

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 677.027

**ГАПОНОВА
ТАТЬЯНА АНДРЕЕВНА**

**ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТДЕЛОЧНЫХ
ОПЕРАЦИЙ НА ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОЛУШЕРСТЯНЫХ
КАМВОЛЬНЫХ ТКАНЕЙ КОСТЮМНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

по специальности 05.19.08 – Товароведение, экспертиза и безопасность
непродовольственных товаров и сырьевых материалов

Витебск, 2021

Научная работа выполнена в учреждении образования
«Белорусский государственный экономический университет»

Научный руководитель: **Садовский Виктор Васильевич**, доктор технических наук, профессор, Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, профессор кафедры товароведения и экспертизы товаров учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет»

Официальные оппоненты: **Шустов Юрий Степанович**, доктор технических наук, профессор, действительный член Российской и Международной инженерной академии, заведующий кафедрой материаловедения и товарной экспертизы ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет дизайна и технологии»;

Панкевич Дарья Константиновна, кандидат технических наук, доцент кафедры технического регулирования и товароведения учреждения образования «Витебский государственный технологический университет»;

Оппонирующая организация Научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие «Центр научных исследований легкой промышленности» (г. Минск), Республика Беларусь.

Защита состоится 22 апреля 2021 г. в 12.00 на заседании совета по защите диссертаций К 02.11.010 в учреждении образования «Витебский государственный технологический университет» по адресу:

210035, г. Витебск, Московский проспект, 72.

Email: vstu@vitebsk.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Витебский государственный технологический университет»

Автореферат разослан 15 марта 2021 г.

Учёный секретарь совета по защите диссертаций,
кандидат технических наук, доцент



Г. В. Казарновская

ВВЕДЕНИЕ

В производстве одежды большой удельный вес занимают полушерстяные камвольные ткани, полученные из смешанных нитей с различным содержанием шерстяных и синтетических волокон. Применение синтетических волокон существенно сказывается на потребительских свойствах тканей, положительно изменяя такие свойства, как прочность, сминаемость, стираемость, формоустойчивость, но при этом негативно влияет на гигиенические свойства, которые обеспечивают нормальную терморегуляцию организма человека, эвакуацию продуктов его жизнедеятельности из пододежного пространства и тем самым создают условия комфортности одежды в процессе ее эксплуатации.

Известно, что гигиенические свойства тканей зависят от соотношения их гигроскопичности, паро- и воздухопроницаемости. При включении в ткани синтетических волокон снижается их гигроскопичность, что приводит к снижению эффективности отвода водяного пара, выделяемого телом человека. Следовательно, для компенсации этого с целью обеспечения комфортности одежды воздухопроницаемость тканей с синтетическими волокнами должна повышаться.

Кроме того, выпускаемые в республике полушерстяные камвольные ткани для детских костюмов по величине воздухопроницаемости не соответствуют требованиям ТР ТС 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков».

Полушерстяные камвольные ткани костюмного назначения в суровом виде (после процесса ткачества) имеют высокие значения воздухопроницаемости. Однако в процессе отделки тканей, подвергаясь влажно-тепловым и механическим воздействиям, воздухопроницаемость значительно снижается и становится ниже нормы.

Исследованиям влияния структурных параметров на воздухопроницаемость различных текстильных материалов, воздействия на нее различных факторов; теоретическим и практическим методам ее определения; взаимосвязи воздухопроницаемости с деформацией и пористостью материалов посвящено много работ учёных, среди которых фундаментальными являются работы Архангельского Н.А., Кукина Г.Н., Скляникова В.П., Бузова Б.А., Шустова Ю.С., Куличенко А.В.

Имеется большое количество работ о влиянии операций отделки на свойства тканей различного волокнистого состава. Однако аналогичных исследований полушерстяных камвольных тканей, имеющих в своем составе различное соотношение шерстяных волокон, полиэстера и лайкры, проведено недостаточно, а исследования влияния различных факторов отделки на воздухопроницаемость этих тканей практически отсутствуют. Это не дает возможности эффективно влиять на формирование важнейшего показателя гигиенических свойств – воздухопроницаемости тканей в процессе их отделки.

Таким образом, исследования влияния операций отделки на воздухопроницаемость и связанные с ней свойства тканей, нахождение аналитических зависимостей, дающих возможность прогнозировать их при различных воздействиях в процессе отделки, способствуют повышению гигиенических свойств тканей, а, следовательно, комфортности одежды, получаемой из этих тканей, являются важными и актуальными.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами (проектами), темами. Тема диссертационной работы соответствует целям и задачам, сформулированным в Государственной программе инновационного развития легкой промышленности Республики Беларусь на 2016–2020 годы (указ президента РБ 31 января 2017 г. № 31), а также приоритетным направлениям отраслевой научно-технической программы на период 2016–2020 годы.

Диссертационная работа выполнялась в соответствии с программой развития легкой промышленности на 2015–2020 годы с перспективой до 2030 года, утвержденной постановлением Совета концерна «Беллегпром» от 24.05.2018 г. № 2 пункт 1.1 «Применение новых технологий в легкой промышленности» в рамках заданий: № 5 «Разработать и освоить технологии производства функционального и повседневного текстиля и трикотажа с применением новых химических нитей»; № 12 «Научно-организационное сопровождение ОНТП «Новые материалы в легкой промышленности».

Диссертационное исследование выполнялось в соответствии с заключенным договором о сотрудничестве между УО «БГЭУ» и ОАО «Камволь».

Цель и задачи исследования. Целью диссертационной работы является оценка и прогнозирование влияния влаги, деформационных и температурных воздействий в процессе отделочных операций на воздухопроницаемость и связанные с ней свойства полшерстяных камвольных тканей костюмного назначения с различным содержанием шерстяных волокон, полиэстера и лайкры.

В соответствии с указанной целью в работе решались следующие **задачи**:

- разработать методики и средства, соответствующие отделочным операциям, для проведения лабораторных исследований влияния влаги, деформационных и температурных воздействий на воздухопроницаемость и связанные с ней свойства тканей;

- определить влияние влаги различной температуры на водопоглощение, усадку и воздухопроницаемость тканей, имеющих различные соотношения волокон шерсти и полиэстера, содержащих и не содержащих лайкру в своем составе;

- определить влияние влажности тканей и температуры окружающего воздуха на снижение усилия в процессе релаксации и продолжительность релаксации тканей различного волокнистого состава и параметров структуры после одно- и двухосного деформирования;

- разработать математические модели, описывающие связь воздухопроницаемости и пористости тканей различного волокнистого состава и параметров структуры с величинами их деформирования по основе и утку в сухом состоянии;

- разработать математические модели для прогнозирования воздухопроницаемости и пористости тканей в зависимости от параметров термофиксации их в состоянии полного влагонасыщения: величин деформирования по основе и утку и продолжительности воздействия температуры;

- разработать метод оценки сквозной пористости тканей и установить вид и степень тесноты взаимосвязи значений пористости и воздухопроницаемости

тканей различного волокнистого состава и параметров структуры в свободном и деформированном состояниях;

– провести апробацию полученных параметров отделки тканей в производственных условиях и внедрить результаты диссертационного исследования.

Научная новизна заключается в следующем:

– получены новые данные о влиянии влаги различной температуры, волокнистого состава и параметров структуры на водопоглощение, усадку и воздухопроницаемость полшерстяных камвольных тканей, позволяющие совершенствовать операции промывки и заварки, и тем самым оказывать влияние на формирование воздухопроницаемости тканей в процессе проведения этих операций;

– получены новые данные о влиянии влажности тканей и температуры окружающего воздуха на снижение усилия в процессе релаксации и продолжительность релаксации полшерстяных камвольных тканей различного волокнистого состава и параметров структуры после их одно- и двухосного деформирования, позволяющие совершенствовать операцию сушки-термофиксации, и тем самым оказывать влияние на формирование воздухопроницаемости тканей в процессе проведения этой операции;

– получены математические модели, описывающие связь воздухопроницаемости и пористости полшерстяных камвольных тканей различного волокнистого состава и параметров структуры с величинами их деформирования по основе и утку в сухом состоянии, позволяющие прогнозировать эти свойства при различных вариантах двухосного деформирования и применять при разработке отделочных операций;

– установлено на основании корреляционного анализа значений воздухопроницаемости и пористости тканей, полученных при различных вариантах двухосного деформирования и в свободном состоянии, наличие между ними тесной линейной связи, что позволяет использовать пористость для косвенной оценки воздухопроницаемости;

– получены математические модели для прогнозирования воздухопроницаемости и пористости тканей в мокром виде в зависимости от параметров термофиксации их в состоянии полного влагонасыщения: величин деформирования по основе и утку и продолжительности воздействия температуры, что позволяет получать ткани с заданными величинами указанных параметров;

– разработан метод определения сквозной пористости тканей, основанный на получении изображений структуры ткани в проходящем через нее перпендикулярно направленном свете, измерении площади сквозных пор на электронных фотографиях образцов тканей при помощи программы Adobe Photoshop CS и отнесении полученной площади к общей площади фотографии образца, который может быть использован для косвенной оценки воздухопроницаемости тканей при значительно меньших затратах на проведение измерений.

Положения, выносимые на защиту:

– результаты исследования влияния влаги различной температуры, волокнистого состава и параметров структуры на водопоглощение, усадку и

воздухопроницаемость полушерстяных камвольных тканей, позволяющие совершенствовать операции промывки и заварки, и тем самым оказывать влияние на формирование воздухопроницаемости тканей в процессе проведения этих операций;

- данные о влиянии влажности тканей и температуры окружающего воздуха на релаксационные характеристики полушерстяных камвольных тканей различного волокнистого состава и параметров структуры после их одно- и двухосного деформирования и математические модели, описывающие связь воздухопроницаемости и пористости тканей с величинами их деформирования по основе и утку, позволяющие совершенствовать процесс сушки-термофиксации, и тем самым оказывать влияние на формирование воздухопроницаемости тканей в процессе проведения этой операции;

- математические модели для прогнозирования воздухопроницаемости и пористости тканей в зависимости от параметров их термофиксации: величин деформирования по основе и утку и продолжительности воздействия температуры, позволяющие получать ткани с заданными параметрами воздухопроницаемости и пористости;

- неразрушающий метод определения сквозной пористости полушерстяных камвольных тканей, при котором получаемые значения в свободном и деформируемом состояниях линейно коррелируют с значениями воздухопроницаемости этих тканей, это позволяет применять его не только для измерения пористости, но и для косвенной оценки воздухопроницаемости тканей, что существенно снижает затраты на проведение испытаний.

Личный вклад соискателя ученой степени. Соискателем лично:

- разработаны методики для проведения лабораторных исследований влияния влаги, деформационных и температурных воздействий на физико-механические свойства тканей в соответствии с операциями отделки;

- разработана установка, позволяющая проводить лабораторные исследования деформационных и температурных воздействий на воздухопроницаемость и связанные с ней свойства тканей;

- исследовано влияние влаги различной температуры на водопоглощение, усадку и воздухопроницаемость полушерстяных камвольных тканей; исследовано влияние влаги и температуры на величину падения усилия в процессе релаксации и продолжительность релаксации полушерстяных камвольных тканей после их одно- и двухосного деформирования;

- разработаны математические модели для описания взаимосвязи воздухопроницаемости и пористости полушерстяных камвольных тканей с величинами их деформирования по основе и утку; и математические модели для прогнозирования воздухопроницаемости и пористости тканей в зависимости от параметров их термофиксации: величин деформирования по основе и утку и продолжительности воздействия температуры;

- разработан метод оценки сквозной пористости тканей различного волокнистого состава и параметров структуры; установлена теснота взаимосвязи значений пористости и воздухопроницаемости тканей различного волокнистого состава и параметров структуры в свободном и деформированном состояниях.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты исследования, включенные в диссертацию, доложены на Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности (Витебск, 2019); IV Международной научно-технической конференции студентов и молодых ученых «Современный механизм функционирования торгового бизнеса и туристической индустрии: реальность и перспективы» (Минск, 2019); Научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава «Инновационные подходы к товароведению потребительских товаров и технологии общественного питания» (Курск, 2020); Национальной молодежной научно-технической конференции «ПОИСК-2020» (Иваново, 2020); 53-ей Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов (Витебск, 2020); XIII Международной научно-практической конференции «Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость» (Минск, 2020); VII Международной научно-практической конференции «Церевитиновские чтения-2020» (Москва, 2020).

Опубликованность результатов диссертации. По материалам диссертации опубликовано 10 печатных работ, в том числе 5 статей – в научных изданиях, включенных в перечень изданий, утвержденных ВАК РБ.

Структура и объем диссертации. Работа содержит введение, общую характеристику работы, пять глав, заключение, список литературы и приложения. Общий объем диссертации составляет 160 страниц, включающий 65 рисунков, 73 таблицы; 5 приложений представлены на 83 страницах. В работе использовались 125 библиографических источников, ссылки на которые представлены на 11 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, определены цель и задачи исследования, отмечена научная новизна и практическая значимость результатов работы, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава. Проведенный обзор литературных источников показал, что публикации по рассматриваемой теме посвящены определению зависимости воздухопроницаемости от структурных параметров различных текстильных материалов, теоретическим и практическим методам определения воздухопроницаемости и пористости материалов, оптическим методам определения их опорной поверхности и пористости, проектированию одежды и изделий специального назначения по заданной воздухопроницаемости и пористости, зависимости воздухопроницаемости льняных и хлопчатобумажных тканей от воздействия различных факторов, взаимосвязи между деформацией и воздухопроницаемостью трикотажных полотен, взаимосвязи между воздухопроницаемостью и пористостью.

Вместе с тем исследований воздухопроницаемости и пористости полушерстяных камвольных тканей при влиянии на них влаги, температуры при различных вариантах двухосных деформаций практически не проводилось. Несмотря на то, что во многих работах говорится о наличии взаимосвязи между

воздухопроницаемостью и пористостью, уравнения, описывающего эту связь с достаточной точностью, не получено. Существующие оптические методы определения пористости материалов не обладают высокой объективностью, и поэтому требуют совершенствования.

На основе проведенного анализа сформулирована цель и основные задачи исследования.

Во второй главе приведены характеристики объектов (таблицы 1 и 2) и методов исследования. Во всех экспериментальных исследованиях применялись образцы суровых камвольных полушерстяных тканей и нитей, которые были получены на предприятии ОАО «Камволь».

Проведен анализ процесса отделки полушерстяных камвольных тканей с целью выявления этапов, после прохождения которых в большей степени изменяется воздухопроницаемость тканей от ее величины в суровом виде.

Таблица 1 – Характеристики исследуемых нитей

Характеристики нитей	Номера образцов нитей									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Состав нитей	Ш – 50 %, ПЭ – 50 %	Ш – 50 %, ПЭ – 50 %	Ш – 50 %, ПЭ – 50 %	Ш – 48,1 %, ПЭ – 48,1 %, Л – 3,8 %	Ш – 40 %, ПЭ – 60 %	Ш – 38,6 %, ПЭ – 58 %, Л – 3,4 %	Ш – 25 %, ПЭ – 75 %	Ш – 24,2 %, ПЭ – 72,4 %, Л – 3,4 %	Ш – 70 %, ПЭ – 30 %	Ш – 60 %, ПЭ – 40 %
Лин. пл-сть, текс	28	42	38	42,4	42	46,4	42	46,4	36	42
Крутка, кр/м	680	536	662	649	565	669	562	658	712	562
Коэфф. крутки	35,8	34,4	40,5	40,0	36,4	43,7	36,5	43,6	42,4	36,1
Удлинение, %	18,3	17,4	21,2	20,0	22,6	20,7	19,8	20,6	20,8	20,4
Разр. нагр., сН	497	822	643	681	846	842	961	995	439	597
Относ. раз. нагр., сН/текс	17,9	20,0	17,1	18,0	20,3	19,7	22,8	22,7	12,4	14,5

Таблица 2 – Характеристики исследуемых тканей

№ образца ткани	Характеристики исследуемых тканей										
	Переплетение	Состав ткани	Пов. пл-ть, г/м ²	Кол-во нитей на 10 см ткани		Состав нитей		Лин. пл-ть нитей, текс		Крутка нитей, кр/м	
				основа	уток	основа	уток	основа	уток	основа	уток
1	Саржа 2/1	Ш – 45 %, ПЭ – 55 %	184	339	258	Ш – 50 %, ПЭ – 50 %	Ш – 50 %, ПЭ – 50 %	28	28	680	680
2			192	277	216			36	36	1147	1147
3			214	281	190			42	42	536	536
4		Ш – 43 %, ПЭ – 55 %, Л – 2 %	210	260	190	Ш – 50 %, ПЭ – 50 %	Ш – 48,1 %, ПЭ – 48,1 %, Л – 3,8 %	38	42,4	662	649
5		Ш – 33 %, ПЭ – 65 %, Л – 2 %	218	248	177	Ш – 40 %, ПЭ – 60 %	Ш – 38,6 %, ПЭ – 58 %, Л – 3,4 %	42	46,4	565	562
6		Ш – 20 %, ПЭ – 78 %, Л – 2 %	225	231	190	Ш – 25 %, ПЭ – 75 %	Ш – 24,2 %, ПЭ – 72,4 %, Л – 3,4 %	42	46,4	669	658

Окончание таблицы 2

№ образца ткани	Характеристики исследуемых тканей										
	Переплетение	Состав ткани	Пов. пл-ть, г/м ²	Кол-во нитей на 10 см ткани		Состав нитей		Лин. пл-ть нитей, текс		Крутка нитей, кр/м	
				основа	уток	основа	уток	основа	уток	основа	уток
7	Диагональное	Ш – 66 %, ПЭ – 34 %	300	414	386	Ш – 70 %, ПЭ – 30 %	Ш – 70 %, ПЭ – 30 %	36	36	712	712
8		Ш – 55 %, ПЭ – 45 %	338	389	360	Ш – 60 %, ПЭ – 40 %	Ш – 60 %, ПЭ – 40 %	42	42	562	562
9	Саржа 2/1	Ш – 66 %, ПЭ – 34 %	280	310	238	Ш – 70 %, ПЭ – 30 %	Ш – 70 %, ПЭ – 30 %	50	50	550	550
10	Саржа 2/2	Ш – 27 %, ПЭ – 73 %	211	280	226	Ш – 30 %, ПЭ – 70 %	Ш – 30 %, ПЭ – 70 %	42	42	672	672
11	Саржа 2/1	Ш – 43 %, ПЭ – 55 %, Л – 2 %	210	313	194	Ш – 50 %, ПЭ – 50 %	Ш – 48,1 %, ПЭ – 48,1 %, Л – 3,8 %	38	42,4	650	646



Рисунок 1. – Уменьшение воздухопроницаемости ткани диагонального переплетения после каждой стадии отделки

На примере ткани диагонального переплетения (таблица 2, ткань 8) видно, что наибольшее снижение воздухопроницаемости происходит на этапах «промывка в расправку», «заварка» и «сушка-термофиксация», на последующих этапах ее изменения незначительны (рисунок 1).

Разработаны методика проведения промывки и заварки нитей и тканей в лабораторных условиях и установка, позволяющая создавать различные варианты двухосной плоскостной деформации ткани, в том числе при воздействии температуры, и при этом измерять усилия при деформировании, релаксацию усилия после деформирования, воздухопроницаемость и пористость ткани при различных вариантах деформирования.

Разработан метод оценки сквозной пористости тканей, который основан на получении изображений структуры ткани в проходящем через нее перпендикулярно

направленном свете, затем измерении при помощи программы Adobe Photoshop СС площади сквозных пор на электронных фотографиях образцов тканей и отнесения полученной площади к общей площади фотографии образца. Сквозная пористость вычисляется по формуле 1.

$$П = \frac{\sum_{i=1}^{10} N_i}{10 \cdot N_0} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где $\sum_{i=1}^{10} N_i$ – количество пикселей в выделенных участках с выбранной интенсивностью просветки на 10 различных изображениях одного образца ткани, шт.; $10 \cdot N_0$ – общее количество пикселей 10 изображений одного образца.

Проведен корреляционный анализ взаимосвязи пористости и воздухопроницаемости тканей в свободном состоянии, который показал, что между ними связь линейная, прямо пропорциональная и имеет высокую тесноту.

Третья глава посвящена исследованию факторов, влияющих на воздухопроницаемость тканей в процессах промывки и заварки. Исследовались водопоглощение и усадка нитей, водопоглощение, усадка и изменение воздухопроницаемости тканей после их увлажнения.

Проводились два варианта исследований. В первом исследованию подвергались нити (с бобины) и суровые ткани, которые были получены из этих нитей. Характеристики нитей и тканей представлены соответственно в таблицах 1 и 2. Исследования проводились при трех различных температурах воды 20, 50 и 90 °С. Во втором – исследовались нити, полученные путем роспуска суровых тканей, и сами ткани, прошедшие влажную обработку в полном соответствии с отделочными операциями: промывка и заварка. Для данных исследований разработана методика, позволяющая в лабораторных условиях смоделировать производственные процессы «промывка» и «заварка» тканей.

Исследование водопоглощения нитей и полученных из них тканей в зависимости от температуры увлажнения показало следующее:

- водопоглощение нитей и тканей возрастает по мере повышения температуры увлажнения. При этом нити и ткани, содержащие в своем составе лайкру, имеют значительно большее водопоглощение при всех температурах увлажнения, чем при отсутствии лайкры;

- водопоглощение нитей зависит от доли шерстяных волокон, чем больше процент шерстяных волокон, тем больше водопоглощение. Водопоглощение нитей при одинаковом содержании шерстяных волокон по мере увеличения крутки повышается;

- величина водопоглощения саржевых тканей одинакового волокнистого состава зависит лишь от плотностей ткани по основе и по утку, чем они меньше, тем более шероховатая поверхность ткани, тем больше она поглощает влаги при смачивании;

- водопоглощение ткани диагонального переплетения, в отличие тканей саржевого переплетения, практически не зависит от температуры увлажнения. Кроме того, в связи с большей гладкостью поверхности и высокой плотностью по основе и утку эта ткань имеет меньшее водопоглощение, чем саржевые ткани.

– для полного насыщения влагой нитей и тканей различного волокнистого состава и параметров структуры достаточно, соответственно, 1 и 3 минут.

При определении усадки после увлажнения образцы высушивались в свободном состоянии при комнатной температуре до постоянства массы, затем выдерживались не менее 24 часов в эксикаторе.

В результате сравнительного исследования усадки нитей с бобины после увлажнения при различных температурах и нитей, извлеченных из тканей, после операций промывки и заварки установлено:

– усадка нитей, извлеченных из тканей, и нитей с бобины, имеющих различные волокнистые составы и линейные плотности, не содержащих лайкру, после увлажнения при различных температурах и после операций промывки и заварки практически отсутствует;

– усадка нитей, извлеченных из тканей, и нитей с бобины, содержащих лайкру, начинается уже после увлажнения при температуре 50 °С и увеличивается с увеличением температуры увлажнения. При этом максимальную усадку имеют нити, в составе которых большее содержание лайкры и шерстяных волокон. Усадка нитей из ткани, прошедших промывку и заварку, значительно больше, чем у нитей с бобины после увлажнения при различных температурах.

Усадка тканей различного волокнистого состава и переплетений, полученных из нитей различной крутки, после увлажнения при различной температуре и после промывки и заварки показана на рисунках 2–4.

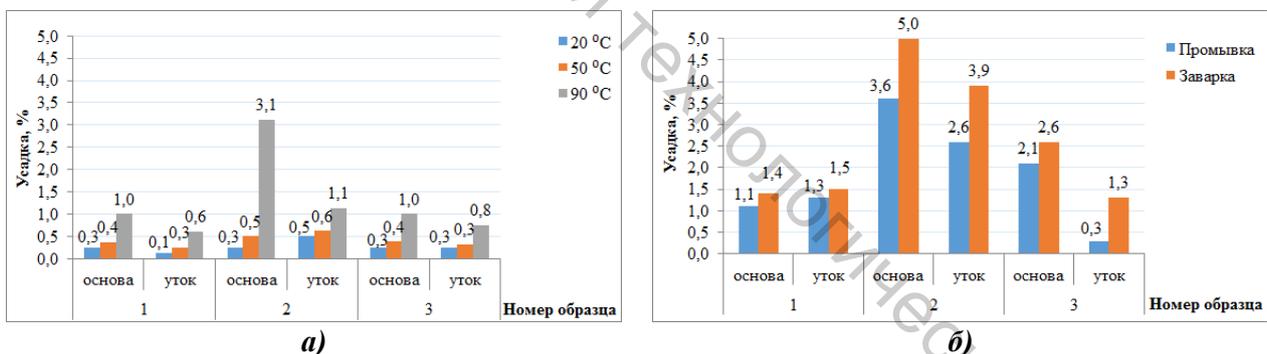


Рисунок 2. – Усадка тканей саржевого переплетения одинакового волокнистого состава без лайкры после увлажнения при различной температуре (а) и после промывки и заварки (б)

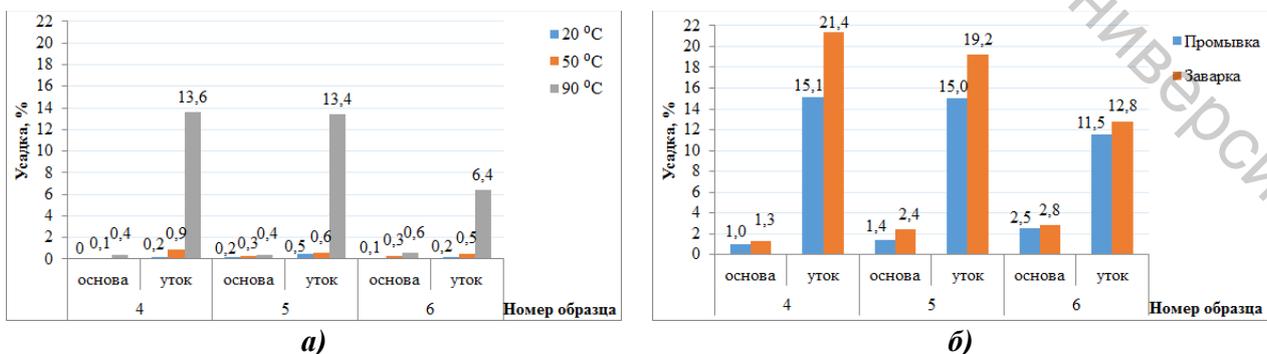


Рисунок 3. – Усадка тканей саржевого переплетения с содержанием лайкры под действием влаги различной температуры (а) и после промывки и заварки (б)

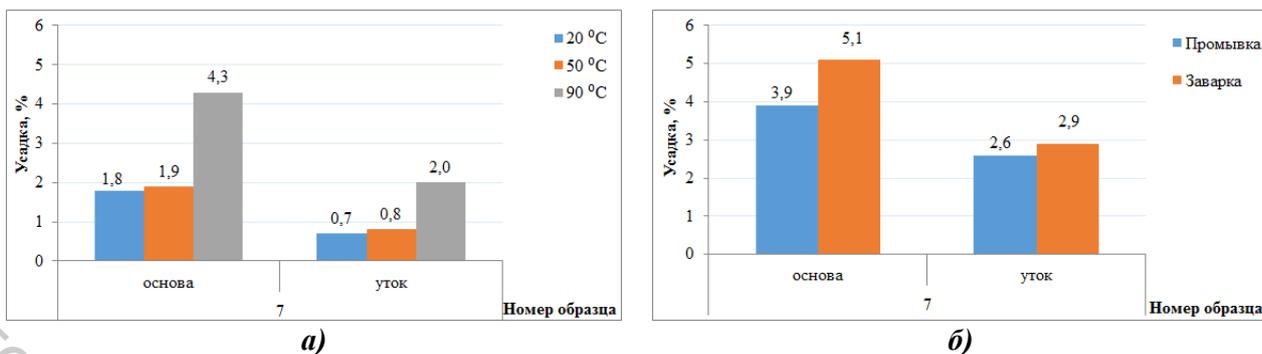


Рисунок 4. – Усадка ткани диагоналевого переплетения под действием влаги различной температуры (а) и после промывки и заварки (б)

Сравнительный анализ усадки тканей показал следующее:

- усадка тканей саржевого переплетения, не содержащих лайкру, протекает за счет структуры ткани и в основном в направлении основы. При этом усадка тканей, состоящих из нитей высокой крутки значительно выше, чем у тканей из нитей с меньшей круткой;
- усадка тканей, содержащих в утке лайкру, происходит по утку и складывается из усадки структуры ткани и усадки нити;
- усадка тканей диагоналевого переплетения (без лайкры), так же, как и у саржевых тканей, по основе больше, чем по утку, но с меньшей разницей;
- усадка всех исследуемых тканей после операций промывки и заварки значительно больше, чем после увлажнения в чистой воде.

При определении изменения воздухопроницаемости тканей так же, как и ее усадки, образцы после увлажнения высушивались в свободном состоянии при комнатной температуре до постоянства массы, затем выдерживались не менее 24 часов в эксикаторе.

Снижение воздухопроницаемости тканей различного волокнистого состава и переплетений, полученных из нитей различной крутки, после увлажнения при различной температуре и после промывки и заварки показано на рисунках 5–7.

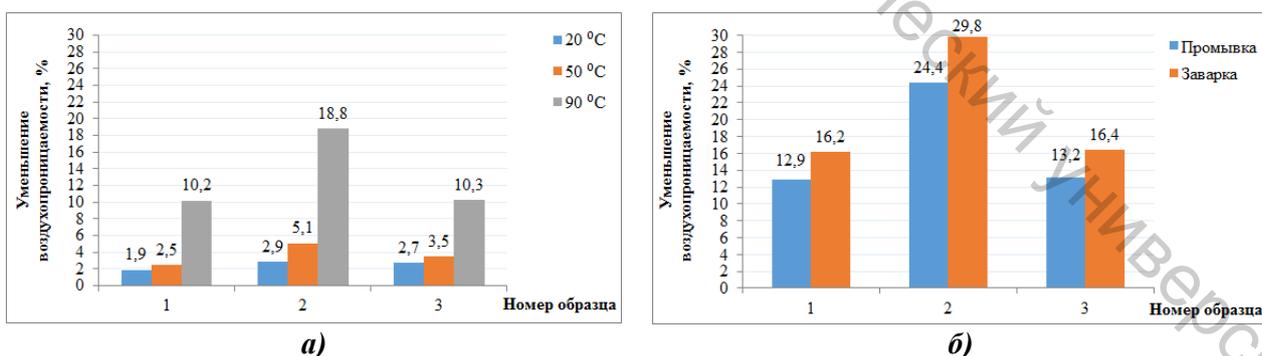


Рисунок 5. – Уменьшение воздухопроницаемости тканей саржевого переплетения одинакового волокнистого состава без лайкры после увлажнения при различной температуре (а) и после промывки и заварки (б)

В результате исследования воздухопроницаемости тканей установлено следующее:

- снижение воздухопроницаемости тканей тесно связано с их усадкой, увеличение усадки ткани приводит к снижению ее воздухопроницаемости. При

этом даже небольшое увеличение усадки ткани значительно снижает ее воздухопроницаемость;

- снижение воздухопроницаемости у тканей, содержащих лайкру, проявляется в большей степени, чем у тканей без лайкры;

- у тканей диагонального переплетения воздухопроницаемость при высоких температурах увлажнения снижается меньше, чем у саржевых тканей.

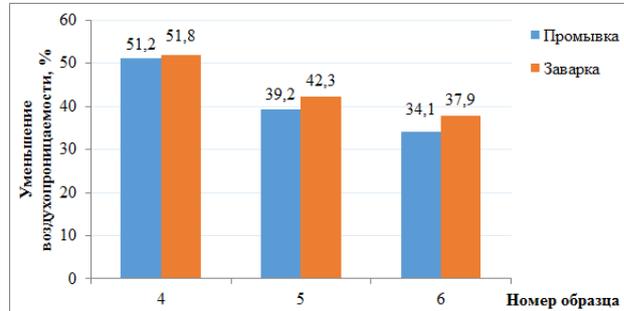
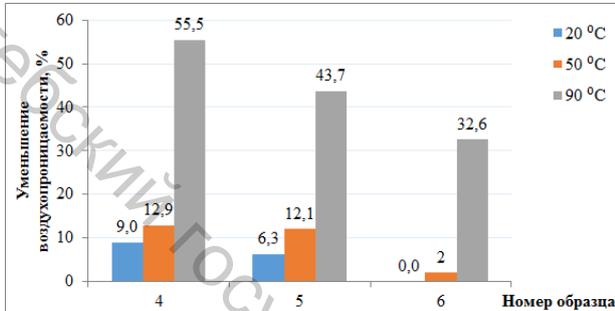


Рисунок 6. – Уменьшение воздухопроницаемости тканей саржевого переплетения различного волокнистого состава с содержанием лайкры после увлажнения при различной температуре (а) и после промывки и заварки (б)

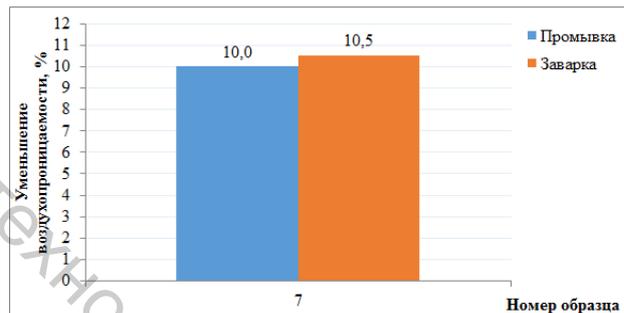
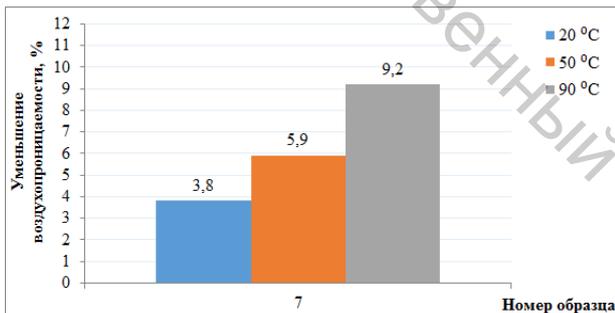


Рисунок 7. – Уменьшение воздухопроницаемости ткани диагонального переплетения под действием влаги при различной температуре (а) и после промывки и заварки (б)

Четвертая глава посвящена исследованию факторов, влияющих на воздухопроницаемость и пористость тканей в процессе сушки-термофиксации. В этом процессе в результате деформирования увлажненной ткани и последующей релаксации под воздействием температуры фиксируется ее структура, которая в основном определяет пористость и воздухопроницаемость. Релаксация ткани зависит от усилия, возникающего при деформировании, и характеризуется величиной и продолжительностью его падения после прекращения деформирования. Кроме того, на релаксацию ткани влияет ее влажность и температура окружающей среды.

Для выявления влияния указанных факторов на релаксацию тканей проведено комплексное исследование. Исследовались усилия при различных величинах одноосного и двухосного деформирования, их падение в процессе релаксации после прекращения деформирования и продолжительность релаксации. Деформирование образцов производилось поэтапно, указанные параметры определялись на каждом этапе в соответствии с величинами деформирования. Запись изменения величины усилия в процессе релаксации производилась через каждые 0,1 с. Для

сравнительного анализа ткани испытывались в сухом состоянии и при полном влагонасыщении, при нормальной температуре воздуха и при воздействии потока горячего воздуха.

Испытания проводились на шести образцах тканей (размер 100x100 мм) одного переплетения (саржа 2/1 в таблице 2). Три из них (1, 2, 3) имели одинаковый волокнистый состав, но различные плотности по основе и утку, и линейные плотности нитей, и три образца (4, 5, 6), состав которых отличался количеством шерстяных волокон и полиэстера, плотностями по основе и утку, линейными плотностями нитей, а также, наличием лайкры в уточной нити.

Проведенные исследования влияния влаги показали, что характер процесса релаксации тканей при всех величинах одноосного и двухосного деформирования в сухом состоянии и при полном влагонасыщении одинаков, отличается только соответствующими им значениями исследуемых параметров. Поэтому данные для сравнительного анализа влияния влаги на значения исследуемых параметров взяты только при двухосном деформировании и при одной величине деформации (5,8 %), которая близка к максимальной (таблица 3).

Анализ результатов исследования (таблица 3) показывает следующее:

– усилия, возникающие при деформировании тканей на одинаковую величину, больше по основе, чем по утку, как в сухом состоянии, так и влагонасыщенном. В сухом состоянии у тканей без лайкры (1, 2, 3) они больше в 1,4–1,9 раза, во влажном в 1,3–1,5 раза, у тканей с лайкрой (4, 5, 6), соответственно в 1,6–3,0 раза и 2,1–4,6 раза. При этом усилия при деформировании тканей, не содержащих лайкры, значительно выше, чем у тканей с лайкрой, как по основе, так и по утку, в сухом и влагонасыщенном состояниях;

– усилия при деформировании тканей при полном влагонасыщении значительно ниже, чем в сухом состоянии. Разница в целом для всех тканей по основе составляет 23,6–35,4 %, по утку 14,5–46,9 %. При этом разница в усилиях по основе у тканей, без лайкры (1, 2, 3) больше (25,7–35,4%), чем у тканей, содержащих лайкру (4, 5, 6) – 23,6–27,7 %, а по утку наоборот, соответственно, 14,5–46,9 % против 13,9–24,6 %. Это показывает, что во влажном состоянии ткани без лайкры легче деформируются по основе, чем по утку, а ткани с лайкрой, наоборот, легче деформируются по утку, чем по основе;

– величина падения усилия в процессе релаксации для всех исследуемых тканей больше при полном влагонасыщении, чем в сухом состоянии. По основе она составляет 2,0–9,8 %, а по утку – 1,0–4,9 %. При этом у тканей, не содержащих лайкры, величина падения усилия больше, чем у тканей с лайкрой, как в сухом, так и во влагонасыщенном состояниях;

– продолжительность релаксации усилий по основе больше, чем по утку у всех тканей, в сухом состоянии в 1,7–2,3 раза, во влагонасыщенном в 1,1–1,5 раза.

При исследовании влияния температуры воздуха на характеристики релаксации образцы тканей имели полное влагонасыщение. По окончании релаксации при нормальной температуре воздуха (18–22 °С), ткани подвергались нагреву потоком горячего воздуха при температуре (180 °С), которая соответствует температуре сушки-термофиксации в производственных условиях. Исследование проводилось при максимальном деформировании 7,7 %.

Таблица 3 – Значения анализируемых параметров при двухосном деформировании тканей в сухом состоянии и при полном влагонасыщении

№обр.	Значения при деформировании на 5,8 % и релаксации											
	Усилие при растяжении, Н				Паден. усил. в проц. релакс., %				Продолжит. релаксации, с			
	В сухом сост.		Во влаж. сост.		В сухом сост.		Во влаж. сост.		В сухом сост.		Во влаж. сост.	
	основа	уток	основа	уток	основа	уток	основа	уток	основа	уток	основа	уток
1	38,33	26,73	28,48	22,35	9,5	8,8	11,5	9,3	140,2	126,8	166,1	131,8
2	29,50	18,96	19,06	14,29	12,7	7,4	15,6	10,9	225,6	87,6	247,7	142,3
3	54,42	28,28	35,57	24,34	9,0	6,7	18,8	10,4	252,1	152,1	267,1	174,7
4	13,01	4,07	9,40	2,16	8,1	6,6	11,1	7,4	109,7	48,1	57,8	29,8
5	17,67	6,01	13,52	5,32	10,8	4,9	11,1	9,8	135,5	78,8	70,4	52,3
6	18,87	12,02	14,42	6,76	6,5	5,9	9,9	6,5	187,6	88,8	93,3	38,3

В качестве примера на рисунке 8 показан процесс протекания релаксации усилия после деформирования по основе одной из исследуемых тканей: участок I соответствует релаксации при нормальной температуре воздуха (18–22 °С), участок II – при воздействии на ткань горячим воздухом (180 °С).

Видно, что при воздействии на ткань горячего воздуха (участок II) величина

падения усилия значительно больше, чем при нормальной температуре (участок I).

В таблице 4 представлены значения релаксационных характеристик при двухосном деформировании для всех исследуемых тканей.

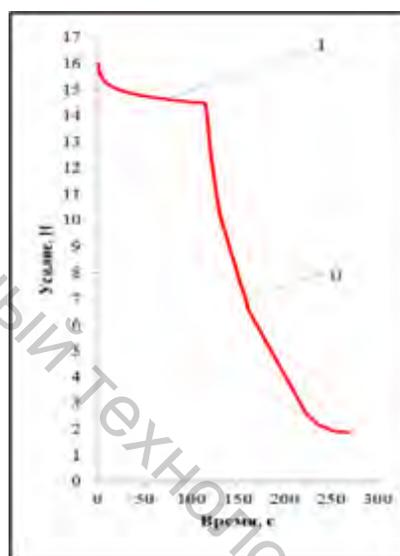


Рисунок 8. – Релаксация усилий после растяжения ткани по основе на 5,8 %: I – при комнатной температуре; II – под действием горячего воздуха

Таблица 4 – Значения анализируемых параметров при двухосном деформировании влагонасыщенных тканей: I – при нормальной температуре; II – под воздействием горячего воздуха

№ образца	Характеристики релаксации на участках I и II							
	Падение усилия, %				Продолжительность релаксации, с			
	основа		уток		основа		уток	
	I	II	I	II	I	II	I	II
1	14,9	82,5	9,0	87,7	231,1	160,4	171,9	128,5
2	9,1	87,5	21,6	88,9	151,5	270,7	151,0	97,4
3	15,9	80,2	8,1	84,2	299,7	206,0	179,3	166,8
4	16,3	89,0	13,7	80,5	210,7	114,3	68,3	157,2
5	8,6	86,8	5,9	77,5	152,4	134,8	79,3	160,9
6	19,3	83,9	6,8	74,2	230,1	149,9	124,2	163,6

Из данных таблицы видно, что у всех исследуемых тканей релаксация усилий при воздействии горячего воздуха протекает значительно интенсивнее (участок II), чем при нормальной температуре (участок I).

Падение величины усилия в процессе релаксации при воздействии горячего воздуха для всех тканей находится в пределах 80,2–89,0 %, по основе и 74,2–88,9 % по утку (таблица 4), в то время как при нормальной температуре воздуха – по основе 14,9–21,6 %, по утку 5,9–13,7 % (таблица 4). При этом наибольшее падение усилия в тканях, имеющих либо самую высокую крутку нити (ткань 2), либо самую низкую плотность (ткань 5), либо относительно средние значения крутки и плотностей (ткань 4). У тканей, содержащих в своем составе лайкру, величина падения усилия в процессе релаксации по основе больше (83,9–89,0 %), чем у тканей без лайкры (80,2–87,5 %), а по утку, наоборот, меньше 74,2–80,5 % против 84,2–88,9 %.

Продолжительность релаксации усилий при воздействии на ткани горячего воздуха по основе у всех исследуемых тканей меньше (114,3–206,0 с), чем при нормальной температуре (152,4–299,7 с); по утку она существенно различается: у тканей, не содержащих лайкру, также меньше (68,3–124,2 против 157,2–163,6 с), а у тканей, содержащих лайкру, наоборот больше (151–206 против 97,4–166,8 с).

Исследование зависимости воздухопроницаемости и пористости тканей от величины деформирования по основе и утку проводилось на тех же шести образцах тканей, которые предварительно были заварены и выдержаны в течение суток в эксикаторе. Эксперимент проводился на установке, разработанной автором. Воздухопроницаемость тканей определялась на приборе МТ 160 фирмы «Метротекс», пористость – методом, предлагаемым автором в данной работе.

Для получения математических моделей, описывающих взаимосвязь воздухопроницаемости и пористости тканей от величины деформирования по основе и утку, применялся симплекс-суммируемый план, позволяющий получить математические модели второго порядка. Уровни варьирования факторов представлены в таблице 5. Полученные и проверенные на адекватность математические модели (при $F_{\text{табл}} = 9,3$) представлены в таблицах 6 и 7.

Таблица 5 – Уровни варьирования факторов

Факторы	Код x_i	Уровни факторов						
		-1	-0,87	-0,5	0	0,5	0,87	1
Деформация ткани по основе, %	x_1	1,93	-	3,14	4,35	5,56	-	6,77
Деформация ткани по утку, %	x_2	1,93	2,23	-	4,35	-	6,46	6,77

Таблица 6 – Модели воздухопроницаемости тканей и критерии Фишера

№	Модель	F_p
1	$Y = 111,3 + 4,0 \cdot x_1 + 7,6 \cdot x_2 + 2,8 \cdot x_1^2$	2,3
2	$Y = 495,9 + 11,5 \cdot x_1 + 34,0 \cdot x_2 + 22,2 \cdot x_1^2$	0,1
3	$Y = 158,3 + 6,8 \cdot x_1 + 14,1 \cdot x_2 + 5,4 \cdot x_1^2$	0,8
4	$Y = 95,3 + 3,4 \cdot x_1 + 7,9 \cdot x_2 + 2,6 \cdot x_1^2$	7,0
5	$Y = 101,5 + 3,7 \cdot x_1 + 9,0 \cdot x_2 + 3,2 \cdot x_1^2$	3,6
6	$Y = 107,7 + 3,6 \cdot x_1 + 8,6 \cdot x_2 + 2,3 \cdot x_1^2$	3,3

Таблица 7 – Модели пористости тканей и критерии Фишера

№	Модель	F_p
1	$Y = 0,306 + 0,022 \cdot x_1 + 0,069 \cdot x_2 + 0,084 \cdot x_1^2$	8,8
2	$Y = 4,950 + 0,481 \cdot x_1 + 1,372 \cdot x_2 + 0,626 \cdot x_1^2$	8,7
3	$Y = 0,412 + 0,032 \cdot x_1 + 0,089 \cdot x_2 + 0,047 \cdot x_1^2$	6,1
4	$Y = 0,178 + 0,039 \cdot x_1 + 0,072 \cdot x_2 + 0,045 \cdot x_1^2$	8,6
5	$Y = 0,218 + 0,024 \cdot x_1 + 0,058 \cdot x_2 + 0,030 \cdot x_1^2$	6,5
6	$Y = 0,227 + 0,025 \cdot x_1 + 0,078 \cdot x_2 + 0,045 \cdot x_1^2$	7,8

По полученным моделям для всех тканей построены двумерные сечения поверхности отклика зависимости воздухопроницаемости и пористости от деформации по основе и утку. Для примера на рисунке 9 представлены сечения для двух тканей: для ткани 2, имеющей высокую крутку нитей и низкую плотность, и

для ткани 3, имеющей низкую крутку нитей и высокую плотность. Видно, что значения воздухопроницаемости и пористости у этих тканей заметно отличаются при одинаковых величинах деформирования.

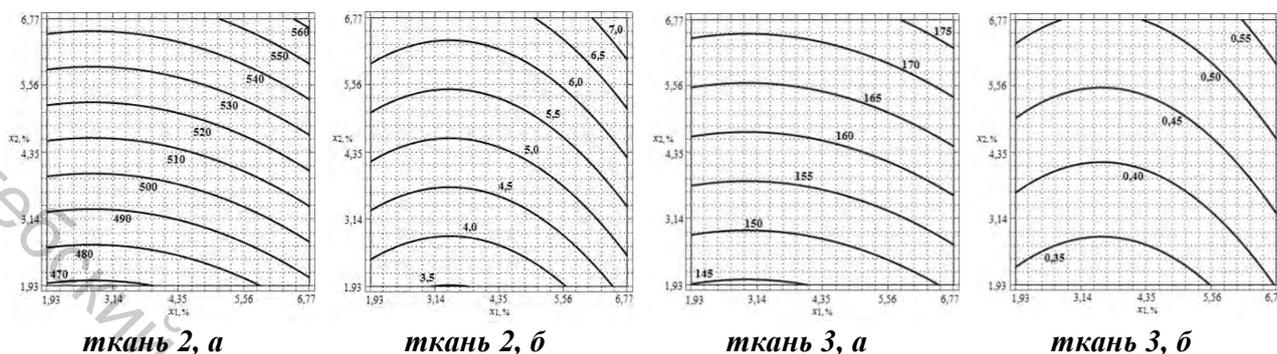


Рисунок 9. – Двумерные сечения поверхности отклика зависимости воздухопроницаемости (а) и пористости (б) от деформации по основе и утку для тканей 2 и 3

Анализ двумерных сечений для всех исследуемых тканей показал, что воздухопроницаемость и пористость увеличивается не только с ростом величины деформирования по основе и утку, но также с увеличением крутки нитей, уменьшением плотностей тканей и количества шерстяных волокон в их составе. Наличие в составе тканей лайкры, придающей их структуре рыхлость и объемность, существенно снижает их воздухопроницаемость и пористость.

Для исследования тесноты связи между воздухопроницаемостью и пористостью тканей в деформированном состоянии по основе и утку использовались значения этих параметров для шести образцов тканей при каждом варианте деформирования в соответствии с планом эксперимента. В результате корреляционного анализа получены: коэффициент линейной корреляции Пирсона $r_{xy} = 0,9835$, коэффициент ранговой корреляции Спирмена $\rho = 0,9752$, коэффициент детерминации $R^2 = 0,9670$. Это говорит о том, что связь между воздухопроницаемостью и пористостью линейна и прямо пропорциональна.

Исследование влияния параметров сушки-термофиксации на изменение воздухопроницаемости и пористости, а также на свойства, связанные с ними, проводилось на тканях, характеристики которых представлены в таблице 2 (ткани 9, 10 и 11). Перед экспериментом образцы тканей проходили промывку и заварку в соответствии с производственными условиями, смачивались умягчающей и антистатической пропиткой, приготовленной по рецептуре, используемой на производстве. Для проведения эксперимента использовался центральный композиционный ортогональный план (ЦКОП), который позволяет построить уравнение регрессии второго порядка для трех факторов. Уровни варьирования факторов представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Уровни варьирования факторов

Факторы	Код x_i	Уровни факторов					Интервал варьирования факторов
		-1,215	-1	0	+1	+1,215	
Деформация ткани по основе, %	x_1	1,4	1,9	4,4	6,9	7,3	2,5
Деформация ткани по утку, %	x_2	1,4	1,9	4,4	6,9	7,3	2,5
Время воздействия воздуха при температуре 180 °С, с	x_3	59	80	180	280	302	100

Параметрами выхода были: изменение усилий (в %) по основе (Y_1) и по утку (Y_2) в период релаксации; удлинение (в %) по основе (Y_3) и по утку (Y_4); изменение (в %) воздухопроницаемости (Y_5) и пористости (Y_6) тканей.

В результате проведенного эксперимента в соответствии с центральным композиционным ортогональным планом (ЦКОП) получены математические модели зависимости падения усилий по основе и по утку в процессе релаксации ткани; удлинения тканей по основе и по утку; изменения воздухопроницаемости и пористости от величин деформирования тканей по основе (x_1) и утку (x_2) и от времени воздействия горячего воздуха (x_3), которые позволяют прогнозировать изменения указанных параметров при различных сочетаниях вариантов двухосного деформирования и длительности воздействия температуры в процессе термофиксации тканей. Двумерные сечения поверхностей отклика можно применять в качестве номограмм для определения всех выходных параметров после различных величин деформирования в двух направлениях и оптимальном времени воздействия температуры в процессе их термофиксации.

В результате анализа математических моделей, а также двумерных сечений поверхностей отклика и однофакторных зависимостей параметров выхода при различных фиксированных значениях факторов воздействия, построенных по этим моделям, установлено следующее:

- величины удлинения при равном деформировании тканей по основе и утку в процессе термофиксации зависят от структуры тканей. Повышение плотностей по основе и утку, линейной плотности нитей и содержания в них шерстяных волокон и снижение крутки нитей увеличивают удлинение ткани по основе и утку. Однако воздухопроницаемость и пористость тканей при этом снижаются;

- релаксация усилий, а также изменение воздухопроницаемости и пористости тканей, не содержащих лайкры, в процессе их термофиксации завершается после воздействия на них горячего воздуха в течении 220 с, тканей с лайкрой более 300 с. Увеличить воздухопроницаемость и пористость тканей при данном времени термофиксации можно за счет снижения плотностей тканей по основе и утку, снижения линейных плотностей нитей и повышения их крутки, а также за счет снижения доли шерстяных волокон в составе тканей. Наличие в составе ткани лайкры существенно снижает ее воздухопроницаемость и пористость.

Пятая глава посвящена оценке экономического и социального эффекта результатов исследования. Рассчитано, что при использовании разработанного метода определения пористости для косвенной оценки воздухопроницаемости ткани на производстве прибыль составит 13 116,6 руб. в год за счет сокращения материальных и трудовых затрат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований получены новые данные о влиянии влаги различной температуры, соотношения в составе пряжи волокон шерсти, полиэстера и лайкры, параметров структуры полшерстяных камвольных тканей на их водопоглощение, усадку и

воздухопроницаемость, что позволяет в процессах промывки и заварки активно влиять на формирование важнейшего гигиенического свойства – воздухопроницаемости тканей [1, 2, 6].

2. Впервые получены данные о влиянии влажности и температуры на величины падения усилия в процессе релаксации и продолжительность релаксации полшерстяных камвольных тканей с различным соотношением волокон шерсти, полиэстера и лайкры и параметров структуры после их деформирования, а также математические модели, описывающие связь воздухопроницаемости и пористости тканей с величинами их деформирования по основе и утку, которые позволяют определять наиболее оптимальные параметры операции сушки-термофиксации и тем самым влиять на формирование воздухопроницаемости тканей в процессе проведения этой операции [4, 7].

3. Разработаны математические модели для прогнозирования воздухопроницаемости и пористости полшерстяных камвольных тканей, имеющих различное соотношение волокон шерсти, полиэстера и лайкры, и параметров структуры в зависимости от режимов их термофиксации: величин деформирования по основе и утку и продолжительности воздействия температуры, что позволяет получать ткани с заданными величинами указанных параметров [5, 8, 9].

4. В результате проведенного корреляционного анализа значений воздухопроницаемости и пористости тканей, полученных при различных вариантах двухосного деформирования и в свободном состоянии, установлена между ними тесная линейная связь, что позволяет использовать пористость для косвенной оценки воздухопроницаемости [10].

5. Разработан новый метод определения пористости тканей, основанный на получении изображений структуры ткани в проходящем через нее перпендикулярно направленном свете, измерении при помощи программы Adobe Photoshop СС площади сквозных пор на электронных фотографиях образцов тканей и отнесении полученной площади к общей площади фотографии образца, отличающийся от существующего, в котором поры обрисовываются вручную при помощи программы трехмерного моделирования «Компас 3D», высокой точностью и значительно меньшей трудоемкостью измерения [3].

Рекомендации по практическому использованию результатов

1. Эффективное влияние на формирование воздухопроницаемости и, тем самым, гигиеничности полшерстяных камвольных тканей с различным соотношением шерстяных волокон, полиэстера и лайкры может быть обеспечено путем регулирования влияния факторов, воздействующих на данный параметр в процессах отделочных операций, на основе полученных результатов экспериментальных и теоретических исследований.

2. Применение предложенного оптического метода определения пористости для косвенной оценки воздухопроницаемости тканей позволяет снизить материальные и трудовые затраты на проведение измерений. Экономический эффект составит 13 116 руб. в год.

3. Результаты исследований факторов, влияющих на формирование воздухопроницаемости и пористости полшерстяных камвольных тканей, приняты к использованию на ОАО «Камволь», что позволит выпускать ткани, требующие

высокой воздухопроницаемости (например, для пошива детской одежды), а также улучшить гигиенические свойства уже выпускаемых тканей и тем самым повысить их качество и конкурентоспособность (акт о практическом использовании результатов исследования в текстильной промышленности от 22.10.2020 г.)

4. Результаты теоретических и экспериментальных исследований внедрены в учебный процесс в УО «Белорусский государственный экономический университет» для использования в учебной дисциплине «Товароведение однородных товарных групп (в отрасли): Товароведение и экспертиза текстильных товаров» (акт о внедрении в образовательный процесс БГЭУ от 21.10.2020 г.).

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Статьи в научных рецензируемых журналах по специальности диссертационной работы

1. Гапонова, Т. А. Исследование влияния влаги на усадку полушерстяных камвольных тканей / **Т. А. Гапонова**, В. В. Садовский, Л. О. Братченя // Потребит. кооп. – 2019. – № 4. – С. 60–64.

2. Гапонова Т.А. Исследование релаксации усилий в полушерстяных камвольных тканях при двухосном растяжении / В. В. Садовский, **Т. А. Гапонова**, Л. О. Братченя // Весн. Беларус. дзярж. экан. ун-та. – 2020. – № 3. – С. 47–56.

3. Гапонова, Т. А. Разработка математических моделей для прогнозирования воздухопроницаемости и пористости полушерстяных камвольных тканей в процессе термофиксации / **Т. А. Гапонова**, В. В. Садовский, Л. О. Братченя // Потребит. кооп. – 2020. – № 3. – С. 46-52.

Статьи в научных рецензируемых журналах

4. Гапонова, Т. А. Исследование водопоглощения полушерстяных камвольных тканей в зависимости от их волокнистого состава и структуры / **Т. А. Гапонова**, В. В. Садовский, Л. О. Братченя // Вестн. Витеб. гос. технол. ун-та. – 2019. – № 2. – С. 21–27.

5. Гапонова Т.А. Разработка метода оценки пористости тканей / В. В. Садовский, **Т. А. Гапонова** // Стандартизация. – 2020. – № 2. – С. 49–53.

Материалы конференций

6. Гапонова, Т. А. Влияние влаги на воздухопроницаемость и усадку п/ш камвольных тканей различного волокнистого состава / **Т. А. Гапонова**, В. В. Садовский // Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Витебск, 13–14 нояб. 2019 г. / Витеб. гос. технол. ун-т; редкол.: А. А. Кузнецов [и др.]. – Витебск, 2019. – С. 31–33.

7. Гапонова, Т. А. Исследование усилий и их релаксации при одноосном деформировании полушерстяных камвольных тканей / **Т. А. Гапонова**, В. В. Садовский // Экономика, управление и финансы в XXI веке: факты, тенденции, прогнозы: материалы междунар. науч.-практ. конф., Курск, 7 апр. 2020 г. / Кур. ин-т кооп. – Курск, 2020. – С. 295–300.

8. Гапонова, Т. А. Исследование изменения воздухопроницаемости полушерстяных камвольных тканей в условиях двухосного растяжения под воздействием температуры / **Т. А. Гапонова**, В. В. Садовский // Молодые ученые –

развитию Нац. технол. инициативы (ПОИСК – 2020). – Иваново, 2020. – № 1. – С. 116–118.

9. Гапонова, Т. А. Исследование изменения пористости полшерстяных камвольных тканей при двухосной деформации и воздействии температуры [Электронный ресурс] / Т. А. Гапонова, В. В. Садовский // Сборник материалов 53-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов: в 2 т. / Витеб. гос. технол. ун-т; редкол.: Е. В. Ванкевич [и др.]. – Витебск, 2020. – Т. 2. – С. 266-268. – Режим доступа: <http://nic.vstu.by/?download=13131>. – Дата доступа: 05.10.2020.

Тезисы докладов

10. Гапонова, Т. А. Оценка взаимосвязи воздухопроницаемости и пористости полшерстяных камвольных тканей / Т. А. Гапонова, В. В. Садовский // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость: материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14 мая 2020г. / Белорус. гос. экон. ун-т ; редкол.: В. Ю. Шутилин (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2020. – С. 237.

РЕЗЮМЕ

Гапонова Татьяна Андреевна

Оценка и прогнозирование влияния отделочных операций на воздухопроницаемость полшерстяных камвольных тканей костюмного назначения

Ключевые слова: камвольная ткань, полшерстяная нить, воздухопроницаемость, пористость, водопоглощение, усадка, одноосное и двухосное деформирование, релаксация усилия, термофиксация.

Объектами исследования являются полшерстяные камвольные ткани и нити.

Цель работы – оценка и прогнозирование влияния влаги, деформационных и температурных воздействий в процессе отделочных операций на воздухопроницаемость и связанные с ней свойства полшерстяных камвольных тканей костюмного назначения с различным содержанием шерстяных волокон, полиэстера и лайкры.

Методология исследования: результаты экспериментов представляют собой массив данных физико-механических испытаний полшерстяных нитей и камвольных тканей, проанализированных и обработанных при помощи прикладных программ на ЭВМ.

Полученные результаты и их новизна: получены новые данные о влиянии влаги различной температуры на водопоглощение, усадку и воздухопроницаемость полшерстяных камвольных тканей; о влиянии влажности и температуры окружающего воздуха на снижение усилия в процессе релаксации и на продолжительность релаксации полшерстяных камвольных тканей после их одно- и двухосного деформирования; разработан метод определения сквозной пористости полшерстяных камвольных тканей; получены математические модели, описывающие связь воздухопроницаемости и пористости полшерстяных камвольных тканей с величинами их деформирования по основе и утку; получены математические модели для прогнозирования воздухопроницаемости и пористости тканей в зависимости от параметров их термофиксации.

Рекомендации по использованию: эффективное влияние на формирование воздухопроницаемости и тем самым гигиеничности полшерстяных камвольных тканей с различным соотношением шерстяных волокон, полиэстера и лайкры может быть обеспечено путем регулирования влияния факторов, воздействующих на данный параметр в процессах отделочных операций, на основе полученных результатов экспериментальных и теоретических исследований. Разработанный метод оценки сквозной пористости тканей может быть эффективно использован на практике и служить косвенной оценкой воздухопроницаемости. Полученные результаты исследования внедрены в учебный процесс УО «БГЭУ» и на ОАО «Камволь».

Область применения: текстильное производство.

РЭЗЮМЭ

Гапонава Таццяна Андрэеўна

Ацэнка і прагназаванне ўплыву апрацовачных аперацый на паветрапранікальнасць паўшарсцяных камвольных тканін касцюмнага прызначэння

Ключавыя словы: камвольная тканіна, паўшарсцяная нітка, паветрапранікальнасць, сітавасць, водапаглыннанне, усаджванне, аднавосевае і двухвосевае дэфармаванне, рэлаксацыя намагання, тэрмафіксацыя.

Аб'ектамі даследавання з'яўляюцца паўшарсцяныя камвольныя тканіны і ніткі.

Мэта даследавання – ацэнка і прагназаванне ўплыву вільгаці, дэфармацыйных і тэмпературных уздзеянняў у працэсе апрацовачных аперацый на паветрапранікальнасць і звязаныя з ёй уласцівасці паўшарсцяных камвольных тканін касцюмнага прызначэння з розным утрыманнем шарсцяных валокнаў, поліэстэра і лайкры.

Метадалогія даследавання: вынікі эксперыменту ўяўляюць сабой масіў звестак фізіка-механічных выпрабаванняў паўшарсцяных нітак і камвольных тканін, прааналізаваных і апрацаваных пры дапамозе прыкладных праграм на ЭВМ.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: атрыманы новыя звесткі пра ўплыў вільгаці рознай тэмпературы на водапаглыннанне, усаджванне і паветрапранікальнасць паўшарсцяных камвольных тканін; пра ўплыў вільготнасці і тэмпературы навакольнага паветра на зніжэнне намагання ў працэсе рэлаксацыі і на працягласць рэлаксацыі паўшарсцяных камвольных тканін пасля іх адна- і двухвосевага дэфармавання; распрацаваны метады вызначэння скразной сітавасці паўшарсцяных камвольных тканін; атрыманы матэматычныя мадэлі, якія апісваюць сувязь паветрапранікальнасці і сітавасці паўшарсцяных камвольных тканін з велічынямі іх дэфармавання па аснове і утку; атрыманы матэматычныя мадэлі для прагназавання паветрапранікальнасці і сітавасці тканін у залежнасці ад параметраў іх тэрмафіксацыі.

Рэкамендацыі па выкарыстанні: эфектыўны ўплыў на фарміраванне паветрапранікальнасці і тым самым гігіенічнасці паўшарсцяных камвольных тканін з розным спалучэннем шарсцяных валокнаў, поліэстэра і лайкры можа быць забяспечана шляхам рэгулявання ўплыву фактараў, якія ўздзейнічаюць на дадзены параметр у працэсах апрацовачных аперацый, на аснове атрыманых вынікаў эксперыментальных і тэарэтычных даследаванняў. Распрацаваны метады ацэнкі скразной сітавасці тканін можа быць эфектыўна выкарыстаны на практыцы і служыць ўскоснай ацэнкай паветрапранікальнасці. Атрыманыя вынікі даследавання ўкаранёны ў навучальны працэс УА «БДЭУ» і на ААТ «Камволь».

Вобласць ужывання: тэкстыльная вытворчасць.

SUMMARY

Tatsiana Haponava

Assessment and prediction of the effect of finishing operations on the air permeability of wool worsted fabrics for costume purposes

Keywords: worsted fabric, half-woolen fiber, air permeability, porosity, water absorption, shrinkage, uniaxial and biaxial deformation, stress relaxation, thermal fixation.

The object of research: half-woolen worsted fabric and fiber.

The purpose of the research: assessment and prediction of the influence of moisture, deformation and temperature effects in the process of finishing operations on air permeability and the related properties of half-woolen worsted fabrics for costume purposes with different contents of woolen fibers, polyester and lycra.

Research methodology: experimental data is an array of physical and mechanical tests of half-woolen fibers and worsted fabrics, analyzed and processed using computer applications.

The results obtained and their novelty: new data were obtained on the effect of moisture of different temperatures on water absorption, shrinkage and air permeability of semi-woolen worsted fabrics; on the influence of humidity and ambient temperature on the reduction of effort in the relaxation process and on the duration of relaxation of half-woolen worsted fabrics after their uniaxial and biaxial deformation; a method for determining the through porosity of half-woolen worsted fabrics has been developed; mathematical models have been obtained that describe the relationship between the air permeability and porosity of half-woolen worsted fabrics with the values of their warp and weft deformation; mathematical models have been obtained for predicting the air permeability and porosity of fabrics, depending on the parameters of their thermal fixation.

Recommendations for use: An effective influence on the formation of air permeability and thus hygiene of half-woolen worsted fabrics with different ratios of wool fibers, polyester and lycra can be ensured by regulating the influence of factors affecting this parameter in the processes of finishing operations, based on the results of experimental and theoretical studies. The developed method for assessing the through porosity of tissues can be effectively used in practice and serve as an indirect assessment of air permeability. The obtained results of the research were introduced into the educational process of the educational establishment "BSEU" and at JSC "Kamvol".

Field of application: textile production.

**ГАПОНОВА
ТАТЬЯНА АНДРЕЕВНА**

**ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТДЕЛОЧНЫХ
ОПЕРАЦИЙ НА ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОЛУШЕРСТЯНЫХ
КАМВОЛЬНЫХ ТКАНЕЙ КОСТЮМНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Витебский государственный технологический университет