

На правах рукописи

Хабар.

ХАБАРОВА ЕЛЕНА БОРИСОВНА

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ДВУХСЛОЙНЫХ СТРУКТУР
КУЛИРНОГО ТРИКОТАЖА ИЗ ВЫСОКОМОДУЛЬНЫХ НИТЕЙ**

**Специальность: 05.19.02 – Технология и первичная обработка
текстильных материалов и сырья**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Москва – 2022

Работа выполнена на кафедре проектирования и художественного оформления текстильных изделий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» (ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»).

Научный руководитель: **Юхин Сергей Семёнович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»

Официальные оппоненты: **Киселёв Михаил Владимирович**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технологии машиностроения ФГБОУ ВО «КГУ», г. Кострома.


Николаев Владимир Дмитриевич, кандидат технических наук, главный специалист ФГУП НПО «Техномаш», г. Москва

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» «СПбГУПТД», г. Санкт-Петербург.

Защита состоится «20» апреля 2022 г. в 10:00 на заседании диссертационного совета Д 212.144.06 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» по адресу: г. Москва, ул. Малая Калужская, д.1, онлайн-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» и на официальном сайте <https://kosygin-rgu.ru/>

Автореферат разослан «___» _____ 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.144.06,
доктор технических наук, профессор  Кирсанова Елена Александровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы определяется тем, что в условиях технического прогресса и непрерывного развития техники, появилась необходимость создания новых текстильных материалов технического назначения, и одним из самых перспективных направлений в настоящее время является проектирование технического трикотажа с новыми физико-механическими свойствами.

Объект исследования – двухслойные структуры кулирного трикотажа, отвечающие физико-механическим требованиям конструкционных текстильных материалов.

Предмет исследования – конструкции и технологии двухслойного кулирного трикотажа.

Целью работы является разработка технологий двухслойных структур кулирного трикотажа, пространственных форм из высокомодульных нитей, обеспечивающих заданные физико-механические свойства, а так же исследование возможностей дальнейшего расширения сфер применения разработанного трикотажа.

В соответствии с поставленной целью в работе были решены задачи:

- проведён анализ современных трёхмерных структур кулирного и основовязаного трикотажа, а также анализ видов структур главных и производных кулирных переплетений, на основе которых спроектированы и разработаны новые структуры двойного кулирного трикотажа;
- разработаны технологии вязания спроектированных конструкций двойного трикотажа из высокомодульных нитей на ручном плосковязальном оборудовании;
- выработаны опытные образцы конструкций двойного кулирного трикотажа и проведены исследования изменения их физико-механических свойств при действии внешних нагрузок;
- выработаны опытные образцы двойного кулирного трикотажа из высокомодульных нитей, и исследованы изменения их физико-механических свойств при действии внешних нагрузок;
- исследованы возможности пространственного растяжения и формообразования трикотажных полотен из высокомодульных нитей;
- проведена оценка возможностей применения разработанных конструкций трикотажа.

Исследования проводились на кафедре проектирования и художественного оформления текстильных изделий, в организации ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина».

Методы и технические средства исследования. Теоретической базой проведённых исследований послужили положения теории вязания и технологии трикотажного производства, текстильного материаловедения. В исследованиях использовались современные положения теории прочности текстильных материалов, теории подобия и анализа размерностей, строительной механики, математической статистики и математики. А также актуальные разработки и теоретические знания в области полимерных композиционных материалов и тканых конструкционных композитов.

Методологическим принципом, положенным в основу разработки структур трёхмерного трикотажа явилось предположение о совокупном влиянии свойств элементов конструкции двойного кулирного трикотажа, выработанного из высокомодульных нитей, на физико-механические показатели готового изделия.

При проведении экспериментов применялось отечественное и зарубежное вязальное оборудование и стандартизированное измерительное оборудование. Выработка образцов трикотажа проводилась на двухфонтурных плосковязальных машинах 3 – 8 классов. Для выработки образцов трикотажных полотен использовались высокомодульные нити Русар.

Обработка экспериментальных данных проводилась на ЭВМ при помощи программ Microsoft Excel, Microsoft Word, Gimp.

Научную новизну исследования составляет разработка новых структур двойного кулирного трикотажа для получения трикотажных изделий пространственной формы из высокомодульных нитей, в том числе:

- проектирование структур трикотажа на основе схемы строительной плоской фермы с протяжками-распорками между петельными слоями, и исследование технологии вязания разработанных структур;
- обоснование целесообразности вязания трикотажа разработанных структур из высокомодульных нитей;
- обоснование целесообразности использования разработанных структур трикотажа для изготовления изделий пространственных форм;
- исследование формовочной способности трикотажных переплетений из высокомодульной нити.

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в разработке новых структур двойного кулирного трикотажа с межслойными протяжками-распорками в петельной структуре, повторяющими элементы схемы строительной плоской фермы, технологии выработки новых структур трикотажа из высокомодульной нити.

Практическая значимость работы заключается в:

- разработке структур двойного кулирного трикотажа на основе схемы строительной плоской фермы, с протяжками-распорками «стойка» и «раскос», соединяющими петельные слои под углом 45° и 90° ;
- получении структур двойного трикотажа с новыми физико-механическими свойствами, обеспечивающих требуемые характеристики при эксплуатационных нагрузках;
- разработке технологического процесса выработки трикотажа полученных структур из высокомодульных нитей на ручном плосковязальном оборудовании.

Основные положения, выносимые на защиту:

1) конструкция трёхмерной структуры двойного кулирного трикотажа на основе схемы строительной плоской треугольной неизменяемой фермы с протяжками-распорками «стойка» и «раскос», соединяющими петельные слои под углом 45° и 90° ;

2) технологии вязания конструкций распорчатого трикотажа, с протяжками-распорками, расположенными между внешними петельными слоями и соединяющими слои;

3) целесообразность использования высокомодульных нитей для выработки конструкций распорчатого трикотажа технического назначения;

4) целесообразность использования разработанных конструкций распорчатого трикотажа из высокомодульных нитей для получения изделий пространственных форм.

Апробация и реализация результатов работы. Основные положения и результаты исследований по теме диссертации докладывались и обсуждались в докладах на научных конференциях, форумах и в научной периодической печати: Международном научно-техническом симпозиуме «Современные инженерные проблемы промышленности товаров народного потребления» Международного научно-технического Форума «Первые международные Косыгинские чтения», 2017 год; Международной научно-технической конференции «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018)».

Апробация результатов подтверждается достаточным объёмом экспериментальных данных, полученных с применением современных методов научного исследования, выработкой образцов, детальным анализом и корректной статистической обработкой полученных результатов. Обработка экспериментальных данных проводилась с использованием методов математической статистики и современной вычислительной техники.

Публикации. По материалам диссертационного исследования написано 7 работ, 4 из которых опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырёх глав с выводами по каждой главе, общих выводов по работе. Работа изложена на 217 страницах машинописного текста, содержит 89 рисунков, 41 таблицу, список литературы, словарь терминов, 2 приложения. Список литературы включает 141 наименование библиографических и электронных источников.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, обозначены цели и задачи исследований, отражены научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе проведён обзор публикаций по теме исследования. Отмечены технологические возможности формообразования трикотажного полотна, и показаны сложные геометрические формы изделий, которые можно получить на современном плосковязальном оборудовании путём вязания по заданному контуру без дальнейшего сшивания отдельных деталей, что позволяет снизить сырьевые и трудозатраты, а так же значительно сокращает время выработки продукции.

Показаны преимущества создания объёмной формы изделия из трикотажного материала перед тканями, поскольку при формировании детали из ткани, на выпуклостях и углах получаются складки и заломы; при изготовлении армирующих преформ, неизбежны участки перекрытий слоёв ткани, образующих неровности и прерывистость слоя, опасную при сдвиговой деформации.

Изучены новые направления в области современных разработок технического двойного кулирного и основовязаного трикотажа. Выявлено, что основное внимание мировых производителей технического текстиля направлено на разработку основовязаного и кулирного 3-D трикотажа с соединительными межслойными элементами-распорками (рис.1).



Рисунок 1 – Основовязанный двойной трикотаж с соединительными протяжками «knitted spacer fabrics»; верхний и нижний слои различных структур.

Трикотаж, получивший общее название «knitted spacer fabrics», обладает высокой упругостью, гибкостью и прочностью при действии внешней нагрузки

давления. Механическая роль соединительных распорок заключается в сопротивлении продольному сжатию и изгибу, которые работают в системе по принципу гибких стержней, обеспечивая устойчивость трикотажа деформациям, нормальным к его поверхности.

Анализ исследований в области разработок и проектирования 3-D трикотажа «knitted spacer fabrics» показал, что требуются качественно новые исследования высокотехнологичного кулирного трикотажа распорчатых структур с заданными физико-механическими свойствами.

Предложен подход к получению прочной конструкции распорчатого трикотажного материала с заданными физико-механическими свойствами. Для чего предложено использовать схему строительной плоской треугольной фермы, обладающей особой прочностью, механическими показателями, а так же отношением прочности к весу или жесткости к весу, которые превосходят цельнометаллические материалы.

Проведена экстраполяция элементов строительной фермы на трикотажную структуру. Проведено сравнение соответствия элементов плоской фермы элементам петельной структуры трикотажа, в результате которого выявлен элемент фермы, обеспечивающий жёсткость – «стойка».

На рисунке 2 показана схема торцевого среза двойного кулирного переплетения, на которой петли и протяжки обозначены как соответствующие конструктивные элементы строительной фермы.

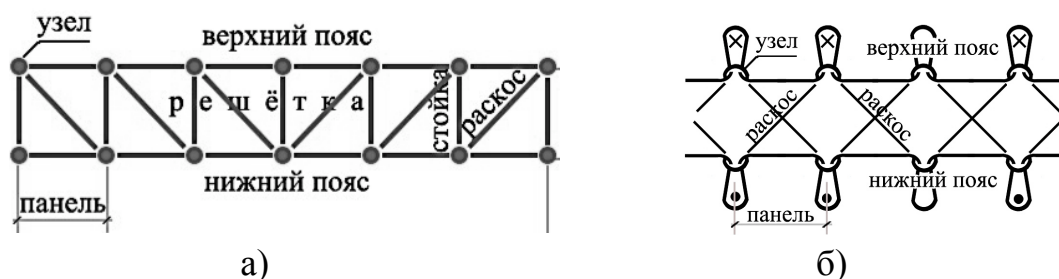


Рисунок 2 – Схема строения: а) строительной плоской фермы; б) двойного кулирного переплетения.

Определён поэтапный подход к решению задачи по проектированию и разработке конструктивных схем трёхмерного трикотажа, условно названных «конструкциями», обеспечивающих заданные физико-механические свойства для различных сложных поверхностей пространственных форм.

Во второй главе представлены пространственные конструкции двойных кулирных переплетений с различной организацией распорчатой структуры, разработанные на основании системы геометрически неизменяемой плоской фермы.

В процессе анализа торцевых срезов двойных кулирных переплетений установлено, что в петельных структурах отсутствует протяжка, соединяющая остовы петель, расположенные друг напротив друга в соседних петельных слоях. Такая протяжка соответствовала бы элементу «стойка» в конструкции плоской фермы, и её наличие в структуре двойного трикотажа могло способствовать увеличению упругости материала, усилению конструкции переплетения по прочности и устойчивости (жесткости) при деформационных нагрузках

Для получения протяжки-распорки «стойка» в петельной структуре трикотажа были аналитически построены различные схемы комбинированных переплетений, в том числе – №1 и №2 на базе фанга, и №3 на базе трубчатой глади. В конструкцию переплетения №1 включены только сдвиги, в конструкцию переплетения №2 – сдвиги и дополнительная футерная нить по линии «поясов», для дополнительного укрепления. А в переплетении №3 появляются все элементы конструкции треугольной фермы. В переплетениях №1 и №2 элементы «стойка» и «раскос» исследуются как отдельные; в конструкции переплетения №3 используются оба элемента для оптимального решения схемы.

Конструкции комбинированного переплетения №1 на базе фанга. Трикотаж с перекрещивающимися протяжками, соединяющими парные иглы соседних игольниц.

Комбинированное переплетение №1 на базе фанга, с перекрёстными протяжками и с ритмом чередования направлений сдвига на один игольный шаг после вывязывания каждого полного петельного ряда раппорта переплетения (рис. 3).

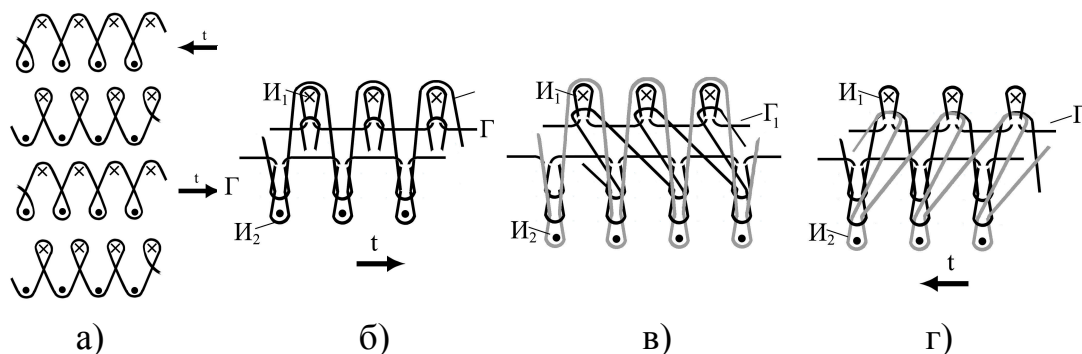


Рисунок 3 – Конструкция комбинированного переплетения №1:

а) графическая схема; б-г) процесс вязания трикотажа.

В первом петельном ряду провязывается ряд базового переплетения фанга, образуя ряд глади Γ_2 на игольнице I_2 и ряд набросков на игольнице I_1 . Затем выполняется сдвиг передней игольницы I_2 на один игольный шаг t (рис. 3, а).

Во втором ряду провязывается новый ряд фанга, образуя ряд глади Γ_1 на игольнице I_1 , а на иглы игольницы I_2 прокладываются наброски (рис. 3, б).

После чего выполняется сдвиг передней игольницы I_2 на один игольный шаг t в обратном направлении, и иглы игольницы I_2 возвращаются в исходное положение (рис. 3, в). В результате такого технологического процесса на иглах игольницы I_1 формируются два наброска.

Затем процесс повторяется: на иглах игольницы I_1 два наброска провязываются вместе при вязании ряда глади Γ_1 , а на иглы игольницы I_2 прокладываются наброски. После этого выполняется сдвиг передней игольницы I_2 на один игольный шаг t . Таким образом, ряд провязанных петель фиксирует полученные ранее наброски, и закрепляет пространственное расположение протяжки под углом к внешним петельным слоям, полученное в результате операции сдвига игольницы.

В результате всех операций получается конструкция, в которой перекрещивающиеся протяжки расположены под углом 45° к внешним петельным слоям.

Конструкция комбинированного переплетения №2 на базе фанга. Трикотаж с перекрещивающимися протяжками, соединяющими парные иглы соседних игольниц и дополнительными футерными нитями.

Комбинированное переплетение №2 на базе фанга – трикотаж перекрёстных переплетений с ритмом чередования направлений сдвига на один игольный шаг после вывязывания каждого полного петельного ряда раппорта переплетения, и с дополнительным прокладыванием футерных нитей в отдельных петельных слоях трикотажа (рис. 4).

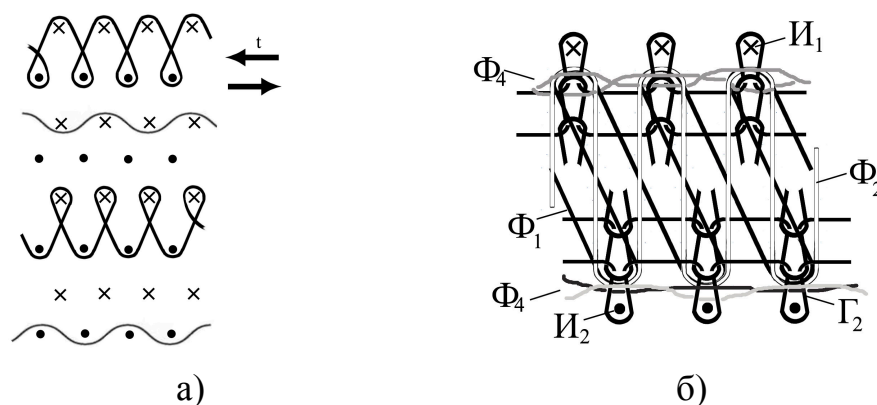


Рисунок 4 – Конструкция комбинированного переплетения №2:
а) графическая схема; б) процесс вязания трикотажа.

В первом петельном ряду провязывается ряд фанга, образуя ряд глади Γ_2 на игольнице I_2 и ряд набросков на игольнице I_1 . Затем иглы игольницы I_1 выставляются в крайнее положение D . На выдвинутые иглы игольницы I_1

прокладываются наброски дополнительной футерной нити. После чего выполняется сдвиг передней игольницы I_2 на один игольный шаг t . В результате такого технологического процесса на иглах игольницы I_1 формируются два наброска, а протяжки между слоями приобретают угол наклона относительно петельных слоёв.

Конструкция комбинированного переплетения №3. Трикотаж с перекрещивающимися протяжками футерной нити.

Комбинированное переплетение №3 на базе трубчатой глади, с перекрещивающимися протяжками футерной нити, с ритмом чередования направлений сдвига на один игольный шаг после вывязывания каждого полного петельного ряда раппорта переплетения. Протяжки типа «стойка» в конструкции переплетения получены путём сдвига игольницы на один игольный шаг t (рис. 5).

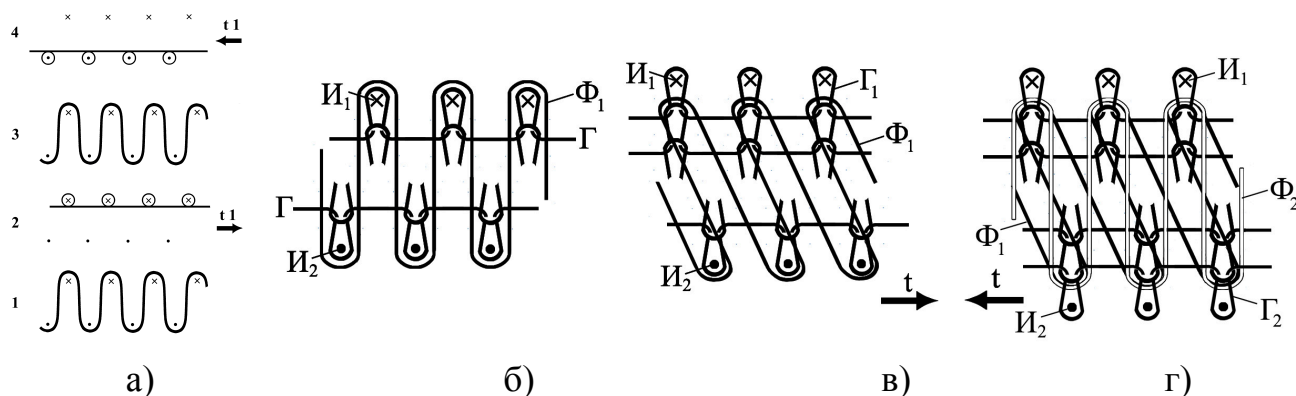


Рисунок 5 – Конструкция комбинированного переплетения №3:

а) графическая схема; б-г) процесс вязания трикотажа.

Чередование операций прокладывания нитей на иглы и возвратно-поступательных сдвигов игольниц приводит к перекрещиванию протяжек, соединяющих остовы петель, висящих на парных иглах соседних игольниц, что в готовом трикотаже заставляет остовы этих петель располагаться друг против друга, а соединяющие их протяжки – перпендикулярно к петельным слоям двойного трикотажа.

В первом петельном ряду провязывается ряд трубчатой глади, образуя ряд глади G_2 на игольнице I_2 и ряд глади G_1 на игольнице I_1 . В следующем ряду на все иглы двух игольниц I_1 и I_2 последовательно прокладывается футерная нить Φ_1 (рис. 5, а). Затем провязывается петельный ряд глади G_1 на иглах одной игольницы I_1 . Следующей операцией выполняется сдвиг передней игольницы I_2 , содержащей наброски, на один игольный шаг t (рис. 5, б).

Далее на иглы обеих игольниц прокладывается футерная нить Φ_2 . В следующем петельном ряду провязывается ряд глади G_2 только на иглах второй

игольницы I_2 , а сдвиг передней игольницы I_1 на один игольный шаг t выполняется в обратном направлении (иглы игольницы I_1 возвращаются в исходное положение) (рис. 5, в). В результате такого технологического процесса образуется трикотаж с перекрещивающимися протяжками футерных нитей Φ_1 и Φ_2 .

Конструкция трикотажа крупноячейстой структуры с послойным образованием элементов «стойка» и «раскос»

Конструкция двухслойного трикотажа крупноячейстой структуры получена путём переноса петель с одного внешнего петельного слоя на другой.

Все участки набарываются черезигольной гладью; участки внутреннего слоя набарываются в виде валика. Число рядов в валике определяется заданной толщиной трикотажа, типом механизма оттяжки. Нарботанные петли валика переносятся на другой петельный слой, образуя перекрытия.

Приведена схема трикотажа крупноячейстой структуры (рис. 6), где лицевой I и изнаночный II петельные слои, которые можно условно рассматривать как элементы типа «панели», внутренние горизонтальные петельные слои $1 - 5$ – элементы типа «стойка», а внутренние вертикальные петельные слои $3, 7$ – элементы типа «раскос».

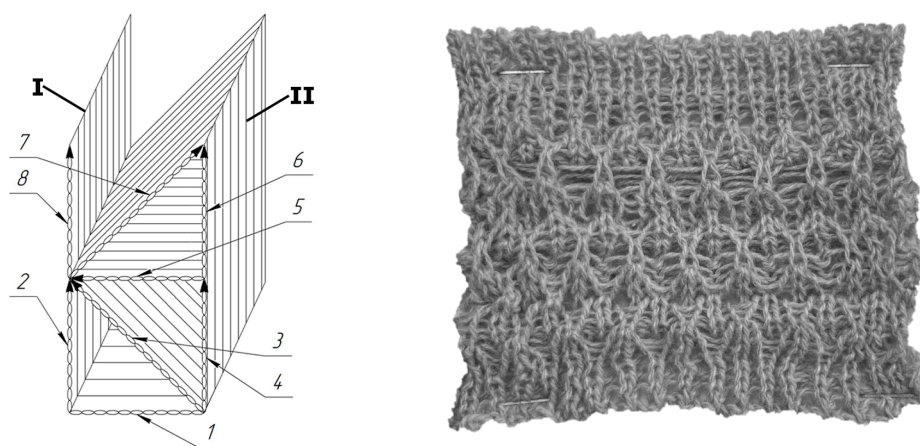


Рисунок 6 – Пространственная схема последовательности и направлений формирования отдельных участков армирующего трикотажного материала и образец конструкции трикотажа.

В процессе разработок получены конструкции следующих переплетений, так же разработанные на основе схемы строительной плоской фермы:

- объёмный трикотаж мелкочейстой структуры;
- двухслойный трикотаж с участками ажурных отверстий различной структуры.

Приведено описание процессов вязания всех разработанных конструкций.

Для определения физико-механической прочности конструкций, а так же анализа влияния протяжек-распорок между петельными слоями на показатели прочности при приложении внешних нагрузок – продольного растяжения и нагрузок, нормальных к поверхности, проведены экспериментальные исследования. Расчётные данные приведены в таблицах и представлены на диаграммах и графиках; приведён их анализ и сделаны выводы, в том числе вывод о том, что наличие соединительных протяжек-распорок типа «стойка» и «раскос» в конструкции переплетения, приводит к значительному увеличению прочности и устойчивости (жесткости) трикотажа. при восприятии внешних нагрузок. На основании полученных данных, выбраны конструкции для выработки образцов переплетений из высокомодульной нити и проведения их дальнейших исследований: кулирная гладь, трубчатая гладь, ластик 1x1, фанг, комбинированное переплетение №2 на базе фанга, №3 на базе трубчатой глади.

В третьей главе рассмотрены основные физико-механические свойства современных высокомодульных волокон и нитей – углеродных, стеклянных, базальтовых, поливинилспиртовых, арамидных и аримидных, имеющих высокие показатели модуля упругости, прочности и термостойкости при небольшой плотности. Высокие показатели имеют и текстильные материалы, производимые из них.

На основании анализа физико-механических свойств и других факторов, сделан выбор высокомодульных нитей для выработки образцов трикотажа и проведения дальнейших исследований разработанных конструкций. При выборе исходного сырья учитывалось, что существенными факторами являются не только физико-механические свойства нитей, а так же их доступность и цена, влияющие на стоимость готовых изделий. Поэтому, для проведения дальнейшего исследования свойств конструкций на основе схемы строительной плоской фермы, образцы трикотажа выработаны из высокомодульных нитей Русар линейной плотности 58,8 текс (табл. 1).

Таблица 1 - Технические характеристики нити Русар

Номинальная линейная плотность, текс	58,8
Удлинение нити при разрыве, %	2,5 – 3,0
Число кручений на 1м нити, кр/м	100 ± 10
Направление крутки	Z
Массовая доля замасливателя, %	1,0 – 2,2
Количество филаментов	200/300

В четвертой главе приведён технологический процесс выработки образцов трикотажа разработанных конструкций и традиционных переплетений, из высокомодульной нити Русар 58,8 текс, на двухфонтурной плосковязальной машине Singer Sistem пятого класса.

В процессе выработки образцов на вязальной машине Singer System, возникли следующие технологические сложности (рис. 7):

- 1) При прохождении через петлеобразующие органы вязальной машины, нить расщеплялась на филаменты, что приводило к образованию пилинга, и застревала в каретке. Процесс петлеобразования останавливался.
- 2) Нить проскальзывала через диски нитенатяжителя, вследствие чего фиксированное натяжение нити прекращалось, нитедержатель возвращался в исходное положение, а нить свободно провисала. В результате этого, при провязывании петельного ряда, не удерживаемая нитенатяжителем нить, прокладывалась на иглы без необходимого для фиксации на иглах натяжения и соскальзывала с игл, и процесс вязания останавливался.

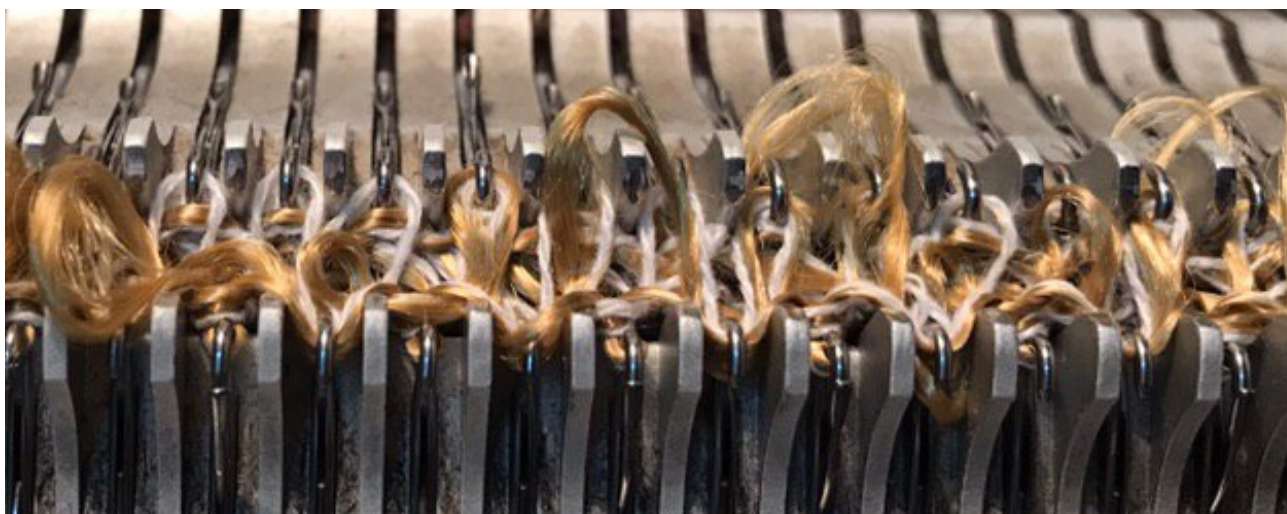


Рисунок 7 – Прокладывание на иглы вязальной машины нити Русар.

Обеспечение вязальной способности нити, проведено путём аппретирования парафином и подбора оптимальной глубины кулирования нити.

На рисунке 8 показана обработанная парафином, проложенная на иглы гладкая, не повреждённая механизмом нить, которая при дальнейшем прохождении через петлеобразующие органы вязальной машины не деформировалась и не расщеплялась на филаменты.

Для устранения проскальзывания и провисания нити при подаче через нитенатяжитель, в ёмкость с парафином были дополнительно установлены тормозящие фиксаторы в виде резиновых прокладок.

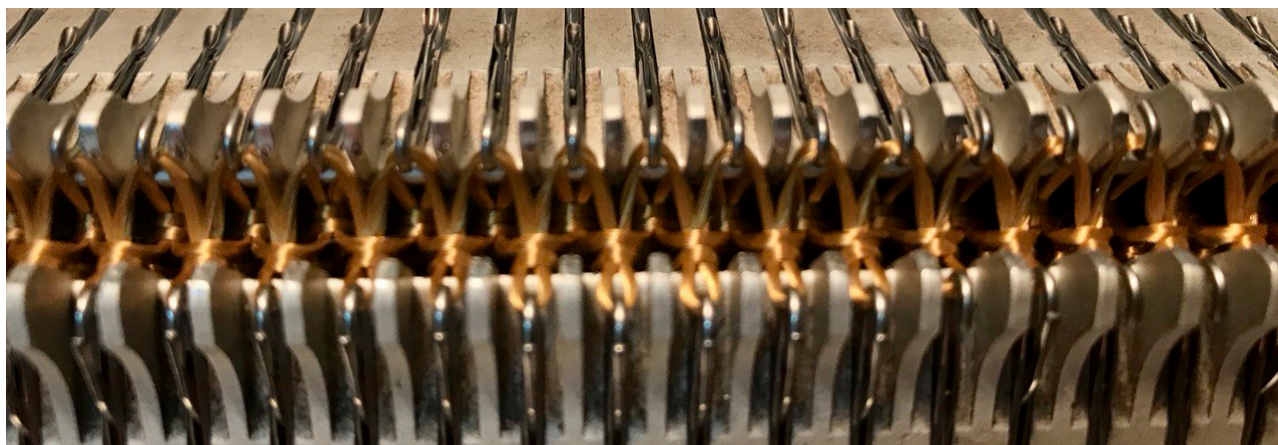


Рисунок 8 – Вязание нитью Русар после парафинизации.

Проведены экспериментальные исследования физико-механических свойств образцов трикотажа из нити Русар. В результате одноцикловых испытаний на разрыв, установлена зависимость между структурой, основными параметрами трикотажа и физико-механическими свойствами высокомодульной нити. Основные структурные параметры и расчётные данные приведены в таблицах и представлены на графиках.

Установлены значения разрывной нагрузки, абсолютного и относительного разрывного удлинения, полная работа, затраченная на разрыв образца.

Для всех переплетений приведены диаграммы растяжения, где отражена площадь работы разрыва R_p , Дж.

Приведён расчёт прогнозирования разрывной нагрузки трикотажных полотен из арамидной нити с использованием методов теории подобия и анализа размерностей. В результате математических расчётов получены критерии подобия и безразмерные показатели η_1 и η_2 , характеризующие структуру трикотажа и объёмную массу трикотажного полотна. Экспериментальные и расчётные данные представлены в таблицах, получены аппроксимирующие функциональные зависимости. Выведены результирующие формулы и получены функциональные зависимости разрывной нагрузки от основных параметров строения кулирного трикотажа.

ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Разработаны новые распорчатые структуры двойного кулирного трикотажа на основе схемы строительной плоской фермы для обеспечения заданных физико-механических свойств поверхностей пространственных форм.
2. Разработаны технологии вязания полученных конструкций трикотажа на стандартном плосковязальном оборудовании.

3. С целью исследования физико-механических свойств разработанных структур трикотажа при действии внешних нагрузок, изготовлены распорчатые конструкции с элементами неизменяемой строительной плоской фермы «стойка» и «раскос», реализованными в петельной структуре в форме межслойных протяжек-распорок, расположенных под углами 45° и 90° к петельным слоям.
4. Выявлена зависимость прочности распорчатой конструкции от наличия в петельной структуре трикотажа протяжек-распорок между двумя слоями трикотажа.
5. Разработаны технологии вязания полученных конструкций трикотажа из высокомодульных нитей Русар линейной плотности 58,8 текс на ручном плосковязальном оборудовании.
6. Проведены исследования физико-механических свойств трикотажных полотен из высокомодульных нитей Русар и определена зависимость прочности конструкций трикотажа от использования высокомодульной нити.
7. Экспериментально установлена целесообразность использования высокомодульных нитей для выработки конструкций распорчатого 3-D трикотажа технического назначения.
8. Экспериментально установлена целесообразность использования разработанных конструкций распорчатого трёхмерного трикотажа из высокомодульных нитей с элементами неизменяемой строительной плоской фермы «стойка» и «раскос» в виде протяжек-распорок для получения изделий пространственных форм.
9. Экспериментально получены стабилизированные пространственные формы конструкций распорчатого трёхмерного трикотажа из высокомодульных нитей с межслойными протяжками-распорками.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России:

1. Фомина О.П., Хабарова Е.Б., Заваруев В.А. Двухслойный кулирный трикотаж с участками ажурных отверстий различной структуры // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2019. №5(383) С. 151–154.
2. Хабарова Е. Б. Исследование влияния деформационных нагрузок на физико-механические свойства трикотажных полотен / Е. Б. Хабарова, О. П.

Фомина, В. А. Заваруев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2021. – №1 (391). – С. 89 – 94.

3. Хабарова Е. Б. Разработка структуры и технологии выработки армирующего трикотажного полотна крупноячеистой структуры / Е. Б. Хабарова, О. П. Фомина, В. А. Заваруев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2021. – №2 (392). – С. 73 – 76.
4. Хабарова Е. Б. Использование методов теории подобия и анализа размерностей для прогнозирования разрывной нагрузки кулирных трикотажных полотен из арамидной нити / Е. Б. Хабарова, С.С. Юхин // Научный журнал «Дизайн и технологии». – 2021. – №81 (123), – С. 66-71.

Публикации в других изданиях и материалах конференций:

1. Фомина О.П., Хабарова Е.Б., Заваруев В.А. Разработка структур и технологий выработки армирующих трикотажных полотен. // Современные задачи инженерных наук: сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума «Современные инженерные проблемы промышленности товаров народного потребления» Международного научно-технического Форума «Первые международные Косыгинские чтения» (11-12 октября 2017 года). Том 1. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2017. – с. 262 – 265.
2. Фомина О.П., Хабарова Е.Б., Заваруев В.А., Пивкина С.И. Разработка отдельных видов трикотажных полотен для композиционных материалов. // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018): сборник материалов Международной научно-технической конференции. Часть 1. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2018. – с. 240 – 244.
3. Фомина О.П., Хабарова Е.Б., Заваруев В.А., Пивкина С.И. Исследование проницаемости эпоксидной смолы в структуру армирующего трикотажного полотна. // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и лёгкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018): сборник материалов Международной научно-технической конференции. Часть 1. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2018. – с. 244 – 247.

ХАБАРОВА ЕЛЕНА БОРИСОВНА

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ДВУХСЛОЙНЫХ СТРУКТУР
КУЛИРНОГО ТРИКОТАЖА ИЗ ВЫСОКОМОДУЛЬНЫХ НИТЕЙ**

Автореферат диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Усл.печ. 1,0 п.л. Тираж 80 экз. Заказ №
Редакционно-издательский отдел РГУ им. А.Н. Косыгина
117997, г. Москва, ул. Садовническая, д. 33, стр. 1
Отпечатано в РИО РГУ им. А.Н. Косыгина