



На правах рукописи

Каракова Ольга Анатольевна

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ, ТЕХНОЛОГИИ И СВОЙСТВ ПАРАШЮТНЫХ ТКАНЕЙ

Специальность 05.19.02 – Технология и первичная обработка текстильных
материалов и сырья

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 2018

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» на кафедре проектирования и художественного оформления текстильных изделий.

Научный руководитель: **Николаев Сергей Дмитриевич**, доктор технических наук, профессор кафедры проектирования и художественного оформления текстильных изделий ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)»

Официальные оппоненты: **Панин Алексей Иванович**, доктор технических наук, директор ООО «ПАНТЕКС», г. Дмитроваград
Левакова Наталия Марковна, кандидат технических наук, директор ООО «ТЕКС-ЦЕНТР», г. Москва

Ведущая организация ООО НПК«ЦНИИШЕРСТЬ», г. Москва

Защита состоится «11» октября 2018 г. в 10-00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.144.06 при ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство.)» по адресу: 117997, г. Москва, ул. Садовническая, д. 33, стр. 1, ауд. 156.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н.Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство.)» и на сайте <https://kosygin-rgu.ru>.

Автореферат разослан «_____» _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.144.06
доктор технических наук, профессор



Е.А. Кирсанова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В марте 2017 года Президент Российской Федерации В.В.Путин провел совещание «О мерах по развитию легкой промышленности в Российской Федерации». Это совещание, безусловно, добавило авторитет легкой промышленности. Решение вопросов, обсуждаемых на совещании, позволят объединить усилия государства и бизнес – сообщества. Сегодня приходится констатировать, что административные методы ведения планового хозяйства, характерные для советского периода развития нашей страны, и рыночные методы, которые используются сейчас, не могут регулировать производство и потребление текстильной продукции. Разрабатываемая в настоящее время Стратегия развития отрасли поможет сформулировать и в дальнейшем решить многие вопросы текстильной и легкой промышленности. Но совершенно очевидно, что без государственной поддержки малых и средних предприятий отрасли, сегодня сложно будет решать многие проблемы. На сегодняшний день порядка 90% работающих людей в легкой и текстильной промышленности приходится на малые и средние предприятия. Опыт развития легкой промышленности в Китае, Турции, Индии, Узбекистане свидетельствует об этом. Развитие технического текстиля, особенно в условиях санкционной политики Запада сегодня является для отрасли приоритетом.

Сегодня производство парашютной техники очень востребовано в России. Проблемами создания и применения текстильных материалов для парашютной техники не занимались серьезно несколько десятков лет. Как известно, парашютные ткани должны выдерживать значительные нагрузки, ткани должны хорошо «укладываться» до необходимых размеров, дизайн тканей должен быть привлекательным. Использование парашютной техники на больших высотах требует постоянного улучшения показателей. Но без исследования существующих структур парашютных тканей невозможно создать новые ткани. Парашютные ткани должны обеспечивать необходимое качество, надежность и безопасность. Вышесказанное позволяет сделать вывод об актуальности данного научного исследования.

Цель исследований – разработка методов прогнозирования технологии, структуры и свойств парашютных тканей.

Задачи исследований:

- анализ состояния вопроса по технологии, структуре и свойствам парашютных тканей в России;
- анализ требований, предъявляемых к парашютным тканям;
- исследование параметров структуры парашютных тканей;
- анализ влияния порядка фазы строения тканей на параметры структуры тканей;
- расчет уработок нитей в ткани для прогнозирования реального расположения нитей основы и утка друг относительно друга;
- разработка алгоритма расчета уработок нитей в ткани с учетом фактической длины нити в ткани с использованием современных информационных технологий;

- расчет прочностных показателей для прогнозирования свойств парашютных тканей;
- разработка алгоритма расчета прочностных показателей ткани с использованием современных теорий механики нити и современных информационных технологий;
- прогнозирование параметров структуры парашютных тканей при различных фазах ее строения;
- экспериментальное исследование структуры тканей, физико-механических и гигроскопических свойств тканей;
- решение оптимизационных задач по определению рациональных параметров строения парашютных тканей.

Основные методы исследований. В основу работы были положены экспериментальные и теоретические исследования в области строения и проектирования тканей.

При аналитических исследованиях использовались геометрический метод проектирования однослойных тканей, теория прочности, дифференциальное исчисление, методы математической статистики.

При проведении экспериментальных исследований использованы современные методы, использованы методы математической статистики.

В работе использованы известные методы определения свойств и параметров структуры нитей и ткани.

Научная новизна диссертационной работы заключается в:

- получении параметров структуры полиамидных парашютных тканей при различном взаимном расположении основных и уточных нитей на основе геометрического метода;
- получении математических моделей основных параметров структуры парашютных тканей в зависимости от ее порядка фазы строения, полученных в среде MathCad;
- разработке алгоритма определения уработок нитей основы и утка при использовании математических сплайнов (многочленов специального вида) путем их построения;
- получении прочностной модели парашютной ткани с учетом свойств используемых нитей, параметров заправки и структуры тканей, порядка фазы строения тканей;
- исследовании влияния порядка фазы строения ткани на ее прочностные показатели на аналитическом уровне, что позволяет прогнозировать в дальнейшем свойства парашютных тканей.

Практическая значимость заключается в:

- расчете параметров структуры парашютных тканей при различном порядке фазы их строения применительно к ЗАО «Передовая текстильщица», что позволяет прогнозировать ее строение;
- оптимизации структуры парашютной ткани из полиамидных нитей малой линейной плотности с учетом порядка фазы строения ткани, которая обеспечивает заданные поверхностную плотность ткани и ее поверхностное заполнение;

- разработке программного обеспечения для расчета уработок нитей в ткани в среде MathCad;
- разработке алгоритма расчета прочностных показателей парашютной ткани в среде MathCad;
- анализе пороков парашютной ткани, получена статистика причин брака ткани на ЗАО «Передовая текстильщица», что позволяет в дальнейшем прогнозировать условия формирования тканей и стабилизировать технологический процесс;
- проведении оптимизации технологического процесса изготовления парашютных тканей для обеспечения допустимой обрывности нитей на ткацком станке и допустимых значений брака в ткани;
- анализе видов отделки парашютной ткани и ее влияния на изменение физико-механических свойств;
- исследовании гигроскопических и прочностных свойств парашютных тканей при воздействии на ткань влаги и температуры, позволяющие прогнозировать эксплуатационные характеристики парашютных тканей.

Апробация результатов диссертации. Основные положения и результаты исследований по теме диссертации докладывались и обсуждались на:

- IV международной конференции «Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности» ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)», Москва, 14-15 мая 2014 г.;
- VI международной конференции «Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности» ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)», Москва, 25-26 мая 2016 г.;
- международной научно-технической конференции «Значение интеграции науки и решение актуальных проблем при организации производства в предприятиях текстильной промышленности», Республика Узбекистан - МАР-ГИЛАН – 2017;
- XX Международный научно-практический форум SMARTEX-2017, ФГБОУ ВО «ИВГПУ», г. Иваново – 2017 г.;
- международном научно-техническом форуме, Первые Косыгинские чтения, ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» (Москва, 2017 г.);
- на заседаниях кафедры ПиХОТИ ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» (2017, 2018 гг.).

Личный вклад автора состоит в определении цели и задач исследования, написании аналитического обзора, проведении аналитических расчетов, участии в научных экспериментальных исследованиях выработки тканей, в обработке и анализе экспериментальных данных, формулировании выводов и рекомендаций по работе, написании диссертации.

Публикации. По результатам исследований опубликовано 11 работ, из них 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК.

Структура и объём работы. Работа изложена на 144 страницах, состоит из введения, 5 глав с выводами, основных результатов, выводов и рекомендаций по работе, списка используемой литературы из 135 источников, приложений, содержит 53 рисунка, 38 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении показана актуальность темы диссертации, обозначены объекты исследования, определена цель и сформулированы задачи исследований, а также показана научная новизна и практическая значимость работы.

Глава 1 посвящена анализу литературных источников по теме исследования. Наибольший вклад в решение проблем, возникающих в области технического текстиля (проектирования тканей, исследование их структуры и свойств, прогнозирование технологии), внесли многие ведущие ученые: Н.Г. Новиков, В.А. Гордеев, Ф.М. Розанов, П.В. Власов, А.А. Мартынова, В.П. Щербаков, С.Д. Николаев, С.С. Юхин, Е.П. Лаврентьева, Т.Ю. Карева, Ю.Ф. Ерохин, И.Н. Панин, М.В. Назарова, Я. Шосланд, С. Носек, Г. Хан и др.

Анализ литературных источников по теме исследования позволил установить, что:

- стремительное развитие ракетно-космической отрасли, самолетостроения, а также возникновение нестандартных и единичных экспериментальных задач, требующих парашютного десантирования, обуславливает необходимость быстрого и оптимального проектирования новых парашютов и парашютных систем, а, следовательно, разработки новых, не использовавшихся ранее артикулов парашютной ткани, соответствующих требованиям конкретных условий;

- составленные для проектирования парашютных систем алгоритмы расчета на ЭВМ на настоящий момент не включают в себя проектирование ткани, а используют лишь стандартные, уже вырабатываемые артикулы, в этой связи актуально продолжение исследований в области автоматизации проектирования тканей по заданным параметрам, в частности, по прочности, воздухопроницаемости и др.;

- при проектировании парашютов в настоящее время при исследовании тканевых образцов на прочность применяется модель двухосного нагружения Максвелла, которая является недостаточно полной и не учитывает возникновения пластических деформаций;

- выбор сырья для выработки современных парашютных тканей обусловлен многими физико-механическими свойствами волокон; в настоящее время чаще всего применяется полиамидное волокно, так как оно имеет высокую прочность на разрыв, высокую гидрофобность, устойчивость к светопогодным условиям, а его устойчивость к истиранию, например, превышает этот показатель для хлопка в 10 раз;

- в силу специфики нагрузок, испытываемых парашютными тканями при их эксплуатации, проектирование тканей, а, следовательно, и исследование процесса тканеформирования должно быть направлено в сторону максимально адекватного отражения физико-механических свойств волокон и нитей, составляющих полотно, что влечет за собой применение инновационных методов, учитывающих по возможности большее количество факторов, влияющих на эти свойства, таких как вязко-упруго-пластические деформации, элементы строения ткани и др.

Глава 2 посвящена исследованию геометрической структуры парашютных тканей и оценке их воздухопроницаемости.

Параметры заправки исследуемых нами тканей приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры заправки тканей.

Параметры заправки	Арт.56307	Арт.56005	Арт.86109	Арт.56011М
Линейная плотность основы, текс	4	5	3,3	6,7
Линейная плотность утка, текс	4	5	3.3	6,7
Плотность ткани по основе, нит/дм	360	540	450	400
Плотность ткани по утку, нит/дм	400	510	450	400
Переплетение	полотняное	полотняное	поллотняное	полотняное

Геометрические параметры строения тканей определялись по общеизвестным формулам. Расчет уработок нитей проводился по специально разработанной нами методике. Проведенные расчеты позволили определить пористость ткани. Все расчеты проводились для всех возможных порядков фазы строения. Хотя мы понимали, что современное технологическое оборудование не позволит их все выработать на ткацком станке. Для этого необходимы дополнительные механизмы для изменения и регулирования длин основы и утка в процессе формирования ткани на ткацком станке. В настоящее время на большинстве конструкций ткацких станков отсутствуют механизмы дозировки нитей.

Проведена оптимизация структуры парашютных тканей.

Для ткани арт. 56005 получены следующие регрессионные уравнения:

$$Y_{1R}=47,998+5,000X_1+7,197X_2+0,253X_1^2+0,003X_2^2+1,700X_1X_2$$

$$Y_{2R}=65,23+4,077X_1+3,367X_2+0,673X_1^2+1,227X_2^2+0,773X_1X_2$$

Вид поверхностей отклика поверхностной плотности представлен на рисунке 1, поверхностного заполнения ткани – на рисунке 2.

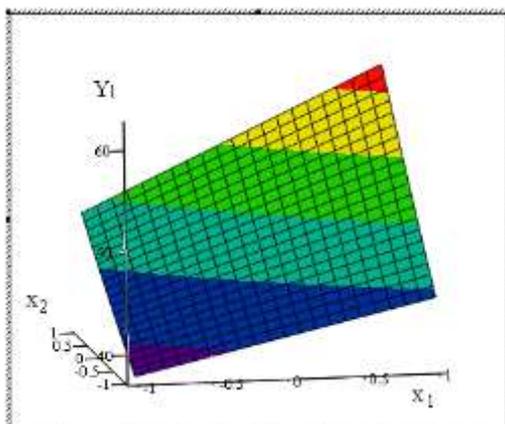


Рис. 1.

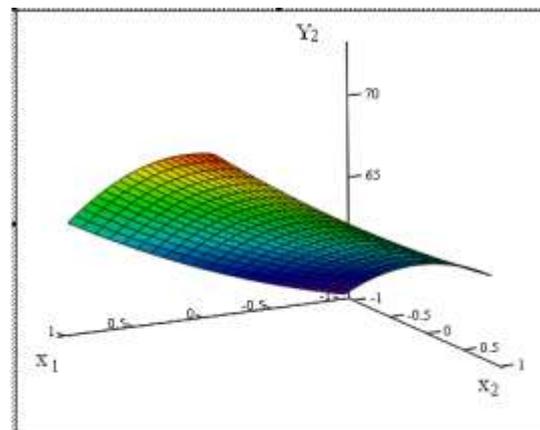


Рис. 2.

Уработка нитей в ткани является одним из параметров структуры ткани. Она влияет на поверхностную плотность ткани. На рис. 3 представлена геометрическая модель строения ткани полотняного переплетения.

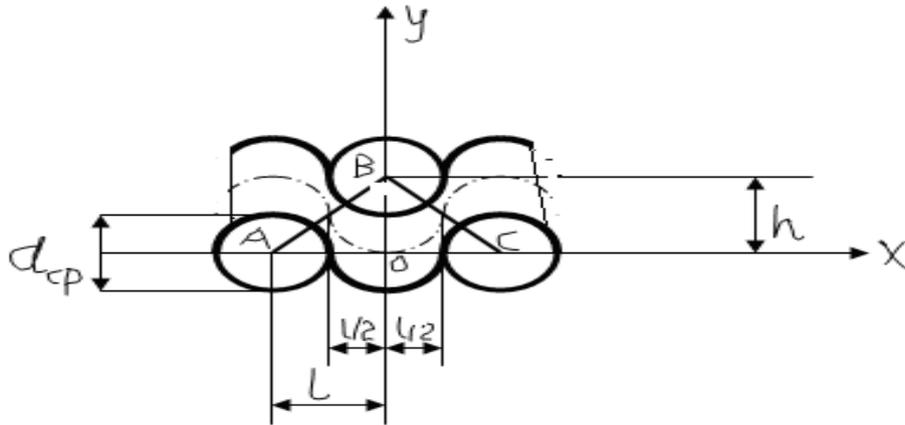


Рис. 3

На наш взгляд форма полуволены нити в раппорте лучше всего может быть описана кривой цепной линии

$$y = b + a \operatorname{ch} kx, \quad (1)$$

где a и k - параметры цепной линии.

Для данной аппроксимации длина полуволены нити (участок AC) можно рассчитать по формуле:

$$l = \int_A^B \sqrt{1 + (y'(x))^2} dx = \int_A^B \sqrt{1 + k^2 a^2 \operatorname{sh}^2 kx} dx \quad (2)$$

Использование параболы для аппроксимации позволяет нам иметь кривую непрерывной в узловых точках. Производная кривой также будет непрерывной. Рассмотрим точку C, в которой соединяются обе параболы. Производная этих участков кривой имеет вид:

$$y' = 2ax = \frac{4d_{cp} - 2h}{l}. \quad (3)$$

Не приводя громоздкий вывод формул, запишем формулы для расчета длины основы и утка в ткани:

$$L_{oc} = l_{ym} \sqrt{1 + \left(\frac{4d_{cp} - 2h}{l_{ym}} \right)^2} + \frac{l_{oc}^2}{4d_{cp} - 2h} \ln \left(\frac{4d_{cp} - 2h}{l_{ym}} + \sqrt{1 + \left(\frac{4d_{cp} - 2h}{l_{ym}} \right)^2} \right), \quad (4)$$

$$L_{ym} = l_{oc} \sqrt{1 + \left(\frac{4d_{cp} - 2h}{l_{oc}} \right)^2} + \frac{l_{oc}^2}{4d_{cp} - 2h} \ln \left(\frac{4d_{cp} - 2h}{l_{oc}} + \sqrt{1 + \left(\frac{4d_{cp} - 2h}{l_{oc}} \right)^2} \right),$$

В работе используем интерполирование с помощью сплайн-функций, как один из наиболее эффективных способов. В таблицах 2 и 3 приведены результаты расчетов уработок основных и уточных нитей.

Таблица 2 - Параметры структуры ткани для расчета уработки нитей утка

Фаза	D_{cp}	h	L_o	L_{uf}	$A_u=(L_{uf}-L_o)/L_{uf}$
1	0,084	0,168	0,278	0,335525383	17,14%
2	0,084	0,147	0,278	0,323428095	14,05%
3	0,084	0,126	0,278	0,312378116	11,01%
4	0,084	0,105	0,278	0,302539973	8,11%
5	0,084	0,084	0,278	0,29409703	5,47%
6	0,084	0,063	0,278	0,287244294	3,22%
7	0,084	0,042	0,278	0,282174093	1,48%
8	0,084	0,021	0,278	0,279053962	0,38%
9	0,084	0	0,278	0,278	0,00%

Таблица 3 - Параметры структуры ткани для расчета уработки нитей основы

фаза	D_{cp}	h	L_u	L_{of}	$A_o=(L_{of}-L_u)/L_{of}$
1	0,084	0,168	0,25	0,25	0,00%
2	0,084	0,147	0,25	0,251171071	0,47%
3	0,084	0,126	0,25	0,254627387	1,82%
4	0,084	0,105	0,25	0,260213359	3,92%
5	0,084	0,084	0,25	0,267710989	6,62%
6	0,084	0,063	0,25	0,276879114	9,71%
7	0,084	0,042	0,25	0,287482624	13,04%
8	0,084	0,021	0,25	0,299308667	16,47%
9	0,084	0	0,25	0,312172728	19,92%

Результаты вычисления значений фактической длины нити основы и утка и уработок нитей при аппроксимации кривой кубическим сплайном показаны в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты расчета уработок при аппроксимации кубическим сплайном

фаза	L_{ut}	$A_{os}, \%$	L_{os}	$A_{ut}, \%$
1	0.2500	0	0.3317	16,18
2	0.2508	0,31	0.3201	13,17
3	0.2531	1,21	0.3097	10,24
4	0.2568	2,66	0.3005	7,49
5	0.2620	4,56	0.2927	5,01
6	0.2683	6,84	0.2864	2,93
7	0.2759	9,38	0.2818	1,34
8	0.2845	12,11	0.2789	0,34
9	0.2939	14,95	0.2780	0

Данные таблиц свидетельствуют о небольших различиях уработок, определенных при аппроксимации различной формой кривой. О выборе оптимального метода можно говорить при сравнении расчетных и экспериментальных данных. Однако можно подтвердить вывод о том, что «при аппроксимации произвольной кривой лучшие результаты дают полиномы более высокого порядка» [110]. В нашем случае, это кубический сплайн ($l_{ан} \approx 3,820$, $l_{пар} \approx 3,853$ для исследуемого отрезка), при аппроксимации параболой $l_{сп} \approx 3,802$. Ошибка при аппроксимации параболой будет 0,86%, а при аппроксимации сплайном – 0,47%.

В результате проведенных аналитических исследований в этой главе:

- составлена программа в среде MathCad, позволяющей оперативно реализовать требуемые в данном случае вычисления, эта программа автоматизирует расчеты геометрических параметров парашютных тканей;

- проведен расчет геометрических параметров, получены модели основных геометрических параметров парашютных тканей от порядка фазы строения;

- проведен сравнительный анализ параметров структуры тканей арт. 56307 ($T = 4$ текс) и арт. 56005 ($T = 5$ текс) по основным геометрическим параметрам: высоте волны нити в ткани, геометрической плотности, коэффициенту наполнения, максимальной плотности ткани, толщине ткани, объемному заполнению, уработке ткани, поверхностной плотности ткани, величине сквозных пор в ткани и линейному заполнению ткани в зависимости от фаз строения ткани;

- проведен сравнительный анализ основных параметров структуры тканей арт. 56011 М и арт. 86109, таких как объемное заполнение и поверхностная плотность; получен следующий результат: ткань, сформированная из нитей линейной плотности $T = 3,3$ текс, имеет заметно меньшую поверхностную плотность (на 86%), но несколько большую воздухопроницаемость (на 30%) по сравнению с тканью с нитями $T = 6,7$ текс;

- оптимизация структуры ткани, проведенная экспериментальным путем, на основе факторного эксперимента, позволила найти плотность ткани по утку и линейную плотность уточной нити, которые позволяют получить рациональные структуры тканей с минимальной воздухопроницаемостью и минимальной поверхностной плотностью;

- получены модели объемного заполнения и поверхностной плотности тканей арт. 56307 и арт. 56005 в зависимости от фазы строения, которые указывают на оптимальный порядок фазы строения этих тканей; это фаза V, при которой ткани обоих артикулов имеют минимальную воздухопроницаемость при минимальной массе квадратного метра;

- рекомендовано увеличить плотности ткани по утку для ткани арт. 56307 ($T = 4$ текс) до $P_y = 511$ нит/дм, что даст $E_S \geq 65\%$; для арт. 56005 ($T = 5$ текс) $P_y = 525$ нит/дм, а это позволит получить $E_S \approx 70\%$. Эти значения P_y для обоих артикулов соответствуют минимальным значениям поверхностной плотности G ;

- расчет по полученным регрессионным моделям дает при подстановке рекомендуемых значений P_y следующие результаты:

- для ткани арт. 56307 $E_S = 66,4\%$; $G = 47,3 \text{ г/м}^2$;
- для ткани арт. 56005 $E_S = 68,9\%$; $G = 53,0 \text{ г/м}^2$.

Третья глава посвящена моделированию прочности ткани.

Проводим эксперимент на разрывной машине FP-100/1. Результаты измерений приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Экспериментальные данные

$\varepsilon (x)$	0,008	0,036	0,080	0,120	0,170	0,200
y	0,040	0,134	0,255	0,353	0,468	0,533

Базируясь на характере расположения точек и используя известную методику, предложенную проф. В.П.Щербаковым, искомую кривую ищем в классе степенных функций, то есть $\sigma = E\varepsilon^m$. Для нахождения коэффициентов E и m удобно использовать метод наименьших квадратов, суть которого заключается в минимизации расхождения между расчетными и экспериментальными значениями.

Аппроксимация проводилась с использованием среды Mathcad, в результате были найдены постоянные степенной функции. В частности, для полиамидной нити линейной плотности $T = 4$ текс, имеющей прочность $237,1 \text{ Гс}$ и относительное удлинение при разрыве $\varepsilon_p = 0,2$, получены значения: $E = 1,949$; $m = 0,805$.

После того, как зависимость между ε и σ установлена, ее можно трансформировать на элемент ткани, в котором происходит деформация основных и уточных нитей под воздействием сил взаимного давления друг на друга. В расчете прочности ткани принимается упрощенная геометрическая модель элементарной ячейки ткани (Рисунок 4). Плавно изогнутые оси нитей в этой модели заменяются прямыми линиями с точками перегибов в местах перекрытий основных и уточных нитей. Длина структурного элемента вдоль основы (ось x_1) обозначена через t_{01} , вдоль утка (ось x_2) - t_{02} . Индекс 0 означает недеформированное состояние, индекс 1 относится к величинам, соответствующим нити основы, 2 - нити утка.

Расстояние между нейтральной линией структуры и осью нити в точке перегиба в направлении толщины обозначено h_{01} и h_{02} . С учетом линейной плотности T_i и объемной массы нити ρ получается следующее выражение для расчета натяжения нити T_{fi} :

$$T_{fi} = E_i \varepsilon_{fi}^m \frac{T_i}{\rho} \quad (5)$$

Предполагаем, что расстояния между нитью основы и нитью утка на линии их контакта сохраняются постоянными при условии постоянных поперечных размеров нитей:

$$h_1 + h_2 = h_{01} + h_{02} \quad (6)$$

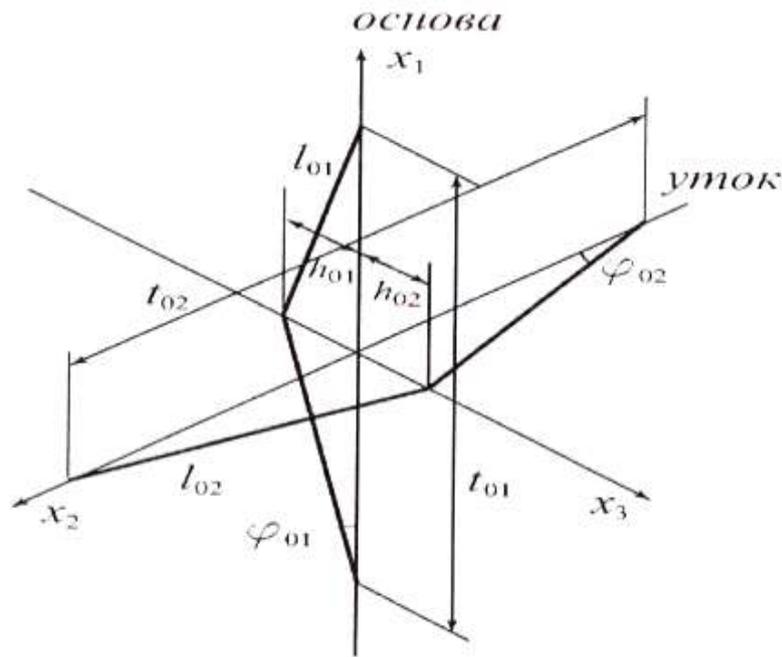


Рис. 4

В окончательном виде формулы имеют следующий вид:

$$F_{c1} = \left(E_1 \varepsilon_{f1}^{m_1} \frac{T_1}{\rho} \right) \cdot \frac{4h_1/t_{01}}{\sqrt{\left(\frac{2h_1}{t_{01}} \right)^2 + (1 + \varepsilon_1)^2}} \quad F_{c2} = \left(E_1 \varepsilon_{f2}^{m_2} \frac{T_2}{\rho} \right) \cdot \frac{4(h_{01} + h_{02} - h_1)/t_{02}}{\sqrt{\left(\frac{2h_{01} + h_{02} - h_1}{t_{02}} \right)^2 + (1 + \varepsilon_2)^2}} \quad (7)$$

В работе изучено влияние порядка фазы строения ткани на ее прочностные свойства. По результатам проведенного исследования можно сделать такие выводы. При изменении порядка фазы строения ткани от II до VIII происходят следующие изменения расчетной прочности полоски ткани: прочность полоски ткани арт. 56307 вдоль основы $F_{o,расч}$ уменьшается от 426,1 Н до 422,2 Н, или на 0,9 %, а для ткани арт. 56005 уменьшение $F_{o,расч}$ наблюдается от 688,6 Н до 672,8 Н, т.е. на 2,3 %. Прочность полоски ткани арт. 56307 вдоль утка $F_{y,расч}$ увеличивается от 409,0 Н до 437,9 Н, или на 7,1 %, а для ткани арт. 56005 увеличение $F_{y,расч}$ наблюдается от 517,2 Н до 612,4 Н, т.е. на 18,4 %. Можно заметить, что изменение структуры ткани от фазы II до фазы VIII, приводит к уменьшению прочности полоски вдоль основы, причем для ткани арт. 56005 ($T_o = T_y = 5$ текс, $P_o = 540$ н/дм, $P_y = 510$ н/дм) это уменьшение больше. То же изменение структуры ткани от фазы II до фазы VIII приводит к увеличению прочности полоски вдоль утка, причем в большей степени для ткани арт. 56005 на 18,4 %, тогда как для ткани арт. 56307 увеличение прочности $F_{y,расч}$ только 7,1 %. Эти результаты можно объяснить большей прочностью нитей и большей плотностью ткани по основе и утку в ткани арт. 56005. В целом можно сказать, что для ткани с линейной плотностью нитей $T = 4$ текс и сравнительно небольшой плотностью ткани по основе и утку изменение порядка фаз строения влия-

ет на прочность ткани в меньшей степени, чем для ткани с линейной плотностью нитей $T = 5$ текс и с большей плотностью ткани по основе и утку. Кроме того, изменение прочности полоски ткани вдоль утка сильнее зависит от фаз строения, чем прочность вдоль основы.

Анализ результатов этой главы позволяет сделать следующие обобщенные выводы:

- использованный в работе метод расчета позволил рассчитать прочность тканей арт. 56307 и арт. 56005 с учетом порядка фаз строения;
- получены графики изменения прочности полоски тканей по основе и по утку для указанных артикулов в зависимости от порядка фаз строения;
- расчетные значения прочности ткани незначительно отличаются от экспериментальных значений;
- проведенные расчеты позволили рекомендовать порядок фазы строения ткани арт. 56307, позволяющий получить равнопрочную ткань по основе и утку. Для ткани арт. 56005 рекомендовано увеличение плотности по утку, позволяющее получить равнопрочную ткань по основе и утку.

Четвертая глава посвящена технологическим особенностям изготовления парашютных тканей: исследованы виды брака на ткацких станках при изготовлении различных тканей, проведена оптимизация технологических параметров изготовления ткани для случаев с минимальной обрывностью нитей и минимальным количеством брака, приведена технология отделки парашютных тканей.

Анализ полученных результатов позволил установить следующее:

- по приведенным экспериментальным данным можно сделать вывод, что более рентабельным с точки зрения выработки парашютных тканей артикулов 56307 и 56011 является станок DORNIER AWS;
- при анализе выработки тканей артикулов 56307 и 56011 на станках СТБ-2-220, можно видеть, что имеется существенный разброс по количеству брака на разных станках; это говорит о том, что при поддержании станков типа СТБ-2-220 в должном техническом состоянии и своевременной коррекции наладки станков, использование этих станков отечественного производства может обеспечить выработку качественных парашютных тканей разных артикулов;
- определены оптимальные параметры изготовления парашютной ткани на бесчелночных ткацких станках СТБ: заправочное натяжение основных нитей – 18 сН, величина заступа – 9 мм;
- установка оптимальных технологических параметров обеспечит выпуск парашютных тканей с обрывностью нитей основы, не превышающей 0,08 обр/м, процент брака при этом не будет превышать 0,007 %;
- парашютные ткани выпускаются с индексами: П – пропитанная противоожигаемой пропиткой; КП – каландрированная, пропитанная противоожигаемой пропиткой; КрП – крашенная, пропитанная противоожигаемой пропиткой; КрКП – крашенная, каландрированная, пропитанная противоожигаемой пропиткой;

- предложены технологические режимы основных операций в отделке парашютных тканей арт. 56307: отварки, термостабилизации, крашения, каландрирования, противожигаемой пропитки.

Пятая глава посвящена изучению свойств вырабатываемых тканей. Анализ полученных результатов позволил установить следующее:

- стабильность структуры ткани и ее воздухопроницаемость, существенным образом зависит от плотности нитей основы и утка, линейной плотности нитей (текс), переплетения, вида отделки, изменении в филаментах и других параметров;

- увеличение крутки нитей, снижение плотности нитей, переход с плотного переплетения на любое иное при прочих неизменных параметрах приводит к увеличению воздухопроницаемости ткани и наоборот, и значительным изменениям в физико-механических показателях;

- увеличение плотности тканей и линейной плотности нитей приводит к увеличению коэффициента наполнения ткани и повышению стабильности ее структуры, но одновременно и к изменению ее воздухопроницаемости;

- при снижении плотности тканей и линейной плотности нитей ниже установленного предела, структура ткани будет нестабильной, что недопустимо, так как от этого зависит безопасность парашютной системы;

- на каждом этапе отделки парашютной ткани, происходят изменения физико-механических показателей и воздухопроницаемости ткани, получена статистика экспериментальных данных по изменению свойств ткани при использовании различных режимов отделки ткани;

парашютная ткань при изменении температуры, времени, и вида отделки изменяет физико-механических свойств и воздухопроницаемость ткани, поэтому это необходимо учитывать в каких условиях работает парашютная система.

В приложении представлены акты о внедрении результатов работы в промышленности и учебном процессе, результаты расчетов на ЭВМ, характеристика используемых приборов для определения свойств нитей и тканей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработаны методы прогнозирования технологии, структуры и свойств парашютных тканей из полиамидных нитей малой линейной плотности на основе построения геометрических моделей строения тканей и результатах аналитических и экспериментальных исследований.

2. Разработаны методы и алгоритмы расчета в среде Matchad основных параметров структуры парашютных тканей на основе геометрической теории строения тканей, уработок нитей основы и утка на основе сплайн – моделей, прочностных показателей на основе современных теорий механики нити;

3. Получены модели влияния порядка фазы строения ткани на параметры структуры парашютных тканей, физико-механические и гигроскопические свойства парашютных тканей из полиамидных нитей малой линейной плотности.

4. Проведенная оптимизация позволила определить оптимальные технологические параметры изготовления парашютных тканей на современном технологическом оборудовании и рациональные параметры их структуры, обеспечивающие заданные поверхностную плотность и воздухопроницаемость ткани.

5. Разработаны рекомендации по улучшению структуры парашютных тканей с целью улучшения физико-механических свойств и стабилизации технологического процесса изготовления тканей.

6. Проанализированы современные технологические планы ткачества и отделки парашютных тканей.

7. Результаты работы внедрены в промышленности на ЗАО «Передовая текстильщица» и учебном процессе ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина».

**Материалы исследований опубликованы в следующих работах:
статьи в журналах, рекомендованных ВАК:**

1. Каракова О.А., Кашеев О.В., Николаев С.Д. Оптимизация параметров выработки парашютной ткани на станке СТБ // «ДИЗАЙН и ТЕХНОЛОГИИ», научный журнал. №59(101), - М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2017. – с.65-68.

2. Каракова О.А., Кашеев О.В., Николаев С.Д. Влияние заправочных параметров структуры парашютных тканей на ее свойства // «ДИЗАЙН и ТЕХНОЛОГИИ», научный журнал. №61(103), - М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2017. – с. 64-67.

3. Каракова О.А., Николаев С.Д. Анализ видов отделки парашютных тканей // Журнал СПГУТД: Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности, 2017, №3. – с. 20-25.

4. Каракова О.А., Николаев С.Д. Расчет уработок нитей парашютных тканей // Вестник технологического университета, г. Казань, 2017. Т 20, №10. – с. 70-75.

публикации в других изданиях:

5. Каракова О.А. Сравнительный анализ пороков парашютных тканей малой поверхностной плотности при выработке их на станках DORNIER AWS и СТБ-2-220 // XX Международный научно-практический форум SMARTEX-2017 / Издание Ивановского государственного политехнического университета. Иваново – 2017. – с. 280-283.

6. Каракова О.А., Николаев С.Д. Требования, предъявляемые к парашютным тканям // Современные задачи инженерных наук : Сборник научных трудов. Том 1. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2017. – 353 с. – с. 265-268.

7. Каракова О.А., Николаев С.Д. Расчет прочности парашютной ткани с учетом ее порядка фазы строения // Международная научно-техническая конференция «Значение интеграции науки и решение актуальных проблем при организации производства в предприятиях текстильной промышленности» (УзНИИИНВ – 80) / Сборник материалов – Часть 2. Республика Узбекистан - МАРГИЛАН – 2017: Изд-во «Fan va texnologiya», 2017. – с. 158-163.

8. Каракова О.А. Анализ факторов, влияющих на воздухопроницаемость полиамидных тканей технического назначения // Современные информацион-

ные технологии в образовании, науке и промышленности: VI Международная конференция и IV Международный конкурс научных и научно-методических работ: Научное школьное сообщество. Сб. трудов. – М.: Издательство «Спутник +», 2016. – с. 40-42.

9. Каракова О.А. Структура комплексных нитей из нейлона-капрона 6/6 - США и полиамида-капрона 6 - Россия и ее влияние на их последующую переработку в ткачестве // Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности: Сборник трудов. – М.: Издательство «Спутник +», 2016. – 248 с. – с. 42-47.

10. Богинич Т.Ф., Каракова О.А. Исследование изменения физико-механических свойств полиамидной нити 29,4 текс, используемой для выработки парашютных тканей, в процессе подготовки нитей к ткачеству и в ткачестве // Материалы II Международного конкурса научных и научно-методических работ. Сб. трудов. – М.: Издательство «Спутник +», 2014. – 136 с. – с. 9-10.

11. Богинич Т.Ф., Каракова О.А., Иванова М.Ю. Исследование защитных свойств баллистической ткани из арамидных нитей // Инновационные технологии развития текстильной и легкой промышленности : Сборник тезисов докладов Международной научно-технической конференции. – М.: Экон-информ, 2014. – 242 с. – с. 47-48.

КАРАКОВА ОЛЬГА АНАТОЛЬЕВНА

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ, ТЕХНОЛОГИИ И СВОЙСТВ ПАРАШЮТНЫХ ТКАНЕЙ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Специальность 05.19.02 – Технология и первичная обработка текстильных
материалов и сырья

Бумага офсетная. Печать цифровая

Усл.-печ. 1,0 п.л. Тираж 80 экз. Заказ № 1340 Н

Редакционно-издательский отдел РГУ им. А.Н. Косыгина

117997, г. Москва, ул. Садовническая, 33, стр. 1

отпечатано в РИО РГУ им. А.Н. Косыгина

