентированные стеклопластики – М.: Наука, 1966.

2.4. Больцман Л. Кинетическая теория материи - М., 1939.

2.5. Ржаницын А.Р. Теория ползучести - М.: Госстройиздат, 1968.- 186 с.

2.6. Колтунов М.А. Прочностные расчеты изделий из полимерных материалов - М.: Машиностроение, 1983. - 336 с.

2.7. Колтунов М.А. Ползучесть и релаксация - М.: Высшая школа, 1976. - 276 с.

2.8. Щербаков В.П. Прикладная механика нитей. – М.: МГТУ, 2000.– 302 с.

2.9. Николаев С.Д. Прогнозирование изготовления тканей заданного строения. – М.: МТИ, 1989. – 62 с.

2.10. Вольтерра В. Теория функционалов и интегральных и интегро-дифференциальных уравнений. - Пер. с англ. М.К. Керимова.- М.: Наука, 1982.- 304 с.

2.11. Работнов Ю.Н. Введение в механику разрушения. – М.: Наука, 1987. – 80 с.

2.12. Работнов Ю.Н. Элементы наследственной механики твердых тел.- М.: Наука, 1977.- 383 с.

2.13. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела - М.: Наука, 1988.- 712 с.

2.14. Москвитин В.В. Сопротивление вязкоупругих материалов. Применительно к зарядам ракетных двигателей на твердом топливе // Учебное пособие. М.: Наука, 1972. - 328 с.

2.15. Москвитин В.В. Сопротивление вязкоупругих материалов - М.: Наука, 1972. - 327 с.

2.16. Перепелкин Е.Е. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты. – СПБ.: Научные основы и технологии, 2009 – 360 с.

2.17. Советская Военная Энциклопедия, под. ред. Гречко А.А. - М.: Воениздат, 1976

2.18. Алексеев К.Г. Исследование процесса формирования хлопчатобумажной ткани полотняного переплетения. — М.: Гизлегпром, 1954.-230 с.

2.19. Алексеев К.Г. Основные расчеты параметров строения и формирования тканей. — М.: Легкая индустрия, 1973. - 167с.

2.20. Мартынова А.А., Слостина Г.Л., Власова Н.А. Строение и проектирование тканей. М.: РИО МГТА, 1999. – 434 с.

2.21. ГОСТ 6943.10-79 Материалы текстильные стеклянные. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве.

2.22. Николаев С.Д., Мартынова А.А., Юхин С.С., Власова Н.А. Методы и средства исследования технологических процессов в ткачестве. М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2003г. – 336 с.

2.23. Николаев С.Д., Сумарукова Р.И., Юхин С.С. и др. Теория процессов, технология и оборудование приготовительных операций ткачества // Учебник для вузов. 2-ое изд. перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1993. – 192 с.

2.24. Дамянов Г.Б., Бачев Ц.З., Сурнина Н.Ф. Строение ткани и современные методы ее проектирования.- М.: Легкая и пищевая промышленность, 1980. – 240 с.

2.25. Тарнопольский Ю.М. и др. Пространственно-армированные композитные материалы // Справочник.- М.: Машиностроение,1987.- 510 с.

2.26. Щербаков В.П. Введение в наследственную механику текстильных материалов / Учебное пособие. – М.: РИО МГТА, 1996. – 42 с.

2.27. Николаев С.Д. Прогнозирование изготовления тканей заданного строения / Учебное пособие. – М.: МГТА, 1989. – 62 с.

2.28. Буров А.К., Андреевская Г.Д. Стекловолокнистые анизотропные материалы и их техническое применение. – М.: АН СССР.- 19656.

2.29. Перепелкин Е.Е. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты.- СПБ: Научные основы и технологии. - 2009.- 360 с.

2.30. Михайлин Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы. 2-е изд. – СПб: Научные основы и технологии, 2010. – 822 с.

2.31. Перепелкин К.Е. углеродные волокна. В кн. Химическая энциклопедия. – М.: БРЭ, 1998. – Т.5. – с. 8-29 (47-49).

2.32. Гордеев В.А. Динамика механизмов отпуска и натяжения основы ткацких станков. - М.: Легкая индустрия, 1965.

2.33. Гордеев В.А. , Волков П.В. Ткачество. Учебник для ВУЗов. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

2.34. Власов П.В. Нормализация процесса ткачества. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982, - 296 с.

2.35. Щербаков В.П., Журек В. Определение механических характеристик и расчеты нитей по теории вязкоупругости. - М. : МТИ, 1980.

2.36. Кукин Г.Н. и др. Текстильное материаловедение (волокна и нити). - М.: Легпромбытиздат , 1989, с.176-182 .

2.37. Склянников В.П. Строение и качество тканей. - М.: Легкая пищевая промышленность, 1984. - 176 с.

2.38. Малафеев Р.М. Ткацкие машины: механика прокладывания утка. – М.: МГФ «Знание», 2004. – 352 с.

2.39. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов в текстильной промышленности. - М.: Легкая индустрия, 1980, - 392 с.

2.40. Панин И.Н., Лапшенкова В.С., Николаев С.Д., Разумеев К.Э., Снежков С.В., Сумарукова Р.И., Цимбалюк Е.П.. Под редакцией Панина И.Н. Разработка новых текстильных материалов специального назначения. Монография. – М.: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. А.Н. Косыгина», 2010.- 128 с.

2.41. Попов Л.Н., Керимов С.Г. Справочник-каталог: «Текстильные материалы технического назначения». – Ярославль: ОАО НИИТТ», 2006, - 492 с.

3. Материалы научных исследований

3.1. Розанов Ф.М., Жупикова Д.М., Павлова М.И., Селиванов Г.И., Сурнина Н.Ф. Проектирование и выработка опытных образцов многослойных тканей из стеклонити. Отчет по научно-исследовательской работе. – М.: МТИ, 1963.

3.2. Розанов Ф.М., Жупикова Д.М., Павлова М.И., Селиванов Г.И., Сурнина Н.Ф. Проектирование и выработка опытных образцов многослойных тканей из стеклянных, асбестовых и других нитей. Отчет по научно-исследовательской работе. – М: МТИ, 1964.

3.3. Розанов Ф.М., Жупикова Д.М., Павлова М.И., Селиванов Г.И., Сурнина Н.Ф. Проектирование строения и технологии изготовления многослойных плоских и контурных тканей. Отчет по научно-исследовательской работе. – М.: МТИ, 1965.

3.4. Розанов Ф.М., Жупикова Д.М., Павлова М.И., Селиванов Г.И., Сурнина Н.Ф. Проектирование, строение и технология изготовления тканей специального назначения. Отчет по научно-исследовательской работе. – М.: МТИ,1965.

3.5. Розанов Ф.М., Сурнина Н.Ф., Селиванов Г.И., Жупикова Д.М., Павлова М.И. Проектирование строения многослойных тканей и изготовление их на ткацком станке. Отчет по научно-исследовательской работе. – М.: МТИ,1965.

3.6. Розанов Ф.М., Павлова М.И., Жупикова Д.М., Сурнина Н.Ф., Селиванов Г.И. Проектирование строения и технологии изготовления опытных и видов спецтканей. Отчет по научно-исследовательской работе. – М.: МТИ, 1967.

3.7. Розанов Ф.М., Селиванов Г.И., Сурнина Н.Ф., Жупикова Д.М., Павлова М.И. Влияние числа слоев на свойства многослойной ткани. Отчет по научно-исследовательской работе. – М.: МТИ, 1967.

3.8. Розанов Ф.М., Сурнина Н.Ф., Мартынова А.А., Жупикова Д.М. Проектирование многослойных тканей различного строения с учетом смятия нитей. Отчет по научно-исследовательской работе. – М.: МТИ, 1969.

3.9. Розанов Ф.М., Павлова М.И., Жупикова Д.М., Селиванов Г.И., Сурнина Н.Ф. К вопросу проектирования многослойных тканей. Научно-исследовательские труды МТИ, сб.21. – М.: МТИ, 1968.

3.10. Райков Р.В. и др. Отчет о работе по монтажу и предварительным испытаниям макета ткацкого станка КПТЗ-160-С2, отчет по научно-исследовательской работе 3-40-6/80-83, ВНИИСПВ, 1983.

3.11. Райков Р.В. Разработка и исследование многослойных стеклянных тканей, предназначенных для изготовления конструкционных стеклопластиков. Дис. … канд. техн. наук.- М.,1970.-192 с.

3.12. Технический отчет ВНИИИСПВ, М.,1970, №1232.

3.13. Технический отчет ВНИИИСПВ, М.,1967, № 841.

3.14. Павлихина И.Ю. Разработка многослойных кремнеземных тканей разреженных структур. Дис. … канд. техн. наук. – М., 2012г.

3.15. Геллер З.Ц. Разработка технологических параметров выработки многослойных стеклянных тканей. Дис. … канд. техн. наук.- М., 1989.

3.16. Сумарукова Р.И. Определение рационального строения и технологических параметров выработки многослойной кремнеземной ткани для теплозащитных стеклопластиков: Дис. … канд. техн. наук.- М., 1976.-189 с.

3.17. Суркова В.М. Разработка структуры и технологии выработки высокообъемных тканей: Дис. … канд. техн. наук.- Л., 1982-197 с.

3.18. Уткина З.Б. Разработка структуры и технологии изготовления некоторых видов тканей специального назначения: Дис. …канд. техн. наук. – Л.,1976.-178 с.

3.19. Павлихина И.Ю. Разработка многослойных кремнеземных тканей разреженных структур. Автореферат дис. …канд. техн. наук – М., 2012г.

3.20. Соколов Н.Н. Разработка технических тканей из нитей стекла и хлопка и технология их получения на пневморапирном ткацком станке. Дис. …канд. техн. наук.- Иваново, 2008.-162с.

3.21. Карева Т.Ю. Разработка способа технологии изготовления тканей новых структур и исследование их строения. Дис. … докт. техн. наук. – М., 2005.

3.22. Гречухин А.П. Совершенствование способа формирования ткани на бесчелночных ткацких станках с товарным регулятором периодического действия. Дисс. … канд. техн. наук. – М., 2008. – 159 с.

3.23. Ятченко О.Ф. Исследование и проектирование многослойных тканей специального назначения. Дисс. … канд. техн. наук. – М., 1975г.

3.24. Кащеева М.М. Разработка облегченных структур технических тканей из углеродных нитей и особенности их изготовления на ткацком станке. Дис. … канд. техн. наук.- М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2009

3.25. Больцман Л. О теории упругости при внешних воздействиях/ Венские сообщения о физике.-1874

3.26. Николаев С.Д. Прогнозирование технологических параметров изготовления тканей заданного строения и разработка методов их расчета. Дис. … док. техн. наук. – М.: МТИ, 1988 – 470 с.

3.27. Назарова М.В. Разработка автоматизированных методов проектирования технологических процессов изготовления тканей заданного строения. – Дис. … докт. техн. наук – М., МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2011г.

3.28. Юхин С.С. Разработка метода прогнозирования технологии изготовления тканей нетрадиционных структур. Дис. … докт. техн. наук, 1996г. – 400с.

3.29. Ковалев Н.П. Изучение структуры первичной и крученой стеклянной нити с целью повышения ее прочности. Т.о. по теме 13-53; 8-54; 9-55. ВНИИСВ, М., 1955г.

3.30. Технический отчет ВНИИИСПВ, М.,1968, №962.

3.31. Технический отчет ВНИИИСПВ, М.,1966, №764.

3.32. Щербаков В.П. Научные основы переработки нитей в трикотажном производстве. – Дис. … докт.техн.наук. – М.: МТИ, 1983. – 331с.

3.33. Васильчиков Н.Д. Проектирование строения и свойств меланжевых тканей из лавсан-вискозной ткани. – Автореф. дис. … канд.техн.наук. – Л., 1984. – 39 с.

3.34. Милашюс В.М. Исследование релаксационных свойств тканей. – Дис. … докт.техн.наук. – Каунас, 1974. – 327с.

3.35. Раченкова О.М. Разработка метода расчета рациональных переметров строения тканей различного переплетения с учетом технологии их изготовления. – Дис. … канд.техн.наук. – М., 2000 – 239с.

3.36. Гордеев В.А. Исследование некоторых свойств и технология переработки углеродных нитей. В кн.: Исследование и оптимизация процессов текстильной технологии. Сборник научных трудов. - Л.: ЛИТЛП, 1979 , № 9, с.47-50.

3.37. Гордеев В.А. Исследование работы механизмов отпуска и натяжения основы на ткацких станках. Дисс. … докт.техн.наук. - М.: МТИ ,1951, 326 с.

3.38. Ефремов Е.Д., Ефремов. Д.Е., Воронин В. А. Зависимость между строением ткани и натяжением нитей основы и утка. В кн.: Новое в технике и технологии ткацкого производства. Межвузовский сборник научных трудов. - Иваново: ИвТИ, 1986, с.153-156.

3.39. Ерохин Ю.Ф. Исследование и совершенствование процесса ткачества в хлопчатобумажном производстве. Дисс. … докт.техн.наук. – Иваново, 1978 – 310 с.

3.40. Букаев П.Т. Разработка параметров оптимального процесса бесчелночного ткачества и критериев его оценки. Автореферат дисс. ... докт.техн.наук. - М.: ЛИТЛП,1985, -45 с.

3.41. Милашюс В.М. Исследование релаксационных свойств тканей. Дисс. … докт.техн.наук. – Каунас: КПИ, 1974. – 327 с.

3.42. Власов П.В. Исследование возможности применения радиоактивного излучения при нормализации процесса ткачества. Дисс … докт.техн.наук. - М.: МТИ, 1964, - 256 с.

3.43. Щербаков В.П. Научные основы переработки нитей в трикотажном производстве. Дисс. … докт.техн.наук. - М.: МТИ, 1984, 324 с.

3.44. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. Исследование релаксации деформации растяжения в текстильных материалах. В кн.: Труды МТИ, 1956, т.17

3.45. Малафеев Р.М. Разработка теории прокладывания уточных нитей на бесчелночных ткацких станках с целью увеличения их производительности. Дисс. … докт.техн.наук. – М.: НИИЛТекмаш, 1985. – 366 с.

3.46. Малафеев Р.М. Влияние процесса разрезания у точной нити на амплитуду продольных колебаний в начале цикла на станках АТПР. В кн.: Научные труды ВНИИЛТекмаш., - М.: ВНИИЛТекмаш, 1982, с.103-110.

3.47. Оников Э.А., Непрерывный процесс тканеобразования: условия эффективности, параметры и опытные реализации. Дисс. … докт.тех.наук.- М.: МТИ, 1981, - 462 с.

3.48. Степанов Г.В. Создание и технология получения технических тканей для производства композиционных материалов. Автореферат дисс. … докт.тех.наук. - Иваново: ИвТИ , 1985, 45 с.

3.49. Примаченко Б.М. Разработка путей оптимизации процесса прибоя уточной нити на ткацких станках. Автореферат дисс. ... канд.тех.наук. - Л.: ЛИТЛП, 1985, 18 с.

3.50. Ничипорик Л.Д. Изменение строения ткани в зависимости от величины соотношения натяжений основы и утка. Дисс. … канд.техн. наук. – М., 1966 – 172 с.

3.51. Леготин В.Н. Определение необходимой величины дозировки утка для получения определенного строения формируемой ткани. В кн.: Ткачество. Тематический сборник научных трудов. - М. : МТИ, 1979, с. 69-74.

3.52. Леготин В.Н. Исследование условий формирования стеклянной ткани при фронтальном и последовательном прибое утка. Дисс. … канд.техн.наук., М., 1968 – 151 с.

3.53. Руденко Л.Г. Разработка автоматизированного метода расчета технологических параметров изготовления тканей. Дисс. … канд.техн.наук., М., 2002 – 144 с.

3.54. Слугин Андрей И. Разработка новых облегченных арамидных тканей на основе вторичных регенерированных волокон и технологических параметров их изготовления. Дисс. … канд.техн.наук. – М., 2012

3.55. Слугин Алексей И. Разработка оптимальных технологических параметров изготовления тканей на основе вторичной арамидной пряжи. Дисс. … канд.техн.наук. – М., 2013

3.56. Сборник научных трудов МГТУ им. А.Н. Косыгина, посвященный 100-летию со дня рождения Ф.М. Розанова. Под ред. Николаева С.Д. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006

3.57. Сборник научных трудов МГТУ им. А.Н. Косыгина, посвященный 100-летию со дня рождения П.В. Власова. Под ред. Николаева С.Д. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2011

3.58. Синицына И.В. Анализ тканей ортогонального и неортогонального строения для кромок. Дисс. … канд.техн.наук. – М., 2009

3.59. Синицын А.И. Разработка метода проектирования трехосных тканей. Дисс. … канд.техн.наук. – М., 2012

4. Публикации в периодических изданиях

4.1. Розанов Ф.М. и другие. Стеклосотопласт на основе многослойных тканей. Сборник статей под редакцией В.В. Павлова. Армированные пластики в конструкциях.- М.: ВИАМ, ОНТИ, 1971.-5-16с.

4.2. Розанов Ф.М., Жупикова Д.М., Павлова М.И., Селиванов Г.И., Сурнина Н.Ф. К вопросу о проектировании многослойных тканей. Тезисы докладов н.- техн. конференции, ЦНИИТЭП легпром.-М.,1967 - 78-80с.

4.3. Райков Р.В., Леготин В.Н. Влияние конструкции скального устройства на процесс выработки многослойных стеклянных тканей. Стеклянное волокно и стеклопластики. - Сб. ВНИИСПВ, 1972, №3.

4.4. Леготин В.Н., Райков Р.В. О влиянии параметров заправки ткацкого станка на процесс выработки многослойных стеклянных тканей. Стеклянное волокно и стеклопластики. - Сб. ВНИИСПВ, 1972, №6.

4.5. Кутепов О.С. Методика проектирования тканей по заданной поверхностной плотности. - Текстильная промышленность, 1950, №2, с.20-22.

4.6. Павлихина И.Ю., Сумарукова Р.И. Технология облегченных многослойных тканей из кремнеземных нитей для стеклопластиков. Тезисы докладов международной научно-технической конференции «ТЕКСТИЛЬ-2009», М., 2009

4.7. Селиверстов В.Ю., Иванюк Е.В., Иванюк Д.В.. Автоматизированный метод построения заправочных рисунков слоисто-каркасных профильных тканей // Известия вузов. Технология текстильной промышленности, 2006, №3, с.52-54

4.8. Селиверстов В.Ю., Иванюк Е.В. Особенности технологии получения трехмерных слоисто-каркасных тканей // Вестник КГТУ. - Кострома: КГТУ, 2005, №11. с.14-17

4.9. Павлихина И.Ю., Сумарукова Р.И. Исследование расположения нитей в многослойной ткани облегченного типа // Известия вузов. Технология текстильной промышленности, 2011, №4

4.10. Павлихина И.Ю., Николаев С.Д., Сумарукова Р.И. Разработка многослойных кремнеземных тканей разреженных структур. Тезисы докладов международной научно-технической конференции «Прогресс-2011», М., 2011

4.11. Селиверстов В.Ю., Петров И.Н., Черкасов К.А. Механизм прокладывания утка для получения трехмерных текстильных изделий // Известия вузов. Технология текстильной промышленности, 2013, №1, с.66-69

4.12. Ткацкие станки для изготовления триаксиальных тканей // Text. Technol. Dig. 1994-51,№5. - с.28.

4.13. Селиверстов М.Ю., А.П. Гречухин. Модернизированный товарный регулятор станка СТБ // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- 2007, №6С, с. 98-110

4.14. Горина Е.В., Быкадоров Р.В., Воронин С.Ю. Ткань с переменной плотностью по утку // Известия вузов, Технология текстильной промышленности - 2007, №2, с. 42-44

4.15. Болотный А.П., Брут-Бруляко А.Б., Ерохова М.Н., Иванов М.В. Натяжение основных нитей на ткацком станке // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. - Иваново: ИГТА, 2011.- №5.-с.58-61

4.16. Евсюкова Е.В. Разработка структуры и исследование свойств углеродных тканей для композитов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. - Иваново: ИГТА, 2013.- №2.- с.74-77

4.17. Брут-Бруляко А.Б., Ерохова М.Н., Тягунов В.А. Натяжение основных нитей на ткацком станке СТБ // Известия вузов. Технология текстильной промышленности - Иваново: ИГТА, 2011.-№2.- с.37-40

4.18. Черняева О.Е., Карева Т.Ю. Сравнительное исследование напряженности и конструктивно-заправочной линии нитей основы в процессе выработки баллистической ткани на станке СТБ и DORNIER// Известия вузов. Технология текстильной промышленности. - Иваново: ИГТА, 2010.- №1.- с.50-54

4.19. Шлыков А.С., Быкадоров Р.В., Бобылькова И.С., Сокерин Н.М. Исследование и пути стабилизации натяжения нитей основы в процессе формирования ткани на бесчелночном ткацком станке// Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. -Иваново: ИГТА,2011.-№6.-С.42-48

4.20. Романов В.В., Титов С.Н., Никифоров И.С. Регулирование натяжения нитей основы на ткацких станках // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТА,2008.-№4С.-с.74-76

4.21. Селиверстов В.Ю., Гречухин А.П. Исследование процесса тканеформирования на станке СТБ с использованием товарного регулятора, обеспечивающего выстой ткани после заступа ремиз // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТА, 2009. - №3- с.38-41

4.22. Селиверстов В.Ю., Гречухин А.П. Исследование процесса формирования тканей с переменной плотностью по утку на станке СТБ с товарным регулятором периодического действия // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТА,2008.-№4С-с.62-64

4.23. Райков Р.В., Леготин В.Н. Влияние конструкции скального устройства на процесс выработки многослойных стеклянных тканей //

Сборник ВНИИСПВ. Стеклянное волокно и стеклопластики. 1972 - №3-с.5-8.

4.24. Райков Р.В., Леготин В.Н.О влиянии параметров заправки ткацкого станка на процесс изготовления многослойных стеклянных тканей // Сборник ВНИИСПВ. Стеклянное волокно и стеклопластики. 1972.- №6-с.5-10.

4.25. Брут-Бруляко А.Б., Ерохова М.Н. Влияние скорости ткацкого станка СТБ на натяжение основных нитей // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. - Иваново: ИГТИ, 2012.- №5-с.76-79

4.26. Брут-Бруляко А.Б., Ступников А.Н. Натяжение льняной уточной нити на станке СТБ // Известия вузов. Технология текстильной промышленности - Иваново: ИГТИ, 2003.-№1С

4.27. Болотный А.П., Брут-Бруляко А.Б. Натяжение уточной нити на рапирном ткацком станке // Известия вузов. Технология текстильной промышленности - Иваново: ИГТИ, 2011.- №4.-с.78-81

4.28. Брут-Бруляко А.Б., Ширин А.А. Натяжение уточной нити на челночном ткацком станке // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. - Иваново: ИГТИ,2013.-№3.-с.70-74

4.29. Брут-Бруляко А.Б., Ступников А.Н. Исследование натяжения льняной пряжи в зависимости от скорости снования // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 2002.-№2

4.30. Кащеева М.М., Николаев С.С. Анализ свойств и строения углеродных тканей // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 2009.-№4С.- с.70-72

4.31. Перепелкин К.Е. Волокна и волокнистые материалы для армирования композитов с экстремальными свойствами // Механика композитных материалов,-1992.-№3.-с.291-306.

4.32. Сафонов П.Е. Разработка оптимальных технологических параметров изготовления арамидных тканей технического назначения. Дис. … канд. техн. наук – М., 2013 г.

4.33. Грушко В.Е., Павлов В.В., Райков Р.В., Сумарукова Р.И. и др. О влиянии крутки нитей на свойства стеклопластиков на основе многослойных кремнеземных тканей. Стеклянное волокно и стеклопластики. - М.: ВНИИСПВ, 1974, №4.

4.34. Райков Р.В. Влияние параметров строения многослойных стеклянных тканей на их свойства. Материалы конференции молодых специалистов. - М.: ВНИИСПВ, 1969г.

4.35. Новиков Н.Г.- статьи О строении и о проектировании ее с помощью геометрического метода // Текстильная промышленность.- 1945.-№1 -с.57-58. №4-6

4.36. Щербаков В.П., Болотный А.П., Цыганов И.Б., Щербакова Т.И. Вычисление критериев длительной прочности при нагружении нити основы на ткацком станке // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 2011.-№6.- с.129-135

4.37. Николаев С.Д., Юхин С.С. Оценка напряженно-деформированного состояния нитей при выработке тканей различных переплетений // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 1998.-№6.- с.37-39

4.38. Асланова М.С. Влияние различных факторов на механические свойства стеклянных волокон. Стекло и керамика, 1960, №11.

4.39. Павлов В.В., Краснов Л.Л., Матвеева И.А, Тихомирова Р.С., Райков Р.В. Технология изготовления и свойства стеклопластиковых изделий на основе многослойных тканей и чехлов трехмерного переплетения // Сборник статей. Армированные пластики в конструкциях. – ОНТИ, 1971. – с. 26-35

4.40. Гордеев В.А., Примаченко Б.М. Влияние длины уточной нити, зарабатываемой в ткань, на процесс прибоя. // Известия вузов.

Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 1987, № 1, с. 51-54.

4.41. Гордеев В.А., Страдз Г.Э. О компенсации основы на ткацких станках отклонением скала // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 1977, № 2, с. 47-51

4.42. Ефремов Е.Д. Изменение деформации основной нити на скале. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 1985, № 1, с. 46-49.

4.43. Ефремов Е.Д.,Ахунбабаев О.А.,Шутова С.А., Врублевский В.А. Перемещение нитей основы вследствие прибоя на ткацком станке. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 1985, N 5, с. 29-32.

4.44. Ефремов Е.Д., Ефремов Д.Е., Ахунбабаев О.А.,Шутова С.А., Определение коэффициента жесткости основной нити в заправке ткацкого станка. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 1987, № 1, с. 48-51.

4.45. Ефремов Е.Д., Пашкова Г.Ф. Влияние подъема ламели на деформацию нити при зевообразовании. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 1986, № 6, с. 33-35.

4.46. Ефремов Е.Д., Пашкова Г.Ф., Суммарное приращение натяжения нити основы вследствие зевообразования. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 1985, № 2, с. 46-49.

4.47. Ефремов Е.Д., Пашкова Г.Ф. О разнонатянутости верхней и нижней частей зева. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 1987, № 3, с. 43-46.

4.48. Ефремов Е.Д., Пашкова Г.Ф. О формуле для деформации нитей основы от зевообразования и прибоя. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 1987, № 2, с. 43-45.

4.49. Букаев П.Т. Определение параметров элемента ткани полотняного переплетения. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 1984, №1, с. 64-67.

4.50. Букаев П.Т. Оценка технологичности ткани. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 1982, № 2, с. 56-58.

4.51. Щербаков В.П. Определение механических характеристик материалов по кривым релаксации для расчета нитей по теории вязкоупругости. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 1979, № 5, с. 23-26.

4.52. Щербаков В.П., Теоретические основы определения жесткости нитей при изгибе. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 1987, № 4, с. 13-16.

4.53. Склянников В.П., Сабов И.В. Изменение свойств тканей с течением времени. Текстильная промышленность, 1976, №5, с. 64-67.

4.54. Тиранов В.Г. Качественное и количественное описание релаксационных процессов комплексных текстильных нитей на основе механической модели. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 1983, №5, с. 20-23.

4.55. 80. Тиранов В.Г. Описание нелинейной зависимости между напряжением и деформацией комплексных нитей. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 1984, №6, с. 8-12.

4.56. Тиранов В.Г., Сазонов А.Л. Качественное и количественное описание изохорных зависимостей между напряжением и деформацией комплексной нити капрон. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 1985, №2 , с. 13-15.

4.57. Тиранов В.Г. и др. Зависимость составляющих комплексного модуля технической нити капрон от растягивающего напряжения. - //

Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 1987, №1, с. 9-11.

4.58. Тиранов В.Г. и др. Ползучесть капроновых тканей из крученных и не крученых нитей // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 1988, №6, с. 15-18.

4.59. Николаев С.Д., Назарова М.В., Романов В.Ю. Использование бинарной причинно-следственной теории информации для установления взаимосвязи между параметрами при проектировании технологического процесса ткачества // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 2013.-№4.- с. 59-62

4.60. Назарова М.В. Оценка напряженности заправки ткацкого станка при изготовлении тканей различного переплетения // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 2013.-№2.- с. 63-67

4.61. Банакова И.В., Крутикова В.Р., Старинец И.В., Тягунов В.А. Оценка показателя напряженности процесса ткачества. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 2011.- №5. – с. 67-71

4.62. Богатырева М.С. Определение релаксационных параметров основы на ткацком станке. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 2011.-№5. – с. 65-67

4.63. Болотный А.П., Кузина Т.А., Проталинский С.Е. Теоретические исследования разрушения текстильных нитей при нерегулярных нагружениях. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности.- Иваново: ИГТИ, 2009.-№4С

5. Публикации автора по теме исследования

5.1. **Сергеев В.Т.**, Сумарукова Р.И. Исследование натяжения основных нитей на шпулярнике ткацкого станка КПТЗ-160С при выработке многослойных тканей. // Международная научно-техническая

конференция «Современные технологии и оборудование текстильной промышленности » (ТЕКСТИЛЬ-2012): тезисы докладов.- М.: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. А.Н. Косыгина», 2012.- 1 с.

5.2. **Сергеев В.Т.**, Николаев С.Д., Сумарукова Р.И. Технология изготовления многослойной бикомпонентной ткани // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. - Иваново: ИГТА, 2012. - №6.- с. 81-85

5.3. Сумарукова Р.И., **Сергеев В.Т.**, Павлихина И.Ю. Разработка геометрических моделей строения многослойных тканей // Международная научно-техническая конференция «Современные технологии и оборудование текстильной промышленности» (ТЕКСТИЛЬ – 2009): тезисы докладов. – М.: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. А.Н. Косыгина», 2009. – с. 82-83

5.4. **Сергеев В.Т.**, Николаев С.Д. Разработка технологии многослойных комбинированных тканей с заданными свойствами для армирования композиционных материалов // Международная научно-техническая конференция «Современные технологии и оборудование текстильной промышленности» (ТЕКСТИЛЬ – 2012): тезисы докладов. – М.: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. А.Н. Косыгина», 2012.

5.5. **Сергеев В.Т.**, Николаев С.Д. Особенности технологии изготовления многослойной бикомпонентной ткани // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности «ПРОГРЕСС-2013»: сборник материалов международной научно-технической конференции. Иваново: Текстильный институт ФГБОУ ПВО «ИВГПУ», 2013.

5.6. **Сергеев В.Т.** Использование специального ткацкого оборудования для изготовления многослойных комбинированных тканей. // Материалы международной научно - технической конференции. «Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности» - Витебск, 2011. -3 с.

5.7. **Сергеев В.Т.** Технологические особенности изготовления многослойной бикомпонентной ткани. Сборник научных трудов аспирантов. Выпуск 18. - М., 2012г. - 5 с.

5.8. И.М. Гаврилова, Е.В. Евсюкова, Т.Ю. Карева, О.В. Кащеев, С.Д. Николаев, И.Н. Панин, И.Ю. Павлихина, **В.Т. Сергеев**, Р.И. Сумарукова, Б.М. Фомин. Под редакцией С.Д. Николаева. Разработка новых текстильных материалов специального назначения. Монография. – М.: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. А.Н. Косыгина», 2012.– 110с.

6. Авторские свидетельства и патенты

6.1. Юусиро Такано (JP) и др. Объемная ткань и способ и устройство для ее получения./ Япония, патент РФ №2037577, МКИ D 03D 11/00, D 03D 23/00, D 03D 41/00, 1995.

6.2. Гордеев В.А., Беленис П.Г. Многослойная ткань и способ ее получения. А.с. 671436, 1979.

6.3. Гордеев В.А. и др. Многослойная ткань. А.с. №719178; доп. к авт. св. №671436.

6.4. Гордеев В.А., Святенко М.В. Многослойная ткань. А.с.1018957.

6.5. Гордеев В.А. и др. Многослойная ткань. А.с. №887645,1980

6.6. Гордеев В.А. и др. Многослойная ткань. А.с. №1023856.1981.

6.7. Гордеев В.А., Архипова Е.А. Многослойная ткань и способ ее изготовления. А.с. № 833015, 1983.

6.8. Патент №2111299, Российская Федерация, МКИ D03C 49/60. Механизм прибоя уточной нити на ткацком станке / Ерохин Ю.Ф., Карева Т.Ю.-Опубл. 1998.-Бюл. №14

6.9. Свидетельство на полезную модель №24200. Основный регулятор ткацкого станка / Карева Т.Ю., Перова Н.Р., Ерохин Ю.Ф.- Опубл. — 2002.- Бюл.№21.

6.10. А.С. №1680829 СССР, МКИ D03D 49/04. Товарный регулятор ткацкого станка / Ерохин Ю.Ф., Синицын В.А., Ерохина Т.Ю., Балакирев И.И. (Россия). Опубл. 1991.- Бюл. №36.

6.11. Патент №1756415 РФ, МКИ D03D 49/20. Товарный регулятор ткацкого станка / Ю.Ф. Ерохин, В.А. Синицын, Т.Ю. Ерохина. Опубл. 1992.- Бюл. №34.

6.12. Патент №1756414 РФ, МКИ D03D 49/04. Товарный регулятор ткацкого станка / Ерохин Ю.Ф., Синицын В.А., Ерохина Т.Ю. и др. — Опубл. 1992.- Бюл. №31.

6.13. Патент №1756416 РФ, МКИ D03D 49/20. Товарный регулятор ткацкого станка / Синицын В.А., Ерохина Т.Ю., Ерохин Ю.Ф. — Опубл. 1992.-Бюл. №31.

6.14. Данга Иржи, Дангова Ольга Петровна. Усовершенствование зевообразовательного механизма ткацкого станка для производства трехосевых тканей,-1989- V.22-P. 383-388.

6.15. Заявка №2264051 (Япония), МКИ Д04Д 04. Устройство для изготовления трехмерной ткани / Канэхара Масахико, К.к. Сури Ди конпо рисати // Реферативный журнал: Легкая промышленность (технология и оборудование).- 1993, №5.

6.16. Заявка №0643161 (ЕВП), МКИ Д03Д 13/00. Ткацкий станок для изготовления триаксиальной ткани / Lida Shigenobu, Ohmon Chikaji, Ito Takao; Howa Machinery Ltd. Н Реферативный журнал: Легкая промышленность (технология и оборудование).-1996, №6.

6.17. Патент №2096543 РФ, ДОЗД 19/00. Способ получения ткани на ткацком станке /Ю. Ф. Ерохин, Т. Ю. Карева (Россия).- Опубл. 1997, Бюл. №32.

6.18. Патент №93403 РФ , DO 3D 47/12 Ткацкий станок /Шлыков А.С., Беседин С.С., Быкадоров Р.В.- Опубл. 27.04.2010 Бюл. №12

6.19. Огнезащитная ткань. Пат.2309204, Россия, МПК D 03 D 15/12 (2006.01) ОАО Каменскволокно, Михайлова М.П., Мальков Л.А. и др. №2005140613/12; Заявл.26.12.2005; опубл. 27.10.2007. Рус.

7. Источники на иностранных языках

7.1. Martynova A.A., Sumarukova R.I.. Okreslenie optymalnej budowy wielowarstwowych tkanin szklanych stosowanych do tworzyw sztucznych. Przeglad. Wlokienniczy, 10/1979.

7.2. Perepelkin K.E.. The textile institute's World Conference. Structural mechanics of polymeric fibers. Review and new conceptions. Tampare, Finland. Proceedings.V.1. Tampare, 1996.-p.19-28

7.3. Volterra V. Lecons sur la theorie mathematique de la lute pour la vie. P.: Gauthiers-Villars, 1931

7.4. Rabotnov Yu. N. Elements of Hereditary Solid Mechanics.- Moscow: Mir Publishers, 1980.-387 p.

7.5. Britist fabric could prove a live - saver, «Text Mon», 1984,july, 9 .

7.6. Термостойкая ткань. Сэнда Масанори, Ниппон гурасу файба кочё к.к. Заявка 58-46145, Япония. Заявлено 13.09.81 № 56-144255, опубликовано 17.03.83 МКИ Д 030 15/12, Д 02G 3/04.

7.7. Технические ткани. A review on industrial textiles Banerjce Annet «Indiam Text», 1986, 96, № 7, 108-111.

7.8. Сравнительный анализ применения лент и тканей из углеродных нитей в производстве композиционных материалов. Technical and economic comparison of corbon fiber tape and woven fabrie applicalions, Hilaire G, Breens G, «TCAS.Proc, 1982: 13th. Color Int/ Coune. A eron Sei IAIAA Aireraft Sejst and Technol, Conf, Seattle, 22-27 Ang, 1982 vol 2» S.I, Sa, 1164-1172.

7.9. Технические ткани. Hi-tech textiles, Jeary R.H. «Text Asia», 1984, 15, №1,68-71.

7.10. Ткань из графитовых нитей с высокой электропроводностью. High conductivity graphite material with electrically conductive filaments wrapped around warp and fill elements. Zwen Zordan. Corp. Пат. 4590122. США. Заявлено 18.12.80. №217707. Опубликовано 20.05.86 МКИ В.32 В 7/00. НКИ 42 в/260.

7.11. Технология изготовления технических тканей. Je tissage: naweaux debouches pour les materiaux composites Bompard B "Mater.et techn." 1982, 70, № 5-6,135-138.

7.12. Армирующий материал и способ его изготовления. Armature textile ufilisable la realization de complexes stab les fils D' Auguste Chomorat et cia Заявка 2577947. Франция. Заявлено 22.02.85 № 8502784 опубликовано 29.06.86 МКИ Д 0.3 Д 15/00. В 32 В 17/04.

7.13. Симамура С. Углеродные волокна и углекомпозиты; пер. с японск. Под ред. Ал. Ал. Берлина. – М.: Мир, 1988. – 304 с. [Carbon fibers and their composites. Ed. By E. Fitzer. Berlin, Springer Verlag, 1985]

7.14. Towne M.K., Dowall M.B. Ткани из волокна, содержащих углерод, их свойства и области применения, з Textilia 1977, №5, S 53-58.

8. Интернет-источники

8.1. http://www.kedrwin.com/ru//___possible__unsafe__site__197863b0

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1

Просмотр и конвертация результатов измерений

1. Интерфейс «Просмотрщика АИИС»

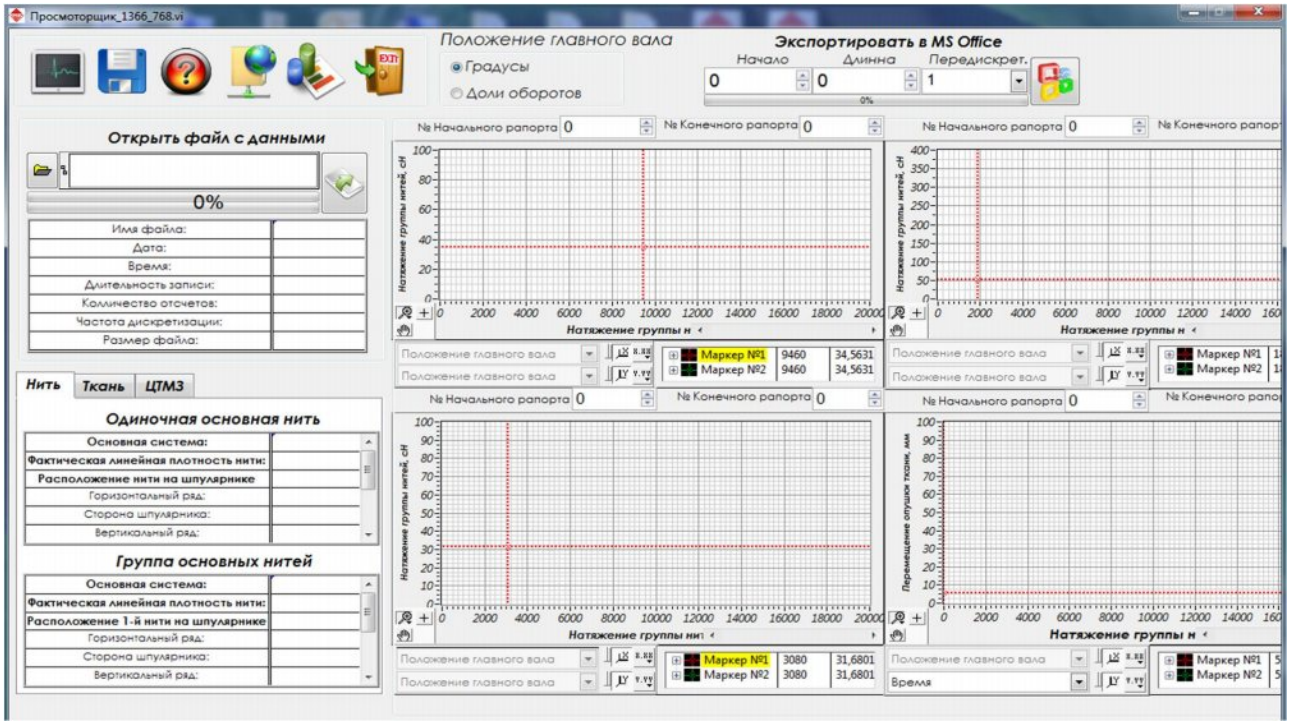


Рисунок П.1.1 – Интерфейс «Просмотрщика АИИС»

2. Открытие файла с данными

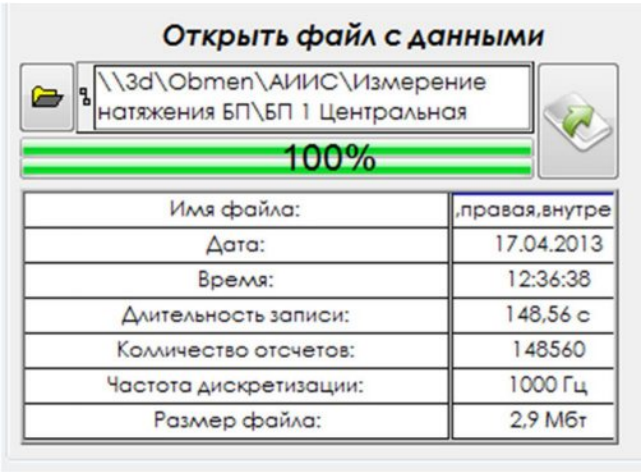


Рисунок П.1.2 – Открытие файла с данными

В таблице, показанной на рис. П.1.2 отображаются вспомогательные сведения, необходимые при формировании итоговых отчетов.

3. Параметры записи

В таблице, изображенной на рис. П.1.3 отображаются параметры, введенные в окне ввода параметров записи.

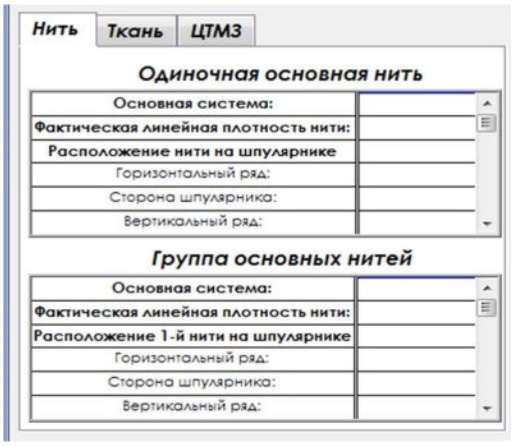


Рисунок П.1.3 – Параметры записи

4. Конвертирование записанных данных в Microsoft Excel

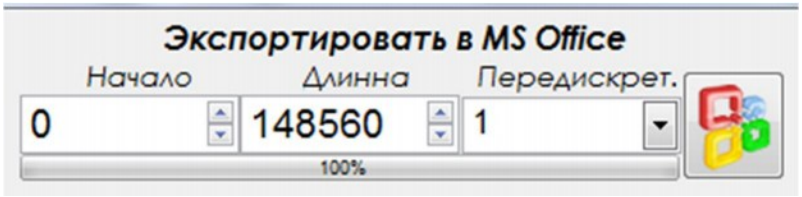


Рисунок П.1.4 – Конвертирование в MS Excel

Начало указывает дискрет, с которого будет произведена конвертация. Длина указывает количество дискретов исходной записи, которое будет конвертировано в MS Excel. Коэффициент передискретизации равный 1 означает, что в MS Excel будет конвертирован каждый отчет исходной записи.

По завершении конвертации автоматически откроется файл MS Excel (рис. П.1.5).

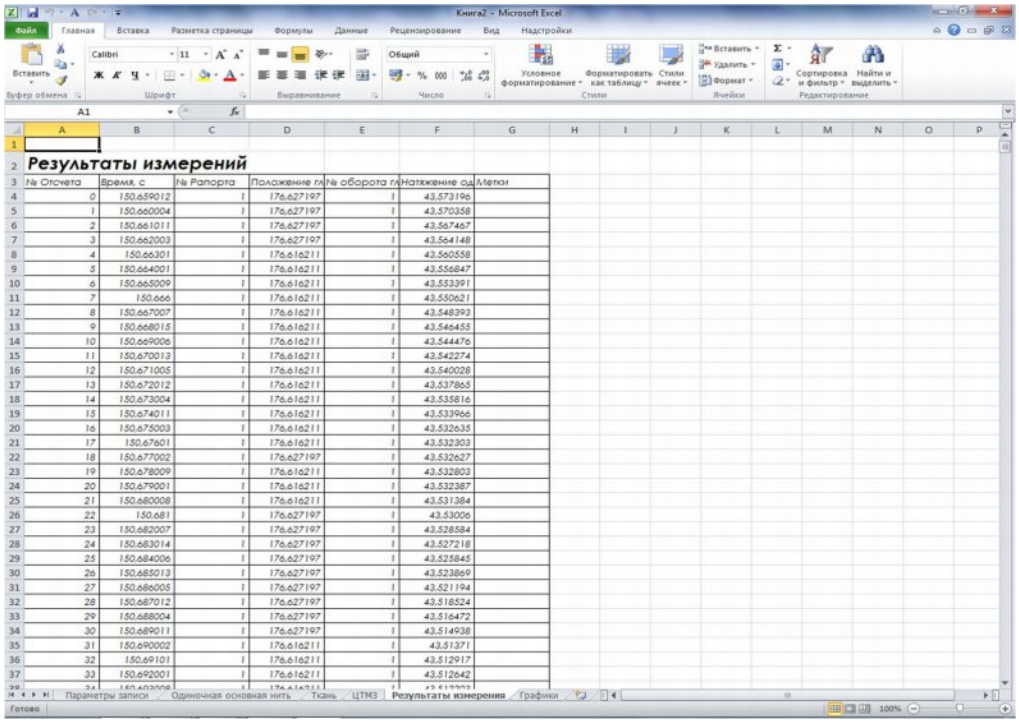


Рисунок П.1.5 – Результат конвертирования данных в формат MS Excel

5. Построение параметрических зависимостей

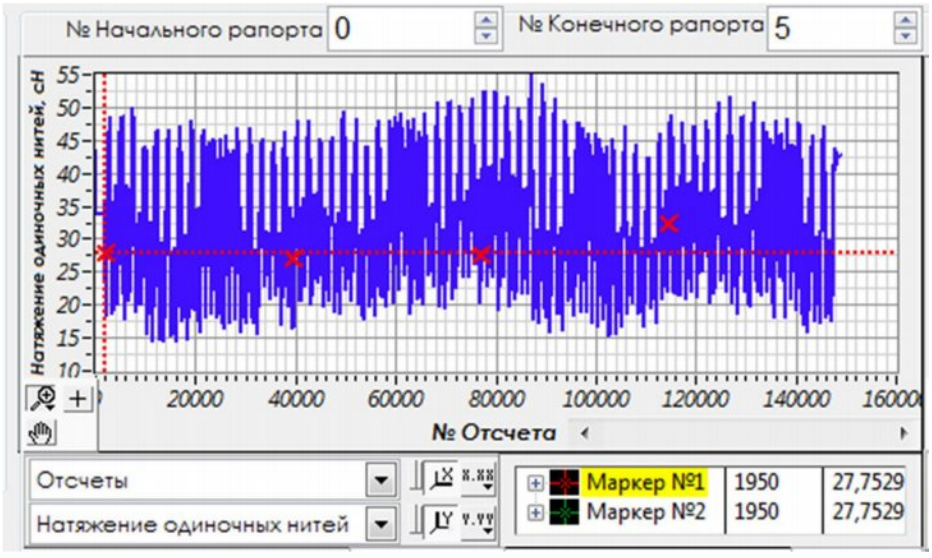


Рисунок П.1.6 – Построение параметрических зависимостей

6. Создание графика по записанным данным

Рисунок П.1.7 – График зависимости натяжения одиночных нитей

Интерфейс «Просмотрщика» позволяет увидеть количество раппортов в записи измерения натяжения, выбрать необходимый для просмотра раппорт переплетения с заданным количеством оборотов главного вала станка.

7. Просмотр графика зависимости

Уменьшение числа просматриваемых оборотов позволяет более детально просматривать график зависимости, а пунктирный курсор позволяет по графику определять значение натяжения одиночных нитей, время, номер оборота и угол поворота главного вала станка.

Рисунок П.1.8 – График зависимости натяжения одиночных нитей

8. Конвертирование выделенного диапазона данных в Microsoft Excel

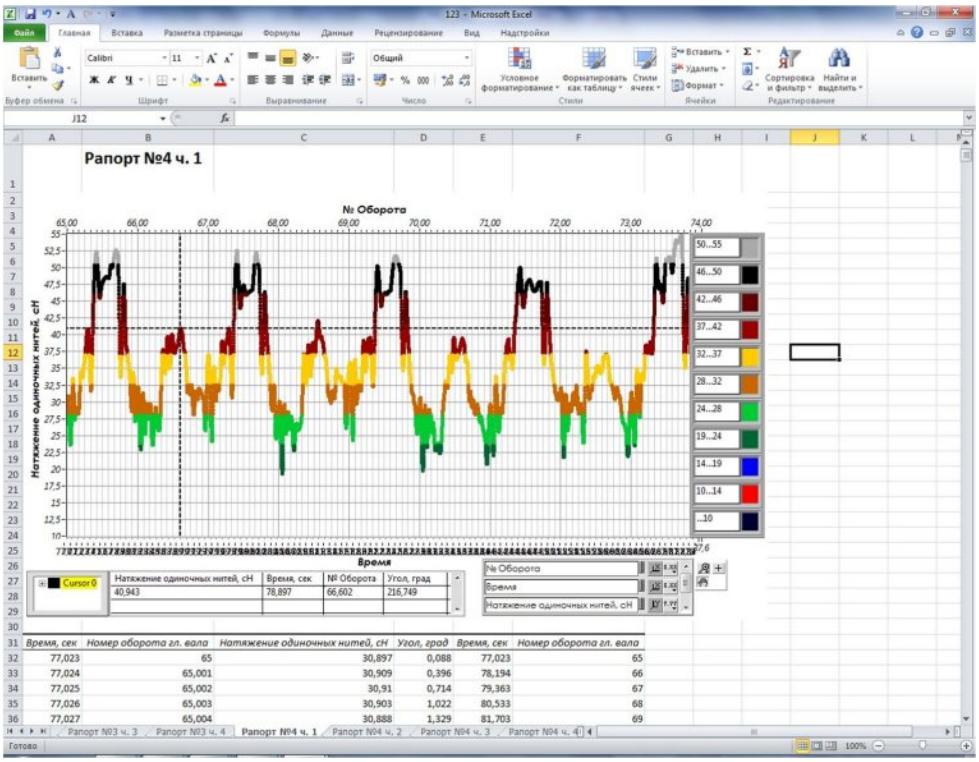


Рисунок П.1.9 – Результат конвертирования выделенного диапазона данных в формат MS Excel

9. Конвертирование выделенного диапазона данных в Microsoft Word

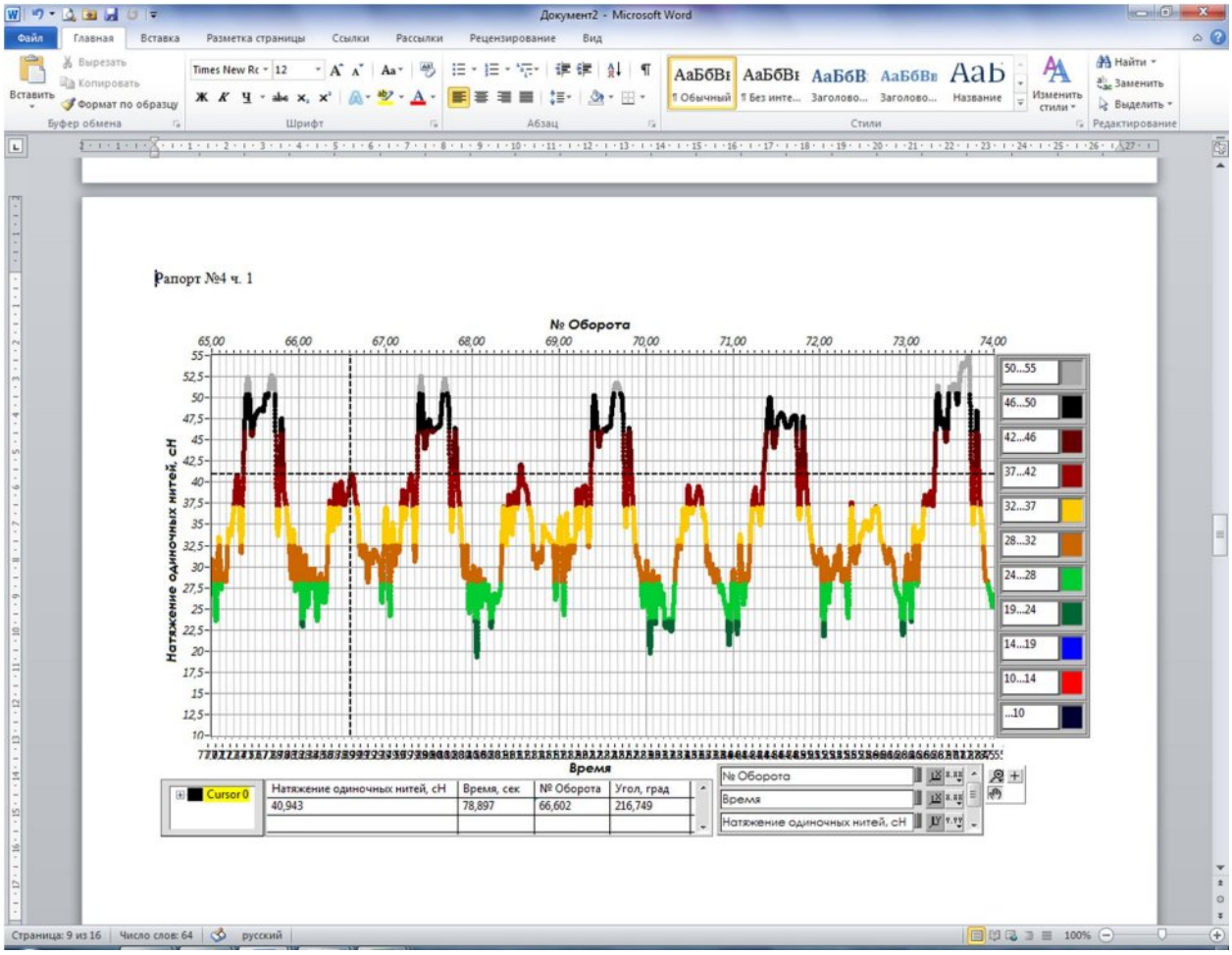
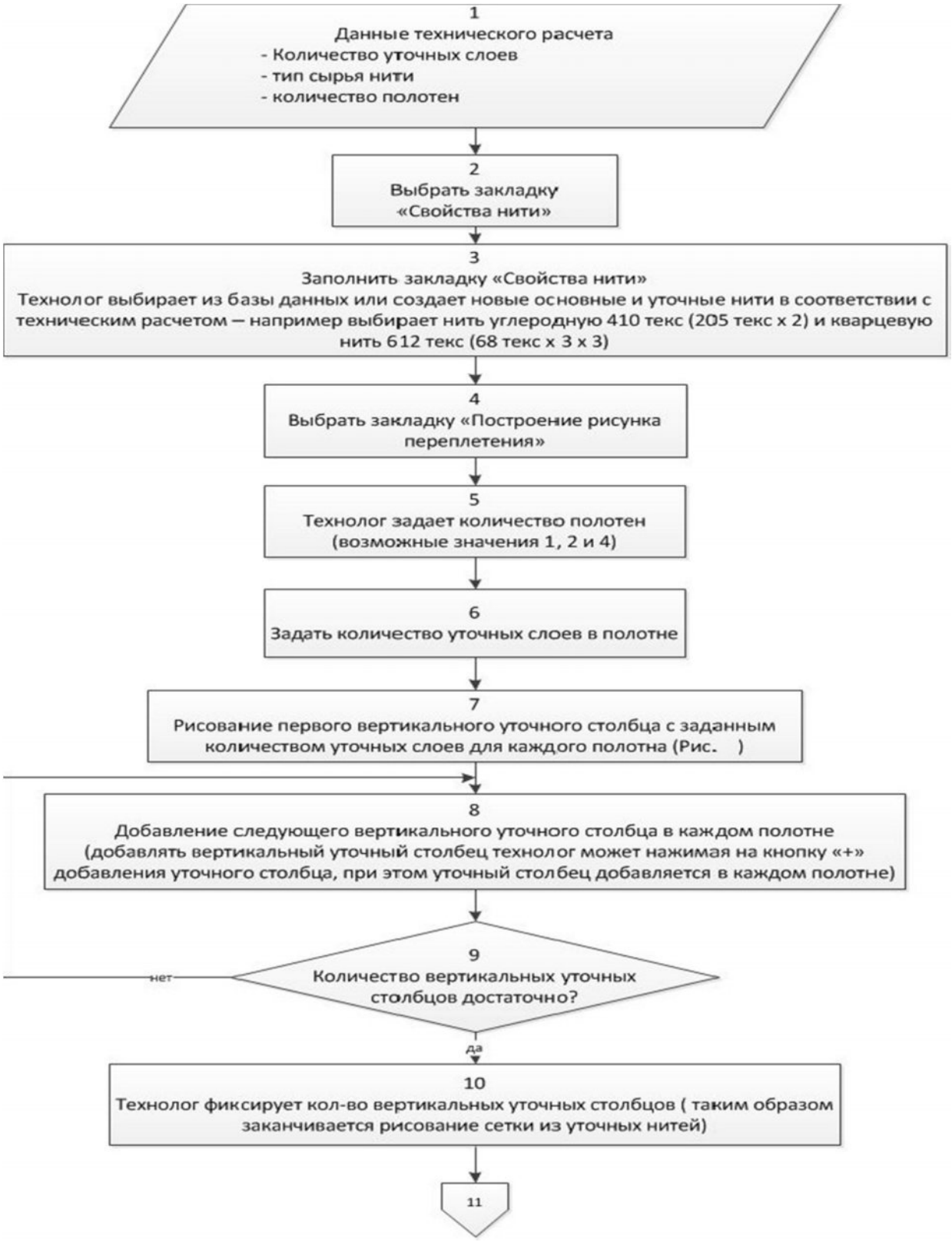


Рисунок П.1.10 – Результат конвертирования выделенного диапазона данных в формат MS Word

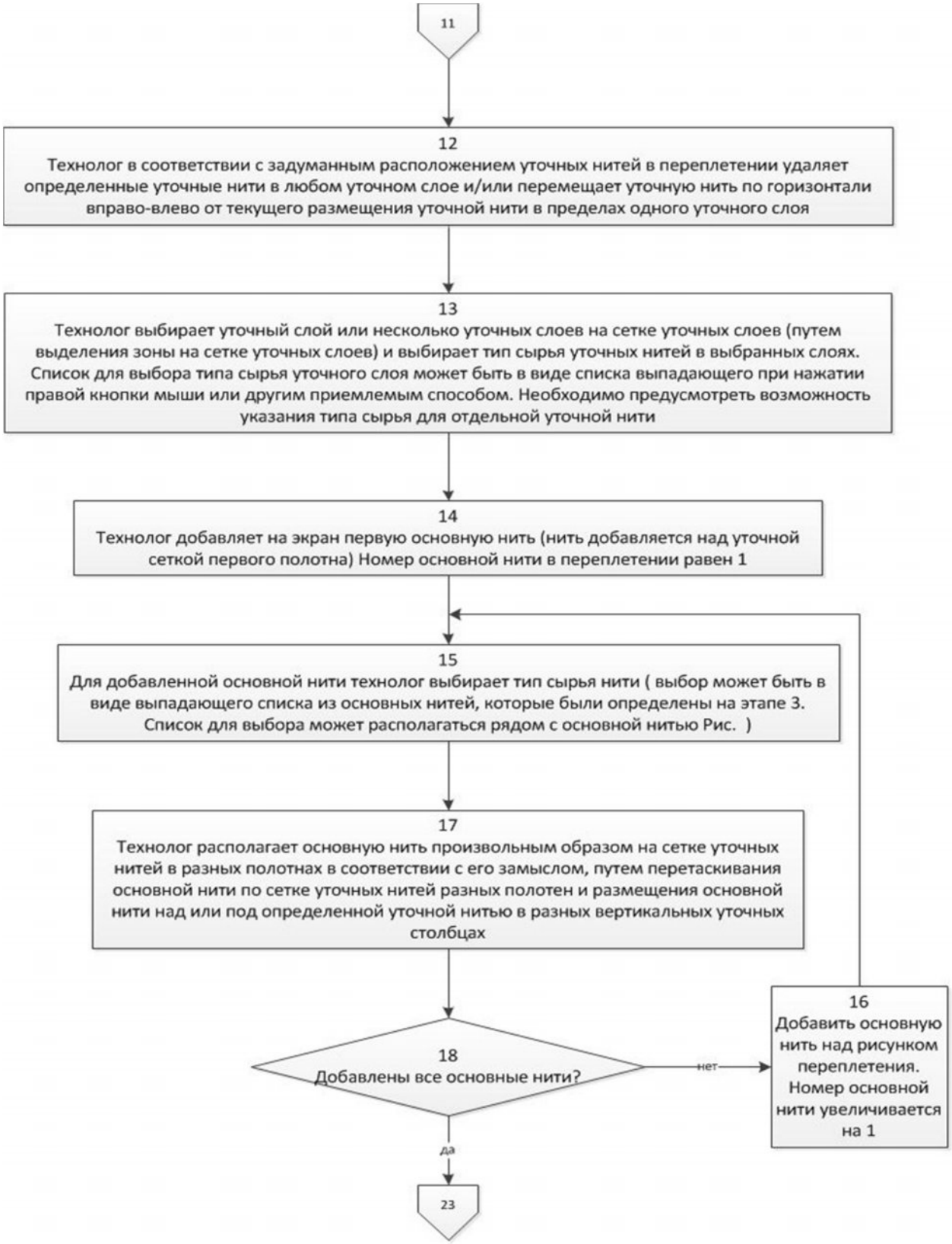
После получения отчета и графиков зависимости производится выход их программы с сохранением данных.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 2

Алгоритм построения рисунка переплетения и формирования управляющей программы для электронной зевообразовательной каретки ткацкого станка СТ-160С



Продолжение



Продолжение

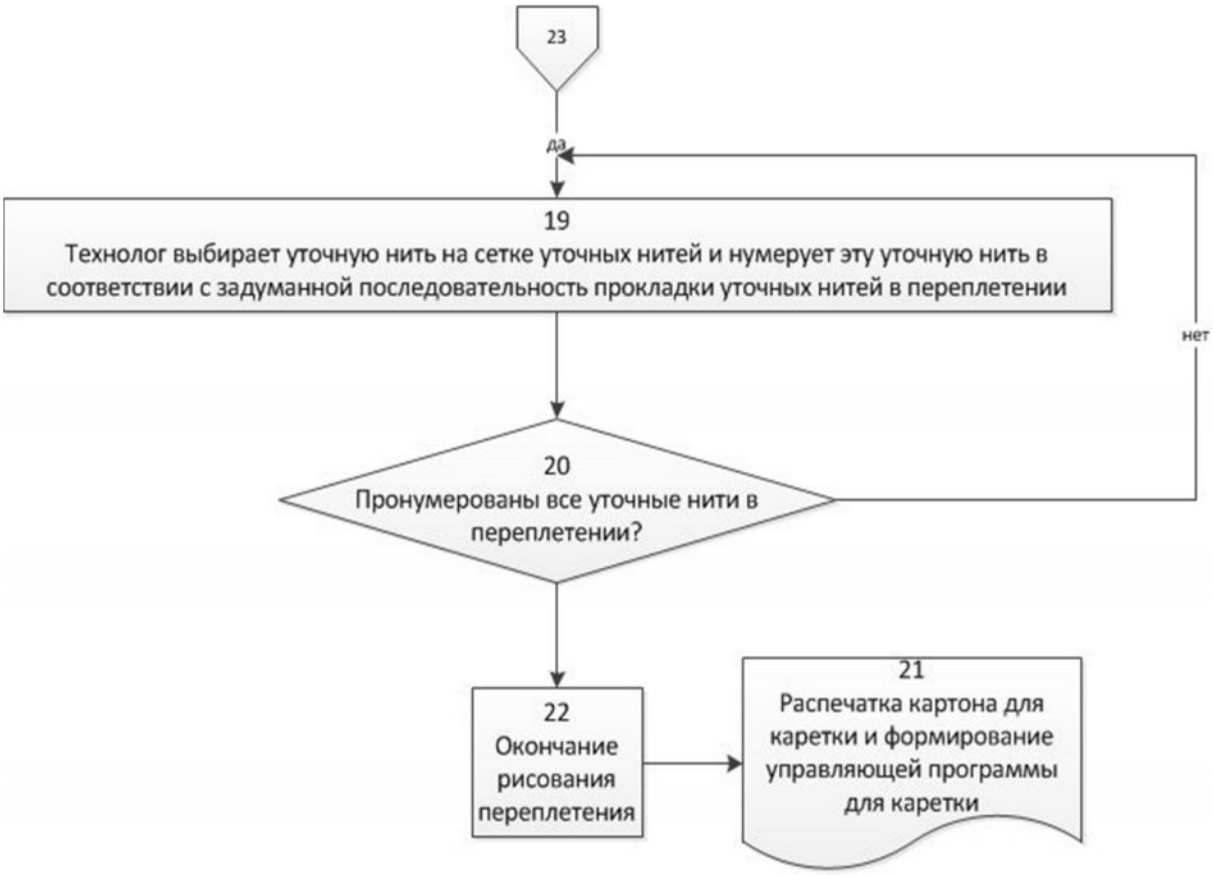


Рисунок П.2.1 – Алгоритм построения рисунка переплетения и формирования управляющей программы для электронной зевообразовательной каретки ткацкого станка СТ–160С

ПРИЛОЖЕНИЕ № 3

Рисунок П.3.1 - Сочетание углеродных и кварцевых нитей в МКПТ

Рисунок П.3.2 - Вид изнутри МКПТ. Зона условного шва

Продолжение

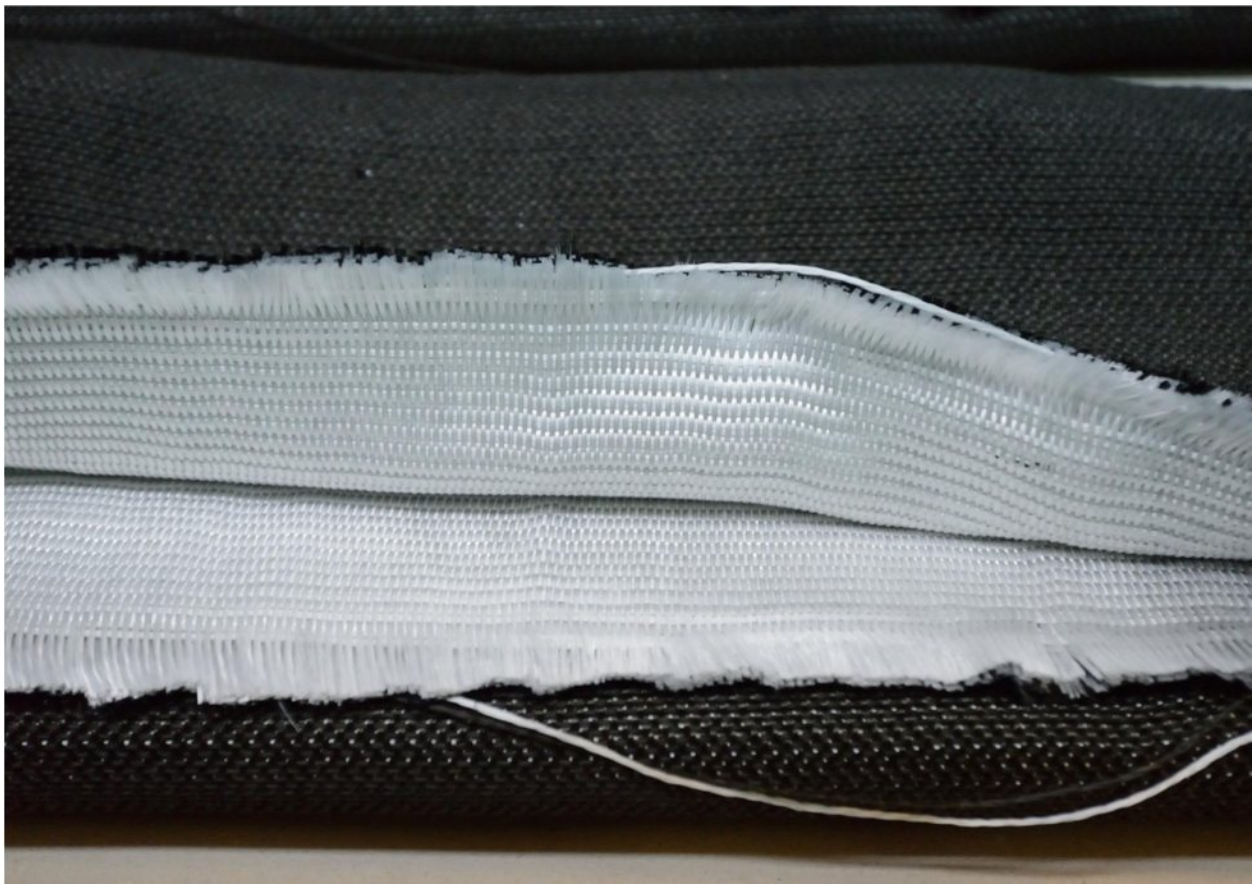


Рисунок П.3.3 - Внешний вид МКПТ

ПРИЛОЖЕНИЕ № 4

Акты о внедрении результатов работы в производственный и учебный процесс

«Утверждаю»

Зам. генерального директора ЗАО «ТРИ-Д»

_____ к.т.н. Павлихина И.Ю.

«_23_» _____ 2014 г.

Акт о внедрении

результатов диссертационной работы соискателя ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет дизайна и технологии» -

Сергеева Владимира Терентьевича

«РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ТКАНИ ИЗ УГЛЕРОДНЫХ И КВАРЦЕВЫХ НИТЕЙ»

в производстве ЗАО «ТРИ-Д»

(п. Андреевка, Солнечногорский район, Московская область)

Результаты диссертационной работы, выполненной соискателем ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет дизайна и технологии» - Сергеевым Владимиром Терентьевичем под руководством профессора Николаева Сергея Дмитриевича, апробированы и внедрены в ткацком производстве ЗАО «ТРИ-Д».

Апробацию и внедрение в производство прошли многослойные комбинированные полые ткани (МКПТ), выработанные из кварцевых нитей линейной плотности 612 текса КС11-17×2×2 (68 текс×3×3) и углеродных нитей линейной плотности 410 текса Урал Н/205-22 (205 текс×2).

В процессе изготовления МКПТ впервые были проведены записи натяжения нитей основы при использовании современной аппаратуры и системы АИИС по глубине и высоте шпулярника на ткацком станке КПТЗ-160С. Определены значения натяжения основных нитей в динамических условиях, выбраны их рациональные величины, что позволило улучшить технологический процесс выработки многослойной ткани.

Результаты исследований использованы при разработке аналогичных многослойных тканей сложных структур.

Таблица 1

Свойства многослойной комбинированной ткани рационального варианта

Ткань	Линейная плотность нитей, текс		Плотность ткани в слое, н/дм		Поверхностная плотность ткани, кг/м^2 (ТУ: 2,5±0,15)	Толщина ткани, мм	Объемная плотность ткани, г/см^3	Уработка углеродных нитей, %		Уработка кварцевых нитей, %	
	углеродных	кварцевых	по основе	по утку				основы	утка	основы	утка
МКПТ	410	612	42±2	45±2	2,43	3,65	0,66	5,10	1,13	6,00	1,20

Полученная структура многослойных комбинированных полых тканей обеспечивает создание многофункциональных композитов, обладающих, наряду с высокими прочностными и теплофизическими показателями, значительным электрическим сопротивлением, а также абляционной стойкостью, радиопрозрачностью и возможностью работать в агрессивных химических средах. Предложенная ткань не имеет аналогов.

Инженер-технолог 1 категории Асонова Р.Д.

Инженер-технолог
производственного участка ЗАО «ТРИ-Д» Никулина М.Н.

"УТВЕРЖДАЮ"
Директор текстильного института имени А.Н.Косыгина Московского государственного университета дизайна и технологии
_____ д.т.н.,
проф. К.Э. Разумеев
« 2 » сентября 2014 года

А К Т

об использовании результатов диссертационной работы соискателя кафедры проектирования текстильных изделий Московского государственного университета дизайна и технологии Сергеева Владимира Терентьевича «Разработка структуры и технологии изготовления многослойной комбинированной ткани из углеродных и кварцевых нитей»

Комиссия в составе заведующего кафедрой проектирования текстильных изделий д.т.н., проф.С.С.Юхина, д.т.н., проф.С.Д.Николаева, к.т.н., доц. И.В.Рыбаулиной подтверждает, что результаты диссертационной работы соискателя В.Т.Сергеева использованы при подготовке инженеров и бакалавров в учебном процессе кафедры в лекционных курсах:

- «Технология ткачества»;
- «Строение и технология тканей технического назначения»;
- «Технология и строение многослойных тканей»;
- «Текстильные материалы для композитов»;
- «Ассортимент тканей и их сертификация»;
- в курсовом и дипломном проектировании в разделах «Расчет технологических параметров»;
- при проведении учебно-исследовательских работ студентов.

Члены комиссии: _____ С.С.Юхин

_____ С.Д.Николаев

_____ И.В.Рыбаулина

ПРИЛОЖЕНИЕ № 5

Техническое задание на опытно-конструкторскую работу

Приложение № 1
к договору № 29-04
от октября 2013г.

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ЗАО «ТРИ-Д»

_____ В. Т. Сергеев

_____ октября 2013 г.

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Сплав»

_____ А. А. Хохлов

_____ октября 2013 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на проведение ОКР по созданию станка ткацкого жаккардового для выработки цельнотканых многослойных заготовок

ТЗ ОКР СТ4-160Ж

2013 г.

1. Основание проведения опытно-конструкторских работ (ОКР)

Основанием для проведения ОКР является договор между Исполнителем и Заказчиком № 29-04 от октября 2013 г.
Начало работ: 01 октября 2013 г.
Окончание работ: 31 марта 2016 г.

2. Заказчик, Исполнитель и соисполнители ОКР

2.1. Заказчик: ЗАО «ТРИ-Д»

2.2. Исполнитель: ООО «Сплав»

2.3. Исполнитель имеет право привлекать к выполнению ОКР соисполнителей.

3. Цель выполнения ОКР, наименование и обозначение изделия

3.1. Целью выполнения ОКР является разработка конструкторской документации, изготовление и испытание ткацкого челночного станка с жаккардовой машиной для выработки цельнотканых многослойных заготовок (ЦТМЗ).

3.2. Наименование изделия: станок ткацкий жаккардовый

3.3. Обозначение изделия: СТ4-160Ж. В обозначении станка:
СТ – станок ткацкий;
4 – количество челноков;
160 – максимальная ширина заправки по берду, см;
Ж – жаккардовый зевообразовательный механизм.

4. Источники разработки

4.1. Источником разработки являются исходные данные на ткацкий станок с жаккардовой машиной, разработанные Заказчиком (табл.1).

Исходные данные на ткацкий станок с жаккардовой машиной

Таблица 1

1. Заправочная ширина по берду, мм	1600
2. Номер берда	30
3. Перерабатываемое сырье	Кварцевые, кремнеземные, углеродные (УРАЛ, УКН) нити
4. Линейная плотность нитей, текс	От 200 до 1220
5. Плотность ткани по основе н/дм	До 960
6. Плотность ткани по утку н/дм	До 2100
7. Толщина ткани, мм	До 50
8. Количество основных нитей в заправке	До 15360
9. Количество челноков в работе	До 4
10. Зевообразовательный механизм	Жаккардовая машина
11. Управление жаккардовой машиной	Электронное
12. Количество концов аркатного шнура	2
13. Размещение и натяжение нитей основы	На индивидуальных катушках с регулировкой натяжения

4.2. При проведении ОКР учитывается опыт разработки и эксплуатации оборудования аналогичного назначения. Разработка ведется на базе имеющегося у Заказчика ткацкого станка ТМЗ-160С с жаккардовой машиной и шпулярником, а также на базе имеющейся у Исполнителя технической документации на ткацкое оборудование:
- механический ткацкий станок Т-200-СБ;
- механический ткацкий станок Т-225-Ш1;
- механизмы натяжения основы и шпулярники для ткацких станков.

4.3. По запросу Исполнителя Заказчик предоставляет дополнительную информацию, необходимую для проведения ОКР (копии технической документации на станок ТМЗ-160С, максимальные габаритные размеры под установку оборудования, размеры паковок с нитями и др.).

5. Технические требования

5.1. Специальные требования

5.1.1. Для подтверждения установленных техническим заданием требований, проектируется и изготавливается экспериментальный образец механического ткацкого челночного станка.

При необходимости могут быть изготовлены экспериментальные и опытные образцы составных частей комплекта технологического оборудования.

После испытаний и соответствующей доработки экспериментальные и опытные образцы используются при изготовлении головного образца, подлежащего реализации Заказчику.

5.1.2. Производитель и конкретная модель жаккардовой машины выбирается Заказчиком. Исполнитель проводит переговоры с производителем жаккардовой машины по цене, срокам поставки и комплектации жаккардовой машины. После получения от производителя жаккардовой машины коммерческого предложения, в техническое задание вносится дополнение, касающееся вопросов установки жаккардовой машины.

5.1.3. На любом этапе ОКР в техническое задание могут быть внесены изменения и дополнения, согласованные Заказчиком и Исполнителем.

5.1.4. Если показатели, полученные в период испытаний экспериментальных и опытных образцов, оказываются выше показателей, указанных в техническом задании, в техническое задание на изделие изменения не вносятся.

5.2. Назначение и состав комплекта станка

5.2.1. Назначение станка СТ4-160Ж

Станок СТ4-160Ж предназначен:
- для выработки цельнотканых многослойных заготовок (ЦТМЗ), аналогичных вырабатываемым на станке ТМЗ-160С с жаккардовой машиной;
- для выработки многослойных тканей в соответствии с исходными данными на ткацкий станок с жаккардовой машиной, разработанными Заказчиком.

5.2.2. Состав комплекта станка СТ4-160Ж
В состав комплекта технологического оборудования станка входят:
- механический ткацкий челночный станок;
- блок жаккардовой машины;
- система программного управления станком;
- основонаблюдатель;
- механизм натяжения основы;
- секционный шпулярник.

5.2.3. Окончательный состав комплекта станка СТ4-160Ж уточняется в процессе разработки и согласовывается на этапе эскизного проекта.

5.3. Основные требования к конструкции механизмов и составных частей экспериментального образца механического ткацкого челночного станка.

5.3.1. Остов станка, предназначен для крепления узлов станка. В конструкции остова допускается применение как чугунных так и стальных деталей (рамы, связи, грудница и др.). Остов станка должен иметь показатели прочности и жесткости, достаточные для выработки тяжелых многослойных тканей, например, ЦТМЗ.

Предусмотреть возможность установки станка на виброопоры или коврики.

5.3.2. Привод должен обеспечивать работу станка в заданном диапазоне скоростей, режимы пуска и останова станка. Предельные скорости работы – не ниже паспортных скоростей станка ТМЗ-160С.

Вращение от электродвигателя к приводному валу передается через ременную передачу.

Рассмотреть возможность применения электропривода с автоматическим регулированием и микропроцессорным управлением.

Предусмотреть возможность останова станка и медленного реверсивного движения для отвода батана в заднее положение в случае возникновения сбоев при прокладке утка и медленный ход в наладочном режиме работы.

В целях обеспечения безопасной работы предусмотреть защиту от случайного пуска станка.

Мощность и другие параметры электродвигателей определяются на этапе эскизно-технического проектирования.

5.3.3. Механизм пуска и останова станка должен обеспечивать ручной пуск и останов станка, останов станка от уточной вилочки и замочного механизма, а также останов станка после прокладывания заданного количества уточных нитей по программе.

Предусмотреть кнопочный пульт управления пуском и остановом электродвигателей.

5.3.4. Батанный механизм – 4-х звенный кривошипно-шатунный. Поводки нерегулируемые. Батанный механизм по массе, прочности и жесткости должен удовлетворять технологическим требованиям по выработке тяжелых многослойных тканей. Предусмотреть точную регулировку сменных челночных коробок по плоскости склиза. Принять меры по предупреждению

самоотвинчивания в резьбовых соединениях, возникающего вследствии вибрации и ударных нагрузок при выработке тяжелых тканей.

5.3.5. Замочный механизм предназначен для предупреждения обрыва основных нитей в случае замина челнока в зеве. При этом должен включаться тормоз и производиться отвод батана в заднее положение.

5.3.6. Механизм разгрузки клапанов челночной коробки предназначен для освобождения клапанов и снятия сопротивления движению челнока во время боя.

5.3.7. Боевой механизм предназначен для прокидки челнока. Предусмотреть регулировку силы и резкости боя. Для погонялки предусмотреть защиту от поломки при заедании челночных коробок.

5.3.8. Механизм управления боем предназначен для управления последовательностью боя. Бой должен происходить с той стороны, где находится челнок. В случае нахождения челноков в противоположных челночных коробках, поднятых в положение боя, бой должен быть выключен с двух сторон.

5.3.9. Механизм изменения ширины ткани (кромкообразователь) предназначен для выработки тканей трапециевидной и конусной формы аналогично тканям, вырабатываемым на станке ТМ3-160С. Рассмотреть возможность применения линейного шагового электродвигателя с микропроцессорным управлением для привода механизма изменения ширины ткани.

5.3.10. Механизм набора товара предназначен для отвода ткани от опушки, получения заданной плотности ткани по утку.

Предусмотреть автоматическое регулирование электропривода и программное задание плотности ткани по утку. Отвод ткани должен осуществляться с постоянной скоростью или дискретно по программе.

Конструктивные решения накопления и съема готовой ткани определяются на этапе эскизно-технического проектирования.

5.3.11. Механизм подъема и смены челночных коробок выполнить с двусторонним расположением челночных коробок. Рассмотреть возможность применения электродвигателя с микропроцессорным управлением для подъема и смены челночных коробок. При работе станка механизм должен обеспечивать подъем челночных коробок и произвольную смену челноков.

5.3.12. Уточная вилочка предназначена для контроля наличия уточины в зеве. При отсутствии уточины в зеве станок должен быть остановлен, а батан отведен в заднее положение.

5.3.13. Станок должен работать от сети переменного тока с напряжением 380В и частотой 50Гц.

5.3.14. Станок должен иметь монитор для отображения текущих технологических параметров. Перечень параметров уточняется на этапе эскизно-технического проектирования.

5.3.15. Станок должен иметь пульт управления с возможностью задания параметров технологического процесса.

5.3.16. Станок оснастить местным освещением рабочей зоны и нижней части полотна.

5.3.17. Станок должен быть оснащен системой местного отсасывания технологической пыли стеклянного и углеродного волокна.

5.4. Требования к блоку жаккардовой машины

Вопросы, связанные с установкой жаккардовой машины решаются согласно п.п. 5.1.2. настоящего технического задания.

Предполагается использование жаккардовой машины UNIVAL 100 (производитель – ф. Stäubli) в исполнении на 15360 нитей, с индивидуальным управлением каждой основной нитью.

Жаккардовая машина оборудована собственным приводом без механической связи с ткацким станком. Синхронная работа оборудования обеспечивается системой электронного управления. Имеется автономный блок управления, синхронизированный с ткацким станком.

5.5. Требования к системе программного управления станком

5.5.1. Система программного управления должна обеспечивать синхронное управление комплектными электроприводами и электронными устройствами ткацкого станка.

5.5.2. Система программного управления выполняется в виде стойки с монитором и пультом управления и дополнительных пультов управления.

5.5.3. Обеспечить программное задание плотности ткани по утку, скорости работы станка, скорости намотки готовой ткани, положения механизма изменения ширины ткани (согласно п.п. 5.3.9).

5.5.4. Предусмотреть наличие интерфейса для подключения к системе программного управления персонального компьютера или ноутбука.

5.6. Требования к конструкции шпулярника

5.6.1. Шпулярник должен быть секционным и поставляться Заказчику в разобранном виде.

5.6.2. Шпулярник должен обеспечить размещение не менее 15360 катушек с радиальной смоткой нитей и возможность индивидуального натяжения нитей.

5.6.3. Конструктивные решения шпулярника и возможность их реализации при заданных габаритах установки оборудования определяются на этапе эскизно-технического проектирования.

5.7. Требования к конструкции основонаблюдателя

5.7.1. Контролирующее устройство должно обеспечивать останов станка при обрыве основных нитей и недопустимом их провисании.

5.7.2. Рассмотреть возможность применения электрических и оптико-электронных датчиков контроля.

5.7.3. Конструктивные решения основонаблюдателя и возможность их реализации при заданных габаритах установки оборудования определяются на этапе эскизно-технического проектирования.

5.8. Требования к конструкции механизма натяжения основы

5.8.1. Механизм натяжения основы предназначен для дополнительного натяжения нитей основы, поступающих со шпулярника, разделения нитей основы на группы и выравнивания натяжения нитей.

5.8.2. Конструкция механизма должна обеспечить свободный доступ к нитям основы.

5.8.3. Конструктивные решения механизма натяжения основы и возможность их реализации при заданных габаритах установки оборудования определяются на этапе эскизно-технического проектирования.

5.9. Требования к программному обеспечению

5.9.1 Программное обеспечение должно обеспечивать реализацию функций, указанных в настоящем техническом задании.

5.9.2. Программное обеспечение должно быть защищено от попыток несанкционированного доступа и несанкционированного использования.

5.9.3. Стороннее программное обеспечение должно быть лицензированным.

5.9.4. На персональном компьютере или ноутбуке, подключаемом к системе программного управления, должна быть установлена операционная система Windows.

5.10. Общие требования к конструкции и изготовлению составных частей станка

5.10.1. Электрооборудование должно размещаться в закрытых коробках или в шкафах. Монтаж электрооборудования и его заземление должно быть выполнено в соответствии с «Правилами устройства электроустановок»

5.10.2. Металлические детали, соприкасающиеся с нитями, должны иметь износостойкое и антикоррозионное покрытие. Параметр шероховатости поверхностей в местах прохождения нитей должен быть не более 0.8мкм.

5.10.3. Для защиты деталей от коррозии применять антикоррозионные и лакокрасочные покрытия. Требования к средствам защиты от коррозии должны быть указаны в конструкторской документации.

5.10.4. Наружные поверхности станка должны быть окрашены в соответствии со схемой окраски, указанной в конструкторской документации.

5.11. Требования к составу комплекта ЗИП

Станок должен быть укомплектован комплектом запчастей, специального инструмента и принадлежностей. Стандартные инструменты, принадлежности и вспомогательные изделия поставке не подлежат.

5.12. Требования безопасности

5.12.1. Конструкция станка должна отвечать требованиям обязательных стандартов безопасности. Предусмотреть блокировки ограждения для опасных зон.

5.12.2. Элементы электрооборудования должны иметь оболочки со степенью защиты JP44 по ГОСТ 17494 и ГОСТ 14255. При этом учесть опыт работы с углеродными нитями, пыль которых электропроводна. Рассмотреть необходимость применения пылезащищенных исполнений электрооборудования.

5.12.3. Класс электротехнических изделий по способу защиты человека от поражения электрическим током – 01 по ГОСТ 12.2.007, тип изоляции – рабочая, по ГОСТ 12.1.009.

5.13. Эстетические и эргономические требования

5.13.1. Внешнее оформление составных частей, выбор цветового решения и вида лакокрасочных покрытий, применяемых для его окраски, должны соответствовать современным направлениям технического дизайна в отечественном и зарубежном машиностроении.

5.13.2. Внешние детали не должны иметь острых ребер и углов.

5.13.3. Эстетические и эргономические требования должны соответствовать ГОСТ 12.2.033 и ГОСТ 12.2.049.

5.14. Требования к сырью, материалам и комплектующим изделиям

5.14.1. В изделии не должны применяться комплектующие изделия, снятые с производства.

5.14.2. Качество материалов и комплектующих изделий должно соответствовать требованиям действующих стандартов и технических условий.

5.14.3. С целью повышения надежности работы механизмов станка, при изготовлении деталей, работающих в тяжелых условиях, применять

высокопрочный чугун, качественные углеродистые и легированные стали с термообработкой, износостойкие покрытия.

5.15. Условия эксплуатации

Станок должен обеспечивать заданные технические показатели при условиях эксплуатации, соответствующих исполнению «УХЛ» и категории размещения «4» по ГОСТ 15150.

5.16. Требования маркировке, консервации и упаковке

5.16.1. На станок должна быть прикреплена табличка с маркировкой изделия.

5.16.2. Необходимость консервации составных частей комплекта станка и их упаковки определяет Заказчик. По согласованию с Заказчиком оборудование может быть отправлено к месту установки и монтажа неупакованным.

5.16.3. Консервация составных частей комплекта изделия, упаковка их в деревянную тару и маркировка тары производится в соответствии с действующими стандартами.

5.16.4. Прилагаемая техническая документация передается непосредственно Заказчику или упаковывается в тару вместе с оборудованием.

5.17. Окончательные требования к перечисленным в настоящем разделе параметрам, а также технические характеристики станка (масса, габаритные размеры, мощность двигателей и т.д.) уточняются в процессе проведения ОКР на этапах эскизного, технического и рабочего проектов.

6. Комплект поставки станка СТ4-160Ж

6.1. В комплект поставки станка входят:
- станок СТ4-160Ж обкатанный и укомплектованный согласно договору на поставку оборудования;
- техническая и товаросопроводительная документация.

6.2. Комплект технической и товаросопроводительной документации включает:
- паспорт;
- руководство по эксплуатации;
- ведомость ЗИП;
- упаковочную ведомость;
- паспорта и другие эксплуатационные документы на покупные изделия, поставляемые со станком в соответствии с комплектностью поставки этих изделий.

7. Требования к патентной чистоте

Патентная чистота на конструктивные решения должна быть обеспечена в отношении Российской Федерации.

8. Гарантии изготовителя

8.1. Гарантийный срок изделия должен составлять не менее 12 месяцев.

8.2. Условия гарантийных обязательств указываются в договоре на поставку оборудования и в технико-эксплуатационной документации на станок.

9. Этапы выполнения ОКР и содержание работ по этапам

9.1. Этапы выполнения ОКР и содержание работ по этапам указаны в таблице 3.

Таблица 3

Этапы работ	Содержание работ
1	2
1. Техническое предложение	Анализ результатов предшествующих разработок. Получение у Заказчика дополнительных данных, необходимых для разработки. Предварительные расчеты. Выбор оптимальных вариантов технических решений. Оформление документации технического предложения.
2. Эскизный проект	Конструкторская проработка вариантов возможных решений, выбор конструкции. Оценка станка по технологичности и эргономике. Проверка соответствия вариантов технических решений обязательным требованиям техники безопасности и производственной санитарии. Разработка документации эскизного проекта.
3. Технический проект	Разработка конструктивных решений станка и его составных частей, выбор средств автоматизации. Выполнение необходимых расчетов. Оценка составных частей станка на технологичность изготовления. Оформление документации технического проекта.
4. Рабочий проект	Разработка конструкторской документации на станок и его составные части. Разработка программного обеспечения. Разработка эксплуатационной документации. Разработка технологической документации. Разработка программы и методики предварительных испытаний

Продолжение таблицы 3

1	2
5. Изготовление экспериментального образца станка и проведение предварительных испытаний	Подготовка производства для изготовления экспериментального образца. Изготовление технологической оснастки. Изготовление экспериментального образца станка. Предварительные испытания экспериментального образца станка. Отладка программного обеспечения. Корректировка конструкторских и технологических документов по результатам предварительных испытаний. Доработка экспериментального образца станка по результатам предварительных испытаний. Разработка программы и методики приемочных испытаний.
6. Проведение приемочных испытаний.	Подготовка конструкторской документации и опытного образца к приемочным испытаниям. Проведение приемочных испытаний опытного образца. Корректировка конструкторских, технологических документов и программного обеспечения по результатам приемочных испытаний. Доработка опытного образца станка по результатам приемочных испытаний.

9.2. Допускается ознакомление экспертов со стороны Заказчика с выполненными работами по этапам ОКР.

9.3. Предельные сроки выполнения этапов ОКР и порядок финансирования работ по этапам определяются договором на выполнение ОКР и ведомостью исполнения ОКР, являющейся неотъемлемой частью договора.

9.4. В целях ускорения выпуска головного образца изделия различные этапы проведения ОКР могут совмещаться и проводиться одновременно.

9.5. На любом этапе ОКР в техническое задание могут быть внесены изменения и дополнения, согласованные Заказчиком и Исполнителе м.

10. Порядок выполнения и приемки этапов ОКР

10.1. Выполнение и приемка этапов ОКР должны производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 15.201-2000.

10.2. К приемочным испытаниям предъявляется один опытный образец станка СТ4-160Ж.

10.3. Порядок проведения и финансирования приемочных испытаний, место и время их проведения определяются договором между Заказчиком и Исполнителем, «Программой и методикой испытаний» и иными документами, признаваемыми как Заказчиком, так и Исполнителем.

10.4. Результаты приемочных испытаний оформляются Актом испытаний.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 6

Патенты

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2159301

Российским агентством по патентам и товарным знакам на основании Патентного закона Российской Федерации, введенного в действие 14 октября 1992 года, выдан настоящий патент на изобретение

МНОГОСЛОЙНАЯ ТКАНЬ

Патентообладатель(ли):

Финникова Зинаида Ивановна, Ерофеикова Валентина Ивановна, Сергеев Владимир Терентьевич

по заявке № 2000107347, дата поступления: 28.03.2000

Приоритет от 28.03.2000

Автор(ы) изобретения:

Финникова Зинаида Ивановна, Ерофеикова Валентина Ивановна, Сергеев Владимир Терентьевич

Патент действует на всей территории Российской Федерации в течение 20 лет с **28 марта 2000 г.** при условии своевременной уплаты пошлины за поддержание патента в силе

Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации

г. Москва, ***20 ноября 2000 г.***

Генеральный директор

А.Д. Корчагин

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 143392

УСТРОЙСТВО ПОДАЧИ НИТЕЙ ОСНОВЫ НА ТКАЦКОЙ МАШИНЕ ДЛЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ТКАНЕЙ И ТКАЦКАЯ МАШИНА С ЭТИМ УСТРОЙСТВОМ

Патентообладатель(ли): ***Закрытое акционерное общество "ТРИ-Д" (ЗАО "ТРИ-Д") (RU)***

Автор(ы): ***Сергеев Владимир Терентьевич (RU), Малафеева Ирина Германовна (RU), Терентьев Олег Александрович (RU), Усолов Виктор Алексеевич (RU)***

Заявка № **2014113478**

Приоритет полезной модели **08 апреля 2014 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации ***19 июня 2014 г.***

Срок действия патента истекает **08 апреля 2024 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОБРАЗЕЦ

№ 81353

ТКАНЬ

Патентообладатель(ли): ***Закрытое акционерное общество "ТРИ-Д" (RU)***

Автор(ы): ***Аитова Марина Юсуфовна (RU); Сергеев Владимир Терентьевич (RU)***

Заявка № **2010503660**
Приоритет(ы) промышленного образца **15 декабря 2010 г.**
Дата государственной регистрации в Государственном реестре промышленных образцов Российской Федерации **16 апреля 2012 г.**
Срок действия исключительного права на промышленный образец истекает **15 декабря 2025 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(РОСПАТЕНТ)

П А Т Е Н Т

N 41327

на ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОБРАЗЕЦ:

"Тканый материал"

Патентообладатель(ли): Акционерное общество закрытого типа "Три-Д"

Страна: Российская Федерация

Автор (авторы): Павлихина Ирина Юрьевна, Еровенкова Валентина Ивановна, Сергеев Владимир Терентьевич, Квашнева Зинаида Ивановна и Аитова Марина Юсуфовна

Приоритет промышленного образца 7 апреля 1993 г.

Дата поступления заявки в Роспатент 7 апреля 1993 г.

Заявка N 93014985

Зарегистрирован в Государственном реестре промышленных образцов 21 октября 1994 г.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РОСПАТЕНТА

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(РОСПАТЕНТ)

П А Т Е Н Т

N 40439

на ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОБРАЗЕЦ:

"Ткань"

Патентообладатель(ли): Акционерное общество закрытого типа "Три-Д"

Страна: Российская Федерация

Автор (авторы): Павлихина Ирина Юрьевна, Еровенкова Валентина Ивановна, Сергеев Владимир Терентьевич, Квашнева Зинаида Ивановна и Айтова Марина Юсуфовна

Приоритет промышленного образца 7 апреля 1993 г.

Дата поступления заявки в Роспатент 7 апреля 1993 г.

Заявка N 93038815

Зарегистрирован в Государственном реестре промышленных образцов 24 февраля 1994 г.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РОСПАТЕНТА

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(РОСПАТЕНТ)

П А Т Е Н Т

N 40438

на ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОБРАЗЕЦ:

"Ткань"

Патентообладатель(ли): Акционерное общество закрытого типа "Три-Д"

Страна: Российская Федерация

Автор (авторы): Павлихина Ирина Юрьевна, Еровенкова Валентина Ивановна, Сергеев Владимир Терентьевич, Квашнева Зинаида Ивановна и Аитова Марина Юсуфовна

Приоритет промышленного образца 7 апреля 1993 г.

Дата поступления заявки в Роспатент 7 апреля 1993 г.

Заявка N 93038814

Зарегистрирован в Государственном реестре промышленных образцов 24 февраля 1994 г.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РОСПАТЕНТА