

Алматинский технологический университет

УДК 677.07/3

На правах рукописи

КУРАМЫСОВА МЕРУЕРТ УМЕРБАЕВНА

Разработка технологии создания бесшовных изделий из текстильных материалов с применением иглопробивного способа «фильц»»

6D073300 – Технология и проектирование текстильных материалов

Диссертация на соискание ученой степени
доктора философии (PhD)

Научные консультанты:
Шкунова Л.В., к.т.н., доцент;
Битус Е.И., д.т.н., профессор

Республика Казахстан
Алматы, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

	НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
	ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	5
	ВВЕДЕНИЕ	6
1	СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ФОРМОУСТОЧИВЫХ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	10
1.1	Методы формообразования деталей одежды.....	12
1.2	Способы изготовления изделий стабильной формы из трикотажных полотен.....	16
1.3	Способы формозакрепления деталей одежды.....	18
1.4	Современное использование иглопробивного способа для изготовления изделия.....	20
	Выводы по разделу	
2	РАЗРАБОТКА СПОСОБА СОЕДИНЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН РЫХЛЫХ СТРУКТУР ИГЛОПРОБИВНЫМ СПОСОБОМ.....	25
2.1	Выбор факторов и их влияние на качество иглопробивного шва	26
2.2	Технология выполнения соединительного фелтинг-шва.....	27
2.2.1	Технологические характеристики и свойства трикотажных полотен главных переплетений применяемых для иглопробивного шва.....	28
2.3	Выявление зависимости пористости трикотажа от модуля петли	33
2.4	Исследование влияния модулей петель, соединяемых полотен, на прочность шва	39
2.5	Исследование свойств иглопробивного шва при соединении текстильных материалов и их изменение в зависимости от количества волокнистой массы, площади заполнения, расположения волокнистой массы и количества проколов.....	40
2.5.1	Исследование свойств иглопробивного шва при соединении текстильных материалов и их изменение в зависимости от мокрой обработки.....	52
2.6	Вывод эмпирических формул зависимости прочности от пористости	59
	Выводы по разделу	
3	РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ИГЛОПРОБИВНОГО ШВА ПРИ СОЕДИНЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН РЫХЛЫХ СТРУКТУР.....	62
3.1	Разработка требований к иглопробивным швам.....	62
3.2	Математическое моделирование процесса образования фелтинг- шва при соединении деталей изделий.....	62
3.2.1	Определение зависимости относительной прочности фелтинг-	

	шва от количества проколов (однофакторный эксперимент) для полотен кулирная гладь.....	64
3.2.2	Определение зависимости относительной прочности фелтинг-шва от количества проколов и модуля петли (двухфакторный эксперимент) для полотен кулирная гладь и ластик 1+1	69
3.2.3	Определение зависимости относительной прочности фелтинг-шва от количества проколов, модуля петли и линейной плотности пряжи (трехфакторный эксперимент) для полотен кулирная гладь и ластик 1+1	75
3.3	Классификация соединительных швов в технике «фильц».....	80
	Выводы по разделу	
4	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	85
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	86
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	90
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б	98
	ПРИЛОЖЕНИЕ В	101

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 17037 – 85 Изделия шве иные и трикотажные. Термины и определения.

ГОСТ 13711—68 Полотна трикотажные. Метод определения изменения линейных размеров после мокрых обработок

ГОСТ 8846-87 Полотна и изделия трикотажные. Методы определения линейных размеров, перекоса, числа петельных рядов и петельных столбиков и длины нити в петле.

ГОСТ 3813 – 72 «Методы определения разрывных характеристик при растяжении».

ГОСТ 28554-90 Полотно трикотажное. Общие технические условия.

ГОСТ 7474-88 Изделия трикотажные верхние для женщин и девочек.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящей диссертации применяют следующие термины с соответствующими определениями и сокращениями.

Фелтинг-шов – метод соединения иглопробивным способом.

Прочность – свойства материала сопротивляться разрушению под действием внутренних напряжений, возникающих под воздействием внешних сил.

Формоустойчивость – это способность полотна восстанавливать свой первоначальный вид после физического воздействия.

Растяжимость – свойства полотна растягиваться, под действием влажно – тепловой обработки, а так же под действием какого-либо усилия.

Поверхностная плотность – характеризует материалоемкость и косвенно толщину трикотажа.

Войлок – плотный нетканый текстильный материал из валяной шерсти.

Волокно – тонкая непряденая нить растительного, животного или минерального происхождения.

Биучасток – место соединения двух полотен волокнистой массой.

Фильц – иглопробивной способ

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

С учётом тенденций моды становятся широко востребованными трикотажные полотна облегчённых структур из натуральных волокон.

Дизайнеры одежды и швейные предприниматели выпускают изделия из таких полотен в ограниченном ассортименте в связи с тем, что не существует технологии скрепления деталей из материалов с высокой структурной пористостью. По той же причине на такие изделия практически невозможно нанесение элементов декора. Поэтому разработка такой технологии является своевременной и актуальной.

В свете стратегических программ «Казахстан-2030» и «Мәдени Мұра» («Культурное наследие») Президент Республики Казахстан Нурсултан Назарбаев отметил: «Использование богатого народного наследия может привести к национальному возрождению». Это мощный механизм, служащий повышению авторитета Казахстана, в том числе и на мировой арене производства одежды [1, 2].

В настоящее время актуально создание изделий в национальном стиле с использованием орнаментальных композиций и элементов народного промысла - исторического наследия для любой народности или народа.

Поэтому целью данной диссертационной работы является разработка технологии соединения деталей изделия из трикотажных полотен рыхлой структуры с одновременным декорированием и формообразованием.

Степень изученности проблемы. Изучением и исследованием изготовления трикотажной одежды занимались многие ученые. Среди них в области конструирования изделий известны: Дубинина О.А., Кузнецова Л.А., Булатова Е.Б., и другие [3,4,5]. Основоположниками изучения процессов трикотажного производства и проектирования трикотажных изделий является: Шалов И.И., Далидович А.С., Кудрявин Л.А., Нешатаев А.А., и другие. Их работы стали основополагающими в области проектирования трикотажных изделий, разработки новых способов производства и новых дизайнерских решений.

Огромный вклад в развитие народных традиций в области производства одежды из войлока внесли: Мартынова Е., Смирнова Е., Соболева Л., Сергеева Е и другие .

Работы связанные с изготовлением нетканых полотен проводятся такими учеными как: Е.Н. Бершев, В.В. Курицина, В.М. Горчакова, Л.П. Сергеенков, Т.Е. Волощик, Бурибаева И. Н., Серебрякова Л. А., Мишаков В. Ю. и т.д. Однако в этих работах в основном рассматривается процесс производства.

Среди ученых в области пошива одежды из трикотажного полотна известна Флерова Л.Н., Галанина О.П., и другие. Их работы направлены на изучение прочности швов на различных полотнах и свойств готовых изделий.

Однако отмечено отсутствие научных работ в области создания формоустойчивых трикотажных изделий рыхлых структур за счет соединительных иглопробивных швов. Отсутствуют исследования в области выявления зависимости прочности и формоустойчивости соединительного шва от параметров полотна. Отсутствуют работы направленные на выявление связи между общей пористостью трикотажной петли и степени ее заполнения дополнительными волокнами.

Диссертационная работа проводилась в соответствии с бюджетом НИР Алматинского технологического университета: «Исследование возможности получения новых способов соединения и отделки деталей текстильных изделий»

Целью диссертационной работы является разработка метода соединения трикотажных полотен рыхлых структур для придания им формоустойчивых форм.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе предусмотрено решение следующих задач:

- разработка технологии соединения деталей трикотажных изделий из полотен рыхлых структур с увеличенным модулем петли;
- разработка классификации соединительных швов для полотен с увеличенным модулем петли для придания им стабильной формы;
- разработка требований к параметрам соединительного шва;
- разработка каталога образцов трикотажных изделий по разработанной технологии.

Объект исследования. В качестве объекта исследования рассматривается процесс соединения трикотажных полотен на базе главных и производных переплетений.

Методы исследования. В диссертационной работе используются: метод графического проектирования; методы математического планирования; статистическая обработка результатов с использованием компьютерных программ Microsoft Office Word, Excel, PowerPoint, Matlab 7.90 (R2009b), программное обеспечение Model 32, 3D для проектирования, а также теоретические и практические достижения в области проектирования современных изделий из трикотажа.

Научная новизна результатов исследования, выполненного автором, заключается в следующем:

- разработан способ придания формы изделиям при одновременном декорировании с использованием иглопробивного способа «фильц»;
- установлены зависимости прочности и формоустойчивости иглопробивного шва от параметров трикотажного полотна и технологических условий его выполнения;
- определены оптимальные значения факторов выполнения иглопробивного шва в зависимости от параметров элементарного звена трикотажного полотна;

- впервые составлена классификация фелтинг-швов, позволяющая их использовать при создании изделий нового поколения.

Практическая значимость. Разработана технология с применением фелтинг-швов, представляющая собой совмещение трикотажного и нетканого производств по изготовлению текстильных изделий, которая позволяет создавать бесшовные изделия путём формообразования и моделирования с использованием любого декора.

Выведены эмпирические формулы зависимости прочности фелтинг-шва от пористости используемых трикотажных полотен для любого переплетения.

При моделировании и декоре изделий по данной технологии возможно соединение разноимённых текстильных материалов с различными технологическими параметрами.

Получен инновационный патент на изобретение, зарегистрированный в Государственном реестре изобретений РК № 26609, бюл.№51, опубл.25.12.2012 г. (приложение А).

Результаты исследования апробированы с положительным эффектом в ТОО «AsemServis» при Алматинского технологического университета (приложение Б).

Автор защищает теоретически и экспериментально обоснованную эффективность применения технологию соединения изделий из трикотажных полотен с увеличенным модулем петли иглопробивным способом при одновременном декорировании деталей.

Личный вклад автора в получение изложенных в диссертации результатов является значительным на стадиях планирования, проведения и обсуждения эксперимента, при написании литературного обзора и обработке экспериментальных данных, оформлении результатов эксперимента и поиске библиографических источников.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены на международных, зарубежных и республиканских научно-практических конференциях: «Исследование прочности шва выполненного методом «фильц»» III Международная конференция «Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности» Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский Государственный Университет Технологий и Управления» имени К.Г.Разумовского, 2012 г.; «Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства», Алматы, 2013; «Наука. Образование. Молодежь». АТУ, 2012 и 2014 гг. Работа выставлялась в 2011-2012 гг. на выставках достижений молодежи, проводимых при Фонде Первого президента РК в г.Алматы.

Публикации. По результатам выполненных исследований опубликовано 12 работ. В том числе: 2 статьи - в зарубежных изданиях с ненулевым импакт-фактором, входящих в базу «Scopus»; 3 статьи - в научных изданиях, рекомендованных Комитетом; 7 - в материалах международных и

республиканских конференций, в том числе 3 - в зарубежных; 1 инновационный патент на изобретение РК .

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, трех разделов, заключения, списка использованных источников, из наименований и приложений. Основные результаты работы изложены на 90 страницах текста, содержат 57 рисунков, 20 таблиц.

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ФОРМОУСТОЧИВЫХ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Одежда представляет собой сложную конструкцию, собранную из нескольких заранее подготовленных и отдельных деталей. Основой сборки одежды служат соединения, выполненные различными способами. Их выбор зависит от требований, предъявляемых к сборочным операциям и от свойств материала, применяемых для одежды.

В настоящее время применяют различные способы соединения деталей изделия: ниточный, клеевой, сварной, заклепочный, литьевой и комбинированный. Разрабатываются также новые и модифицируются существующие способы.

Ниточные швы при изготовлении одежды применяют для соединения и обработки краев деталей, а также для отделки изделий. По внешнему виду и конструкции ниточные швы разнообразны. Их конструкция определяется расположением деталей и строчек в шве и величиной припуска. В зависимости от конструкции и назначения ниточные швы делят на соединительные, краевые и отделочные [6].

Качество внешнего вида ниточных строчек определяется правильным расположением узлов переплетения ниток в стежках, соблюдением заданного размера стежков, достаточно плотным прилеганием ниток в стежках к материалу [7].

Применение клеевых материалов – один из значительных резервов улучшения качества швейных изделий, так как они позволяют создавать и сохранять стабильные формы деталей и узлов различной одежды [7].

Склеивание деталей одежды по сравнению с универсальным ниточным соединением имеет более узкую область распространения и применяется при изготовлении одежды из ограниченного ассортимента материалов. Значительный ассортимент материалов является непригодным для склеивания из-за возможного ухудшения их внешнего вида или из-за недостаточной надежности и прочности получаемых клеевых соединений [8].

Также клеевые швы неустойчивы к кипячению в воде и щелочно-содовом растворе и поэтому их рекомендуют для изготовления одежды, не подвергающейся стирке.

Наряду с преобладающим в настоящее время методом ниточного соединения деталей одежды большое значение приобретает новый метод соединения — сварка. Использование сварки в швейной промышленности обеспечивает повышение производительности труда, частичное или полное исключение из технологического процесса швейных ниток, обеспечивает улучшение качества швейных изделий, создает условия для автоматизации технологических процессов сборки деталей и узлов швейных изделий [7].

Сварные соединения двух или нескольких деталей выполняются на термопластичных синтетических материалах под действием тепла и давления, в результате чего получается расплав этих материалов, который после отвода

тепла и уменьшения давления затвердевает и образует неразъемное соединение. Прочность сварных соединений составляет 30 – 60 % от прочности ниточных швов [9].

Однако сварной способ используют только для синтетических тканей.

Комбинированный способ представляет собой сочетание двух способов соединения: ниточного и клеевого, ниточного и сварного или клеевого и сварного [10].

Комбинированный способ считается сложным и трудоемким, поэтому находит весьма ограниченное применение. Этот способ применяется там, где другие способы соединения не могут обеспечить надлежащей защиты (например, при изготовлении защитной и специальной одежды) [11].

В швейной промышленности целый ряд металлических и пластмассовых деталей (пуговицы, кнопки, блочки, люверсы, крючки, петли и др.) закрепляют на соответствующих частях одежды с помощью заклепочных соединений. При креплении этих деталей в соответствующее отверстие структуры тканей вставляют стержни (заклепочные элементы), а затем их расклепывают. К недостаткам этого способа можно отнести сквозные отверстия и невозможность в этой связи разборки скрепленной узла одежды [12].

Литьевой способ соединения под давлением является одной из основных способов переработки полимеров [13].

Формообразование изделий за счет изменения свойств исходных материалов. Решение этой проблемы возможно путем разработки нового способа создания устойчивых объемных форм одежды из трикотажных полотен на основе прямого стабилизированные бутадиен-стирольным каучуком при пониженных его концентрациях [14].

Для придания деталям требуемой формоустойчивости используются и химические методы. Перспективность разработок в этом направлении доказана высоким качеством изготовления, снижением массы изделий, экономией прокладочных материалов, снижением трудоемкости изготовления накладок [11].

Лазерная технология, благодаря своим широким возможностям, с успехом используется в различных отраслях промышленности, в том числе и в швейном производстве преимущественно для раскроя материалов [13]. Однако, возможности лазерной технологии в производстве швейных изделий мало изучены и до конца не раскрыты. Накоплен лишь небольшой опыт использования лазерной сварки для соединения деталей швейных изделий. В работе предложена технология использования способа лазерной сварки ТТМ при изготовлении изделий одежды в условиях массового производства.

Был проведен анализ развития инновационных технологий в текстиле и материалах и выявлено их влияние на развитие формы костюма. Спроектированы новые формы костюма с учетом использования инновационных технологий в текстильной промышленности [15].

Не в одной работе не рассматривался инновационный способ соединения деталей изделия для формообразования текстильных изделий с

использованием иглопробивной технологии, хотя как способ создания текстильных материалов иглопробивная технология рассматривалась в литературных источниках достаточно подробно [16].

В результате изучения литературных источников выявлено, что авторами по прежнему наибольшее внимание уделяется исследованию совершенствования технологии формообразования текстильных изделий.

В работах Е.Н.Бершева, М.А.Бабаева, J.W. Hearle, A.N.Purdy, Г.Л.Барабанова, И.Н.Петросова, В.Ф.Андросова рассматривается ассортимент, свойства и применение нетканых материалов, вопросы влияния основных технологических параметров, факторов на структуру и свойства, на прочность, зависимость от глубины иглопрокалывания на прочность иглопробивных нетканых материалов [17 - 24].

Разработана методика проектирования оптимальной технологии иглопробивных нетканых материалов для прогнозирования их физико-механических характеристик, в первую очередь, прочностных показателей, в широком диапазоне изменения поверхностной плотности [16].

Большинство работ направлено на разработку технологии формообразования и формозакрепления в одежде из ткани и нет работ по формообразованию изделий из трикотажных полотен с подвижной структурой изготовленных из натуральных видов сырья.

Правильный научно – обоснованный метод пошива изделия производится с учетом свойств материалов, требований, предъявляемых к конкретному виду изделий с учетом современного направления моды.

Знания свойств материала позволяет использовать их для достижения определенного внешнего эффекта одежды, создания одежды с заданными свойствами, обеспечивающими комфорт, удобство, определенную долговечность и износостойкость.

1.1 Способы изготовления изделий стабильной формы из трикотажных полотен

Выпуская качественный трикотаж, следует стремиться к наиболее рациональному использованию сырья. В области применения рационального способа выработки трикотажных изделий имеется большое количество работ [16].

При проектировании трикотажных изделий особое внимание уделяется учету свойств самого трикотажа и, прежде всего, его эластичности. Способность трикотажа облегать фигуру, подчеркивать ее линии благодаря эластичности определило наиболее простые формы покроя изделия из трикотажа. Трикотажные изделия изготавливают в основном прямой или полуприлегающей формы. При этом полуприлегающая форма может быть достигнута не только за счет вытачек, покроя, но и за счет сочетания в одном изделии разных переплетений и правильного использования свойств полотна. При разработке и моделировании изделия правильный выбор полотна очень

важен. Необходимо, чтобы его структура, внешний вид и свойства соответствовали назначению модели [25].

Как было отмечено, современный ассортимент трикотажных полотен, используемых для изготовления одежды очень широк. Их свойства существенно различаются, и от них зависит модель конкретного изделия.

Основными свойствами полотна, которые необходимо учитывать при моделировании и конструировании, являются:

- жесткость, драпируемость;
- растяжимость и усадка в различных направлениях;
- формовочная способность, упругость;
- плотность по вертикали и по горизонтали;
- поверхностная плотность, толщина;
- модуль (линейный, поверхностный, объемный).

Свойства и внешний вид полотна определяются как свойствами пряжи и нитей, так и особенностями его структуры, фактуры, рисунка. Формообразования изделия зависит от выбора способа производства трикотажа.

Способы производства трикотажных изделий подразделяются на регулярные, полурегулярные, кроеные и комбинированные.

Детали регулярных изделий вывязываются по контуру и только иногда подкраиваются на отдельных участках, обычно по линии горловины или проймы [26].

Детали полурегулярных изделий выкраиваются из купонов, представляющих собой полосы трикотажного полотна, заработанные с нижней стороны и полученные на кругловязальных и плосковязальных машинах. Заработанный край купона имеет законченный внешний вид и не требует дальнейших швейных обработок. Детали купона определяются длиной детали, которая из него выкраивается; ширина купонов с плосковязальных машин определяется шириной детали, а с кругловязальных машин – диаметром игольного цилиндра вязальной машины, переплетением и заправкой полотна.

При комбинированном способе изготовления основные детали могут выкраиваться из полотна, а отдельные вывязываться регулярным способом.

Способ производства диктует требования к форме и конструкциям изделия.

Например, для регулярных и полурегулярных изделий количество соединительных швов должно быть, как можно меньше; контуры деталей проектируются простой конфигурацией, линии низа – горизонтальные, так как нижние ряда купонов и вязаных деталей зарабатываются [26].

При кроеном способе изготовления на конструктивное решение изделия особое влияние оказывают формовочные свойства полотна. Если формовочная способность полотна низкая, то объемная форма может быть получена только конструктивным путем – введением швов, вытачек [26].

Трикотажные изделия должны иметь красивый внешний вид, быть удобными и сохранять в носке цвет, размеры и форму, приданные им в

процессе проектирования и изготовления. При этом в течение гарантийного срока эксплуатации должно быть обеспечено сохранение прочности изделия к разрывным нагрузкам и стиранию, а также к воздействию светопогоды.

Например, для верхних трикотажных изделий главными требованиями являются: соблюдение красивого внешнего вида, сохранение размеров и формы изделия в носке при условии возможно большего удобства [25].

При создании изделия и выбора технологий пошива важнейшим показателем является группа растяжимости полотна, которая связана с формоустойчивостью.

В зависимости от степени увеличения ширины под действием растягивающих усилий трикотажные полотна подразделяют на три условные группы растяжимости:

- полотна 1-й группы имеют малую растяжимость — от 0 до 40%;
- полотна 2-й группы имеют среднюю растяжимость — от 40 до 100 %;
- полотна 3-й группы имеют высокую растяжимость — свыше 100 % [27].

Растяжимость полотна определяет, помимо габаритных размеров деталей изделия, также конструктивные особенности.

Группа растяжимости полотна зависит от многих факторов, например, от вида и линейной плотности пряжи, переплетения, параметров трикотажного полотна, отделки и другие.

Модуль петли учитывается во многих работах. В работах таких ученых, как профессор Шалов И.И., Далидович А.С., говорится, о том, что модуль полотна для формоустойчивых полотен должен находиться в пределах 17-21. Но, в трикотаже рыхлых структур модуль может достигать более 30 [28].

Модуль петли наиболее полно характеризует петельную структуру трикотажного изделия как со стороны геометрической (топологической), так и физико-механической, отражая потребительские или качественные признаки трикотажа: плотность, растяжимость, толщину, вес и прочность.

Ряд исследовательских работ, проведенных в последние годы у нас и за рубежом, по теоретическому обоснованию строения петель трикотажа, подтверждают первостепенную важность модуля петли как показателя, характеризующего геометрические и физико-механические свойства трикотажа. В основу этих работ положено изучение влияния жесткости нити при изгибе и кручении на форму и свойства петли трикотажа.

На основе анализа связи между модулем петли и жесткостью нити при изгибе М. Конопасек (ЧССР) [<http://www.otkani.ru/textile/tricotage/4.html>] сделал вывод, что внутренние или внешние силы, вызывающие любые относительные деформации формы нитей в петлях или петель трикотажного изделия в целом, обратно пропорциональны квадрату модуля петли. Чем больше модуль петли, тем меньшие значения имеют внутренние силы и ниже уровень потенциальной энергии деформации петель, что означает большую неустойчивость формы петель. Это затрудняет придание трикотажу равновесного состояния, а также сохранение размеров и формы трикотажных изделий.

Чрезмерное уменьшение модуля петли затрудняет процесс петлеобразования и отрицательно влияет на эксплуатационную устойчивость трикотажа, так как увеличение сил взаимодействия и трения в точках контакта нитей приводит к увеличению доли необратимой деформации трикотажа [<http://www.otkani.ru/textile/tricotage/4.html>].

Отсюда следует, что для каждого вида сырья, переплетения и назначения изделия существует определенное оптимальное значение или некоторый интервал значений модуля петли, при котором трикотаж получает наиболее выгодные деформационные свойства, или, наоборот, наилучшую устойчивость в эксплуатации.

Швы в трикотажных изделиях, за редким исключением, при эксплуатации должны растягиваться вместе с полотном. В противном случае швы либо лопаются, либо ухудшают потребительские свойства изделия. Срезы деталей во избежание спуска петель чаще всего обметываются перед обработкой, или в ее процессе. Существует огромный парк швейного оборудования, специализированного на обработку различных видов трикотажа и выполнения различных строчек и швов трикотажных изделий [29].

Применяемое оборудование и методы швейной обработки определяют величины припусков на швы, а также конструктивные решения изделия. Так получить четкие углы в изделиях на стачивающе-обметочных машинах (оверлоках) практически невозможно. В изделиях из поперечновязаного трикотажа средней (II группа) и большой (III группа) растяжимости, стачные швы, выполненные в поперечном или близком к 45° к петельным столбикам направлениям, будут сильно растянутыми. Поэтому при необходимости таких соединений используются специализированные машины, например, кеттельные или многониточные плоскошовные. Плечевые срезы стачиваются с предварительно нарезанной по длине проектируемого шва тесьмой [29].

Особые трудности возникают при пошиве изделий из трикотажных полотен рыхлой структуры с большими отверстиями на полотне или, если детали изделия проектируют из трикотажа различных переплетений и направлений края. Это связано с тем, что петельная структура полотна очень подвижна и имеет разную растяжимость, как по длине, так и по ширине. Все это усложняет технологию пошива изделия и, как правило, такие изделия шьют ручным способом. При этом швы не всегда отвечают требованиям качества и поэтому для получения изделий заданных размеров и форм, стабильных при эксплуатации, требуется применять способ соединения трикотажных деталей, исключающий выше перечисленные недостатки.

Трикотажные полотна предоставляют уникальные возможности для воплощения творческих замыслов дизайнера, позволяя создавать разнообразные фактуры, рисунки, колористику, элементы отделки. При изготовлении изделия из трикотажных полотен возможно использование всех видов декоративных отделок, встречающихся и в швейных изделиях из тканей, но с учетом специфики трикотажного производства [30].

По классификации профессора А.А.Нешатаева все разнообразные рисунчатые эффекты на трикотажных полотнах и изделиях из них по способу получения можно разделить на три основные группы:

а) эффекты, полученные в структуре полотна в процессе вязания за счет применения различных переплетений и цветных нитей. Это эффект цветные, ажурные, рельефные. Их используют в изделиях как самостоятельно, так и в сочетаниях друг с другом, достигаются они за счет технологических и рисунчатых возможностей оборудования;

б) эффекты, полученные на полотнах за счет применения различных по структуре и способу отделки видов пряжи и нитей. Это эффекты, создаваемые нитями фасонными, высокообъемными, мулинированными, блестящими, матовыми, металлизированными и др.;

в) эффекты, полученные на полотнах и изделиях за счет дополнительной отделки: печатания, вытравки, тиснения, ворсования, лощения, вышивки, аппликации, пришивки беек, плиссирования, гофрирования и т.д.

К первой группе отнесены наиболее распространенные изделия с отделкой в структуре полотна, которая достигается за счет использования новых видов сырья, сочетания различных видов пряж, комбинации различных переплетений. Эти виды изделий, а также изделия без отделки, из полотен гладких структур составляют 65,1 % от общего числа анализируемых моделей.

Ко второй группе отнесены изделия с эффектами, полученными за счет дополнительной отделки:

- печатания, тиснения;
- вышивки, аппликации;
- комбинирования материалов;
- складок, драпировки, съемных деталей;
- отделки тесьмой, бахромой, бейками, фурнитурой и другие.

Третья группа объединила изделия, в которых сочетаются перечисленные виды дополнительной отделки с отделкой в структуре полотна.

Все эти факторы и свойства необходимо учитывать при проектировании трикотажных полотен, создании изделий из них и выбора технологий пошива и соединения.

1.2 Методы формообразования деталей одежды

Специалисты, работающие в области производства одежды, неизбежно отражают в своей творческой деятельности дух времени, и задача состоит в том, чтобы современными средствами удовлетворить потребность в модной одежде. На пике моды в настоящее время находится трикотаж [31].

Современный трикотаж – это одежда для различных сезонов и любого назначения.

Мода в трикотаже развивается с учетом общих тенденций, и в настоящее время является самостоятельным разделом искусства моделирования и не подвержена столь частым изменениям, как в одежде в целом. Она более стабильна и вместе с тем более гибкая. Если в одежде из тканей очень много

значат силуэт, форма, линии, то факторами, определяющими моду в трикотаже являются: переплетения, полотна, цвет, пропорции, характер деталей и отделок.

Новая мода логически вытекает из предыдущей, дополняя уже существующие формы, детали, линии и бережно сохраняет наиболее интересные и вместе с тем, приемлемые для последующих лет предложения. Основная черта современной моды из трикотажа – это элегантная простота и удобство, красота и утилитарность.

Способность трикотажа распускаться подсказывает более простые формы. Резные линии, крой по косому направлению почти отсутствует, если их и применяют, то лишь в небольшой части изделия и, как правило, из полотен устойчивых переплетений.

Формообразование — род художественной деятельности дизайнера и технического творчества, обозначающий процесс создания формы в соответствии с общими ценностными установками. Формообразование костюма складывается под влиянием традиций художественного и прикладного искусства и фиксирует самые общие черты стиля времени. Принцип организации формы можно выявить наиболее полно, изучив ее структуру. Структура обладает свойством отбора средств для выразительности формы. Любая форма обладает сложной многоуровневой структурой, в которой выделяются пространственно-временной, композиционный и стилевой уровни [32].

Пространственно-временной и композиционный уровни позволяют «построить» внешнюю форму костюма, стилевой уровень организует внутреннюю форму. При проектировании формы костюма обязательно нужно учитывать еще и связь ее с природной данностью – фигурой человека. Необходимо учесть также то, что человеческая фигура является динамичной объемно-пространственной структурой, то есть она всегда находится в движении. Проекцией объемной формы на плоскость является силуэт (плоскостное выражение формы). Как правило, форму характеризуют фронтальные и профильные силуэты [32].

При анализе формы костюма учитываются конструктивные пояса – опорные линии человеческой фигуры, от которых начинается та или иная форма деталей или членений в одежде. Основными конструктивными поясами являются: плечевой, талевый, бедренный.

Процесс формообразования изделий обладает широкими потенциальными возможностями, поскольку желаемая форма на трикотажных полотнах достигается не только за счет конструкции и за счет свойств полотна, но и за счет дополнительной художественной отделки. Получить нужную форму детали можно уже в процессе вязания – переключением с одного переплетения на другое, учитывая при этом различную степень упругости переплетения и пряжи [32].

Способы формообразования поверхности одежды разделяются:

- по виду используемых формообразующих средств - на конструктивные и технологические;

- по виду воздействия на исходный материал - на механические, физико-механические, физико-химические, комбинированные (рисунок 1) [29].

Во всех случаях формообразования деталей одежды важно не только создать объемную форму изделия, но и устойчиво закрепить ее, закрепить те деформации, за счет которых получена объемная форма. Закрепление (фиксация) полученной формы является неотъемлемой частью процесса формования [33] на выполнение этой задачи направления данная исследовательская работа.

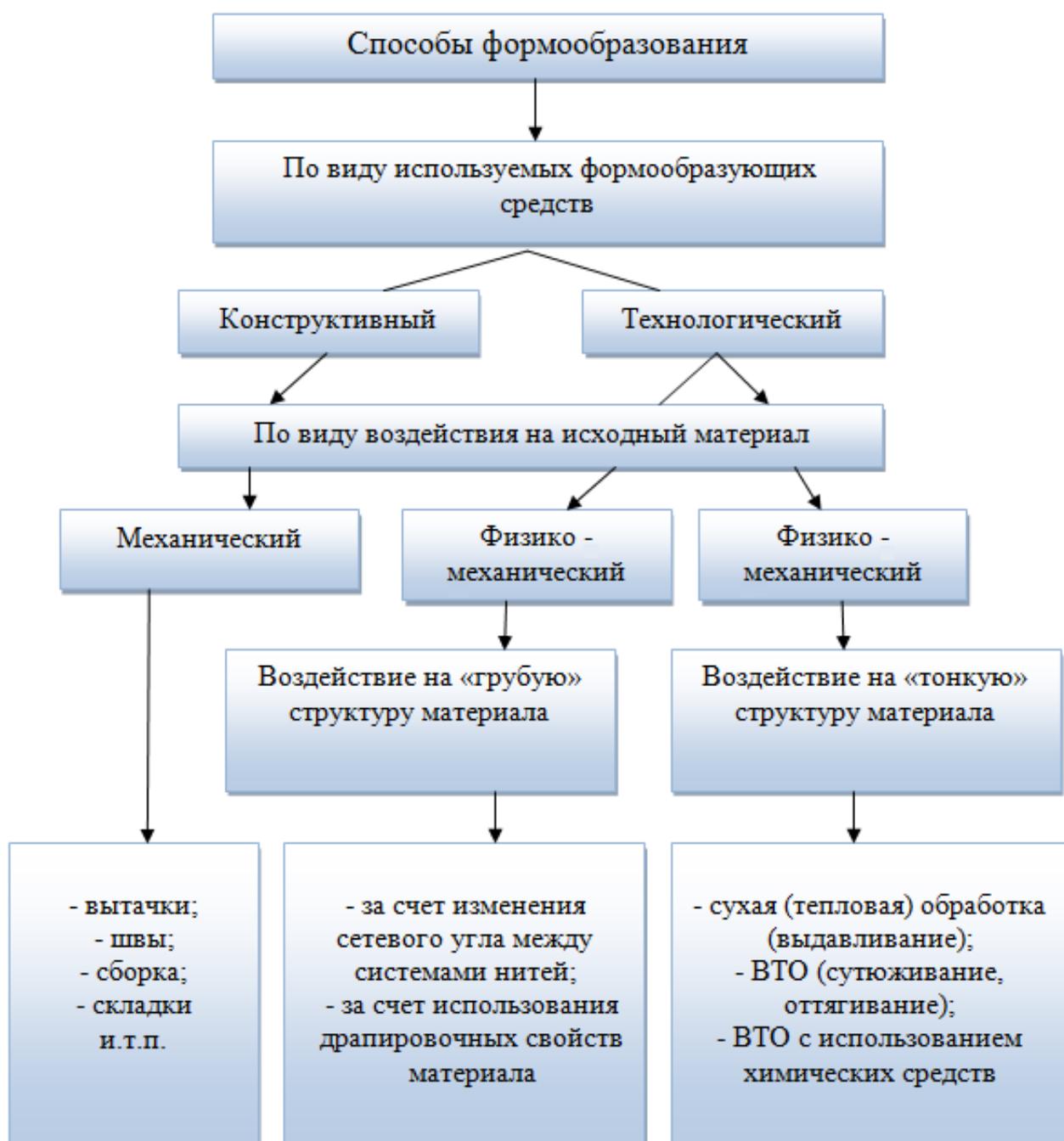


Рисунок 1 - Классификация способов и средств формообразования

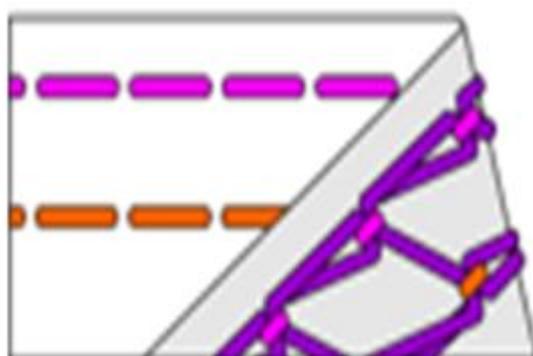
1.3 Способы формозакрепления деталей одежды

Следует отметить, что в трикотажных изделиях технические средства закрепления формы (строчки, каркасные элементы, влажно-тепловая обработка) имеют меньшее применение, чем в одежде из ткани. Это объясняется особенностями трикотажного полотна и спецификой трикотажного производства.

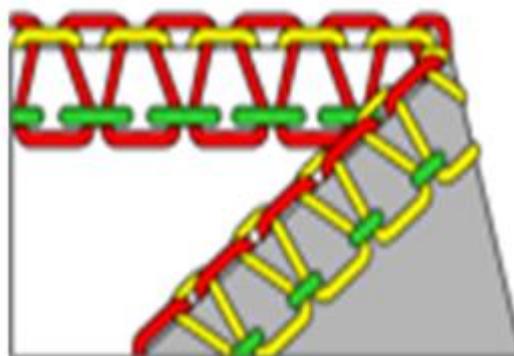
Как известно [34], формозакрепление деталей одежды может проводиться по двум технологиям:

- формозакрепление деталей одежды без введения фиксирующего элемента;
- формообразование деталей одежды с введением фиксирующего элемента.

В трикотажных изделиях, как правило, используют растяжимые швы, выполненные цепной и краеобметочной строчками (рисунок 2 а, б) [34].



а) петлителя цепного стежка;



б) петлителя оверлочного стежка

Рисунок 2 – Швы

Установлено, что степень закрепления деформации (посадки) по срезам деталей трикотажных изделий зависит от структуры соединительного шва и величины проектируемой посадки. Посадка срезов устойчиво закрепляется при использовании в качестве каркасного элемента ручейковой бейки и киперной тесьмы [34].

Применение в качестве каркасных элементов различных прокладок в трикотажных изделиях ограничено, поскольку они снижают подвижность петельной структуры трикотажного полотна. Тесьму же обычно прокладывают по плечевым срезам, иногда по линии горловины и верхней части проймы [35].

Наибольшее применение для закрепления формы в технологических процессах изготовления швейных изделий для индивидуального потребителя находят прокладочные материалы, представленные на рынке достаточно широким ассортиментом [29].

Однако эти способы не всегда обеспечивают устойчивость формы одежды из трикотажных полотен. Если используются полотна с рыхлой структурой, обладающие высокими деформационными свойствами, то

необходимы дополнительные (специальные) способы закрепления формообразующих деформаций.

Таким способом, для формообразования изделий из трикотажных полотен с введением фиксирующего элемента может, является методика соединения деталей иглопробивным способом.

В работе [36] рассматривается такой способ соединения полотен стабильных структур связанных переплетением двуластик и выведены зависимости прочности соединительного шва для полотен с модулем петли от 16 до 20. Сделан вывод, что на таких полотнах этот способ, целесообразно использовать в качестве декора, а для соединения деталей изделий более трудоемкий, чем швейных и не всегда оправданных. Структура трикотажных полотен в местах соединения и пробивания иглами разрушается. Этот способ целесообразно использовать на полотнах с модулем петли более 20. Однако исследования на этих полотнах в этой работе не были проведены, поэтому необходимы исследования в этом направлении.



Рисунок 3 - Классификация способов формозакрепления деталей одежды

1.4 Современное использование иглопробивного способа для изготовления изделий

В последние годы текстильная промышленность мира стремительно развивалась и расширялась благодаря техническому прогрессу во всех областях, начиная от создания новых волокон и заканчивая передовыми методами производства. В свою очередь эти значительные, а иногда и инновационные перемены базируются на исторических народных промыслах и постоянно обеспечивают индустрию моды широким ассортиментом материалов. [21]

Дизайнеры модной одежды готовы бесконечно исследовать проявление народного творчества, заключенные в одежде и ткани. Народное творчество и глобальная культура в той или иной степени влияют на коллекции дизайнеров. Источником вдохновения данной работы послужило народное творчество – валяние из шерсти.

Валяние из шерсти – это очень древнее ремесло, которое возникло, когда люди обнаружили способность животной шерсти сваливаться, образуя однородное войлочное полотно. Этот материал по способности сохранять тепло мало чем уступал шкурам, но значительно легче и мягче, поэтому его стали активно применять для создания обуви, предметов обихода, одежды и даже жилищ. С развитием промышленности стали создаваться фабрики по производству войлока и изделий из него. Сейчас войлочные изделия не менее популярны в странах Центральной Азии: в Монголии, Киргизии, Казахстан. [21]

Повышенный интерес к валянию наблюдается и со стороны любителей рукоделия: они заново открывают для себя прелести работы с текстильным материалом, которому можно придать различную форму, объем, украсить вышивкой, аппликацией, бисером. Изделия из войлока выглядят оригинально, приемы работы с ним просты и предоставляют безграничные возможности для творческого самовыражения.

В последние десятилетия валяние из шерсти получило второе рождение. Сейчас это не столько этническое рукоделие, а скорее всего направление декоративно-прикладного искусства, фелтинг стал авторским направлением в дизайне. С помощью фелтинга можно создать буквально все: экзотические настенные панно, стильные подушки, различные фигурки (рисунок 4). [21]



Рисунок 4 - Изделия, выполненные валянием и иглопробивным способом

В настоящее время разработаны и доступны разнообразные виды инструментов для фильцевания ручным способом. Также в продаже представлен широкий выбор шерсти для валяния, войлока и войлочной ленты с богатой цветовой палитрой.

Технология фильцевания достаточно проста. На щетку укладывается текстильный материал, на который наносят узор, выложенный шерстяными волокнами. Используя специальные иглы для фелтинга, пробивают заготовку по рисунку на глубину 1-3 мм. Захваченные зазубринами игл волокна протаскиваются через структуру материала, одновременно закрепляясь в ней. Такой способ можно взять за основу декорирования изделия и скрепления поверхностей текстильных материалов.

После того как выполнение рисунка или соединение деталей при использовании волокон достигнуто, необходимо произвести влажно-тепловую обработку для фиксации формы [38].

Замечено, что для получения глубоких отпечатков или придания изделию объема следует погружать иглы более глубоко (6-13 мм), чтобы волокна и текстильный материал обрели нужную форму [38].

Основной инструмент — это игла для фильцевания. Изготавливаются они разных типоразмеров и сечений рабочей зоны.

По форме сечения бывают треугольные, корончатые и звездчатые, а по типоразмерам делятся на 3 группы: тонкие, средние и толстые. Толстые

применяются на начальном этапе и для работы с грубой шерстью, средние - на основном этапе, а тонкие используются для чистовой доводки форм и линий.



Рисунок 5 - Схема процесса фильцевания

Итак, отличительной особенностью иглы для фильцевания является наличие зазубринок (засечек) (рисунок 6), с помощью которых игла проталкивает ворсинки шерсти сквозь слои таких же ворсинок, в результате чего происходит спутывание (сваливание) шерсти. Эти зазубринки едва видны на игле, но легко прощупываются.



Рисунок 6 - Общий вид зазубрин на игле



Рисунок 7 - Общий вид иглы для фильцевания

Зазубринки, в свою очередь, могут отличаться величиной, глубиной засечки, выпуклостью и формой. Количество зазубринок, расстояние между ними также зависят от предназначения и строения иглы (рисунок 7).

Возможны различные модификации фелтингивых игл: удлиненные, укороченные, с измененной формой ножки. Длина игл варьируется от 6 до 13 см. Толщина - от 0,5 мм до 1 мм.

Особенный интерес в настоящее время вызывает одежда из натуральных текстильных материалов, и шерсть - один из наиболее ценных материалов, даруемых нам природой.

Выводы по разделу

На основании анализа современного состояния изготовления трикотажных изделий сделаны следующие выводы:

- Установлено, что совершенствование ассортимента одежды из трикотажных полотен является многоплановой задачей, практическое решение которой предполагает повышение качества и улучшение эстетического вида изделий за счет способов соединения и декорирования.

- Показано, что выбор способа соединения трикотажных деталей зависит от многих факторов и свойств трикотажных полотен.

- Установлено, что трикотажным изделиям, благодаря подвижной петельной структуре, обеспечивающей высокие формовочные свойства рыхлых полотен, при условии оптимизации способов закрепления формообразующих деформаций, можно придавать любые требуемые формы и декор.

- Для деталей из трикотажа с подвижной структурой с большим модулем петли используется только ручной способ соединения деталей изделия.

- Не разработан способ соединения кроенных полотен с большим модулем петли.

Поэтому в работе поставлена задача и определены цели создания технологии соединения изделий из трикотажных полотен рыхлых структур с объемным модулем петли изготовленных как регулярным, полурегулярным и кроеным способом.

2 РАЗРАБОТКА СПОСОБА СОЕДИНЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН РЫХЛЫХ СТРУКТУР ИГЛОПРОБИВНЫМ СПОСОБОМ

2.1 Выбор факторов и их влияние на качество иглопробивного шва

Факторы, влияющие на качество соединительных швов, делятся на зависящие от:

- вида и свойств волокон, образующих шов;
- вида и свойств сшиваемых материалов;
- вида структуры шва;
- технологических режимов соединения;
- ширины шва.

Необходимо отметить, что в одном и том же изделии значимость показателей качества соединительных швов различна для разных швов.

Как отмечалось ранее, от структуры полотна и его заправочных параметров зависят не только физические свойства, но и механические, например, закручиваемость, распускаемость, растягиваемость и другие свойства. Следовательно, учитывая выше перечисленные свойства, при выборе соединения ширину шва следует определять опытным путем. Так при соединении образцов полотен с переплетением кулирная гладь по срезам вдоль петельных столбиков или рядов важно учитывать способность этого полотна закручиваться по линии петельного столбика на изнаночную сторону. Причем степень закручиваемости зависит от плотности трикотажного полотна. Более плотный трикотаж закручивается сильнее, чем редкий.

Распускается трикотаж связанный переплетением кулирная гладь в обоих направлениях. Если же образцы выработаны в виде полосы с кромками, то такой образец можно распустить только в направлении обратном вязанию. Кроме того распускаемость зависит от ряда причин:

- с уменьшением длины нити в петле распускаемость петли уменьшается;
- распускаемость увеличивается с уменьшением коэффициента трения нитей;
- с увеличением общей прочности петли распускаемость увеличивается

Как было отмечено, исследования соединения деталей иглопробивным способом были проведены для трикотажных полотен с модулем от 16-20 и рекомендованное количество волокон составляло от 1 до 2 г на 1 см² [37]. Для полотен с модулем более 20 исследования не проводились. Поэтому количество волокнистой массы для полотен рыхлых структур необходимо было подбирать опытным путем.

При соединении образцов иглопробивным способом, для более прочного соединения очень важно, чтобы волокна шерсти вошли в поры соединяемых деталей. Чем больше объем пор в деталях, тем больше должно быть количество волокнистой массы для их соединения. Но эксперименты показали, что количество волокнистой массы влияет на толщину изделия и на внешний

вид. Поэтому количество волокнистой массы выбирается зависимости от выбранной модели, от вида трикотажного полотна, от выбранного шва и т.д. [39,40].

При соединении деталей полотен по методу фильцевания, волокнистую массу можно ориентировать по отношению к петле по осям OX , OY , OZ (рисунок 18).

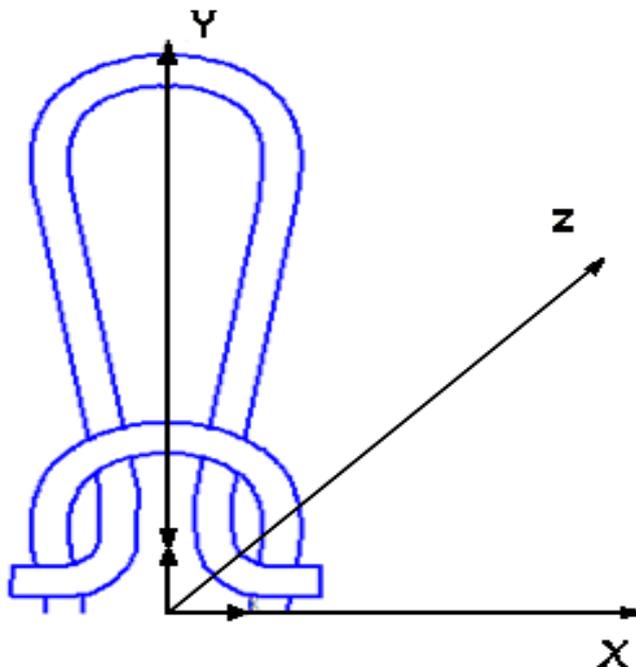


Рисунок 8 - Схема расположения волокнистой массы, при выполнении соединительного шва

При выполнении шва вдоль петельного столбика нецелесообразно ориентировать волокна по оси OY , желательно производить наложение по осям OY и OZ . При выполнении шва вдоль петельного ряда желательно ориентировать наложение волокон по осям OX и OZ .

Для полотен с модулем более 20 исследования проводили с количеством проколов от 60 до 210 на 1 см^2 с интервалом варьирования - 30 на 1 см^2 .

Выявлено:

- количество проколов влияет на прочность шва, на внешний вид изделия и на толщину шва;
- количество проколов следует выбирать в зависимости от параметров соединяемых трикотажных полотен;
- выбор тонины игл зависит от поверхностной плотности соединяемых текстильных материалов: чем больше плотность полотна, тем больше должен быть типоразмер иглы.

2.2 Технология выполнения соединительного фелтинг-шва

В работах [41,42,43] технология выполнения соединительного фелтинг-шва включает несколько этапов:

- подготовительный;
- разработка композиции рисунка;
- выкладывание волокнистой массы;
- соединение деталей иглопробивным способом;
- заключительный.

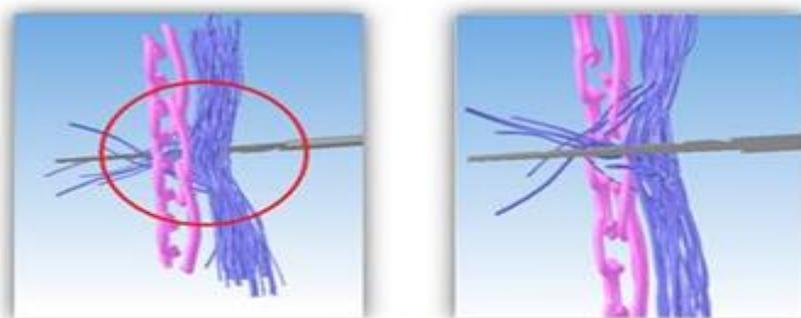
Подготовительный этап включает: раскрой деталей изделия из трикотажного полотна или тканей.

На следующем этапе разрабатывают рисунок и выбирают цветовое сочетание для всех декорируемых участков изделия.

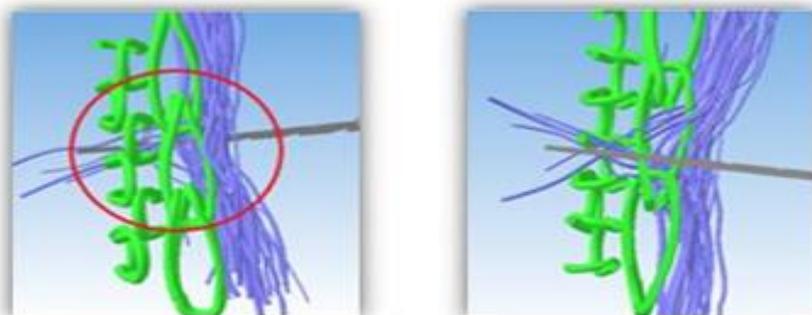
Соединение деталей изделия и выполнение декора осуществляют в три приема:

- детали изделия по срезам (плоским или с драпировкой) накладываются друг на друга;
- на площади соединения (при декорировании по рисунку участков изделия) выкладываются волокно;
- соединение деталей между собой осуществляют иглопробивным способом.

На рисунке показано прохождение фелтинг иглы через участок волокнистой массы и поверхности соединяемых полотен, чем толще эти участки, тем больше должна быть глубина прокалывание.



а – кулирная гладь;



а' – ластик 1+1

Рисунок 9 - Соединение деталей изделий в технике «филец»

На заключительном этапе обязательно проводят влажно-тепловую обработку полотна для фиксации формообразования. Расположение волокон по площади деталей изделия позволяет не только декорировать изделия и предавать ему различные формы, но и придает базовому материалу дополнительные свойства – жёсткость, формоустойчивость, прочность, теплостойкость, растяжимость, воздухопроницаемость и др. [41,42,43].

Предлагаемая техника отделки трикотажных изделий значительно расширит ассортимент изделий. Это дает новое направление сближения двух производств – трикотажного (тканевого) и иглопробивного, что особенно важно в настоящее время.

Для изготовления изделий бесшовным способом с одновременным декорированием по данной технологии применяется впервые.

2.2.1 Технологические характеристики и свойства трикотажных полотен главных переплетений применяемых для иглопробивного шва

Известно, что трикотажные переплетения подразделяются на главные, производные и рисунчатые.

Главные переплетения представляют собой простые переплетения, состоящие из одинаковых открытых и закрытых петель (гладь, ластик, изнаночное полотно).

Производные переплетения в своей структуре содержат несколько одинаковых главных переплетений [28].

Рисунчатые - образуются на основе главных и производных путем изменения их структуры.

Основой всех поперечновязанных переплетений являются одинарное кулирная гладь и двойное ластик 1+1. Поэтому в данной работе исследования проводились для трикотажных полотен, связанных этими переплетениями.

Гладь обладает распускаемостью, закручиваемостью и растяжимостью по петельным столбикам и петельным рядам.

Ластичное переплетение характеризуется большой растяжимостью по ширине, упругостью, большей по сравнению с гладью толщиной и массой. Ластик растягивается по ширине почти в 3,5 раза больше, чем по длине. Ластик 1+1 распускается только в направлении, обратном вязанию и не закручивается [28].

Полотна, связанные с большим модулем петли из натуральных волокон, смешанных или шерстоподобных, чаще всего не стабильной формы. Но при этом обладают рядом преимуществ по сравнению с другими полотнами:

- обладают высокой гигроскопичностью и воздухопроницаемостью;
- имеют красивый внешний вид и востребованы из-за ажурного эффекта;
- имеют меньшую материалоемкость по сравнению с полотнами связанными аналогичными переплетениями с меньшим модулем;

Учитывая вышеперечисленное, для проведения исследовательской работы выбраны трикотажные полотна с объёмной пористостью, связанные переплетениями кулирная гладь и ластик 1+1 из смешанной пряжи.

Предварительный эксперимент исследовании трикотажных полотен с рыхлой структурой (с модулем - 27) было отмечено, что в подвешенном состоянии по петельным столбикам и рядам трикотаж изменяет форму.



а



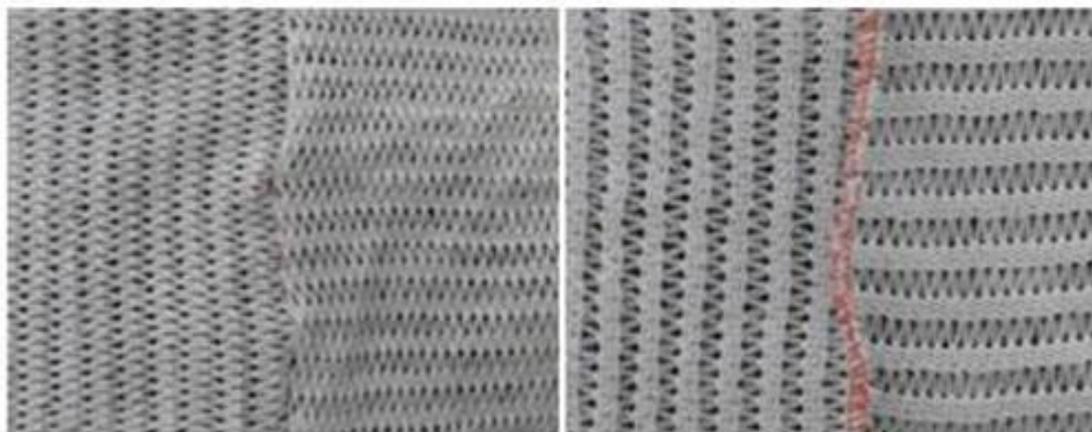
б



в

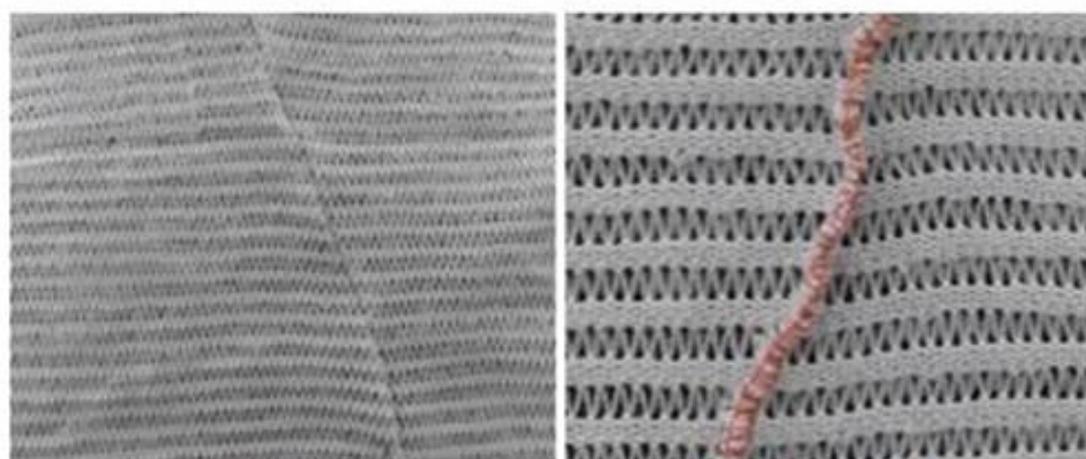
Рисунок 10 – Образцы

Сравнивая образцы до (рисунок 10, а) и после (рисунок 10 б, в) подвешивания, замечено, что форма трикотажа изменяется более чем на 11%. Полотно еще большим модулем деформируется еще сильнее и при эксплуатации могут вытягиваться еще больше. Это еще раз подтверждает вывод, о том, что пошив изделий из них известными способами на швейных машинах представляет определенные трудности (рисунок 11).



а – лицевая сторона;

а' – изнаночная сторона



б – лицевая сторона;

б' – изнаночная сторона

Рисунок 11- Соединение деталей изделий оверлочным швом

Из рисунка видно, что при пошиве трикотажа с рыхлой структурой шов не эстетичен:

- толщина шва больше, чем основное полотно;
- искажена форма шва;
- необработанный край распускается;
- шов растягивается;
- невозможно соединять детали полотен под разными углами.

Все это не позволяет широко использовать такие полотна для создания модного трикотажа.

Как было отмечено, рыхлые полотна с большим модулем петли используются в ограниченном количестве и только при условии того, что детали сшиваются ручным способом. (рисунок 12)

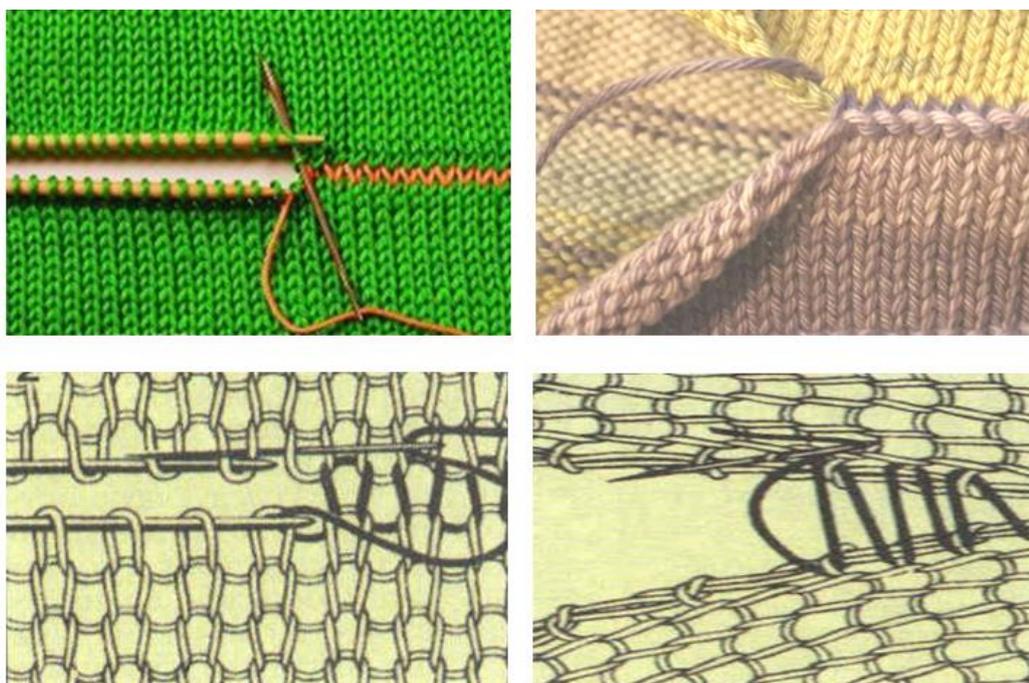


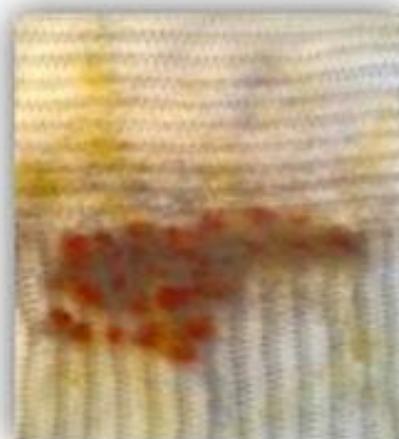
Рисунок 12 - Соединение деталей изделий кеттельным швом

Из анализа полученных результатов можно сделать выводы:

- заполнения пор петельной структуры волокнами возможно путем соединения полотен рыхлой структуры с большим модулем петли (рисунок 13).
- при заполнении пор полотен волокнистой массой, происходит фиксирование петельной структуры, что в дальнейшем обеспечивает стабильность формы изделия – при эксплуатации, ВТО и мокрых обработках (рисунок 14, 15);
- соединение полотен иглопробивным способом можно производить с разным направлением петельной структуры и различных переплетений.



а; – лицевая сторона;



а' – изнаночная сторона;

Рисунок 13 - Соединение деталей изделий в технике «фильц»

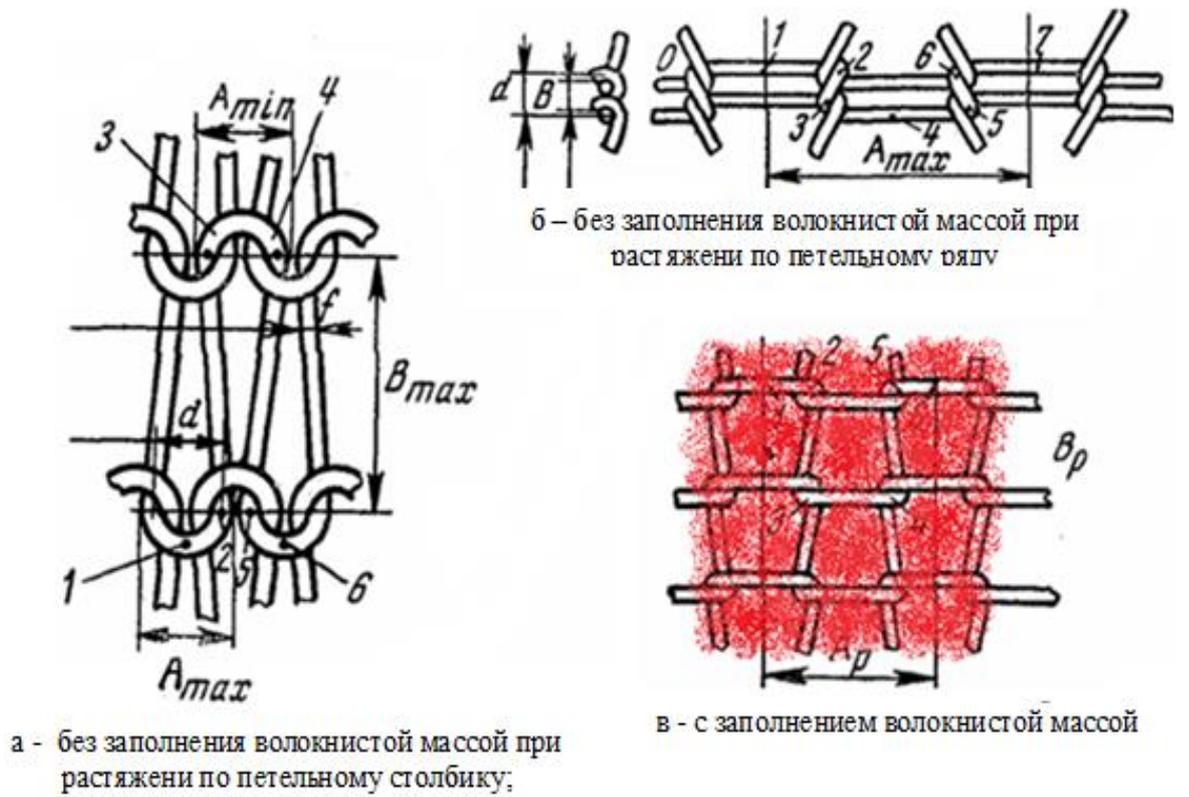


Рисунок 14 - Структура кулирной глади

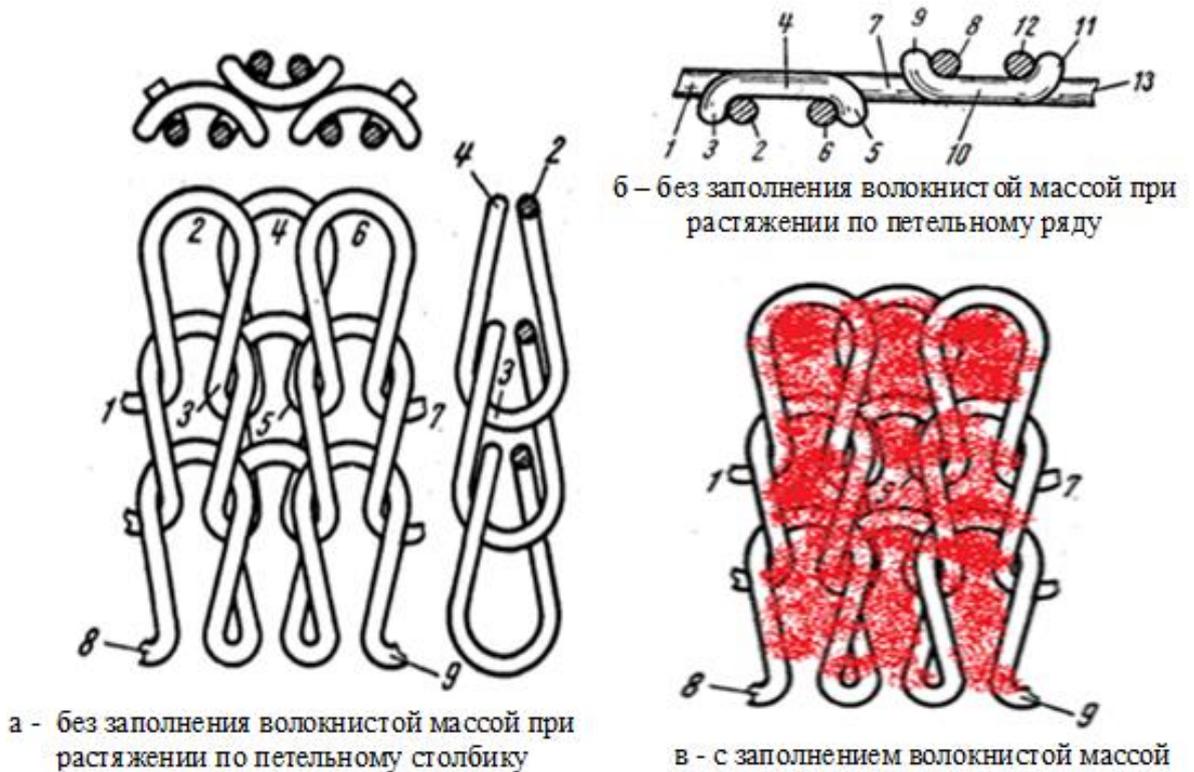


Рисунок 15 - Структура ластик 1+1:

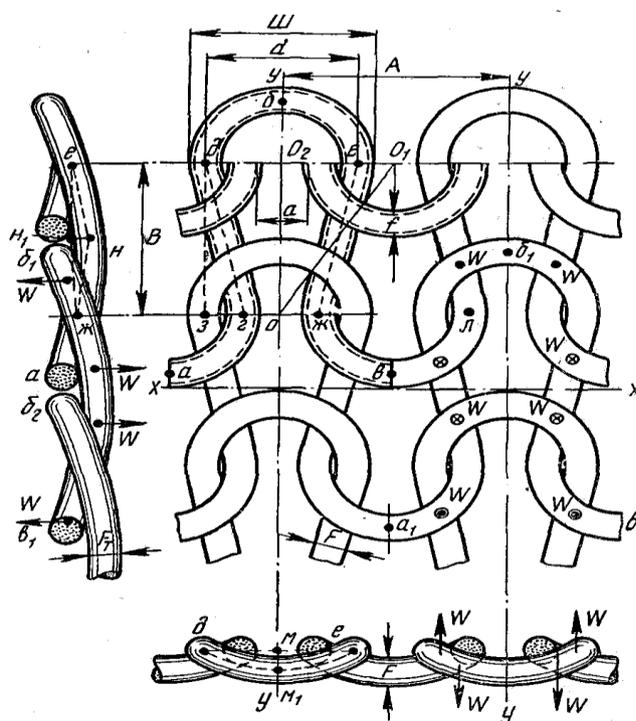
2.3 Выявление зависимости пористости трикотажа от модуля петли

Одной из важнейших характеристик структур трикотажа при выполнении соединительного шва методом фелтинга является общая пористость полотен.

Как показали предварительные эксперименты, качество соединительного участка (шва) зависит от количества волокон закрепленных в структуре трикотажного полотна. Под качеством шва подразумевается его прочность, тонаина, жесткость, красивый внешний вид.

Для каждого вида полотна (изделия) необходимо выбирать оптимальные условия, а для этого необходимо знать структурные характеристики и параметры его.

Как уже отмечалось, наиболее трудно выполнять швейные операции на одинарных полотнах и, особенно, на полотнах с рыхлой структурой. С этой целью рассмотрим структуры кулирной петли и ее геометрию. В своей работе профессор Далидович А.С. представил петлю кулирной глади как пространственную кривую [28].



l – длина нити в петле (а б в г д е ж); A – ширина петли; B – высота петли; F – ширина нити; α – угол наклона палочек остова петли по отношению к оси петельного столбика; γ – угол наклона палочек петли к плоскости полотна

Рисунок 16 - Переплетение петли в кулирной глади

В свободном состоянии, когда трикотажу искусственно не придают ту или иную ширину и длину, нить будет стремиться занять положение прямой или дуги наибольшего радиуса. При этом она всегда будет стремиться иметь во всех точках одинаковую изогнутость. Такую форму петли имеют, если трикотаж выработан с очень малым модулем петли, а также, если после замочки и сушки

он не подвергался каландрированию или утюжке и при этом петли имеют свободную форму благодаря упругости пряжи.

Чаще всего трикотаж подвергается каландрированию или утюжке.

Исходя из сказанного, для подсчета длины петли каландрированного трикотажа рекомендуется применять формулу:

$$L = 1,57A + 2B + \pi F \quad (2.3.1) [28]$$

где A – петельный шаг, мм;

B – высота петли, мм;

F – ширина нити, мм;

l – длина нити в петле, мм.

При шитье трикотаж стачивает нитями, а так как часто приходится сшивать трикотаж сразу и вдоль и поперек, то необходимо чтобы сопротивление трикотажа по ширине и длине было одинаково. Это будет в том случае, если промежутки между петлями будут одинаковыми и по петельным рядам так и петельным столбикам.

При этом сжатие трикотажа по длине и ширине будет происходить сначала за счет большого изгибания петельных дуг и петельных палочек (продольный изгиб), и затем за счет сжатия нити. Сопротивление трикотажа сжатию во втором случае несравненно выше чем в первом, потому вообще для выработки более устойчивого в носки трикотаж следует промежутки между дугами доводить до минимальных, то есть таких при которых бы дуги петель везде соприкасались. При снятии нагрузки петли стремятся выпрямиться и иметь во всех частях одинаковую степень изогнутости.

В готовых изделиях чаще всего необходимо чтобы шов оставался стабильным. Этого можно достигнуть за счет заполнения пористости трикотажной петли волокнами. А для этого необходимо определить следующие параметры трикотажа, это:

- линейный модуль петли, σ_l ;
- поверхностный модуль петли, σ_{Π} ;
- объемный модуль петли, $\sigma_{об}$;
- объемное заполнение E_0 ;
- общая пористость, R_0 .

Линейный модуль петли σ_l показывает, сколько толщин нити (F) помещается в длине петли, то есть

$$\sigma_l = \frac{l}{F} \quad (2.3.2) [28]$$

Поверхностный модуль петли σ_{Π} показывает отношение площади одной петли в трикотаже к площади, занимаемой нитью, то есть

$$\sigma_{\Pi} = \frac{AB}{Fl} \quad (2.3.3)$$

Поверхностный модуль петли характеризует степень просвечиваемости трикотажа.

Объемный модуль петли $\sigma_{об}$ показывает отношение объема занимаемой одной петлей в трикотаже к объему занимаемой нитью петли, то есть:

$$\sigma_{об} = \frac{W_{п}}{W_{н.п}} = \frac{ABM}{0,25\pi F^2 l} \quad (2.3.4)$$

где, $W_{п}$ - объем занимаемой петлей: $W_{п} = ABM \text{ мм}^3$

где M – толщина трикотажа. В переплетении кулирная гладь $M=2F \text{ мм}^2$,

$W_{н.п}$ – объем занимаемой нитью петли

$$W_{н.п} = 0,25\pi F^2 l \quad (2.3.5)$$

Объемное заполнение E_0 показывает какой процент от объема петли приходится на объем нити ее составляющей:

$$E_0 = \frac{W_{н.п}}{W_{п}} * 100\% \quad (2.3.6)$$

То есть величина обратная объемному модулю петли, выраженная в %.

Общая пористость R_0 показывает, какой процент от объема петли приходится на поры, то есть участки не занятые волокнами:

$$R_0 = 100 - E_0 \quad (2.3.7)$$

После подстановки значений формулы 2.4.6 и 2.4.7 примут вид

$$E_0 = \frac{0,25\pi F^2 l}{ABM} 100\% \quad (2.3.8)$$

$$R_0 = 100 - \frac{0,25\pi F^2 l}{ABM} 100 \quad (2.3.9)$$

Таким образом, модули петли характеризуют геометрические параметры петельной структуры. Они имеют тесную связь с физико–механическими свойствами. [28]

Чрезмерное уменьшение линейной модули петли затрудняет процесс петлеобразования и отрицательно влияет на эксплуатационную устойчивость трикотажа, так как увеличения сил взаимодействия и трения в точках контакта нитей приводит к увеличению доли необратимой деформации. В таких полотнах степень просвечивания незначительная. Следовательно, при соединении этих полотен иглопробивным способом происходит почти полное разрушение волокон пряжи, из которой связано полотно. А затем происходит образование нетканого участка (биучасток), состоящего из волокон «наложения» и волокон пряжи из которого связано полотно.

Чем больше модули петли, тем меньшее значение имеют внутренние силы и ниже уровень потенциальной энергии деформации петель, что означает большую неустойчивость форм петель. Это затрудняет придания трикотажу

стабильных свойств равновесного состояния, а также сохранение размеров и формы изделия.[28]

Если шить такой трикотаж на швейных машинах или вручную, то в результате шов получается неэстетичным и постоянно деформируется. Потому в таком шве необходимо зафиксировать параметры А и В, заполнив пористость волокнами «наложения» и пробивая иглами полотно, скрепляя таким образом отдельные слои. Число проколов, количество волокон участка «наложения», их свойство можно регулировать, тем самым, получая шов с определенной прочностью и жесткостью, тониной и формоустойчивость.

При соединении двух полотен следует отметить следующее: петельные столбики одного слоя полотна накладывается на другой слой (то есть просветы петель могут совпадать). В этом случае, общая объемная пористость не изменяется. При смещенном наложении второго слоя полотно по отношению к первому общая объемная пористость уменьшается (рисунок 17).

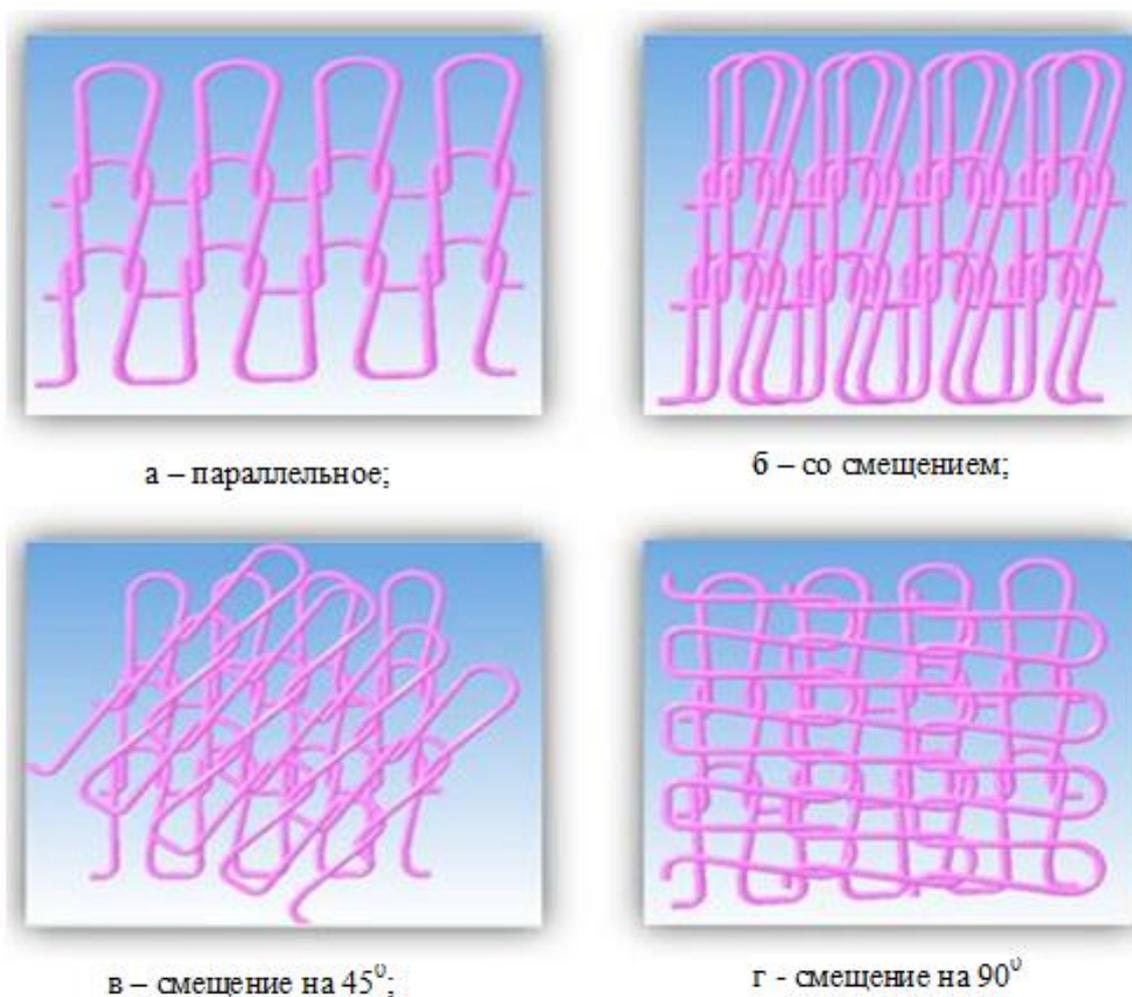


Рисунок 17- Схема наложения слоев

При соединении двух полотен необходимо знать их параметры. Поверхностный модуль нижнего слоя имеет значение $\sigma_{п1} = \frac{A_1 B_1}{l_1 F_1}$, верхнего слоя $\sigma_{п2} = \frac{A_2 B_2}{l_2 F_2}$, где A_1, A_2 – петельный шаг соответственно первого и второго полотна.

Если оба слоя выполнены из одного вида полотен, то $\sigma_{п1} = \sigma_{п2} = \frac{AB}{lF}$, а $\sigma_{пш} = \frac{AB}{2(lF)}$

Так как петельные смещены относительно друг друга то может сделать вывод, что степень просвечиваемости уменьшилась примерно в два раза, однако объемное заполнение и пористость остались без изменения. [28]

Если же «сшиваются» два различных полотна, то необходимо знать, помимо параметров каждого полотна, долю каждого полотна на участке шва. Эту долю можно определить зная количество петель в 1 см² каждого полотна (π_1 и π_2):

$$\pi_1 = \frac{10^6}{A_1 B_1} \quad (2.3.10)$$

$$K_1 = \frac{\pi_1}{\pi_{об}} \quad (2.3.13)$$

$$\pi_2 = \frac{10^6}{A_2 B_2} \quad (2.3.11)$$

$$K_2 = \frac{\pi_2}{\pi_{об}} \quad (2.3.14)$$

$$\pi_{общ} = \pi_1 + \pi_2 \quad (2.3.12)$$

Средний поверхностный модуль петли «сшиваемой» на участке шва будет равна

$$\sigma_{пш} = \sigma_{п1} K_1 + \sigma_{п2} K_2 \quad (2.3.15)$$

где, π_1, π_2 – плотно;

K_1 и K_2 – доля петель первого и второго полотна на участке шва.

Из литературы известно, что прочность по длине (K_d) полоски кулирной глади шириной 50 мм выражается следующей формулой [28]:

$$K_d = \frac{2dP_r}{1000}, \text{ Н} \quad (2.3.16)$$

где d – относительная прочность нити в г/сН;

P_r – плотность по горизонтали на 50 мм.

При растяжении трикотажа вдоль петельных столбиков он будет вытягиваться в длину, и сокращаться по ширине. Нить петли будет сопротивляться растягивающим усилиям силой, равной (d), но эта сила направлена вдоль петельных полотен и ее направления не совпадает с направлением растягивающих усилий Q .

Присоединений двух полотен следует отметить следующее. Петельные столбики одного слоя полотна накладывается на другой слой (то есть просветы петель совпадают) в соответствии с рисунком 17, а. В этом случае общая объемная пористость не изменяется. При смешанном наложении второго слоя полотна по отношению к первому (в соответствии с рисунком 17, б) общая объемная пористость уменьшается.

Предварительные эксперименты показали, что наилучший эстетически вид имеет шов шириной 10 мм (рисунок 18). поэтому для дальнейших экспериментов принимаем значение ширины шва равной 10 мм. Определяем значения общей пористости петли и петли шва.

Размер образца принят с условием его испытания на разрыв на приборе РТ – 250М. Вывод формул производится для соединительных полотен с одинаковыми заправочными параметрами [44].

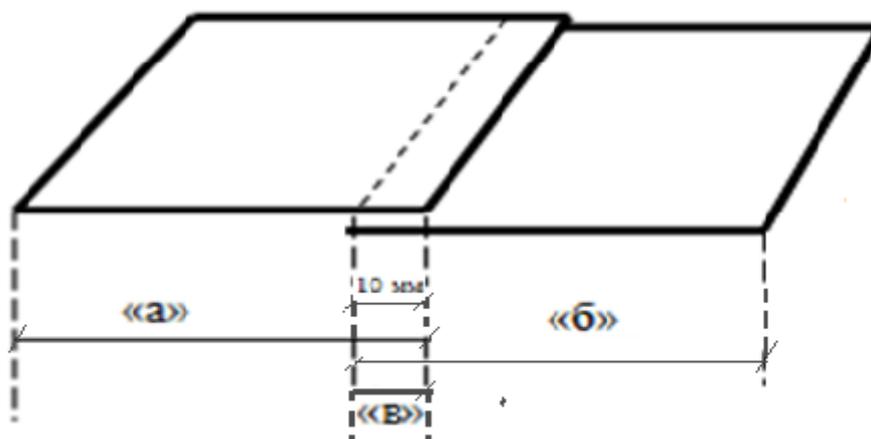


Рисунок 18 - Схема соединения полотен

Количество петель (K) на участке шва (по одной стороне) определяется по формуле

$$K = \frac{S_{\text{шв}}}{AB} \quad (2.3.17)$$

где, $S_{\text{шв}}$ - площадь шва в мм^2 ;

A и B – петельный шаг и высота петли полотна.

Объем шва, занятый волокнами пряжи полотна составляет:

$$W_{\text{ш.в(н.п)}} = K * W_{\text{н.п}} * 2 \quad (2.3.18)$$

Объем пористости шва $W_{\text{пор.шв}}$ равен:

$$W_{\text{пор.шв}} = K * W_{\text{п}} * 2 * 0,5 = KW_{\text{п}} \quad (2.3.20)$$

Объемное заполнение шва:

$$E_0 = \frac{W_{\text{ш.в(н.п)}}}{W_{\text{пор(н.п)}}} * 100\% \quad (2.3.19)$$

Общая пористость петель шва [43]:

$$R_{0\text{шв}} = 100 - E_{0\text{шв}}, \% \quad (2.3.20)$$

2.4 Исследование влияния модуля петли, соединяемых полотен, на прочность шва

На основе полученных экспериментальных данных выявлена зависимость общей пористости трикотажа от параметров трикотажного полотна:

$$R_0 = 100 - \frac{0,25\pi F^2 l}{ABM} 100 = 100 - \frac{100}{\delta_{об}} \quad (2.4.1)$$

$$\delta_{об} = \frac{ABM}{0,25\pi F^2 l} \quad (2.4.2)$$

Принимая в кулирной глади толщину трикотажа (M) равную 2F, то формула (2) примет вид:

$$\delta_{об} = \frac{ABM}{0,25\pi F^2 l} = \delta_{об} = \frac{2AB}{0,25\pi F^2 \delta_{л}} = \frac{8AB}{0,25\pi F^2 \delta_{л}} \quad (2.4.3)$$

$$\delta_{л} = \frac{l}{F}, \text{ а } R_0 = 100 - \frac{\pi F^2 \delta_{л}}{8AB} 100 \quad (2.4.4)$$

Выражение $(\frac{\pi F^2 \delta_{л}}{8AB} 100)$ обозначим как коэффициент K, тогда формула (2.4.4) примет вид:

$$R_0 = (100 - K\delta_{л}) \quad (2.4.5)$$

Из этого следует, что пористость зависит от линейного модуля петли, но эта связь не линейная.

Так как толщина нити во всех опытах одинаковая величина, то коэффициент K примет вид:

$$K = \frac{4,379}{AB} \quad (2.4.6)$$

Так как коэффициент в формуле в несколько раз меньше значения линейного модуля петли, то с некоторым допущением можно принять, что наибольшее влияние на пористость петли будет оказывать толщина соединяемых полотен $\delta_{л}$.

Анализируя все полученные результаты можно сделать следующие выводы:

- прочность шва увеличивается с увеличением количества проколов при любом расположении волокон;

- наибольшую прочность имеет фелтинг-шов с перпендикулярным расположением волокон, а наименьшую - с параллельным расположением волокон;

- фелтинг-шов с наложением волокон под углом 45° имеет показатели прочности выше, чем при параллельном наложении и ниже, чем при перпендикулярном.

Поэтому дальнейшие эксперименты были проведены с наложением волокон по разным направлениям относительно осей петли.

2.5 Исследование свойств иглопробивного шва при соединении текстильных материалов и их изменение в зависимости от количества волокнистой массы, площади заполнения, расположения волокнистой массы и количества проколов

Трикотажные полотна, должны обладать определёнными физико-механическими свойствами, позволяющими использовать его для создания изделий различного направления и отвечающим требованиям ГОСТ.

Прочность трикотажа, как и тканей, определяется свойствами формирующих его нитей и структурой самого полотна, от которой зависит характер распределения нагрузок на нити петель. Если в тканях большое влияние на прочность оказывают силы трения, возникающие между нитями в результате их переплетения, то в трикотаже такого увеличения прочности почти не наблюдается. В формуле для расчета прочности трикотажного полотна учитывается лишь количество нитей p , сопротивляющихся растягивающим усилиям в каждом петельном ряду или столбике.

Прочность трикотажа по горизонтали, т. е. в направлении петельных рядов, определяется величиной сопротивления растягивающим усилиям нитей, соединяющих петельные столбики.

Как было сказано выше, полотна связанные с разными линейными модулями петли имеют различную общую пористость.

Поэтому для исследований были связаны полотна с переплетениями кулирная гладь и ластик 1+1 с разными параметрами и с модулями петли (табл. 4).

Длину нити в петле определяли по ГОСТ 8846-87 «Полотна и изделия трикотажные. Методы определения линейных размеров, перекоса, числа петельных рядов и петельных столбиков и длины нити в петле» [45].

Толщину нити в петле, плотность по горизонтали P_r , по вертикали P_p и объем нити в петле рассчитывали для каждого опытного образца по соответствующим формулам [46]. Полученные результаты представлены в таблицах 1-2.

Таблица 1 - Заправочные параметры полотна кулирная гладь

Вид и линейная плотность пряжи, Т	Смешанная 31x2x1	Смешанная 31x2x1	Смешанная 31x2x2	Смешанная 31x2x2
Переплетения	Кулирная гладь	Кулирная гладь	Кулирная гладь	Кулирная гладь
Модуль петли	16,5	37,5	15,5	36,5
Толщина нити в петле, мм	0,334	0,334	0,484	0,484
Nc	68	36	53	28
Np	94	28	70	20
A, мм	1,47	2,78	1,89	3,57
B, мм	1,06	3,56	1,44	5
Длина нити в петле, мм	5,5	12,5	7,32	17,2
Объем нити в петле, мм ³ , W _{н.п}	0,48	1,09	1,35	3,16
Объем занимаемой петли, W _п	0,99	1,85	2,63	17,28
Объемное заполнение, E, %	48,4	58,9	51,33	18,29
Общая пористость, R, %	51,6	41,1	48,67	81,71

Таблица 2 - Заправочные параметры полотна ластик 1+1

Вид и линейная плотность пряжи, Т	Смешанная 31x2x1	Смешанная 31x2x1	Смешанная 31x2x2	Смешанная 31x2x2
Переплетения	Ластик 1+1	Ластик 1+1	Ластик 1+1	Ластик 1+1
Модуль петли	16,5	37,5	29,3	38,1
Толщина нити в петле, мм	0,334	0,475	0,475	0,475
Nc	136	72	106	56
Np	94	56	70	40
A, мм	1,78	2,08	2,08	3,57
B, мм	4,6	1,67	1,67	5
Длина нити в петле, мм	10,7	16,7	14,3	18,2
Объем нити в петле, мм ³ , W _{н.п}	0,94	1,22	2,46	3,2
Объем занимаемой петли, W _п	1,28	3,3	3,3	5,2
Объемное заполнение, E, %	73,4	52,58	74,55	53,8
Общая пористость, R, %	26,6	47,42	25,4	56,1

Для определения качества соединяемых швов проведены эксперименты в соответствии со схемой (рисунок 19).

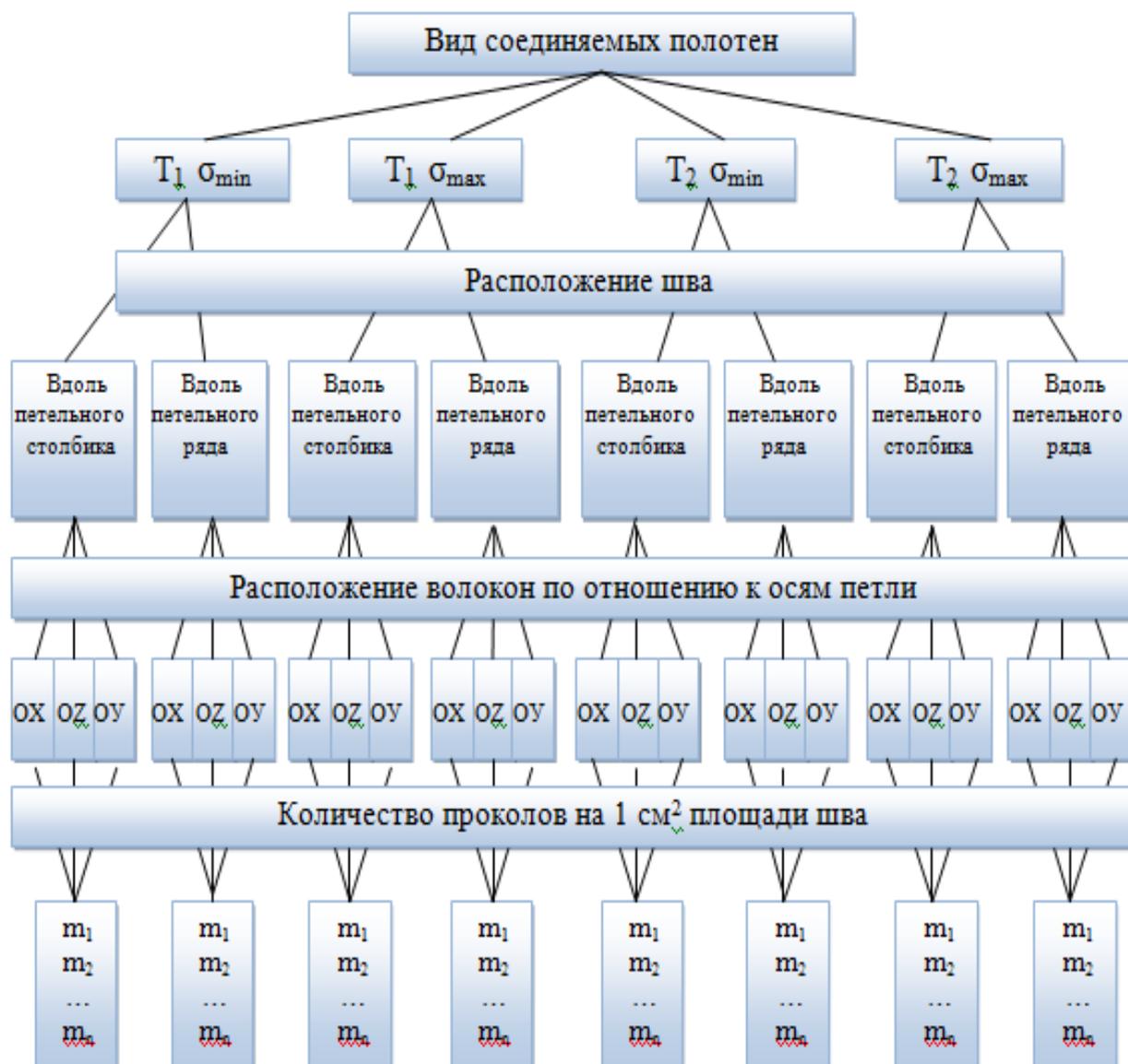


Рисунок 19 - Схема проведения экспериментов

Для проведения экспериментов были выбраны следующие условия: размер соединяемых образцов полотен: длина «а» – 8 см, ширина «с» – 5 см; ширина накладного шва с закрытыми срезами «внахлест» - 1 см (рисунок 20).

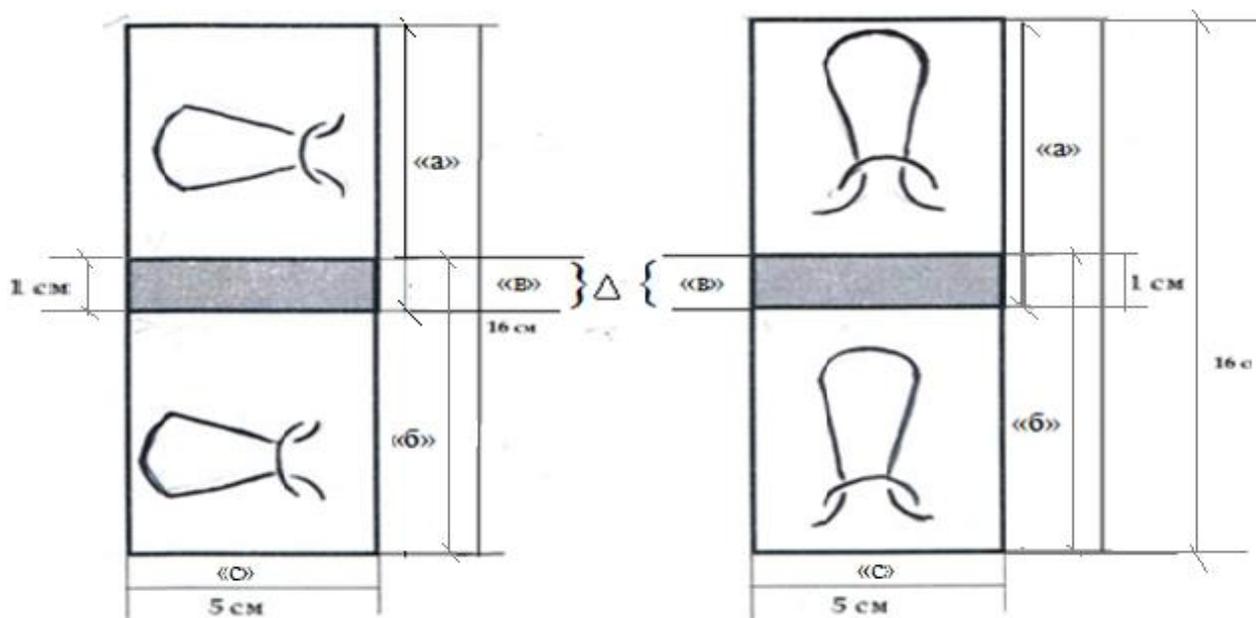


Рисунок 20 - Схема направление петель на образце - по длине и по ширине

Для исследование были выбраны полотна с одинаковыми физико-механическими свойствами и технологическими параметрами.

Количество волокна, используемого для соединения - 1 г на 1 см².

Для соединения образцов кулирной глади с заданными значениями модуля и линейной плотности пряжи наложение волокон производили по схеме:

- перпендикулярно петельному столбику (ряду);
- параллельно петельному столбику (ряду);
- под углом 45° к петельному столбику (ряду).

Количество проколов составляло для каждого варианта соединения соответственно 60, 90, 120, 150, 180, 210 ударов на 1 см² производили со стороны наложения волокон.

Для того чтобы при определении прочностных характеристик иглопробивного шва не происходил роспуск петли, образцы вязали с закрытыми краями.

Равномерность накладывания волокон определяли с помощью толщиномера МТ-531.

Аналогичные исследования проведены на полотнах связанных переплетением ластик 1+1.

Полученные средние значения показателей приведены в таблицах 2.3 – 2.6 и построены графики (рисунок 21 -32), см.приложении В.

Таблица 2.3 - Прочность фелтинг-шва при соединении образцов полотен по петельным столбикам, г/сН.

Вид переплетения	Линейная плотность пряжи	Модуль петли, δ	Количество проколов																	
			60			90			120			150			180			210		
			OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY
Кулирная гладь	31тексх2х1	16,5	6,85	6,8	6,5	7,3	7,2	7,3	7,65	8,1	8,6	9,2	9,95	9,75	11,65	10,95	10,15	11,85	11,55	10,4
Кулирная гладь	31тексх2х1	37,5	8,05	7,15	7	9,3	7,95	8,35	10,5	8,85	9,85	11	10,85	10,55	11,85	11,35	11,45	12,05	11,9	12,1
Кулирная гладь	31тексх2х2	15,5	8,1	8	8,1	8,7	8,4	9,2	9,5	8,9	9,9	10,5	9,6	10,6	11,3	10,3	10,9	12,1	11,6	11,4
Кулирная гладь	31тексх2х2	36,5	9,1	8,9	8,9	9,8	9,5	9,6	10,2	10,1	10	10,7	10,6	10,4	11,6	11,1	11,0	12,4	11,9	11,8

Таблица 2.4 - Прочность фелтинг-шва при соединении образцов полотен по петельным рядам, г/сН.

Вид переплетения	Линейная плотность пряжи	Модуль петли, δ	Количество проколов																	
			60			90			120			150			180			210		
			OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY
Кулирная гладь	31тексх2х1	16,5	6,15	5,9	5,85	6,5	6,55	6,3	7,65	7,8	7,55	8,5	8,1	8,65	10,15	9,8	10,25	11,06	10,3	10,65
Кулирная гладь	31тексх2х1	37,5	6,2	6,7	6,35	6,65	7,35	7,75	7,3	8,65	9	8,95	9,2	9,75	9,85	9,6	10,17	10,25	10	10,75
Кулирная гладь	31тексх2х2	15,5	6,9	7,1	7	7,5	7,8	7,8	8,2	8,1	8,6	8,85	8,9	9,4	9,35	9,45	9,9	10,25	10	10,3
Кулирная гладь	31тексх2х2	36,5	7,1	6,9	7,0	7,9	7,9	7,8	8,6	8,8	8,7	9,4	9,3	9,1	10,1	9,9	10,0	10,9	10,7	10,8

Примечания.

- 1) OX - Расположение волокон перпендикулярно петельному столбику
- 2) OZ – Расположение волокон под 45° к петельному столбику
- 3) OY - Расположение волокон параллельно петельному столбику

Таблица 2.5 - Прочность фелтинг-шва при соединении образцов полотен по петельным столбикам, г/сН.

Вид переплетения	Линейная плотность пряжи	Модуль петли, δ	Количество проколов																	
			60			90			120			150			180			210		
			OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY
Ластик 1+1	31тексх2х1	29	6,85	6,8	6,5	7,3	7,2	7,3	7,65	8,1	8,6	9,2	9,95	9,75	11,65	10,95	10,15	11,85	11,55	10,4
Ластик 1+1	31тексх2х1	35,4	8,05	7,15	7	9,3	7,95	8,35	10,5	8,85	9,85	11	10,85	10,55	11,85	11,35	11,45	12,05	11,9	12,1
Ластик 1+1	31тексх2х2	35,1	8,1	8	8,1	8,7	8,4	9,2	9,5	8,9	9,9	10,5	9,6	10,6	11,3	10,3	10,9	12,1	11,6	11,4
Ластик 1+1	31тексх2х2	45,1	9,1	8,9	8,9	9,8	9,5	9,6	10,2	10,1	10	10,7	10,6	10,4	11,6	11,1	11,0	12,4	11,9	11,8

Таблица 2.6 - Прочность фелтинг-шва при соединении образцов полотен по петельным рядам, г/сН.

Вид переплетения	Линейная плотность пряжи	Модуль петли, δ	Количество проколов																	
			60			90			120			150			180			210		
			OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY
Ластик 1+1	31тексх2х1	29	4,15	6,1	6,15	5,8	6,55	6,3	7,65	7,8	7,55	7,95	8,1	8,65	10,15	9,8	10,25	11,06	10,3	10,65
Ластик 1+1	31тексх2х1	35,4	5,2	5,9	6,35	5,95	6,75	7,75	7,3	8,65	9	9,1	9,2	9,75	9,85	9,6	10,17	10,25	10	10,75
Ластик 1+1	31тексх2х2	35,1	5,9	6,1	6,8	6,9	7,8	7,8	8,2	8,1	8,6	8,85	8,9	9,4	9,35	9,45	9,9	10,25	10	10,3
Ластик 1+1	31тексх2х2	45,1	6,1	5,9	6,9	7,8	8,1	7,8	8,6	8,8	8,7	8,94	9,3	9,1	10,1	9,9	10,0	10,9	10,7	10,8

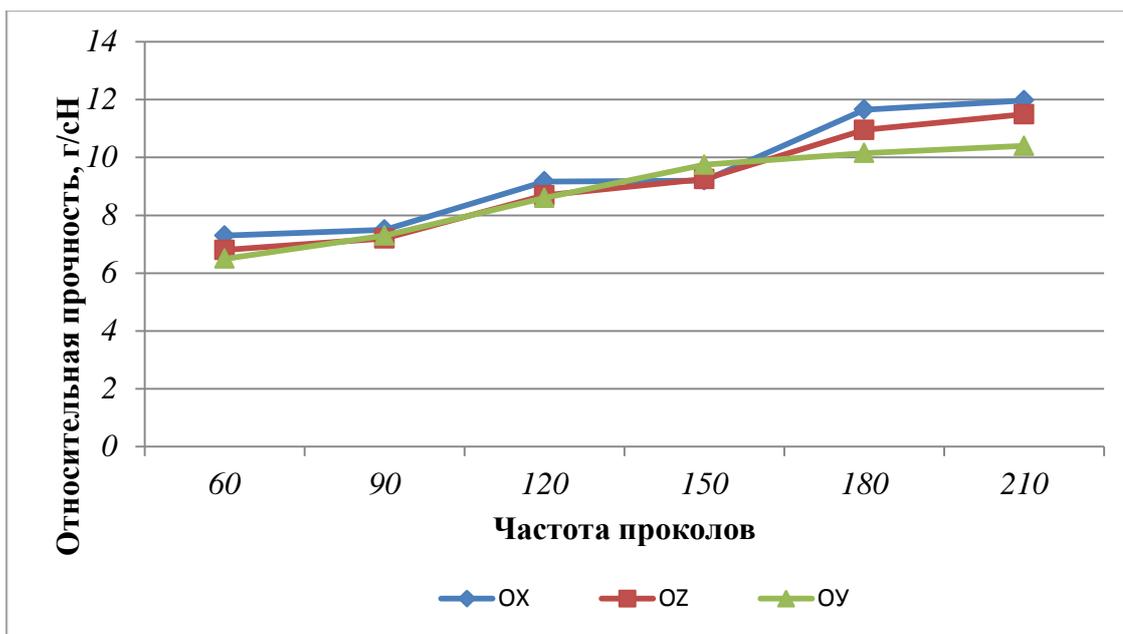


Рисунок 21- Относительная прочность фелтинг-шва: кулирная гладь (31x2x1текс), линейный модуль петли 16,5; наложение волокон вдоль петельных столбиков

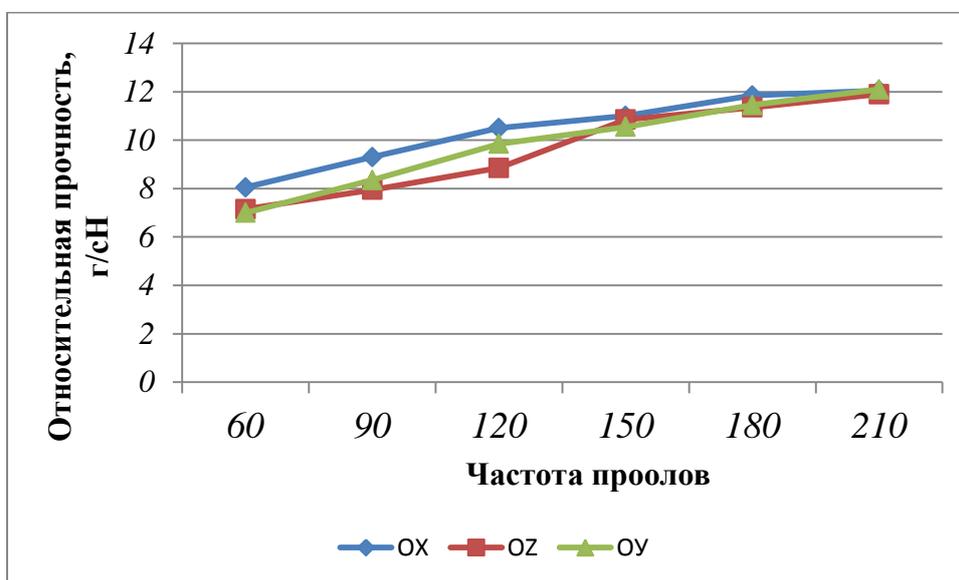


Рисунок 22 - Относительная прочность фелтинг-шва: кулирная гладь (31x2x1текс), линейный модуль петли 37,5; наложение волокон вдоль петельных столбиков

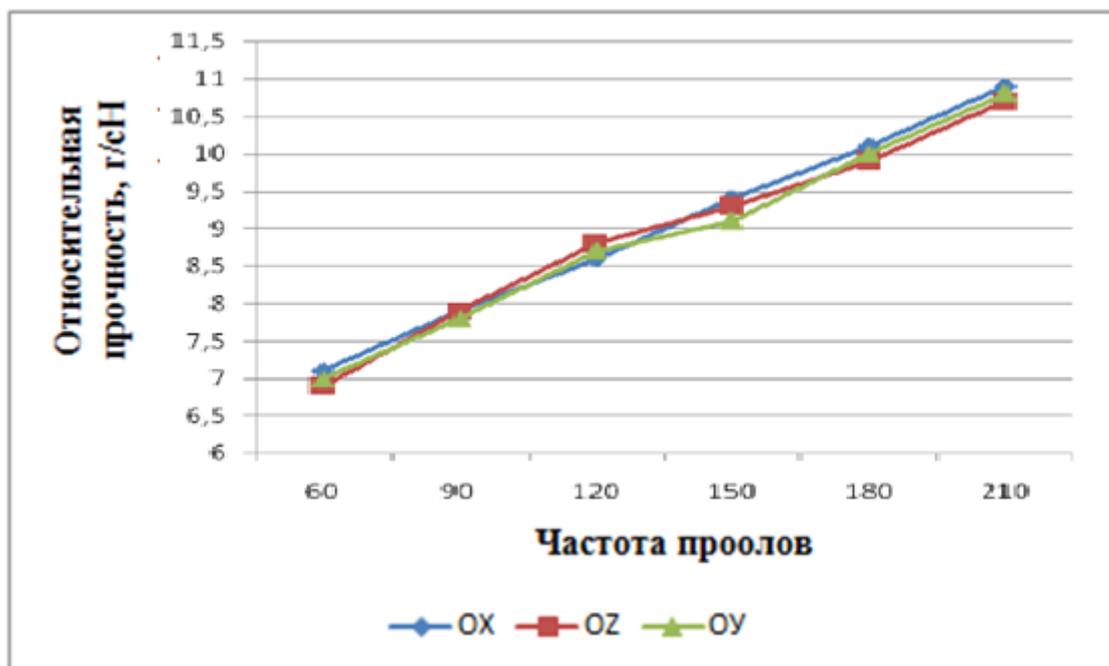


Рисунок 23 - Относительная прочность фелтинг-шва: кулирная гладь (31x2x2текс), линейный модуль петли 15,5; наложение волокон вдоль петельных столбиков

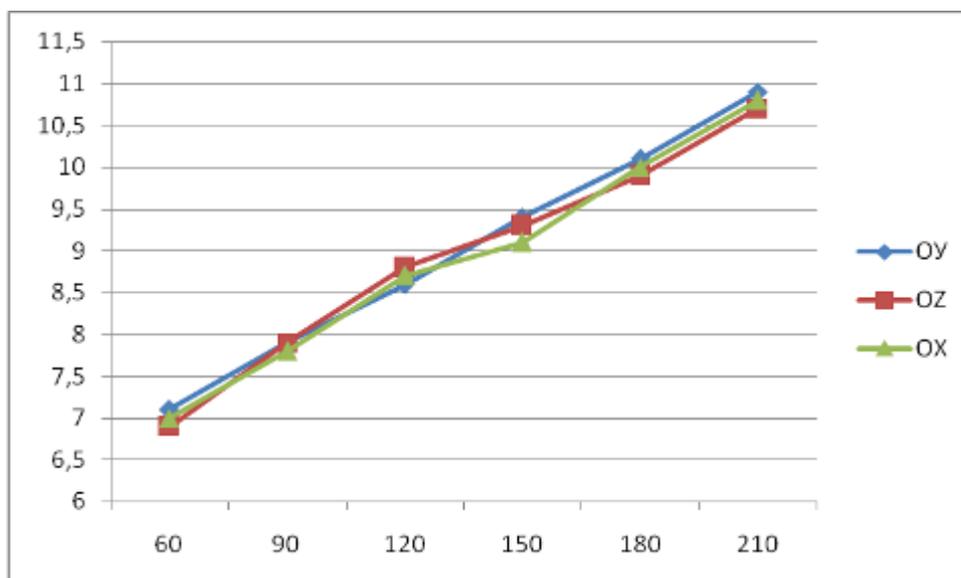


Рисунок 24 - Относительная прочность фелтинг-шва: кулирная гладь (31x2x2текс), линейный модуль петли 36,5; наложение волокон вдоль петельных столбиков

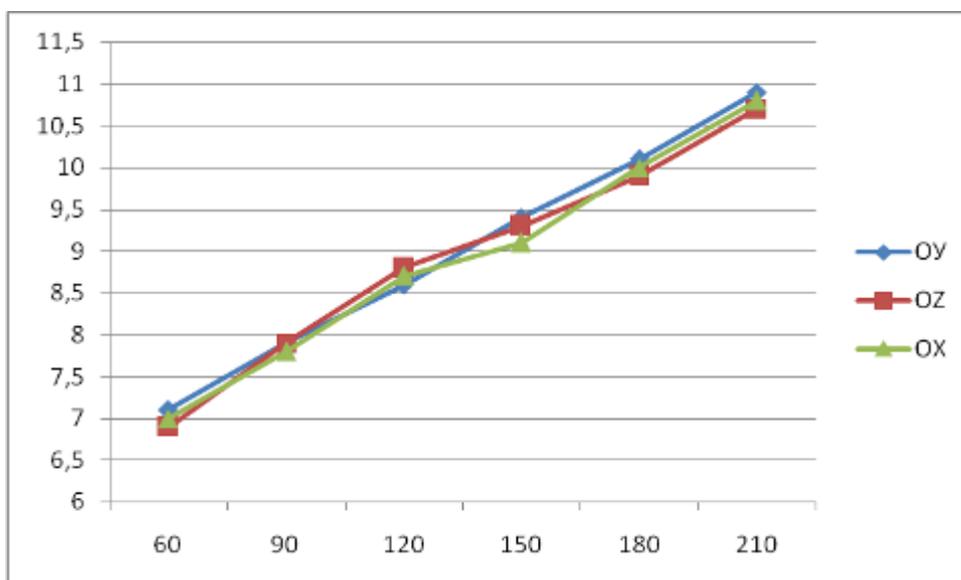


Рисунок 25 - Относительная прочность фелтинг-шва: кулирная гладь (31x2x1текс), линейный модуль петли 16,5; наложение волокон вдоль петельных рядов

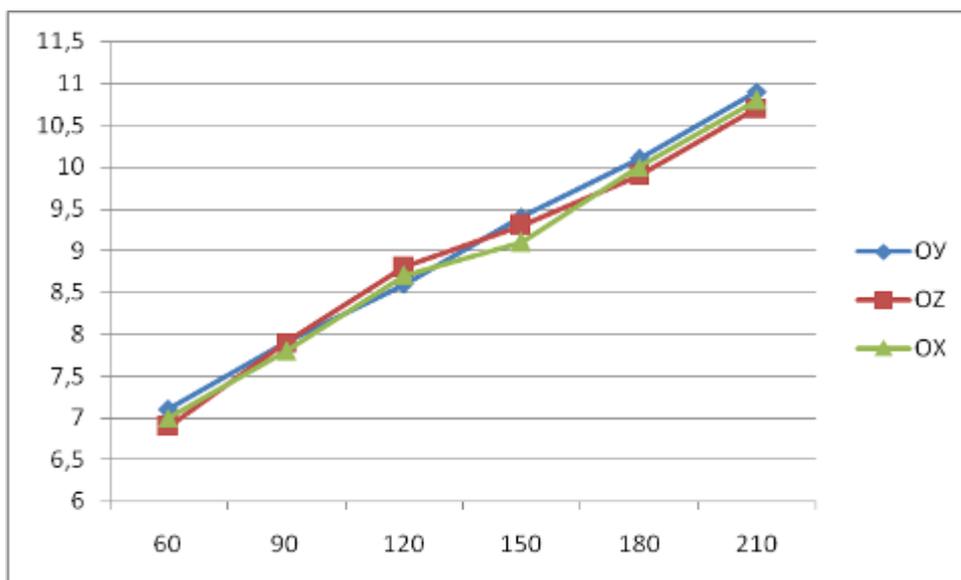


Рисунок 26 - Относительная прочность фелтинг-шва:

кулирная гладь (31x2x1текс), линейный модуль петли 37,5;
наложение волокон вдоль петельных рядов

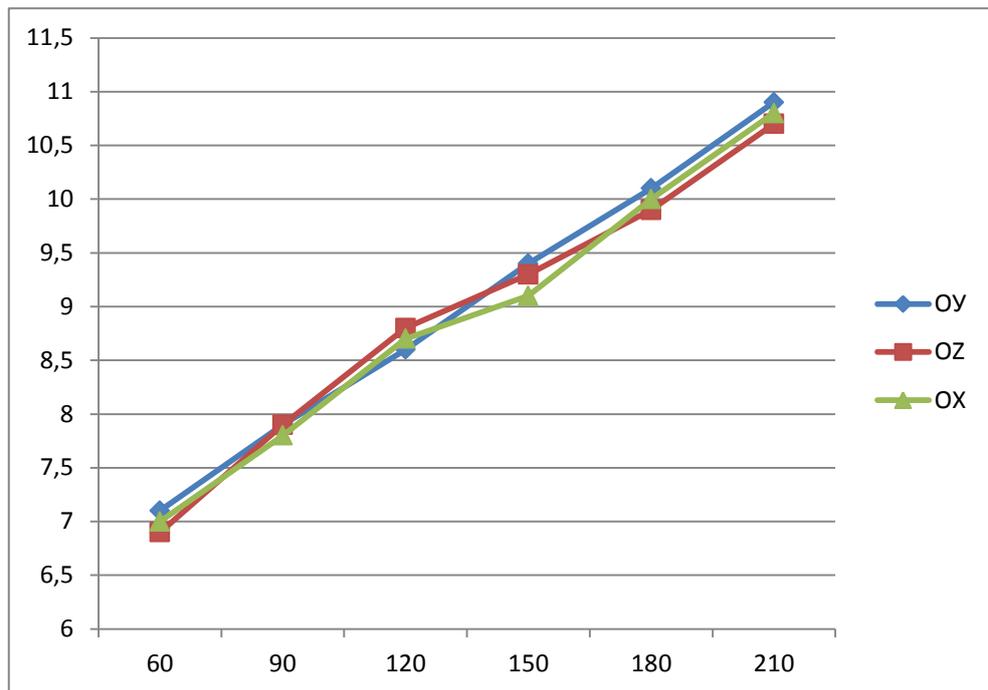


Рисунок 27 - Относительная прочность фелтинг-шва:
кулирная гладь (31x2x2текс), линейный модуль петли 15,5;
наложение волокон вдоль петельных рядов

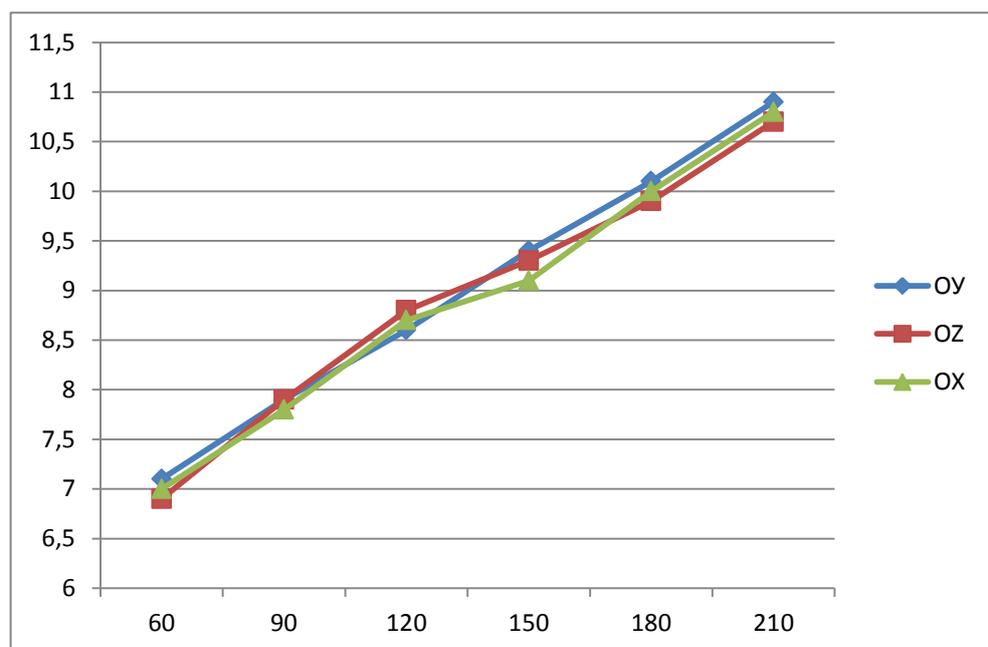


Рисунок 28 - Относительная прочность фелтинг-шва: кулирная гладь (31x2x2текс), линейный модуль петли 36,5; наложение волокон вдоль петельных рядов

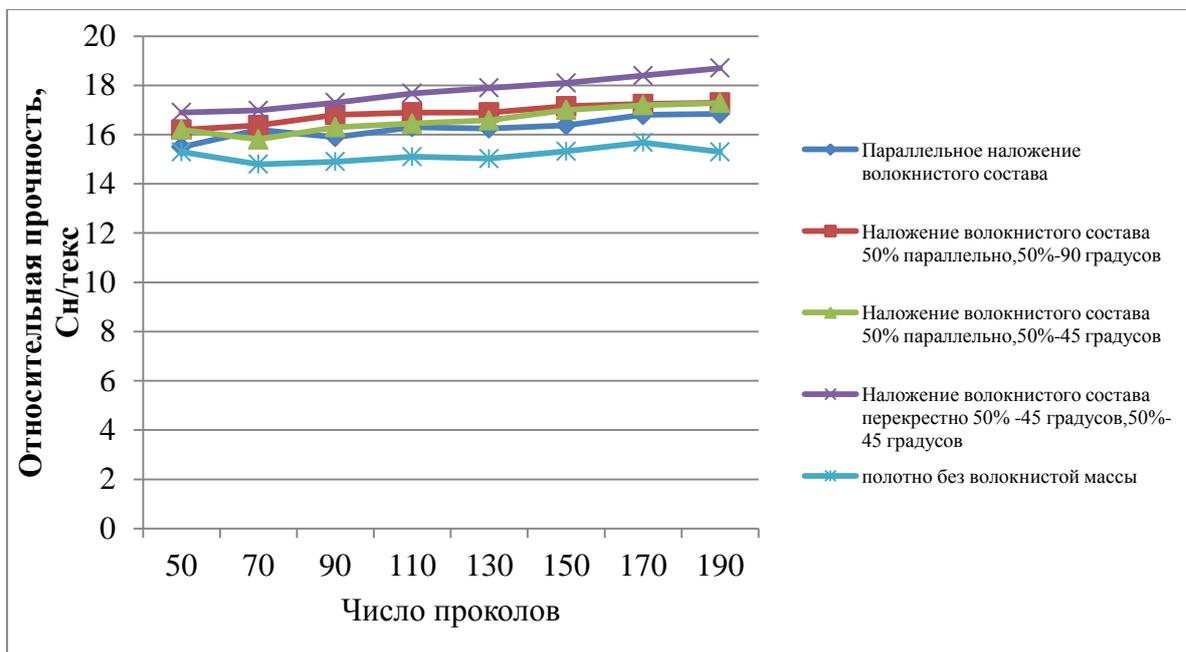


Рисунок 29 - Относительная прочность фелтинг-шва: Ластик 1+1 (31x2x1текс), по петельному столбику

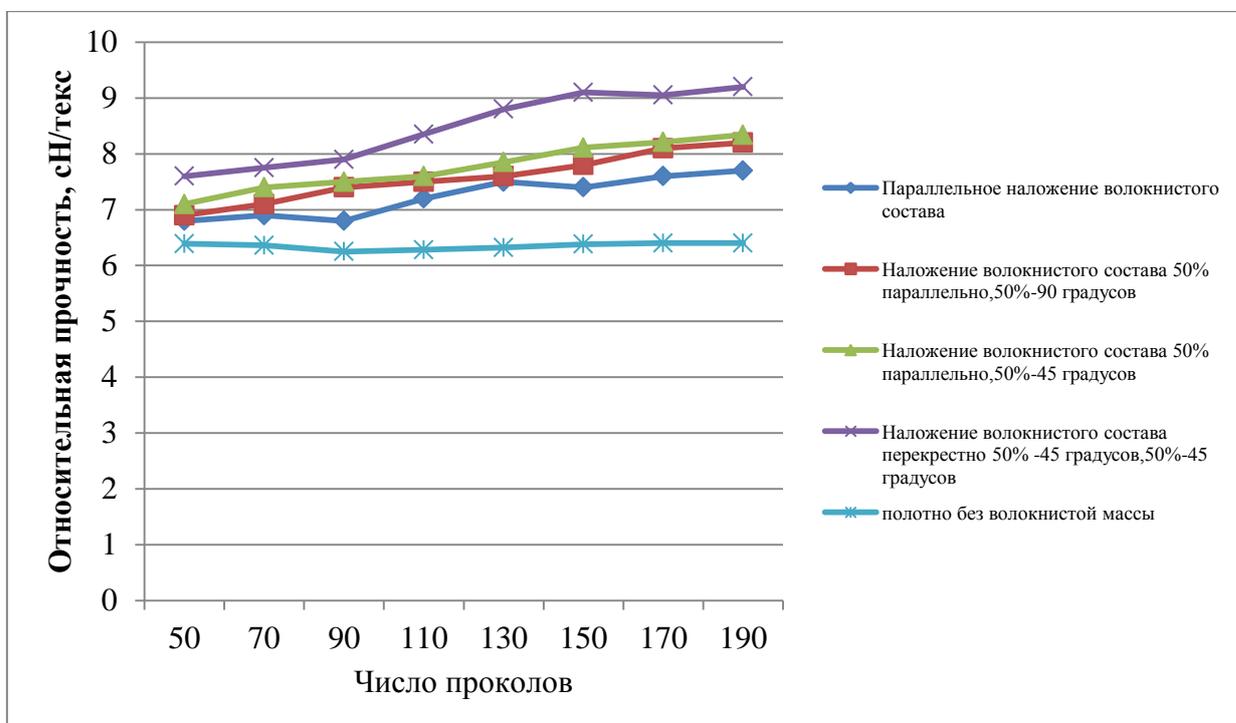


Рисунок 30 - Относительная прочность фелтинг-шва: ластик 1+1 (31x2x1текс), по петельному ряду

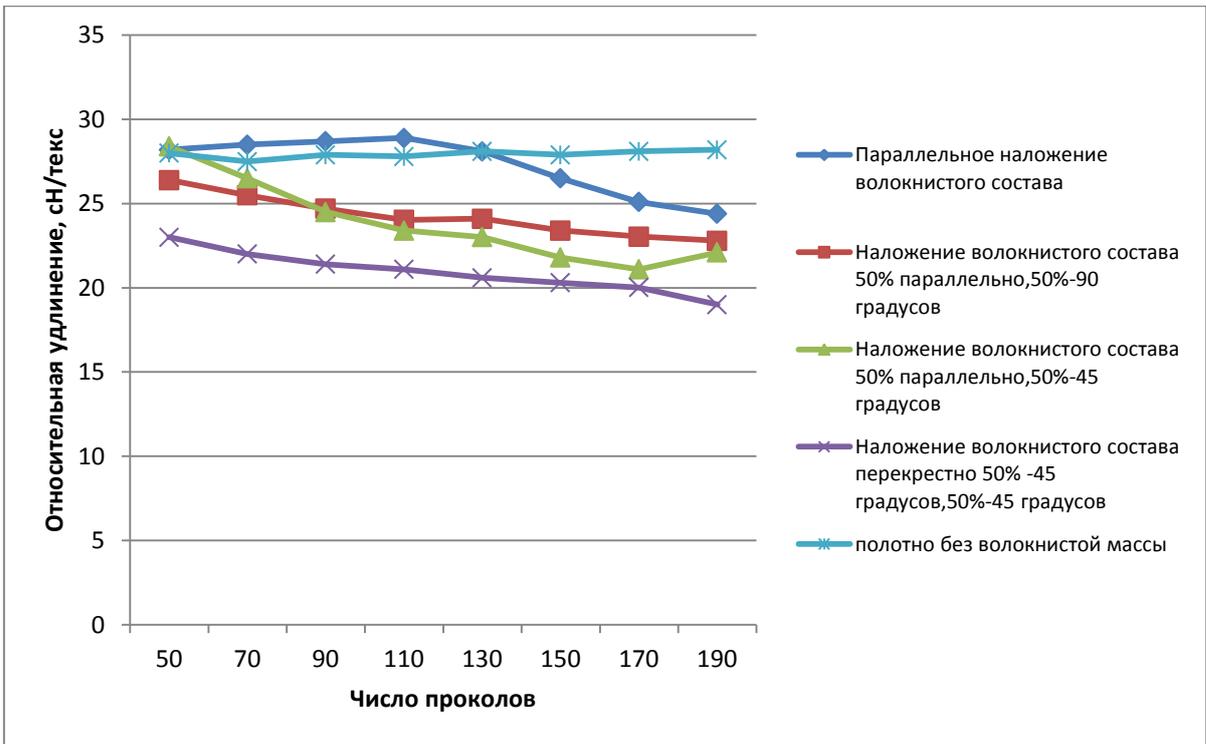


Рисунок 31- Относительная прочность фелтинг-шва: ластик 1+1 (31 текс x2x2), по петельному столбику

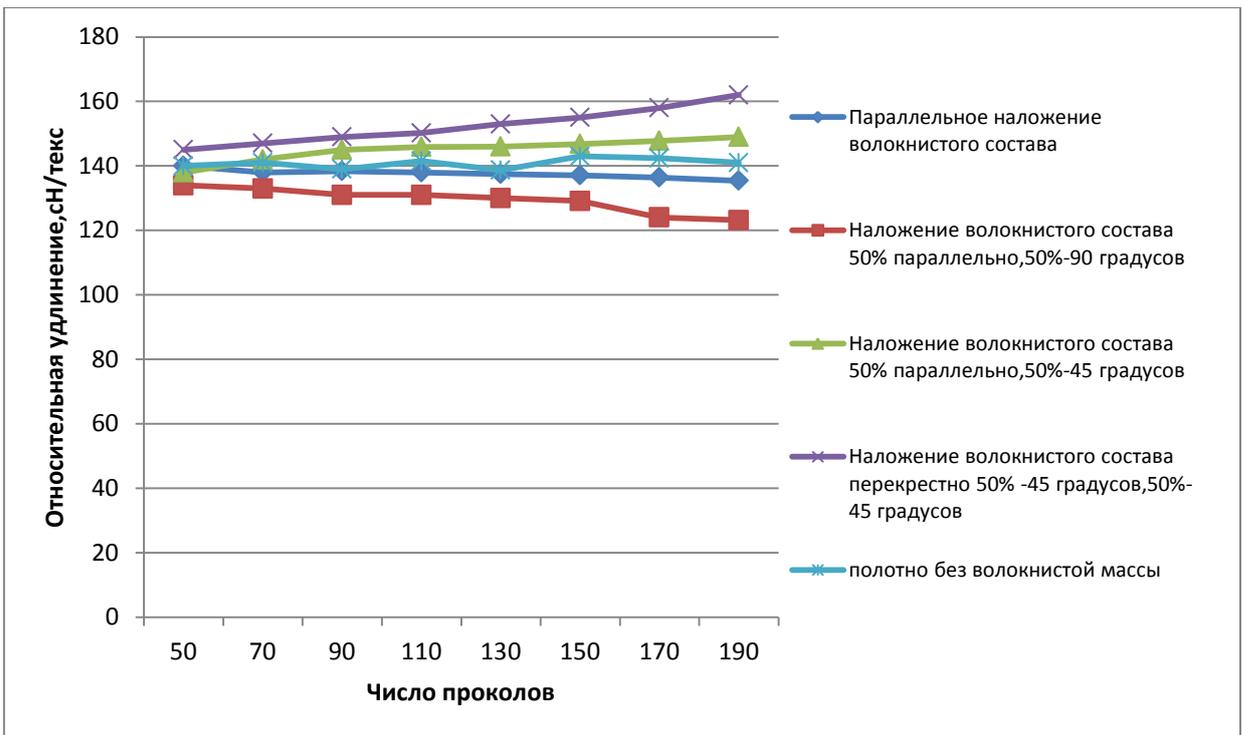


Рисунок 32 - Относительная прочность фелтинг-шва: ластик 1+1 (31x2x2текс), по петельному ряду

Проведены эксперименты при наложении волокон перпендикулярно, параллельно и под углом к петельному столбику и петельному ряду и выявлено, что прочность шва увеличивается с увеличением количества проколов при любом расположении волокон. Наибольшую прочность имеет шов с перпендикулярным расположением волокон, а наименьшую с параллельным расположением волокон. Волокна расположенные под углом 45° дают прочность выше, чем при параллельном и ниже, чем при перпендикулярном.

2.5.1 Исследование свойств иглопробивного шва при соединении текстильных материалов и их изменение в зависимости от мокрой обработки

В современном ассортименте текстильных материалов, применяемых при изготовлении одежды, используются различные виды волокон и их модификации. Это классические виды натуральных или природных волокон, искусственные и синтетические, полиамидные, полиэфирные, полиакрилонитрильные, поливинилхлоридные, и т.д. Качественный и количественный волокнистый состав в значительной степени определяет показатели механических и физико-химических свойств материала его изностойкость, размеростабильность и формоустойчивость.

Текстильное сырье, каким бы идеальными свойствами не обладало, не может быть одинаково пригодным всех видов изделий. Оптимальные потребительские свойства пряжи достигаются главным образом подбором и смешиванием волокон разных видов и сортов. Сырье должно быть подготовлено так, чтобы обеспечить, помимо требуемого качества изделий, нормальное протекание технологического процесса трикотажного производства при максимальном использовании современной техники.

Валкоспособность находится в непосредственной зависимости не только от природных свойств шерсти, но и от условий процесса, в частности от действия применяемых при валке реагентов и температуры. Валкоспособность определяли путем измерения усадки образца по ширине и длине при стирке в соответствии с ГОСТ 30157.1-95 [47].

Для эксперимента были использованы образцы с соединением в технике «фильц» с вышеуказанными параметрами вязания (переплетение, модуль, линейная плотность пряжи). Результаты исследования представлены в таблицах 7-11 и на рисунках 33-34.

Таблица 7 - Показатели изменения линейных размеров после мокрой обработки (ГОСТ 30157.1-95)

№ опыта	Время стирки, мин. T = x1	Количество проколов	Температура стирки t 0 C = x3	Усадка, %	
				По длине	По ширине
1	20	40	30	8,0	5,4
2	20	100	30	13,0	12,0
3	20	160	30	17,5	12,0
4	40	40	40	11,2	7,0
5	40	100	40	11,5	17,5
6	40	160	40	20,0	18,5
7	60	40	60	27,7	23,1
8	60	100	60	25,7	20,8
9	60	160	60	37,6	22,1
10	90	40	80	29,1	19,3
11	90	100	80	27,3	21,4
12	90	160	80	26,8	22,0

Таблица 8 - Относительная прочность фелтинг-шва после стирки (расположение вдоль петельных столбиков), сН/текс

№	Вид переплетения	Линейная плотность пряжи	Модуль петли, δ	Количество проколов																	
				60			90			120			150			180			210		
				OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY
3	Кулирная гладь	31тексx2x1	16,5	8,1	7,9	7,6	9,2	8,2	7,9	9,9	9,3	8,6	10,7	9,9	9,8	11,1	10,5	10,6	11,8	11,7	11,3
4	Кулирная гладь	31тексx2x2	15,5	8,7	8,1	8,3	9,4	8,9	9,01	10,2	9,8	10,1	10,8	10,6	10,9	11,4	10,9	11,1	12,4	11,56	11,9

Таблица 9 - Относительная прочность фелтинг-шва после стирки (расположение вдоль петельных рядов), сН/текс

№	Вид переплетения	Линейная плотность пряжи	Модуль петли, δ	Количество проколов																	
				60			90			120			150			180			210		
				OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY
1	Кулирная гладь	31тексx2x1	16,5	7,2	7,05	6,9	7,9	7,5	7,3	8,6	8,4	8,1	9,3	8,7	8,6	10,1	9,3	9,6	11,1	10,5	10,7
2	Кулирная гладь	31тексx2x2	15,5	7,9	7,8	7,6	8,3	8,2	8,21	8,9	9,1	8,1	9,6	9,5	9,6	10,5	10,3	9,9	11,89	11,3	11,5

Примечания.

- 1) OX - Расположение волокон перпендикулярно петельному столбику
- 2) OZ – Расположение волокон под 45° к петельному столбику
- 3) OY - Расположение волокон параллельно петельному столбику

Таблица 10 - Относительная прочность фелтинг-шва после стирки (расположение вдоль петельных столбиков), сН/текс

№	Вид переплетения	Линейная плотность пряжи	Модуль петли, δ	Количество проколов																	
				60			90			120			150			180			210		
1	2			OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY
3	Ластик 1+1	31тексx2x1	16,5	7,2	7,05	6,9	7,9	7,5	7,3	8,6	8,4	8,1	9,3	8,7	8,6	10,1	9,3	9,6	11,1	10,5	10,7
4	Ластик 1+1	31тексx2x2	15,5	7,9	7,8	7,6	8,3	8,2	8,21	8,9	9,1	8,1	9,6	9,5	9,6	10,5	10,3	9,9	11,89	11,3	11,5

Таблица 11 – Относительная прочность фелтинг-шва после стирки (расположение вдоль петельных рядов), сН/текс

№	Вид переплетения	Линейная плотность пряжи	Модуль петли, δ	Количество проколов																	
				60			90			120			150			180			210		
1	2			OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY	OX	OZ	OY
3	Ластик 1+1	31тексx2x1	16,5	7,2	7,05	6,9	7,9	7,5	7,3	8,6	8,4	8,1	9,3	8,7	8,6	10,1	9,3	9,6	11,1	10,5	10,7
4	Ластик 1+1	31тексx2x2	15,5	7,9	7,8	7,6	8,3	8,2	8,21	8,9	9,1	8,1	9,6	9,5	9,6	10,5	10,3	9,9	11,89	11,3	11,5

Примечания.

- 1) OX - Расположение волокон перпендикулярно петельному столбику
- 2) OZ – Расположение волокон под 45° к петельному столбику
- 3) OY - Расположение волокон параллельно петельному столбику

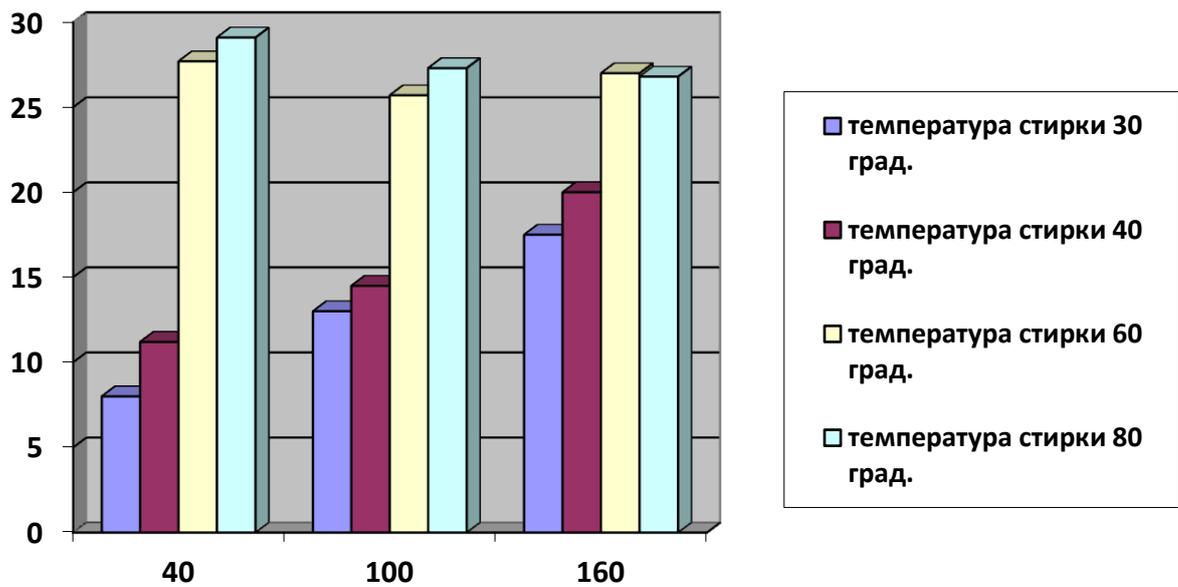


Рисунок 33 - Зависимость усадки образцов по длине от температуры

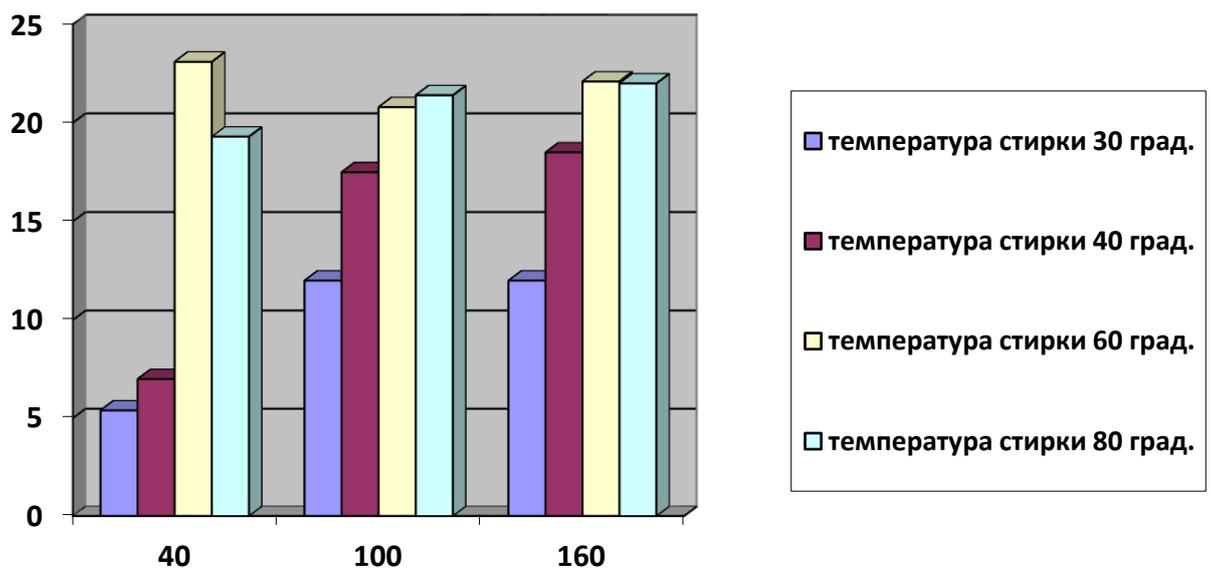


Рисунок 34 - Зависимость усадки образцов по ширине от температуры

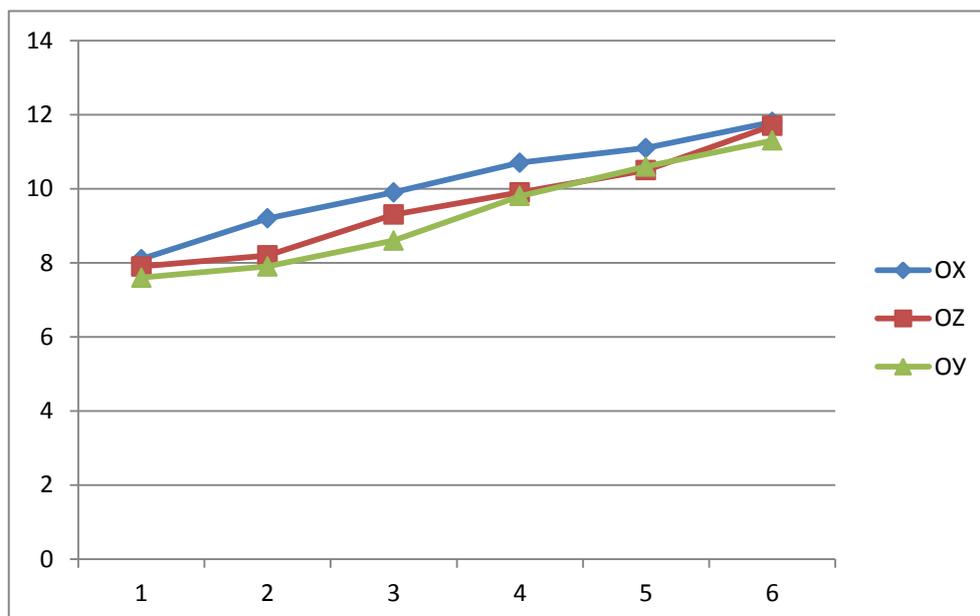


Рисунок 35 - Относительная прочность фелтинг-шва вдоль петельных столбиков после мыльной обработки кулирная гладь (31 текс х2х1), линейный модуль 16,5

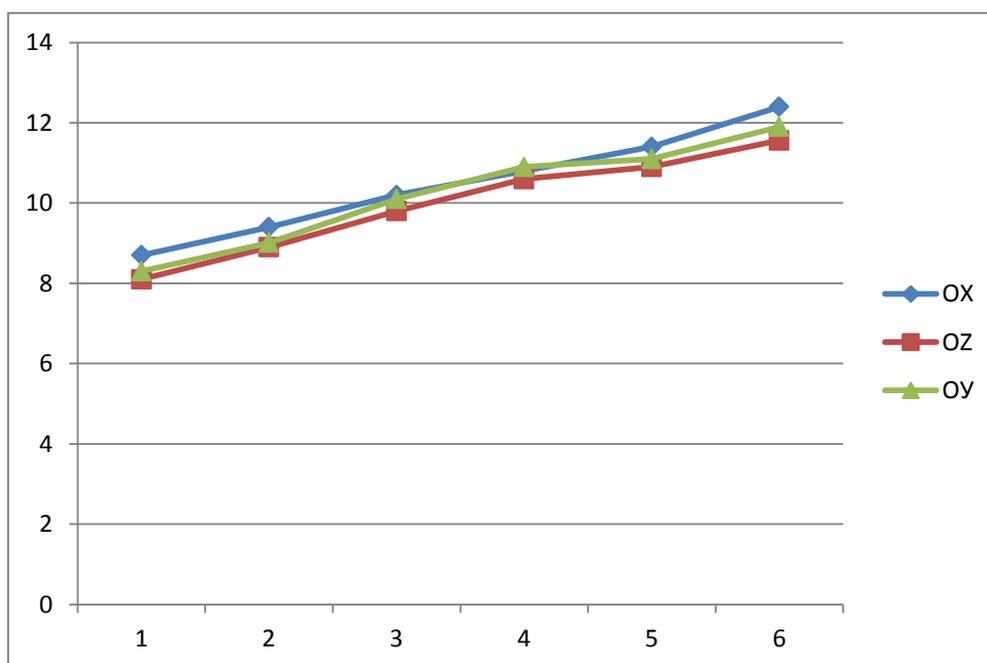


Рисунок 36 - Относительная прочность фелтинг-шва вдоль петельных рядов после мыльной обработки кулирная гладь (31текс х2х1), линейный модуль 16,5

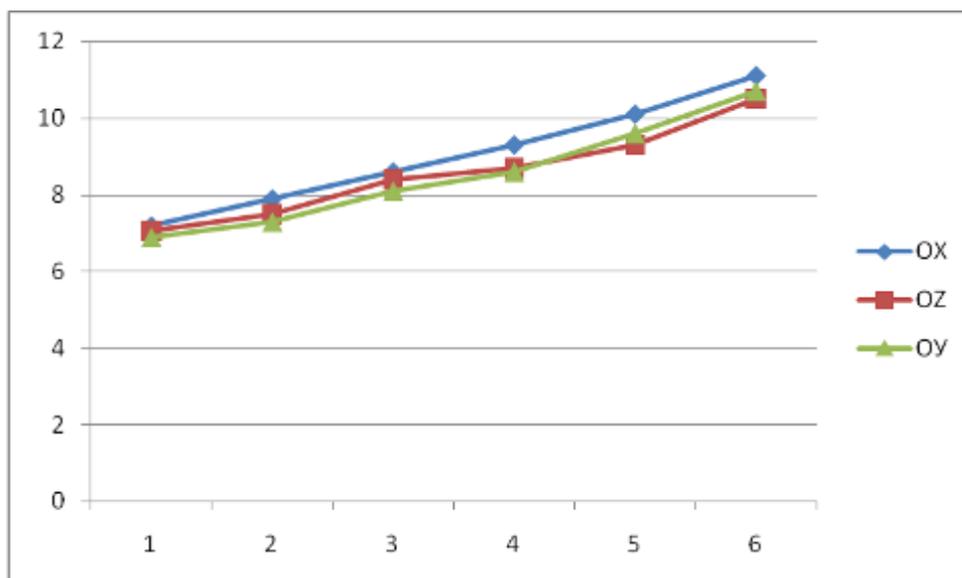


Рисунок 37 - Относительная прочность фелтинг-шва вдоль петельных столбиков после мыльной обработки кулирная гладь (31текс х2х2), линейный модуль 16,5

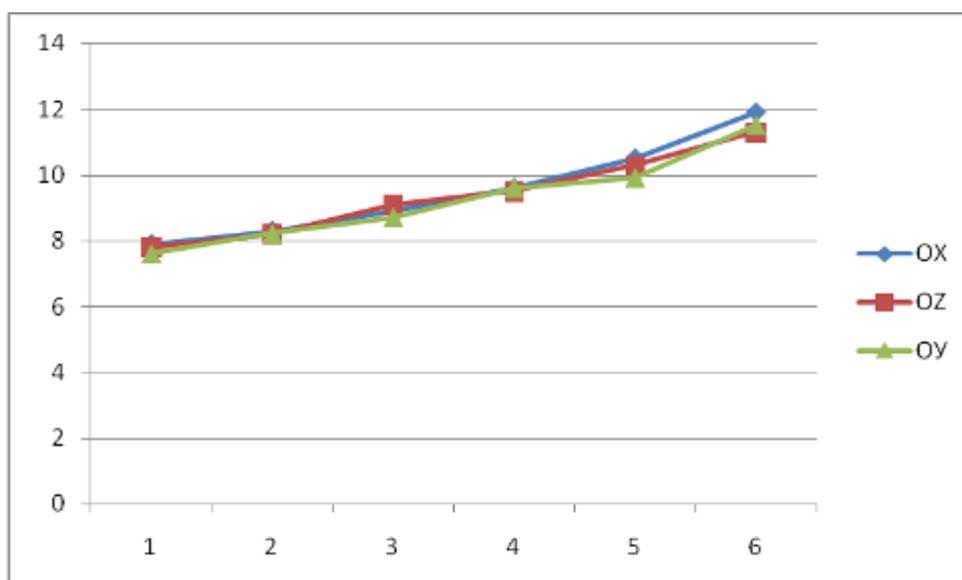


Рисунок 38 - Относительная прочность фелтинг-шва вдоль петельных рядов после мыльной обработки кулирная гладь (31текс х2х2), линейный модуль 16,5

Результаты проведенного исследования показывают: с увеличением количества проколов и после мыльной обработки прочность фелтинг-шва возрастает на 3%.

Благодаря способности в условиях влажной-тепловой обработки к извиванию, волокна шерсти в процессе валки собираются в отдельные

группы и закрепляются в них верхними концами, что важно для проявления стягивающего действия волокон в полотне. Более извитая шерсть свойлачивается лучше, чем менее извитая. Короткие волокна лучше свойлачиваются, чем длинные, но валяные изделия только из коротких волокон имеют меньшую механическую прочность.

В результате валки волокна шерсти плотно переплетаются между собой, увеличивается плотность и прочность соединения. С увеличением времени и температуры стирки повышается степень усадки, но в меньшей степени.

Установлено:

- при заполнении пор трикотажных полотен с большим модулем петли волокнистой массой в месте соединения образуется биструктура участка – петельная структура, заполненная и связанная переплетенными в процессе иглопробивания волокнами;

- биучасток полотна в месте соединения получает стабилизированную форму: подвижная структура петель зафиксирована волокнистой массой, и поэтому обладает хорошей формоустойчивостью;

- при стирке и влажно-тепловых обработках не происходит усадки на биучастке полотна, а уплотнение волокнистой массы в процессе свойлачивания во время стирки обеспечивает дополнительную прочность соединения;

- изделия, изготовленные и декорированные по данному способу, обладают хорошим формообразованием и формоустойчивостью и сохраняют эти свойства во время эксплуатации.

2.6 Вывод эмпирических формул зависимости прочности от пористости

Для определения прочности шва необходимо знать первоначальную прочность полотна без разрезания и сшивания. Обозначим прочность такого полотна $K_{(д1)}$ [48,49]. Относительная прочность одного столбика полотна зависит от P_r и может быть определена как:

$$K_{(д1)ст} = \frac{K_{(д1)}}{P_r} \quad (2.6.1)$$

Относительная прочность одного ряда полотна зависит от P_b и определяется следующим образом

$$K_{(д1)р} = \frac{K_{(д1)}}{P_b} \quad (2.6.2)$$

Схематический вид участка сшивки двух полотен по направлению петельного столбика представлен на рисунке 39.

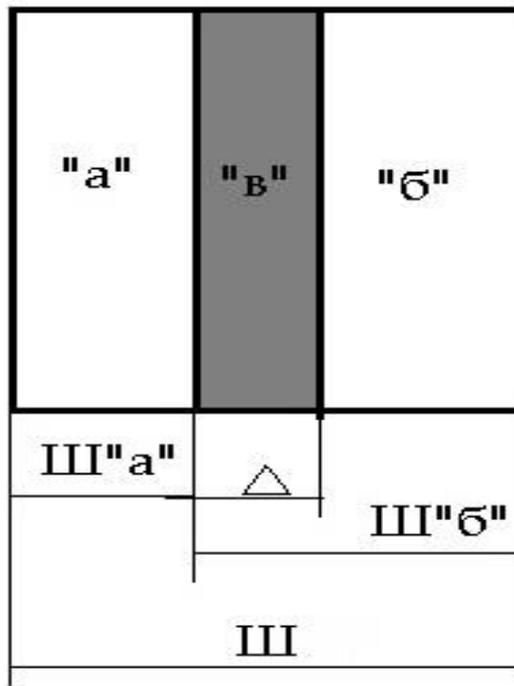


Рисунок 39 - Схема образцов подготовленных к сшиванию

где, $Ш_1$ – ширина равная 50 мм

$$Ш_a = Ш_б = \frac{1}{2} Ш_1 + \Delta, \text{ мм} \quad (2.6.3)$$

где, $Ш_a$ и $Ш_б$ – ширина двух сшиваемых полосок;

Δ - ширина «фильц» - шва;

«а» и «б» - участки одинарных слоев полотен;

«в» - участок двух слоев полотен.

Для чистоты эксперимента образцы полотен связаны на плосковязальной машине, поэтому краевые петли не распускаются, так как имеют кромки.

Если подвергнуть растяжению эти образцы (в соответствии с рисунком 39), то с некоторым допущением можно предположить, что прочность фелтинг-шва будет равна $K_{(д2)}$ и равна суммарной прочности всех участков («а», «б», «в») то есть:

$$K_{(д2)} = K_{(д«а»)} + K_{(д«б»)} + K_{(д«в»)} \quad (2.6.4)$$

При этом $K_{(д«а»)} = K_{(д«б»)}$.

Количество петельных столбиков на участках «а» и «б» равно:

$$m_{«а»} = m_{«б»} = \left[\frac{Ш_1}{2} + \Delta \right] * \frac{P_{Г}}{50} \quad (2.6.5)$$

Количество петельных рядов на участках «а» и «б» равно:

$$m_{«а»} = m_{«б»} = \left[\frac{Ш_1}{2} + \Delta \right] * \frac{P_{В}}{50} \quad (2.6.6)$$

Количество петельных столбиков в одном слое шва:

$$m_{\Delta\text{ст}} = \frac{\Delta P_{\Gamma}}{50} \quad (2.6.7)$$

Количество петельных рядов в одном слое шва:

$$m_{\Delta\text{р}} = \frac{\Delta P_{\text{В}}}{50} \quad (2.6.8)$$

Зная количество столбиков на каждом участке и относительную прочность столбика, можно определить прочность участка шва Δ без фелтинга

$$K_{(\Delta)\Delta} = K_{(\Delta 1)} * m_{\Delta} \quad (2.6.9)$$

Следующим этапом эксперимента является соединение участка шва (Δ) с помощью наложения на него волокон и иглопробивным способом соединения двух слоев [48]. Прочность шва (Δ) за счет этого процесса изменяется и примет значение:

$$K_{(\Delta)\langle\text{ф}\rangle} = K_{(\Delta)\text{шв}} \pm K_{(\Delta)\Delta} \quad (2.6.10)$$

где, $K_{(\Delta)\langle\text{ф}\rangle}$ - прочность участка шва «прошитою» методом фелтинга;
 $K_{(\Delta)\text{шв}}$ – прочность утолщенного участка образца (Δ) без соединения их;
 $K_{(\Delta)\Delta}$ - значения прочности шва, выполненного за счет фелтинга.

На основании результатов проведенных исследований с целью определения прочности шва в зависимости от модуля петли в полотнах, линейной плотности пряжи и от частоты проколов, выведены эмпирические формулы для определения прочности фелтинг - шва при применении соединения по иглопробивной технологии [46,48].

Выводы по разделу:

- выявлена зависимость прочности фелтинг-шва от наложения волокнистой массы относительно осей петли, количества проколов и параметров соединяемых трикотажных полотен;

- в месте соединения полотен с рыхлой структурой иглопробивным способом образуется биструктура участка, обеспечивающая хорошую формоустойчивость и стабильность формы изделия при эксплуатации, ВТО и мокрых обработках.

- выведены эмпирические формулы для определения прочности фелтинг - шва в зависимости от параметров трикотажных полотен и частоты проколов при соединении иглопробивным способом.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ИГЛОПРОБИВНОГО ШВА ПРИ СОЕДИНЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН РЫХЛЫХ СТРУКТУР

3.1 Разработка требований к иглопробивным швам

Качественные показатели соединительных швов можно разделить на несколько групп.

К первой группе можно отнести показатели, определяющие эстетические свойства и внешний вид соединительных швов. Эти показатели зависят от вида волокна, от угла расположения волокон, от количества волокнистой массы на участке шва, от ширины шва, частоты проколов и равномерного распределения волокон по поверхности соединения.

Причинами ухудшения внешнего вида фелтинг-швов могут быть: искривление линии шва и/или края детали; слабое закрепление волокон, приводящее к неплотному соединению деталей; неравномерное расположение волокон, пиллингуемость.

Во вторую группу следует объединить показатели, определяющие деформационные свойства соединений и формоустойчивости: продольную деформацию фелтинг-швов и посадку нижнего слоя материала относительно верхнего.

В третью группу входят показатели, характеризующие механические свойства соединений: прочность и удлинение фелтинг-швов при растяжении вдоль и поперек линии строчки; повреждение (прорубка, прорубание) материала иглой; жесткость швов.

К четвертой группе отнесены показатели, определяющие эксплуатационные свойства соединений: устойчивость к многократным растяжениям и стиранию; устойчивость к физико-химическим воздействиям (стирка, ВТО).

3.2 Математическое моделирование процесса образования фелтинг-шва при соединении деталей изделий

Из анализа результатов исследования прочности (глава 2) фелтинг-швов от количества проколов, наложения волокнистой массы и параметров полотна (таблица 2.3-2.6, рисунок 21-32) [51,52] следует, что экспериментальные данные не могут быть линейным уравнением. Приведем эту функцию к линейному виду путем преобразования переменных и параметров уравнения. Составим таблицу для операции линеаризации исходного уравнения. Пользуясь формулами таблицы 12 рассчитываем промежуточные переменные $X_{пр}$, $Y_{пр}$, $Y_{р.э}$ (полученные значения сведены в таблицу в приложений А).

Таблица 12 - Математические модели, встречающиеся в однофакторных экспериментах

Вид модели, фиксация исходных переменных	Вид преобразования переменных параметров	Вид уравнения прямой после преобразования	Координаты промежуточной точки исходных переменных	
			$X_{пр}$	$Y_{пр}$
Степенная $y=a_0x^{n1}$	$Y_L = lgy$ $X_L = lgx$ $a_{0L} = lga_0$	$Y_L = a_{0L} + a_1x_L$	$\sqrt{x_1x_N}$	$\sqrt{y_1y_N}$
Показательная $a_0a_1^x$	$Y_L = lgy$ $a_{0L} = lga_0$ $a_{1L} = lga_1$	$Y_L = a_{0L} + a_1x_L$	$\frac{x_1 + x_N}{2}$	$\sqrt{y_1y_N}$
Гиперболическая $y=a_0+\frac{a_1}{x}$	$X_L = \frac{1}{x}$	$Y_L = a_0 + a_1x_L$	$\frac{2x_1 + x_N}{x_1 + x_N}$	$\frac{y_1 + y_N}{2}$
Гиперболическая $y=\frac{1}{a_0+a_1x}$	$Y_L = \frac{1}{y}$	$Y_L = a_0 + a_1x_L$	$\frac{x_1 + x_N}{2}$	$\frac{2y_1y_N}{y_1 + y_N}$
Гиперболическая $y=\frac{1}{a_0+\frac{a_1}{x}}$	$Y_L = \frac{1}{y}$ $X_L = \frac{1}{x}$	$Y_L = a_0 + a_1x_L$	$\frac{2x_1 + x_N}{x_1 + x_N}$	$\frac{2y_1y_N}{y_1 + y_N}$
Логарифмическая $y=a_0+a_1 \log x$	$X_L = lgx$	$Y_L = a_0 + a_1x_L$	$\sqrt{x_1x_N}$	$\frac{y_1 + y_N}{2}$
Показательная $y=a_0e^{u_1x}$	$Y_L = lgy$ $a_{0L} = lga_0$ $a_{1L} = alge$	$Y_L = a_{0L} + a_1x_L$	$\frac{x_1 + x_N}{2}$	$\sqrt{y_1y_N}$

Сравнивая величины $|\Delta|$ видим, что пористость соединения, полученная в результате эксперимента при третьей модели наименьшая. Поэтому для описания рассматриваемых данных эксперимента можно условно принять модель №3 (таблица 12), которая после преобразования имеет вид:

$$Y_{RL} = a_{0L} + a_1x_L \quad (3.2.1)$$

или

$$Y_{RL} = d_{0L} + d_1(x_L - \bar{x}_L) \quad (3.2.2)$$

Определяем коэффициентов регрессии и сводим в таблицу 13.
Пользуясь формулами

$$d_{0L} = \bar{y}_L \quad (3.2.3)$$

$$d_{1L} = \frac{\sum(x_{uL} - \bar{x}_L) y_{uL}}{\sum(x_{uL} - \bar{x}_L)^2} \quad (3.2.3)$$

$$\text{находим } d_{0L} = 773,51 \text{ и } d_{1L} = - 855,07 \quad (3.2.4)$$

Линеаризованное искомое уравнение

$$Y = 107,71 - \frac{855,07}{x} \quad (3.2.5)$$

Для статистической оценки полученной модели, определяем ее информационную способность [51,52,53], сравнивая дисперсию выходного параметра $S_{\{y\}}^2$ во всем диапазоне изменения фактора x с дисперсией неадекватности с помощью критерия Фишера, расчетное значение которого

$$F_R = \frac{S_{\{y\}}^2}{S_{\text{над}\{y\}}^2} \quad (3.2.6)$$

Из полученных данных следует, что полученная модель адекватна и может быть использована для расчетов прочности фелтинг-шва в зависимости от количества проколов

3.2.1 Определение зависимости относительной прочности фелтинг-шва от количества проколов (однофакторный эксперимент) для полотен кулирная гладь

При определении регрессионной модели для объекта с одним выходом проводят активный эксперимент в широком диапазоне изменения фактора X для повышения точности определения выходного параметра [51,52,53]. Каждый опыт проводили 2 раза.

Данные расчетов сведены в таблицы в приложении В. Результаты представлены в виде графиков.

$$Y_{RL}=6,56 + 0,024(X_L - \bar{X}_L)$$

$$Y=6,61 - \frac{0,024}{x_L}$$

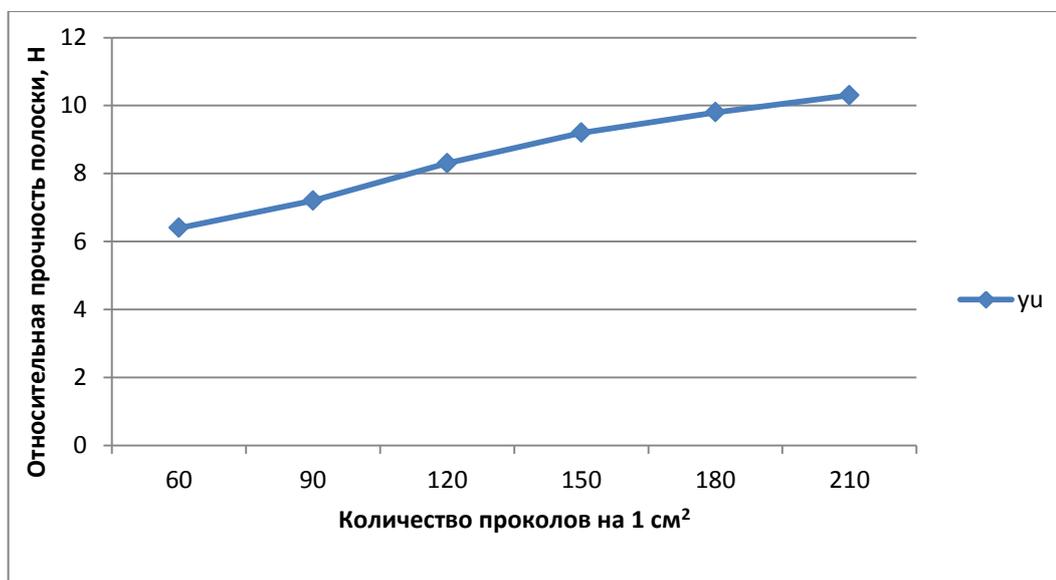


Рисунок 40 - Относительная прочность фелтинг-шва при растяжении вдоль петельного столбика переплетения: кулирная гладь (31текс x2x2) модуль петли 16,5

$$Y_{RL}=5,9+ 0,019(X_L - \bar{X}_L)$$

$$Y=5,9398 - \frac{0,019}{x_L}$$

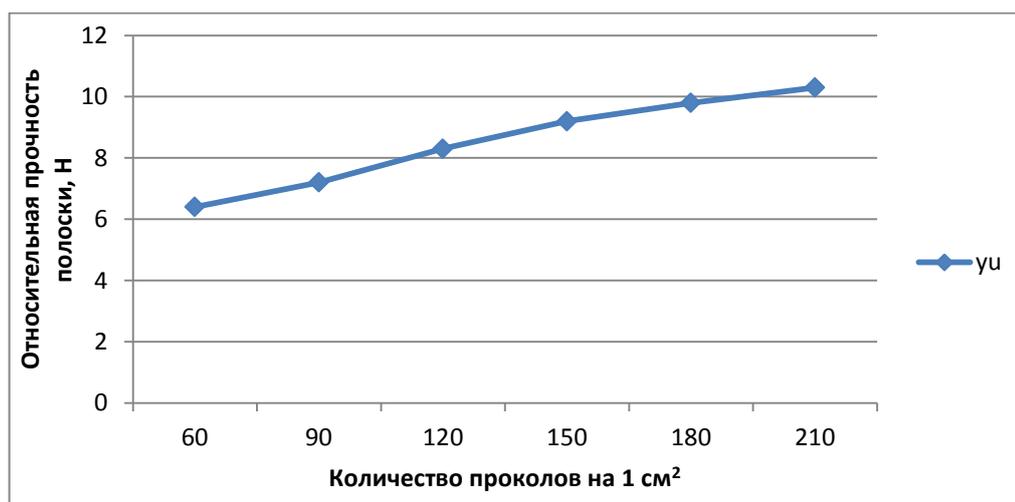


Рисунок 41 - Относительная прочность фелтинг-шва при растяжении вдоль петельного ряда переплетения: кулирная гладь (31текс x2x2) модуль петли 16,5

$$Y_{RL}=7,735 + 0,019(X_L - \bar{X}_L)$$

$$Y=7,7748 - \frac{0,019}{x_L}$$

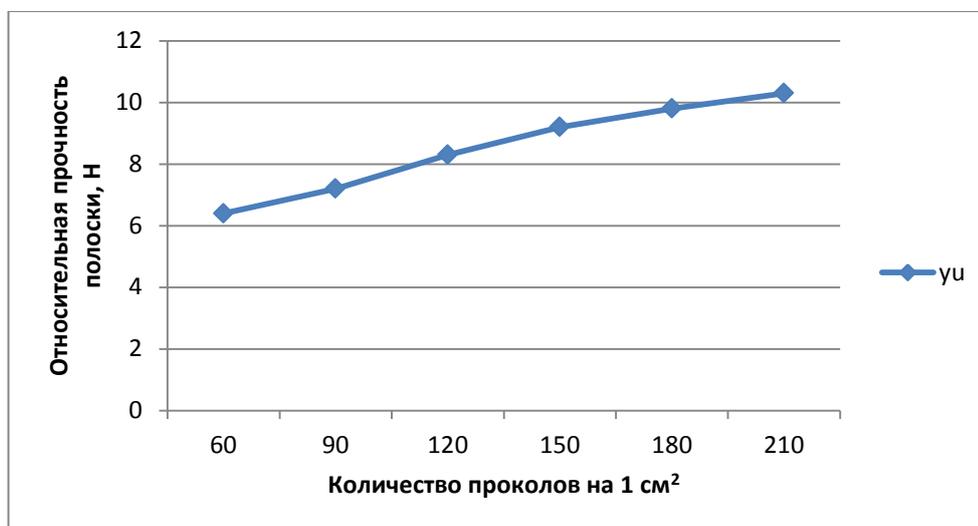


Рисунок 42 - Относительная прочность фелтинг-шва при растяжении вдоль петельного столбика переплетения: кулирная гладь (31x2x2 текс) модуль петли 37,5

$$Y_{RL}=5,25 + 0,025(X_L - \bar{X}_L)$$

$$Y=5,302 - \frac{0,025}{x_L}$$

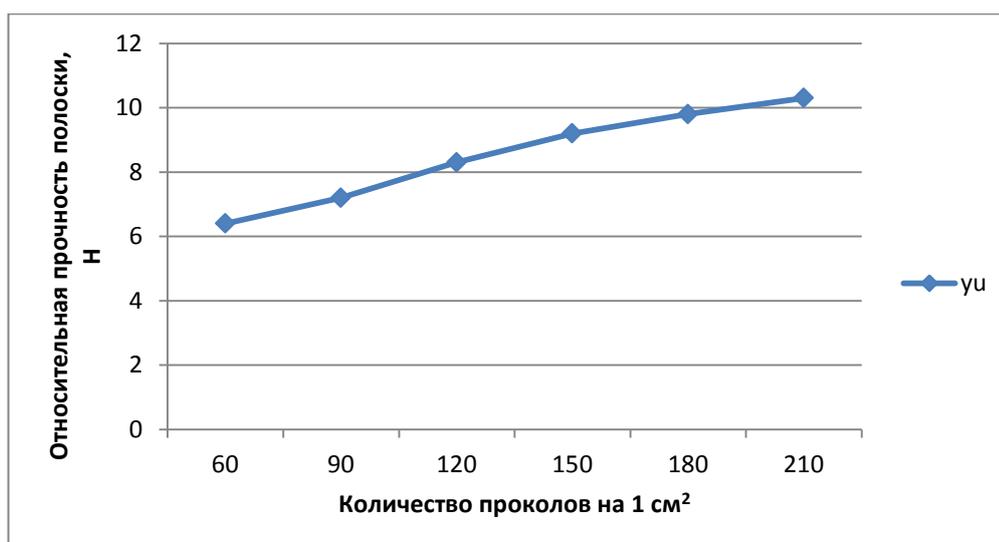


Рисунок 43 - Относительная прочность фелтинг-шва при растяжении вдоль петельного ряда переплетения: кулирная гладь (31x2x2 текс) модуль петли 37,5

$$Y_{RL} = 5,095 + 0,033(X_L - \bar{X}_L)$$

$$Y = 5,1641 - \frac{0,033}{x_L}$$



Рисунок 44 - Относительная прочность фелтинг-шва при растяжении вдоль петельного столбика переплетения: кулирная гладь (31x2x1 текс) модуль петли 16,5

$$Y_{RL} = 3,705 + 0,033(X_L - \bar{X}_L)$$

$$Y = 3,7741 - \frac{0,033}{x_L}$$

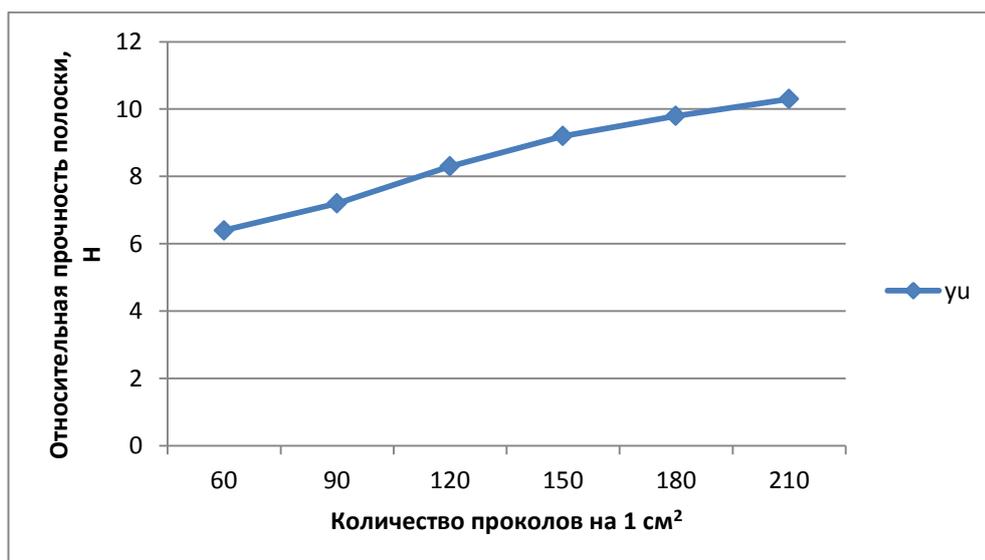


Рисунок 45 - Относительная прочность фелтинг-шва при растяжении вдоль петельного ряда переплетения: кулирная гладь (31x2x1 текс) модуль петли 16,5

$$Y_{RL}=5,58 + 0,032(X_L - \bar{X}_L)$$

$$Y=5,647 - \frac{0,032}{x_L}$$



Рисунок 46 - Относительная прочность фелтинг-шва при растяжении вдоль петельного столбика переплетения: кулирная гладь (31x2x1 текс) модуль петли 37,5

$$Y_{RL}=4,85 + 0,027(X_L - \bar{X}_L)$$

$$Y=4,906 - \frac{0,027}{x_L}$$

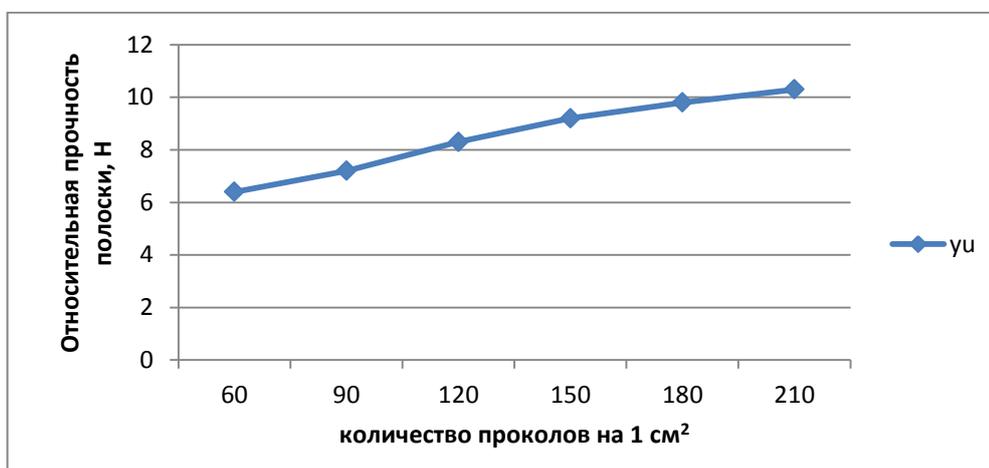


Рисунок 47 - Относительная прочность фелтинг-шва при растяжении вдоль петельного ряда переплетения: кулирная гладь (31x2x1 текс) модуль петли 37,5

Аналогично были получены значения прочности фелтинг-швов для образцов, подвергнутых стирке. Результаты приведены в таблицах 8-11 и на графиках (рисунок 35-38).

3.2.2 Определение зависимости относительной прочности фелтинг-шва от количества проколов и модуля петли (двухфакторный эксперимент) для полотен кулирная гладь и ластик 1+1

Экспериментальные данные таблицы и полученные уравнения показывают, что прочность шва зависит как от числа проколов на площади шва, так и от модуля петли. Для получения зависимости проводили двухфакторный эксперимент.

Таблица 13 - Заправочные параметры полотна кулирная гладь

Переплетения	1	Кулирная гладь	Кулирная гладь	Кулирная гладь	Кулирная гладь	Кулирная гладь	Кулирная гладь	Кулирная гладь	Кулирная гладь	Кулирная гладь		
Вид и линейная плотность пряжи, текс	2	СМШ 31x2x1	СМШ 31x2x1	СМШ 31x2x1	СМШ 31x2x2							
Линейный модуль петли, σ	3	16,5	37,5	15,5	36,5	15,5	36,5	15,5	36,5	36,5		
Плотность по горизонтали (на 50 мм), N_c	4	68	36	53	28	53	28	53	28	28		
Плотность по вертикали (на 50 мм), N_p	5	94	28	79	20	79	20	79	20	20		
Прочность полоски $K_{(д1)}$, Н	7	5,8	4,1	6,8	6,1	6,8	6,1	6,8	6,1	6,1		
Прочность оверлочного шва	8											
Прочность двух сложенных полосек без сшивания $K_{(д2)}$	9	6,936	4,923	8,166	7,32	8,166	7,32	8,166	7,32	7,32		
Прочность $K_{(д2)\Delta}$, сН/текс к петельному ряду	60	10	ОХ	ОZ	ОХ	ОZ	ОХ	ОZ	ОХ	ОZ		
			6,15	5,9	6,2	6,7	6,9	7,1	7,1	6,9		
		11	6,5	6,5	6,6	7,3	7,5	7,8	7,9	7,9		
		12	7,75	7,8	7,3	8,6	8,2	8,2	8,6	8,8		
		13	8,5	8,1	8,9	9,2	8,8	8,9	9,4	9,3		
		14	10,1	9,8	9,8	9,6	9,3	9,4	10,1	9,9		
Прочность утолщенного участка образца (Δ) без соединения их $K_{(д)шв}$	16	16	2,312	1,641	2,722	2,44	2,722	2,44	2,722	2,44		
		17	4,624	3,282	5,444	4,88	5,444	4,88	5,444	4,88		
		Прочность шва за счет филтинга $K_{(д)\Delta}$, сН/текс При числе проколов	60	18	ОХ	ОZ	ОХ	ОZ	ОХ	ОZ	ОХ	ОZ
				19	-0,79	-1,04	1,28	1,78	-1,26	-1,07	-0,22	-0,42
				20	-0,44	-,44	1,68	2,38	-0,67	-0,37	0,58	0,58
				21	0,66	0,86	2,38	3,68	0,03	0,034	1,28	1,48
22	1,56			7,16	3,98	4,28	0,63	0,73	2,08	1,98		
23	3,16			2,86	4,88	4,68	0,63	1,23	2,78	2,58		
24	4,12	3,36	5,33	5,08	1,14	1,83	3,58	3,38				
Знак «-» указывает на снижение прочности шва от процесса филтинга												
Удлинения полоски, %	24	35	33	50	41	39	31	39	43	43		
Прочность $K_{(д2)\Delta}$, сН/текс к петельному столбику	60	25	ОХ	ОZ	ОХ	ОZ	ОХ	ОZ	ОХ	ОZ		
			28	27	40	38	31	29	31	29		
		26	27	29	44	36	35	27	36	28		
		27	34	35	45	37	34	34	37	32		
		28	36	33	48	40	39	36	39	34		
		29	40	37	54	39	40	37	38	35		
30	41	39	53	42	42	36	36	23				

Таблица 14 - Заправочные параметры полотна ластик 1+1

Переpletения	1	Ластик 1+1								
Вид и линейная плотность пряжи	2	СМШ 31x2x1	СМШ 31x2x1	СМШ 31x2x1	СМШ 31x2x2	СМШ 31x2x2	СМШ 31x2x2	СМШ 31x2x2	СМШ 31x2x2	СМШ 31x2x2
Линейный модуль петли, σ	3	28,5	31,5	35,1	29,3					
Плотность по горизонтали (на 50 мм), N_c	4	184	78	92	44					
Плотность по вертикали (на 50 мм), N_c	5	152	82	120	60					
Прочность полоски $K_{(д1)}$, сН/текс	7	6,3	5,6	6,9	6,1					
Прочность двух сложенных полосек без сшивания $K_{(д2)}$	8	7,56	6,712	8,2	7,1					
Прочность $K_{(д2)\Delta}$, сН/текс к петельному столбику	60	9	OX 8,9	OZ 8,4	OX 9,2	OZ 9	OX 9,4	OZ 7,2	OX 9,8	OZ 9,7
	90	10	9,8	9,5	9,6	9,5	10,1	8,5	10,2	9,9
	120	11	10,1	9,9	10,2	10,1	10,5	9,35	10,7	10,6
	150	12	10,9	10,2	10,8	10,9	11,7	10,0	11,2	11,1
	180	13	11,1	10,9	11,5	11,2	11,9	10,85	11,7	11,7
	210	14	11,5	11,1	11,9	11,6	12,1	11,4	12,1	12,3
Прочность утолщенного участка образца (Δ) без соединения их $K_{(д)шв}$	15	2,52	2,238	2,764	2,258					
Прочность участка $K_{д«а»} + K_{д«б»}$	16	5,04	4,474	5,529	4,877					
	17	OX	OZ	OX	OZ					
Прочность шва за счет филтинга $K_{(д)\Delta}$, Н При числе проколов	60	18	1,34	0,84	2,49	2,29	1,2	-1	2,7	2,6
	90	19	2,24	1,94	2,89	2,79	1,9	0,3	3,1	2,8
	120	20	2,54	2,34	3,49	3,39	2,3	1,15	3,6	3,5
	150	21	3,34	2,64	4,09	4,19	3,5	1,8	4,1	4
	180	22	3,54	3,34	4,79	4,49	3,7	2,65	4,6	4,6
	210	23	3,94	3,54	5,19	4,89	3,9	3,2	5	5,2
Примечание. Знак «-» указывает на снижение прочности шва от процесса филтинга										

Предварительно проведенные эксперименты показали что на прочность шва выполненную в технике фильц оказывают следующие факторы:

- наложение волокон относительно осей петли;
- соединение полотна по направлению петельного столбика или ряда;
- количество волокон приходящееся на 1 см² шва;
- заправочные параметры трикотажа;
- ширина соединительного участка (площадь наложение полотен).

Факторы выбранные для эксперимента приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Входные факторы, выходной показатель и уровни эксперимента

Факторы		+1	0	-1	Δ
Модуль, σ	x_1	37,5	27	16,5	10,5
Количество проколов m	x_2	210	165	120	45

В процессе кодирования факторов осуществляется линейное преобразование координат факторного пространства с переносом начала координат в нулевую точку и выбором масштабов по осям в единицах интервалов варьирования факторов [16]. Используют здесь соотношение:

$$x_i = \frac{c_i - c_{0i}}{\varepsilon}, \quad (3.2.1)$$

где, x_i - кодированное значение фактора (безразмерная величина);
 c_i и c_{0i} - натуральные значения фактора (соответственно его текущее значение на нулевом уровне);
 ε – натуральное значение интервала варьирования фактора (Δc) [16].

Рассматривалось влияние двух факторов (количество проколов и линейный модуль петли) на относительную прочность фелтинг-шва.

Принимая во внимания формулу 3 находим кодированные значения факторов:

$$x_1 = \frac{\delta - 27}{10,5} \quad (3.2.2)$$

$$x_2 = \frac{m - 165}{45} \quad (3.2.3)$$

Знание этих соотношений позволило построить рабочую матрицу, где приведены именованные значение факторов.

В результате эксперимента было найдено восемь значений критерия оптимизации в опытах, каждый из которых имел два повторения. [16].

Полученные экспериментальные данные учитывались при определении коэффициентов уравнения регрессии, которое в общем виде соответствовало уравнению $\hat{y} = v_0 + v_1 x_1 + v_2 x_2 + v_{12} x_1 x_2$. Кроме того, эти данные были использованы при расчете дисперсии воспроизводимости, оценке значимости найденных коэффициентов регрессии и проверке адекватности линейной модели.

Значение коэффициентов регрессии были найдены с учетом матрицы планирования по формулам 3.3 – 3.6, которая приведена в таблице 16.

При выполнении плана 2^2 достаточно проводить эксперимент на двух уровнях «+1» и «-1»

Таблица 16 - Матрица планирования эксперимента для кулирной глади различной линейной плотности (расположение фелтинг-шва по петельному столбику)

Матрица планирования				Рабочая матрица	
x ₀	x ₁	x ₂	x ₁ x ₂	δ	m
+	-	-	+	15,5	120
+	+	-	-	36,5	120
+	-	+	-	15,5	210
+	+	+	+	36,5	210

$$B_0 = \frac{\sum \bar{y}_u}{4} \quad (3.2.4)$$

$$B_1 = \frac{\sum x_1 \bar{y}_u}{4} \quad (3.2.5)$$

$$B_2 = \frac{\sum x_2 \bar{y}_u}{4} \quad (3.2.6)$$

$$B_{12} = \frac{\sum x_1 x_2 \bar{y}_u}{4} \quad (3.2.7)$$

С учетом этого, с доверительной вероятностью 95%, найдены границы доверительных интервалов для рассматриваемых коэффициентов регрессии.

Для определения адекватности полученного уравнения используют критерий Фишера, расчетное значение которого определяют по формуле [16].:

$$F_R = \frac{S_2^2\{Y\}}{S_1^2\{Y\}} \quad (3.2.8)$$

где, $S_2^2\{Y\}$ – средняя дисперсия, или дисперсия воспроизводимости;

$S_1^2\{Y\}$ – дисперсия, характеризующая рассеивания средних экспериментальных значений \bar{Y}_u относительно прямой линий.

Расчетное значение F_R сравнивают с табличным значением критерия Фишера F_T . Если $F_R < F_T$, то гипотеза об адекватности линейного уравнения опытными данными не отвергается.

Далее определяется значимость коэффициентов регрессии и их доверительные интервалы. Для оценки значимости коэффициентов регрессии используется критерий Стьюдента, расчетное значение которого определяют по формуле:

$$t_R\{d_1\} = \frac{|d_i|}{S\{d_i\}} \quad (3.2.9)$$

где, $S\{d_i\}$ – оценка среднего квадратического отклонения коэффициента регрессии $S\{d_i\}$.

Табличное значение критерия Стьюдента сравниваем с расчетным. Если $t_R(d_0) > t_T$, то полученные коэффициенты значимы [16].

Чтобы определить степень отклонения расчетных значений выходного параметра Y_{Ru} от истинного его значения выходного параметра X_{Ru} , определяем доверительные ошибки $\varepsilon\{Y_{Ru}\}$ расчетного значения выходного параметра и доверительные интервалы среднего значения выходного параметра.

Аналогично было проведено планирование эксперимента для кулирной глади различной линейной плотности – расположение фелтинг-шва по петельному ряду.

Все расчеты приведены в приложении Б.

Результаты представлены в виде уравнений и графиков. [16]

$$[X1, X2] = \text{meshgrid}(-1:0.5:1)$$
$$Y = 4.4 + X1 * 1.79 + X2 * 1.13$$

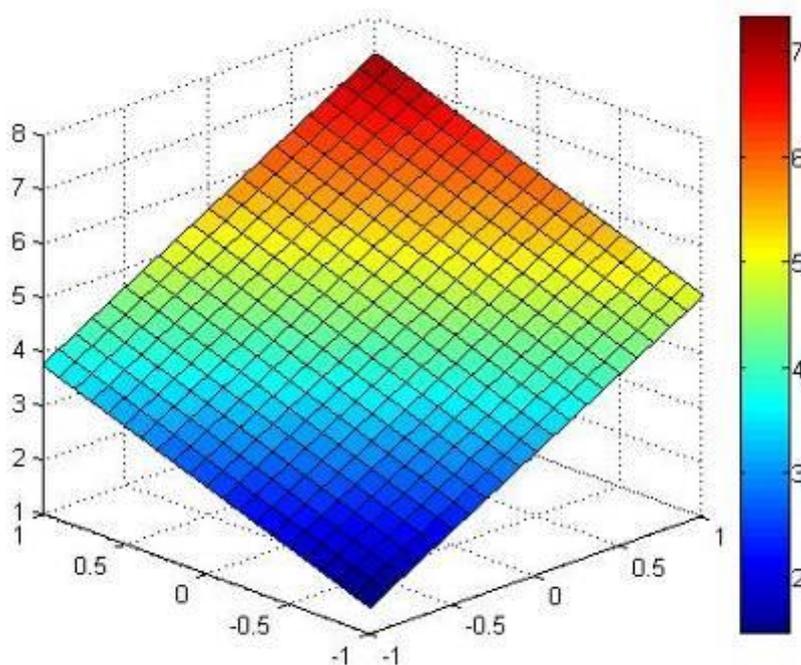


Рисунок 48 – Графическая зависимость прочности фелтинг-шва от модуля петли (x_1) и частоты проколов (x_2) при расположении вдоль петельных столбиков (кулирная гладь 31x2x1 текс, модуль 15,5)

$[X1,X2] = \text{meshgrid}(-1:0.5:1)$
 $Y=3.18+X1*0.935+X2*1.29$

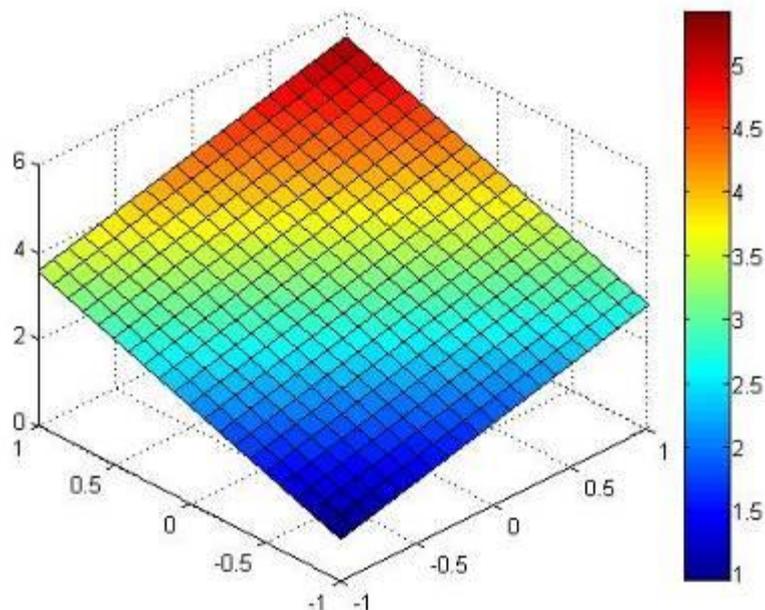


Рисунок 49 – Графическая зависимость прочности фелтинг-шва от модуля петли (x_1) и частоты проколов (x_2) при расположении вдоль петельных столбиков (кулирная гладь 31x2x1 текс, модуль 36,5)

$[X1,X2] = \text{meshgrid}(-1:0.5:1)$
 $Y=2.43+X1*0.432+X2*1.162$

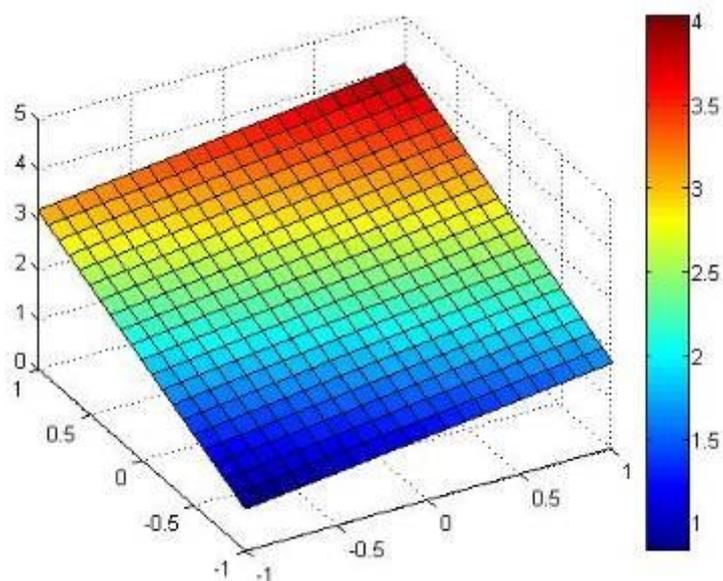


Рисунок 50 – Графическая зависимость прочности фелтинг-шва от модуля петли (x_1) и частоты проколов (x_2) при расположении вдоль петельных столбиков (кулирная гладь 31x2x2 текс, модуль 15,5)

```
[X1,X2] = meshgrid(-1:0.5:1)
Y=1.59+X1*0.84+X2*0.89
```

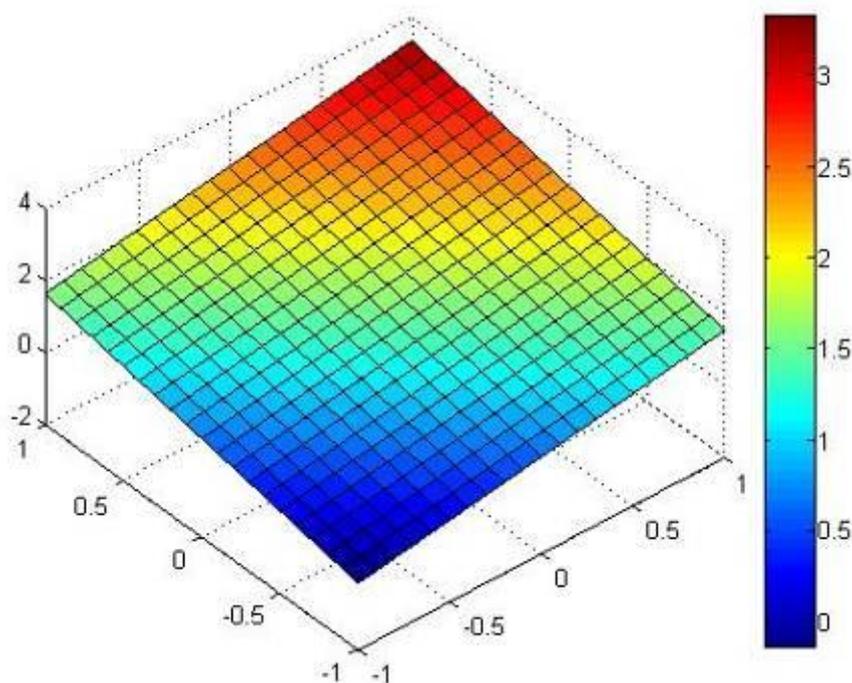


Рисунок 51 – Графическая зависимость прочности фелтинг-шва от модуля петли (x_1) и частоты проколов (x_2) при расположении вдоль петельных столбиков (кулирная гладь 31x2x2 текс, модуль 36,5)

Выводы. Как видно из уравнения модуль петли и количество проколов влияет на прочность филтинг шва. Но больше большее влияния оказывает количество проколов. Чем больше количество проколов тем прочность больше.

3.2.3 Определение зависимости относительной прочности фелтинг-шва от количества проколов, модуля петли и линейной плотности пряжи (трехфакторный эксперимент) для полотен кулирная гладь и ластик 1+1

Таблица 17 – Входные факторы, выходной показатель и уровни эксперимента

Факторы		+1	0	-1	Δ
Модуль σ	x_1	37,5	27	16,5	10,5
Количество проколов m	x_2	210	165	120	45
Линейная плотность пряжи	x_3	62	93	124	31

Кодированные значения факторов:

$$X_1 = \frac{\delta - 27}{10,5} \quad (3.3.1)$$

$$X_2 = \frac{m - 165}{45} \quad (3.3.2)$$

Матрица планирования и результат эксперимента приведен в таблице [16].

Таблица 18 - Матрица планирования эксперимента для трехфакторного эксперимента

№	Матрица планирования							
	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	x ₁ x ₂	x ₁ x ₃	x ₂ x ₃	x ₁ x ₂ x ₃
1	+	-	-	-	+	+	+	-
2	+	+	-	-	-	-	+	+
3	+	-	+	-	-	+	-	+
4	+	+	+	-	+	-	-	-
5	+	-	-	+	+	-	-	+
6	+	+	-	+	-	+	-	-
7	+	-	+	+	-	-	+	-
8	+	+	+	+	+	+	+	+

Уравнения регрессии в общем виде:

$$\hat{y} = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_{12}X_1X_2 + B_{13}X_1X_3 + B_{23}X_2X_3 + B_{123}X_1X_2X_3 \quad (3.2.3)$$

Определяем коэффициенты регрессии по следующим формулам:

$$B_0 = \frac{\sum \bar{y}_u}{8} \quad (3.2.4)$$

$$B_1 = \frac{\sum x_1 \bar{y}_u}{8} \quad (3.2.5)$$

$$B_2 = \frac{\sum x_2 \bar{y}_u}{8} \quad (3.2.6)$$

$$B_3 = \frac{\sum x_3 \bar{y}_u}{8} \quad (3.2.7)$$

$$B_{12} = \frac{\sum x_1 x_2 \bar{y}_u}{8} \quad (3.2.8)$$

$$B_{13} = \frac{\sum x_1 x_3 \bar{y}_u}{8} \quad (3.2.9)$$

$$B_{23} = \frac{\sum x_2 x_3 \bar{y}_u}{8} \quad (3.2.10)$$

$$B_{123} = \frac{\sum x_1 x_2 x_3 \bar{y}_u}{8} \quad (3.2.11)$$

Определяем значимости коэффициентов регрессии:

$$\Delta B_i = \pm \frac{t S_{\{y\}}}{\sqrt{Nn}} \quad (3.2.12)$$

По критерию Кохрена G_T доверительная вероятность однородности дисперсии:

$$G_{\text{рас}} = \frac{S_{\text{таб}}^2}{\sum S_{u_{\{y\}}}^2} \quad (3.2.13)$$

Так как $G_{\text{рас}} < G_{\text{таб}}$ дисперсия в N рядах изменений однородны и процесс воспроизводим.

$$S_{\text{ад}}^2 = \frac{\sum n(\bar{y} - \hat{y})^2}{N - k - 1} \quad (3.2.14)$$

$$F_{\text{рас}} = \frac{S_{\text{ад}}^2}{S_{\{y\}}^2} \quad (3.2.15)$$

Табличное значение коэффициента $F_{\text{таб}} = 4,82$. Так как $F_{\text{рас}} < F_{\text{таб}}$, то с 95% вероятности можно считать уравнения адекватно.

Также полный факторный эксперимент 3-го порядка был проведен и для фелтинг-шва, расположенного по петельному ряду. Все расчеты приведены в приложении В. Результаты представлено в виде уравнений и графиков.

```
[X,Y]=meshgrid(-1:0.5:1);
Y=9.43+X1*0.285+X2*2.225
```

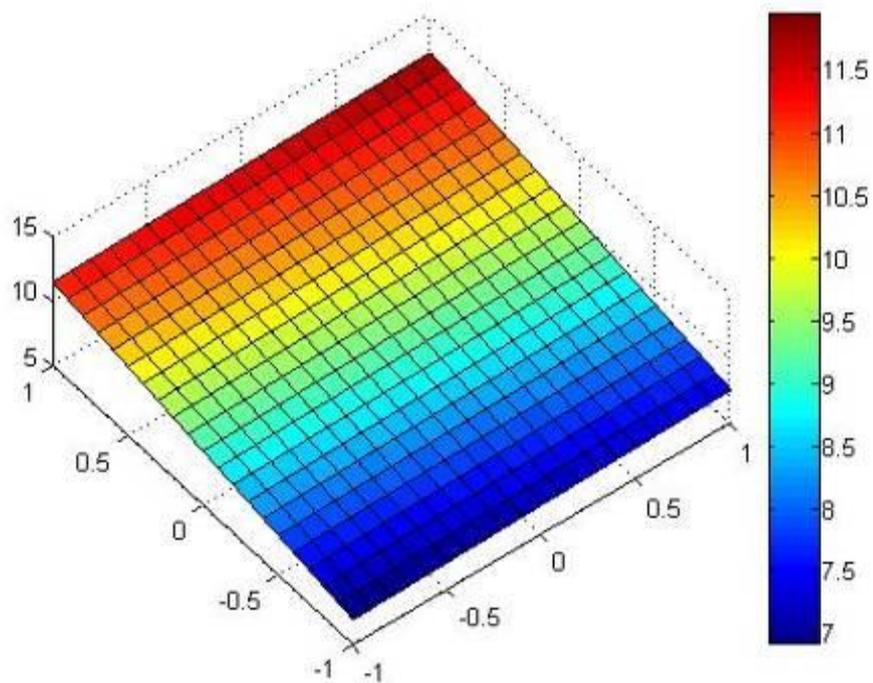


Рисунок 52 – Графическая зависимость прочности фелтинг-шва от модуля петли (x_1), частоты проколов (x_2) и линейной плотности пряжи ($x_3 = -1$) при расположении вдоль петельных столбиков (кулирная гладь 31текс $x_2 \times x_1$, модуль 15,5)

```
[X,Y]=meshgrid(-1:0.5:1);
>>Y=10.17+X1*0.285+X2*1.795
```

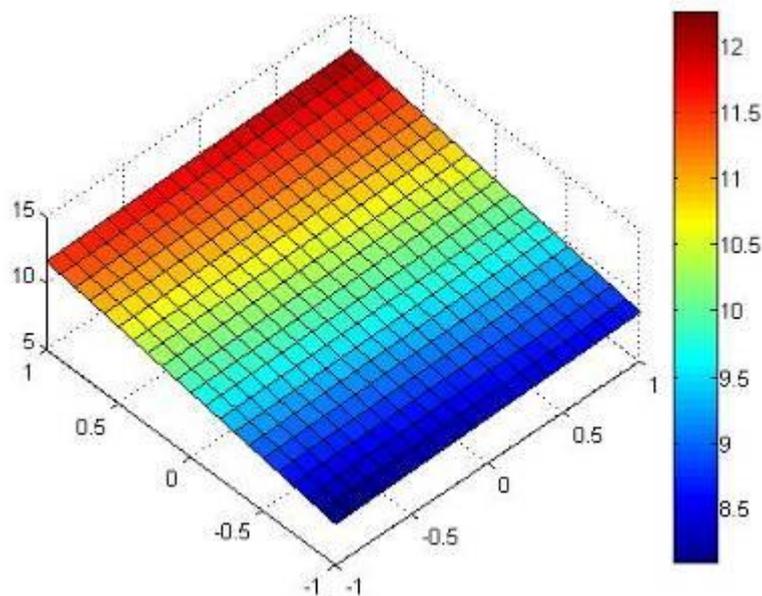


Рисунок 53 – Графическая зависимость прочности фелтинг-шва от модуля петли (x_1), частоты проколов (x_2) и линейной плотности пряжи ($x_3 = +1$) при расположении вдоль петельных столбиков (кулирная гладь 31текс x_2x_2 , модуль 15,5)

```
[X,Y]=meshgrid(-1:0.5:1);
Y=8.316+X1*0.129+X2*2.134
```

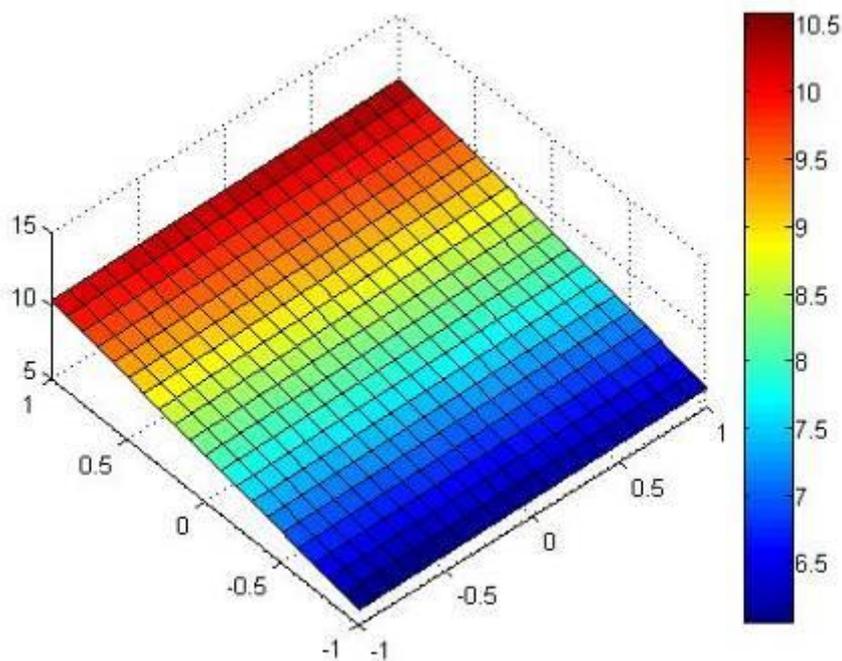


Рисунок 54 – Графическая зависимость прочности фелтинг-шва от модуля петли (x_1), частоты проколов (x_2) и линейной плотности пряжи ($x_3 = -1$) при расположении вдоль петельных столбиков (кулирная гладь 31текс x_2x_1 , модуль 36,5)

```
[X,Y]=meshgrid(-1:0.5:1);
Y=8.724+X1*0.129+X2*1.726
```

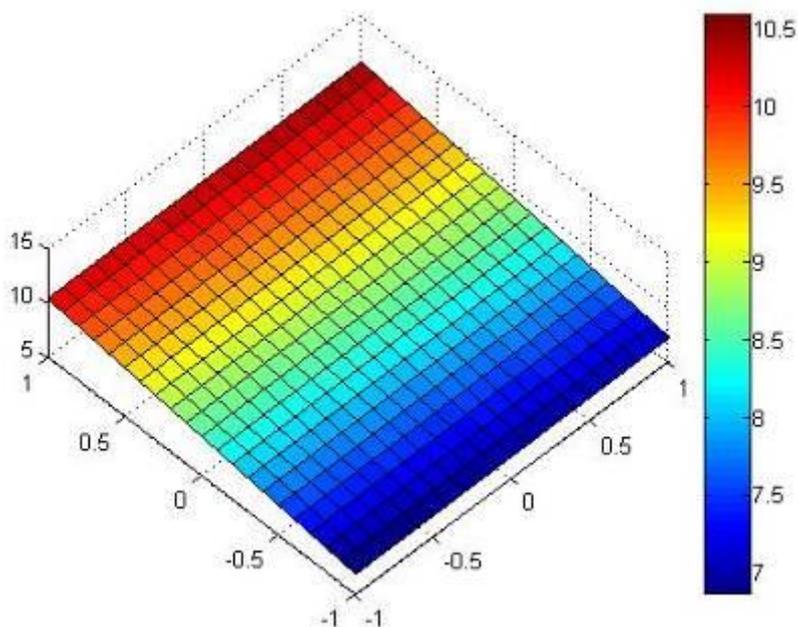


Рисунок 55 – Графическая зависимость прочности фелтинг-шва от модуля петли (x_1), частоты проколов (x_2) и линейной плотности пряжи ($x_3 = +1$) при расположении вдоль петельных столбиков (кулирная гладь 31текс x_2x_2 , модуль 36,5)

Выводы по разделу

Из анализа графической зависимости качественных показателей процесса соединения иглопробивным способом (прочность фелтинга шва) при движении по градиенту для оптимальных решений можно сделать следующие выводы:

- Полученные в результате исследований зависимости прочности фелтинга шва от показателей модуля петли (x_1), частоты проколов (x_2) и линейной плотности пряжи (x_3) выражаются уравнением регрессии:

$$\widehat{y}_{u1} = 9,82 + 0,303x_1 + 1,99x_2 + 0,35x_3$$

$$\widehat{y}_{u2} = 8,724 + 0,129x_1 + 1,726x_2 + 2,225x_3$$

Где, x_1 – модуль петли;

x_2 – количество проколов на 1 см²;

x_3 – линейная плотность пряжи, текс.

\widehat{y}_{u1} – относительная прочность фелтинг – шва для переплетении кулирный гладь, гр/сН.

\widehat{y}_{u2} – относительная прочность фелтинг – шва для переплетении ластик 1+1, гр/сН.

- При исследовании выявлено, что увеличение модуля петли, а следовательно увеличение общей пористости соединяемых полотен,

требуется большее количество волокнистой массы и увеличение частоты проколов.

Поэтому, из полученных данных рекомендуется для оптимальных значений прочности фелтинга шва при соединении трикотажных полотен рыхлых структур с модулем петли больше 26 (в интервале 26-37), чтобы частота проколов составляла 170-210 на 1 см².

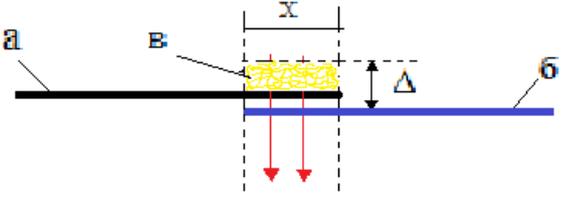
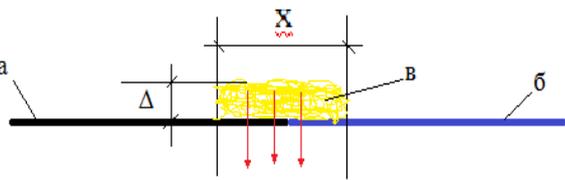
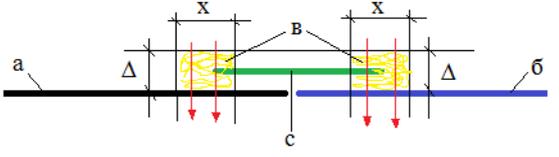
- Из анализа полученных данных следует, что увеличение линейной плотности пряжи в 2 раза в полотнах с рыхлой структурой с увеличением числа проколов при соединении деталей снижает и прочность фелтинга шва на 4,2 %. Это объясняется тем, что при увеличении числа проколов имеет место не только заполнение свободного объёма пор, но и повреждение структуры самой пряжи (петли) в процессе пробивания иглами.

Поэтому не рекомендуется для полотен с наименьшей модулем петли увеличивать число проколов более 210 на 1 см².

3.3 Классификация соединительных швов в технике «фильц»

На основе разработанных требований к соединительным швам в технике «фильц», с учетом результатов исследования, разработана их классификация [54].

Таблица 18 - Классификация фелтинг-швов

Варианты	Наименование шва	Графическое изображение шва	Графическое изображение шва в технике «фильц»
1	2	3	4
1	с открытыми срезами		
2	с открытыми срезами		
3	с тесьмой		

Продолжение таблицы Таблица 18 - Классификация фелтинг-швов

1	2	3	4
4	с тесьмой		
5	с полоской материала		
6	Простые односторонняя отделочные складки		
7	Простые встречная отделочные складки		
8	Отделочные застрочные складки: защипы		
9	Выстрочные рельефные швы		

Примечание: «а,б,с» - ткани; «х» - участок соединения деталей изделия; «в» - волокно; «Δ» толщина соединительных участков деталей изделия.

Авторами Шкунова Л.В., Бондарева Ю.В., Курамысова М.У. разработан инновационный патент : «Способ придания формы изделия с одновременным декорированием» № 2012/0025.1.

В котором, предложен способ придания формы изделия с одновременным декорированием [55].

Вывод по разделу

При соединении деталей и моделировании методом «фильц» можно одновременно декорировать детали одежды.

При декоративном оформлении можно получить разные эффекты: складки (рисунок 55, а), драпированность (рисунок 55, б) и др. Также для придания дополнительных эффектов можно использовать тесьму, пряжу (рисунок 55, г). Можно соединять разные виды материалов: трикотаж с трикотажем, трикотаж с тканью, трикотаж с кружевом (рисунок 55, д). [55]. Особенностью этого способа является:

- не требует обработки срезов полотна обметочной строчкой (на оверлоке), что снижает затраты на обработку изделия;
- соединение деталей и отделка в виде любого орнамента происходят одновременно;
- при выкладывании рисунка можно изменять не только объемную форму трикотажного изделия, но и придавать трикотажу дополнительные свойства – жесткость, формоустойчивость, прочность, теплостойкость и др.



а) складки, зафиксированные с помощью волокон;



б) драпировка, полученная иглопробивным способом;



в) карман, присоединенный фелтинг-швом и одновременно декорированный;



г) складки, сформированные при соединении иглопробивным способом



д) с применением волокон и тесьмы;



д) декорирование и соединение ткани с трикотажем

Рисунок 56- Соединение деталей и моделирование методом «фильц»



Рисунок 57 – Изделия, смоделированные и выполненные по предлагаемой технологии придания формы с одновременным декорированием

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе «Разработка технологии создания бесшовных изделий из текстильных материалов с применением иглопробивного способа «фильц»» изучена возможность применения в технике «фильц» для соединения деталей и моделировании изделия из текстильных материалов с одновременным декорированием.

По полученным результатам исследования можно сделать следующие выводы:

- Изучены свойства иглопробивного соединения в зависимости от факторов его выполнения на полотнах с различными структурными параметрами;
- Разработан способ соединения деталей трикотажных изделий из полотен рыхлых структур с увеличенным модулем петли;
- Выведены эмпирические формулы для определения прочности фелтинг - шва в зависимости от параметров трикотажных полотен и частоты проколов при соединении иглопробивным способом;
- Определены оптимальные значения факторов выполнения иглопробивного шва в зависимости от параметров элементарного звена трикотажного полотна;
- Разработаны требования, предъявляемые к фелтинг-швам и их классификация;
- Разработан инновационный патент: «Способ придания формы изделия с одновременным декорированием» № 2012/0025.1.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 http://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president/page
- 2 <http://kuzr.gov.kz/ru/goverments/poslaniya-prezidenta/poslaniya-prezidenta>
- 3 Смирнов Л.С., Трухан Г.Л., Винч Л.В., Дубинина О.А. Конструирование трикотажных изделий. - М., Ростехиздат, 1962. - 187 с.
- 4 Кузнецова Л.А. Казакова З.Ф., Карцева А.А. Конструирование трикотажных изделий- М., 1972.-264 с.
- 5 Блатова Е.Б., Евсеева М.Н.Конструктивное моделирование одежды - М., 2004. – 264 с.
- 6 Назарова А.И., Куликова И.А., Савостицкий А.В.Технология швейных изделий по индивидуальным заказам - М., 1986 – 336 с.
- 7 Кокеткин П.П., Сафронов И.В., Кочегура Т.Н.Пути улучшения качества изготовления одежды - М., 1989
- 8 Кузьмичев В.Е.Теория и практика процессов склеивания деталей одежды - М., 2005
- 9 Кокеткин П.П., Куликова Т.И.Основы промышленной поузловой обработки легкой женской и детской одежды- М., 1975
- 10 Горелова А.Е. “Совершенствование способов формообразование и формозакрепления деталей стана плечевых швейных изделия” Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технологических наук
- 11 Горелова А.Е. “Совершенствование способов формообразование и формозакрепления деталей стана плечевых швейных изделия” Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технологических наук
- 12 Кокеткин П.П, Теоретические основы технологии соединения деталей одежды Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технологических наук
- 13 Анатольевна М.Прогнозирование свойств соединений деталей швейных изделий, выполненных методом лазерной сварки Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технологических наук
- 14 Серпуховитины Т.Ю. “Анализ способов формообразование и формозакрепления трикотажных полотен”Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технологических наук
- 15 Диссертация к.т.н. Э.Ю. Амосова «Влияние инновационных технологий и материалов на формирование модных тенденций в развитии костюма». Москва 2010 г.
- 16 Автореферат И.Н.Буребаева «Проектирование и моделирование технологии иглопробивных нетканых материалов с целью прогнозирования и оптимизации их физико-механических характеристик».Москва 2007г.
- 17 Бершев Е.Н., Курицын В.В., Куриленко А.И, Смирнов Г.П. Технология производства нетканых материалов. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.-352 с.

- 18 Бабаев М.А. Исследование основных факторов, влияющих на прочность закрепления волокон нетканых иглопробивных полотен: Дисс.Канд. Техн. наук. 1980. - 143 с
- 19 Влияние технологических параметров на структурные показатели иглопробивных нетканых полотен. Текстильная промышленность. 1988.- №2.
- 20 Влияние основных технологических параметров на прочность иглопробивных нетканых материалов. Текстильная промышленность. 1974.- №10.
- 21 Влияние глубины иглопрокалывания на прочность иглопробивных нетканых материалов. Hearle J.W, Purdy A.N. The influence of the depth of needle penetration on needle fabric structure and tensile properties. Text. Inst. 65, №1, p.6-12.
- 22 Анализ влияния факторов на структуру и свойства иглопробивных материалов. Барабанов Г.Л. Прядение и кручение волокнистых материалов. Вып. 1, М., 1972, С. 148-156.
- 23 Барабанов Г.Л. Исследование основных вопросов технологии производства иглопробивных нетканых материалов технического назначения.- Дисс. канд. техн. наук. -М., 1970. 198 с.
- 24 Петросова И.Н., Андросов В.Ф. Ассортимент, свойства и применение нетканых материалов. М.: Легпромбытиздат 1991.- 208с.
- 25 Флерова Л.Н и др Технология трикотажно- швейного производства – М., 1976
- 26 Кокеткин П.П., Куликова Т.И.Основы промышленной поузловой обработки легкой женской и детской одежды- М., 1975
- 27 ШершневаЛ. П, ЛарькинаЛ. В. Конструирование одежды (Теория и практика - М, 2006 – 228 с
- 28 Далидович А. С. Основы теории вязания-М, 1970, 432 стр.,
- 29 КрюковаН.А., КонопальцеваН.М. Технологические процессы в сервисе – М., 2007 год.
- 30 ШершневаЛ. П, ЛарькинаЛ. В. Конструирование одежды (Теория и практика - М, 2006 – 228 с
- 31 Гусейнов Г.М., Ермилова В.В., Ермилова Д.Ю. и др. Композиция костюма Учеб.пособие для вузов. – М., 2003. – 432 с.
- 32 А.И.Толкачева Дизайн трикотажных изделий, Санкт-Петербург 2004 г.
- 33 Формообразование швейных изделий из трикотажных полотен, Курамысова М.У. Шкунова Л.В., Бондарева Ю.В. Журнал «Пищевая технология и сервис», 2012 г, №5,
- 34 Формозакрепление деталей одежды из трикотажного полотна,Курамысова М.У. Шкунова Л.В., Бондарева Ю.В. Журнал «Пищевая технология и сервис», 2012 г, №5, с. 23-25
- 35 Болдовкина О.С. Совершенствование конструкции верхних трикотажных изделий на основе использования антропометрических

данных и формовочных свойств полотна: Дис. ... канд. техн. наук / МТИЛП. - М., 1983.

36 Юдина М.В. Разработка метода проектирования формованных деталей одежды из коллагенсодержащих материалов: Дис. ... канд. техн. наук. - М., 1998.

37 Диссертация Каламбаев О.С. Разработка технологий изготовления изделий с применением техники «фильц

38 Исследование влияния отделки в технике «фильц» на прочность трикотажа, Курамысова М.У, Шкунова Л.В., Каламбаев О.С. Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии производства товаров, повышение качества и безопасности продукции лёгкой промышленности», посвящённая 20-летию независимости продукции РК, Алматы, 25 мая, 2012 г.

39 Прочность фелтингового соединения материалов, Курамысова М.У, Хромцов С.В., Шкунова Л.В., Бондарева Ю.В., Международная научно-практическая конференция «Инновационные развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства», посвящённой 55-летию АТУ, Алматы, 12-13 октября, 2012 г.

40 Разработка новых способов соединения текстильных изделий , Мырзагалиева Ф.Е., 2014 г., Алматы

41 Отделка трикотажных изделий в технике и фильц, Курамысова М.У, Шкунова Л.В., Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии производства товаров, повышение качества и безопасности продукции легкой промышленности», посвященная 20-летию независимости РК, Алматы, 28-29 апреля, 2011 г.

42 Исследование прочности шва выполненного методом «фильц», Курамысова М.У, Шкунова Л.В. III Международная конференция «Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности» Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский Государственный Университет Технологий и Управления» имени К.Г.Разумовского, 2012

43 Возрождение традиции в разработке нового метода соединения деталей изделий, Шкунова Л.В.; Бондарева Ю.В.; Битус Е. И., Журнал «Вестник» АТУ, 2013 г, №3 С.35-37

44 Определение объемной пористости шва на участках соединения полотен по иглопробивной технологии, Курамысова М.У., Шкунова Л.В.; Бондарева Ю.В.; Битус Е. И., "Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности". 2015 г.

45 ГОСТ 8846-87 «Полотна и изделия трикотажные. Методы определения линейных размеров, перекоса, числа петельных рядов и петельных столбиков и длины нити в петле».

46 Выявление зависимости прочности трикотажа от модуля петли, Курамысова М.У., Мырзагалиева Ф.Е., Шкунова Л.В., Чекакова А.

Межвузовская научно-техническая конференция аспирантов и студентов с международным участием «МОЛОДЫЕ УЧЕНЫЕ - РАЗВИТИЮ ТЕКСТИЛЬНО-ПРОМЫШЛЕННОГО КЛАСТЕРА» (ПОИСК - 2014)

47 ГОСТ 30157.1-95 Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок

48 Анализ прочности шва в зависимости от параметров соединения деталей изделий иглопробивным способом, Курамысова М.У., Шкунова Л.В.; Бондарева Ю.В.; "Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности". 2015 г.

49 Анализ зависимости прочности соединения трикотажа иглопробивным способом, Курамысова М.У., Битус Е. И., Вестник Алматинского технологического университета. – 2015. – № 3, (108). – С. 77– 80.

50 Стельмашенко В.И, Розаренова Т.В Материалы для одежды и конфекционирование - М, 2010 – 320 с

51 Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико – технологических процессов текстильной промышленности - М., 2007

52 Тихомиров В. Планирование и анализ эксперимента - М, 1974

53 Адлер Ю.П., Маркова Е. В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных решений - М., «Наука», 1971

54 Классификация соединительных швов в технике «фильц» Мырзагалиева Ф.М., Курамысова М.У. Шкунова Л.В., Бондарева Ю.В.

55 Курамысова М.У., Шкунова Л.В., Бондарева Ю.В. Способ придания формы изделия с одновременным декорированием // Инновационный Патент Республики Казахстан. № 26609, бюл.№51, опубл.25.12.2012 г.

Документы, подтверждающие новизну (патенты)



Курамысова Меруерт Умербаевна

және Шкунова Любовь Владимировна; Бондарева Юля Валерьевна

өнертабыс авторы(лары) болып табылатындығы осымен қуаландырылады

(11) 26609

**(54) БІР МЕЗГІЛДЕ БЕЗЕНДЕНДІРУ АРҚЫЛЫ БҰЙЫМ ФОРМАСЫН
БЕРУ ТӘСІЛІ**

**(73) Патент иеленушісі: "Алматы технологиялық университеті"
акционерлік қоғамы**

(21) 2012/0025.1

(22) 06.01.2012

Қазақстан Республикасы Әділет министрлігі
Зияткерлік меншік құқығы комитетінің
төрағасы


А. Естаев

Настоящим удостоверяется, что Курамысова Меруерт Умербаевна
и Шкунова Любовь Владимировна; Бондарева Юля Валерьевна

является(ются) автором(ами) изобретения

(11) 26609

**(54) СПОСОБ ПРИДАНИЯ ФОРМЫ ИЗДЕЛИЯ С ОДНОВРЕМЕННЫМ
ДЕКОРИРОВАНИЕМ**

(73) Патентообладатель: Акционерное общество "Алматинский
технологический университет"

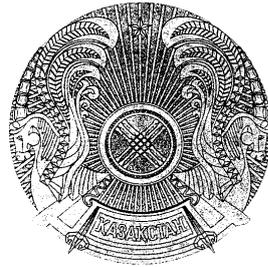
(21) 2012/0025.1

(22) 06.01.2012

Председатель Комитета
по правам интеллектуальной собственности
Министерства юстиции Республики Казахстан


А. Естаев

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ



ӘДІЛЕТ МИНИСТРЛІГІНІҢ
ЗИЯТКЕРЛІК МЕНШІК ҚҰҚЫҒЫ КОМИТЕТІ

**ӨНЕРТАБЫСҚА
ИННОВАЦИЯЛЫҚ
ПАТЕНТ**

АСТАНА



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) KZ (13) A4 (11) 26609
(51) D05B 97/00 (2006.01)

КОМИТЕТ ПО ПРАВАМ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
МИНИСТЕРСТВА ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ИННОВАЦИОННОМУ ПАТЕНТУ

21 20120025.1
22 06.01.2012
23 25.12.2012, бюл. №12
24 Шунова Любовь Владимировна; Бондарева
Клима Валерьевна; Курамысова Меруерт Умербаевна
25 Акционерное общество "Алматынский
технологический университет"
26 Инновационный патент РК №23669, кл. А41Н
41/00, опубл. 15.02.2011
27 **СПОСОБ ПРИДАНИЯ ФОРМЫ ИЗДЕЛИЯ
С ОДНОВРЕМЕННЫМ ДЕКОРИРОВАНИЕМ**
28 Изобретение относится к легкой
29 промышленности, а именно изготовлению бесшовного
30 изделия из трикотажного полотна или ткани, путем

соединения деталей с одновременным декорированием
иглопробивным способом.

Задачей изобретения является изготовления изделия
бесшовным способом с одновременным
декорированием.

Технический результат - изготовление бесшовного
изделия из трикотажного полотна или ткани, путем
соединения деталей с одновременным декорированием
иглопробивным способом.

Это достигается тем, что детали изделия по срезам
(плоским или с драпировкой) накладываются друг на
друга; по участку соединения выкладываются волокна
по рисунку и иглопробивным способом эти детали
соединяются между собой.

(19) KZ (13) A4 (11) 26609

Изобретение относится к легкой промышленности, а именно к изготовлению предметов одежды посредством соединения деталей иглопробивным способом с декоративными отделками.

Известен способ создания швейных изделий посредством декора с эффектом монолитности, при котором создания швейных изделий посредством декора, включающем раскрой деталей полочек, спинки и рукавов из ткани верха и подкладка, соединение их в изделие и выполнение декоративных элементов, согласно изобретению, декоративные элементы выполняют вручную или на спецмашине тамбурной строчкой, создающие различные фактуры по всей поверхности изделия, причем в качестве основы верха служит декатированная хлопчатобумажная ткань, а швы соединения деталей закрывают декоративной строчкой (RU 216536 А4 И 43/00, А41Н 1/00, 2005г.).

Недостатком этого способа является многостадийность операций (например: ручная или машинная драпировка, соединение деталей, обработка швов оверлаком и др.), а декорирование может быть на отдельных деталях или в готовом изделии.

Известен способ создания объемных форм изделия и декоративной их отделки иглопробивным способом.

Недостатком этого способа является ограниченность ассортимента (в основном, аксессуары, игрушки).

Известен способ создания декора в виде аппликации с помощью пряжи и нити из высокоскоростяжимом трикотажном полотне с машин низкого класса, обеспечивающий формоустойчивость и оригинальный декор, отвечающем модным тенденциям.

Недостатком этого способа является то, что при этом способе нельзя исключить швейные операции. (Фондарева Ю.А., Нуржасарова М.А., Шкунова Л.В. РК (19) KZ (13) A4 (11) 23669 (51) A41H 43/00 (2010.01) инновационный патент на изобретение «Способ создания аппликации (пряжей и нитью»).

Задачей изобретения является изготовлении изделия бесшовным способом с одновременным декорированием.

Технический результат - изготовление бесшовного изделия из трикотажного полотна или ткани, путем соединения деталей с одновременным декорированием иглопробивным способом.

Это достигается тем, что детали изделия по срезам (плоским или с драпировкой) накладываются друг на друга; по участку соединения выкладываются волокна по рисунку и иглопробивным способом эти детали соединяются между собой.

Таким образом, предлагаемый способ имеет следующие существенные отличия:

1 - при соединении детали не требуются швейные операции;

2 - создания объемных форм с помощью расположения декоративных элементов на различных участках изделия.

Сущность предлагаемого способа поясняется фотографией.

На фиг.1 приведена фотография фрагмента соединения двух трикотажных полотен с одновременным декорированием шва.

На фиг.2 приведена фотография фрагмента соединения трикотажного велюра с тканым вельветом (с одновременной драпировкой).

На фиг.3 приведена фотография фрагмента объемной формы на трикотажном полотне, полученной за счет складок и закрепленных иглопробивным способом, в виде декора и т.д.

Предлагаемый способ осуществляют в несколько этапов: подготовительный, разработка композиции рисунка, выкладывание и соединение деталей волокном и заключительный. Подготовительный этап включает раскрой деталей изделия из трикотажного полотна или тканей. На втором этапе выбирают цветовое сочетание. На третьем этапе разрабатывают рисунок для всех декорируемых участков изделия.

Соединение деталей изделия и выполнение декора осуществляют в три приема:

- детали изделия по срезам (плоским или с драпировкой) накладываются друг на друга;
- по участку соединения (и декорируемых участков изделия) выкладываются волокна по рисунку;
- иглопробивным способом эти детали соединяются между собой.

На заключительном этапе производят окончательную влажно-тепловую обработку полотна с фиксацией формы.

Ниже представлен пример придание формы изделия с одновременным декорированием который заключается в:

1) Подготовке деталей изделия (возможны варианты использования тканей, трикотажных полотен, нетканых материалов, текстильных нитей, нетекстильных материалов)

- a) 2 детали из трикотажного полотна;
- b) 2 детали из тканей;
- c) 1 деталь из трикотажных полотен, 1 из тканей;
- d) Трикотаж и пряжа (хаотичное выкладывание пряжи)
- e) Другие варианты комбинации вышеописанных материалов.

2) Подготовке деталей к соединению: (фиг.4 - 10)

3) Соединение деталей изделия:

- a) выкладывание волокон, пряжи, нитей по рисунку;
- b) иглой для фелтинга ручным способом;
- c) с аппликатором для фелтинга (3; 7 - игл) ручным способом;
- d) машинным способом (например, машина для фелтинга Janome);
- e) комбинированный способ с сочетанием вышеуказанных способов.

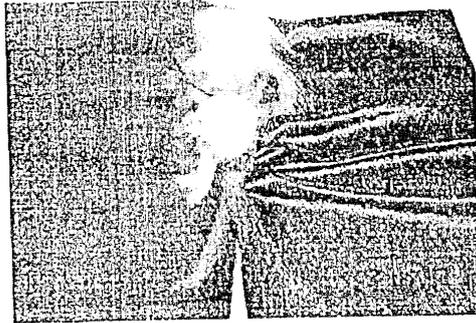
4). Проведении влажно-тепловой обработки для фиксации формы (возможно использование щелочного раствора).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

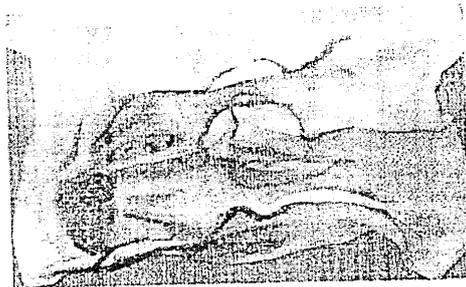
Способ придания формы изделия с одновременным декорированием *отличающийся* тем, что детали изделия по срезам плоским или драпировкой накладывают друг на друга, по участку соединения выкладывают волокно по рисунку и иглопробиванием эти детали соединяют между собой.



Фиг.1



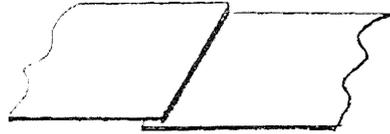
Фиг.2



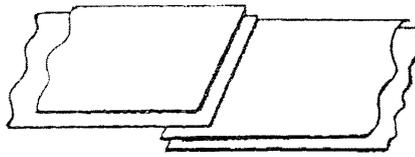
Фиг.3



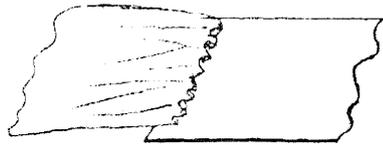
Фиг.4. Вариант соединение деталей встык



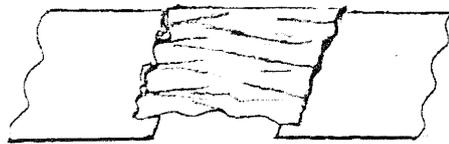
Фиг.5. Вариант соединения деталей внахлест



Фиг.6. Вариант соединения несколько деталей



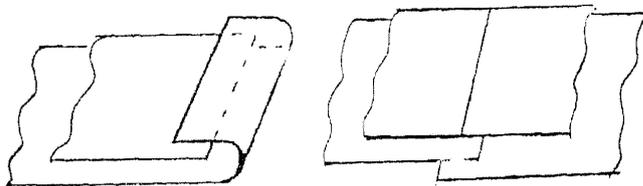
Фиг.7. Вариант соединения деталей с драпировкой



Фиг.8. Вариант соединения 3 деталей (1 с драпировкой)



Фиг.9. Вариант соединения деталей внахлест с растягиванием 1 детали



Фиг.10. 2 варианта из возможных соединения комбинированным способом

“ASEM-SERVIS и К” ЖШС

050012, Алматы қ., Төле би көшесі, 100
Тел.: + 7 727/ 293 53 20
e-mail: asem-servise@mail.ru



ТОО “ASEM-SERVIS и К”

050012, г. Алматы, ул. Төле би 100,
Тел.: + 7 727/ 293 53 20
e-mail: asem-servise@mail.ru

№ 02/06 “ 03 ” 06 2015 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ТОО

«ASEMSERVIS и К»

Сарттарова Л.Т.

«03» 06 2015 г.

АКТ

производственной проверки разработанного метода

в ателье мод ТОО «ASEMSERVIS и К».

Настоящий акт производственных результатов диссертационной работы Курамысовой Меруерт Умербаевны на тему: «Разработка технологии создания бесшовных изделий из текстильных материалов с применением иглопробивного способа «фильтр»» составлен комиссией в составе специалистов ТОО «ASEMSERVIS и К» конструктора Федоровой В.А., технолога Мусабековой А.Ж., в том, что проведена апробация изделий выполненного иглопробивным способом при одновременном декорировании. Способ соединения фелтинг шва разработан докторантом М.У. Курамысовой под руководством к.т.н., доцента Шкуновой Л.В.

На основании проверки и обсуждения результатов работы, проведенных в ТОО «ASEMSERVIS и К», при анализе моделирования и декора изделий по данной технологии возможно соединение разноимённых текстильных материалов с различными технологическими параметрами.

Предлагаемый способ изменяет не только объёмную форму изделия, но и придает базовому материалу дополнительные свойства – жёсткость, формоустойчивость, прочность, теплостойкость, растяжимость, воздухопроницаемость и др. Так же в зависимости от: вида волокна; способа соединения; количество проколов и вида соединяемых тканей, и от ВТО;

Для изготовления изделия бесшовным способом с одновременным декорированием предлагаемый способ применяется впервые.

Предлагаемая техника отделки трикотажных изделий значительно расширит ассортимент изделий. Это даёт новое направления сближения двух производств – трикотажного (тканевого) и иглопробивного, что особенно важно в настоящее время.

Конструктор Хидоятова Г.Р. Хидоятова Г.Р.

Технолог Бакишева Г. Бакишева Г.

Руководитель к.т.н., доцент Шкунова Л.В. Шкунова Л.В.

Докторант PhD Курамысова М.У. Курамысова М.У.

ПРИЛОЖЕНИЯ В

Однофакторный эксперимент зависимости прочности от количество проколов

Таблица В1. Расчет моделей встречающихся в однофакторных экспериментах

№ по порядку	$X_{пр}$	$Y_{пр}$	$Y_{р.э}(X_{пр})$	$ \Delta $
1	1	2	3	4
1	$\sqrt{x_1 x_N} = 24,9$	$\sqrt{y_1 y_N} = 66,86$	73,96	7,10
2	$\frac{x_1 + x_N}{2} = 27$	$\sqrt{y_1 y_N} = 66,86$	76,2	9,34
3	$\frac{2x_1 + x_N}{x_1 + x_N} = 22,9$	$\frac{y_1 + y_N}{2} = 68,5$	71,19	2,69
4	$\frac{x_1 + x_N}{2} = 27$	$\frac{2y_1 y_N}{y_1 + y_N} = 65,26$	71,19	5,93
5	$\frac{2x_1 + x_N}{x_1 + x_N} = 22,9$	$\frac{2y_1 y_N}{y_1 + y_N} = 65,26$	71,19	5,93
6	$\sqrt{x_1 x_N} = 24,9$	$\frac{y_1 + y_N}{2} = 68,5$	73,96	5,46
7	$\frac{x_1 + x_N}{2} = 27$	$\sqrt{y_1 y_N} = 66,86$	76,2	9,34

Таблица В2

u	X_u	$X_L = \frac{1}{X}$	$X_{uL} - \bar{X}_L$	$(X_{uL} - \bar{X}_L)^2$	Y_u	Y_{uL}	$(X_{uL} - \bar{X}_L) Y_{uL}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	16,5	0,061	0,021	0,000440	53,6	53,6	1,126
2	20,0	0,050	0,010	0,000100	65,3	65,3	0,653
3	23,5	0,043	0,003	0,000009	71,9	71,9	0,216
4	27,0	0,037	-0,003	0,000009	76,2	76,2	-0,229
5	30,5	0,033	-0,007	0,000049	79,2	79,2	-0,554
6	34,0	0,029	-0,011	0,000121	81,4	81,1	-0,895
7	37,5	0,027	-0,013	0,000169	83,4	83,4	-1,084
		0,28		0,000897	514,6	514,6	-0,767
		0					

Таблица В3

и	$X_{uL} - \bar{X}_L$	$d_1(X_{uL} - \bar{X}_L)$	Y_{uRL}	Y_{uL}	$Y_{uRL} - Y_{uL}$	$(Y_{uRL} - Y_{uL})^2$
1	2	3	4	5	6	7
1	0,021	-17,82	55,89	53,6	2,29	5,240
2	0,010	-8,42	64,96	65,3	-0,34	0,116
3	0,003	-2,54	71,32	71,9	-0,58	0,336
4	-0,003	2,54	76,04	76,2	0,16	0,026
5	-0,007	5,94	79,67	79,2	0,47	0,221
6	-0,011	9,33	82,56	81,4	1,16	1,346
7	-0,013	11,03	84,91	83,4	1,51	2,280
				514,6		9,565

Таблица А4

и	$(X_{uL} - \bar{X}_L)^2$	$(X_{uL} - \bar{X}_L)^2$	$S_{m\{Y_{RuL}\}}^2$	$S_{m\{Y_{RuL}\}}$	Y_{uRL}
1	1	2	3	4	5
2	0,000440	0,94	1,213	1,10	55,89
3	0,000100	0,21	0,483	0,69	64,96
4	0,000009	0,02	0,293	0,54	71,32
5	0,000009	0,02	0,293	0,54	76,04
6	0,000049	0,10	0,373	0,61	79,67
7	0,000121	0,26	0,533	0,73	82,56
8	0,000169	0,36	0,633	0,80	84,91

ПРИЛОЖЕНИЯ Е

Расчеты выявлений зависимости прочности филтинг шва от количества проколов, модуля петли и линейной плотности пряжи

Факторы		+1	0	-1	Δ
Модуль σ	x ₁	37,5	27	16,5	10,5
Количество проколов m	x ₂	210	165	120	45
Линейная плотность пряжи	x ₃	31x2x1		31x2x2	

Кодированные значения факторов:

$$x_1 = \frac{\delta - 27}{10,5}$$

$$x_2 = \frac{m - 165}{45}$$

Матрица планирования и результаты эксперимента приведены в таблице.

Матрица планирования эксперимента для кулирной глади по петельному столбику

№	Матрица планирования								Результаты эксперимента		
	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	x ₁ x ₂	x ₁ x ₃	x ₂ x ₃	x ₁ x ₂ x ₃	OX	OZ	среднее
1	+	-	-	-	+	+	+	-	6,85	6,8	6,82
2	+	+	-	-	-	-	+	+	8,05	7,15	7,6
3	+	-	+	-	-	+	-	+	11,85	11,55	11,7
4	+	+	+	-	+	-	-	-	12,05	11,9	11,97
5	+	-	-	+	+	-	-	+	8,1	8	8,05
6	+	+	-	+	-	+	-	-	9,1	8,9	9
7	+	-	+	+	-	-	+	-	12,1	11,6	11,85
8	+	+	+	+	+	+	+	+	12,4	11,9	12,15
9	0	0	0	0	0	0	0	0	9,28		9,11
10	0	0	0	0	0	0	0	0	9,15		
11	0	0	0	0	0	0	0	0	8,9		

Уравнение регрессии в общем виде имеет вид:

$$\hat{y} = B_0 + B_1x_1 + B_2x_2 + B_3x_3 + B_{12}x_1x_2 + B_{13}x_1x_3 + B_{23}x_2x_3 + B_{123}x_1x_2x_3$$

Проведен проверку воспроизводимости опытов. Данные расчетов для проверки воспроизводимости приведены в таблице

Таблица – Проверка воспроизводимости опытов эксперимента

№ опыта	Результаты экспериментов		\bar{y}_u	$y_{iu}-\bar{y}_u$	$(y_{iu}-\bar{y}_u)^2$	S_u^2
	y_{u1}	y_{u2}				
1	6,85	6,8	6,825	0,025	0,000625	0,00125
2	8,05	7,45	7,75	0,3	0,09	0,18
3	11,85	11,55	11,7	0,15	0,0225	0,045
4	12,05	11,9	11,975	0,075	0,00563	0,01126
5	8,1	8	8,05	0,05	0,0025	0,005
6	9,1	8,9	9	0,1	0,01	0,02
7	12,1	11,6	11,85	0,25	0,0625	0,125
8	12,4	11,9	12,15	0,25	0,0625	0,125
всего						0,5125

Для проверки воспроизводимости опытов находят отношения наибольшей из оценок дисперсии к сумме всех оценок дисперсии, это величина называется расчетным значением критерия Кохрена G_T :

$$G_{\text{рас}} = \frac{S_{\text{ма}\{y\}}^2}{\sum S_{u\{y\}}$$

При доверительной вероятности $P_0 = 95$, общем количестве оценок дисперсии $N=8$ и числе степеней свободы $F=k-1=2-1=1$ величина табличного значения критерия Кохрена $G_T = 0,319$

$$G_{\text{рас1}} = \frac{0,125}{0,5125} = 0,244$$

Так как выполняется условие $G_{\text{рас}} < G_{\text{таб}}$, то опыты считаются воспроизводимыми, а оценки дисперсии однородными.

Определяем коэффициенты регрессии:

$$B_0 = \frac{\sum \bar{y}_u}{8} = \frac{6,82+7,75+11,7+11,9+8,05+9+11,8+12,15}{8} = 9,82$$

$$B_1 = \frac{\sum x_1 \bar{y}_u}{8} = \frac{-6,82+7,75-11,7+11,9-8,05+9-11,8+12,15}{8} = 0,303$$

$$B_2 = \frac{\sum x_2 \bar{y}_u}{8} = \frac{-6,82-7,75+11,7+11,9-8,05-9+11,8+12,15}{8} = 1,99$$

$$B_3 = \frac{\sum x_3 \bar{y}_u}{8} = \frac{-6,82-7,75-11,7-11,9+8,05+9+11,8+12,15}{8} = 0,35$$

$$B_{12} = \frac{\sum x_1 x_2 \bar{y}_u}{8} = \frac{6,82-7,75-11,7+11,9+8,05-9-11,8+12,15}{8} = -0,166$$

$$B_{13} = \frac{\sum x_1 x_3 \bar{y}_u}{8} = \frac{6,82 - 7,75 + 11,7 - 11,9 - 8,05 + 9 - 11,8 + 12,15}{8} = 0,021$$

$$B_{23} = \frac{\sum x_2 x_3 \bar{y}_u}{8} = \frac{6,82 + 7,75 - 11,7 - 11,9 - 8,05 - 9 + 11,8 + 12,15}{8} = -0,266$$

$$B_{123} = \frac{\sum x_1 x_2 x_3 \bar{y}_u}{8} = \frac{-6,82 + 7,75 + 11,7 - 11,9 + 8,05 - 9 - 11,8 + 12,15}{8} = 0,016$$

По значениям эксперимента на основном уровне - $S_{\{y\}}^2 = 0,0373$ ($f=2$)

Тогда

$$S_{\{y\}} = \sqrt{0,0373} = 0,193$$

$$S_{b_j} = \frac{0,193}{\sqrt{8}} = 0,068$$

Расчет частных коэффициентов b_i заканчивается проверкой их значимости с помощью t – критерия Стьюдента путем сравнения расчетного $t_{\text{оп}}$ и табличного $t_{\text{таб}}$ значений. Если $t_{\text{оп}} > t_{\text{таб}}$, то проверяемый коэффициент b_i значим. Если $t_{\text{оп}} < t_{\text{таб}}$, то проверяемый коэффициент b_i не существен и должен быть исключен из уравнения. Расчетное значение t – критерия Стьюдента определяют по формуле:

$$t_j = |b_j| / S_{b_j}$$

Табличное значение t – критерия Стьюдента в зависимости от статистической надежности P (95 %) и числа степеней свободы $f = N - 1 = 3 - 1 = 2$ определили по таблице 10 [41]: $t_{\text{таб}} = 4,3$. Коэффициенты b_{12} , b_{13} , b_{23} , b_{123} незначимы и исключаются из уравнения регрессии.

Тогда уравнение регрессии примет вид:

$$\widehat{y}_u = 9,82 + 0,303x_1 + 1,99x_2 + 0,35x_3$$

Доказательство соответствия (адекватности) полученной математической модели исследуемому процессу выполняется сравнением расчетного $F_{\text{оп}}$ и табличного $F_{\text{таб}}$ значений критерия Фишера. Если $F_{\text{оп}} < F_{\text{таб}}$, то математическая модель соответствует исследуемому процессу.

Если $F_{\text{оп}} > F_{\text{таб}}$, то - математическая модель неадекватна исследуемому процессу. Расчетное значение F -критерия Фишера определяют по формуле:

$$F_{\text{опыта}} = S_y^2 / S_{\text{адек}}^2, \quad (9)$$

где

$$S_{\text{адек}}^2 = \sum_{i=1}^N (Y_i - \widehat{Y}_i)^2 / (N - d) \quad (10)$$

d – число значимых коэффициентов в уравнении регрессии; S_y^2 – дисперсия воспроизводимости; $S_{\text{адек}}^2$ – остаточная дисперсия, или дисперсия адекватности.

Табличное значение F-критерия Фишера определяют по таблицам 12 и 13 [41] в зависимости от заданной статистической надежности.

$$\hat{y}_1 = 9,82 - 0,303 - 1,99 - 0,35 = 7,177$$

$$\hat{y}_2 = 9,82 + 0,303 - 1,99 - 0,35 = 7,783$$

$$\hat{y}_3 = 9,82 - 0,303 + 1,99 - 0,35 = 11,157$$

$$\hat{y}_4 = 9,82 + 0,303 + 1,99 - 0,35 = 11,763$$

$$\hat{y}_5 = 9,82 - 0,303 - 1,99 + 0,35 = 7,877$$

$$\hat{y}_6 = 9,82 + 0,303 - 1,99 + 0,35 = 8,483$$

$$\hat{y}_7 = 9,82 - 0,303 + 1,99 + 0,35 = 11,857$$

$$\hat{y}_8 = 9,82 + 0,303 + 1,99 + 0,35 = 12,463$$

Таблица – Результаты проверки адекватности уравнения

№ опыта	\bar{y}	\hat{y}	$ \bar{y} - \hat{y} $	$(\bar{y} - \hat{y})^2$
1	6,825	7,177	0,352	0,1239
2	7,75	7,783	0,033	0,00109
3	11,7	11,157	0,543	0,2948
4	11,975	11,763	0,212	0,04494
5	8,05	7,877	0,173	0,02993
6	9	8,483	0,517	0,2673
7	11,85	11,757	0,093	0,00865
8	12,15	12,463	0,313	0,098
9				0,8686

$$S_{\text{адек}}^2 = 0,8686 / (8-4) = 0,217, f_{\text{адек}} = 4$$

$$S_y^2 = 0,0373, f_y = 2$$

$$F_{\text{рас.}} = 0,217 / 0,0373 = 5,82$$

Так как табличное значение F-критерия Фишера $F_{\text{табл.}} = 19,25$ (для P-95 %), то следовательно полученное уравнение адекватно исследуемому процессу.