

На правах рукописи



**Лопаткина Светлана Викторовна**

**РАЗРАБОТКА МНОГОСЛОЙНЫХ УТЕПЛИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНОГО  
ВОЛОКНИСТОГО СОСТАВА И СТРУКТУРЫ**

Специальность 2.6.16.

Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Москва – 2024

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» (ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина») на кафедре Материаловедения и товарной экспертизы.

**Научный руководитель:** доктор технических наук, профессор кафедры Материаловедения и товарной экспертизы ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», г. Москва

**Шустов Юрий Степанович**

**Официальные оппоненты:** доктор технических наук, профессор кафедры Автоматики, микропроцессорной техники и технологии машиностроения ФГБОУ ВО «Костромской государственной университет», г. Кострома

**Киселев Михаил Владимирович**

кандидат технических наук, доцент кафедры Материаловедения, товароведения, стандартизации и метрологии ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», г. Иваново

**Сташева Марина Александровна**

**Ведущая организация:** ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

Защита состоится «04» декабря 2024 г. в 10:00 ч. на заседании диссертационного совета 24.2.368.02, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» по адресу: 119071, г. Москва, ул. Малая Калужская ул., д. 1.

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

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета 24.2.368.02



Мезенцева Татьяна Васильевна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Разработки, направленные на снижение и устранение последствий техногенных воздействий на окружающую среду относятся к приоритетным направлениям проектов технологического суверенитета и проектов структурной адаптации экономики РФ, утвержденных Постановлением Правительства РФ от 15.04.2023 № 603.

Для реализации данных приоритетных направлений государственной политики РФ актуальны разработки и технологии, направленные на рациональное использование отходов производств и потребления для защиты окружающей среды при рассмотрении отходов как дополнительных источников сырья.

В процессе производства той или иной текстильной продукции, наблюдается значительное количество отходов, поэтому вопросам рециклинга уделяется большое внимание. Для обеспечения экологической безопасности и рационального природопользования актуально использование отходов производств при создании утеплителей. При их производстве применяют материалы различного волокнистого состава и структуры, в том числе овечью шерсть, которую предлагается заменить на отходы производств – натуральную верблюжью шерсть, имеющую высокие теплофизические свойства. Использование регенерированных волокон при производстве утеплителей также соответствует решению данных актуальных приоритетных задач.

Современные многослойные утепляющие материалы имеют сложную структуру. Актуально проведение структурной оптимизации многослойных утеплителей различного волокнистого состава, что является перспективным направлением для проведения научных исследований и разработок.

Вопросы ресурсосбережения и управления качеством решаются на законодательном и локальном уровне, непосредственно при производстве текстильных материалов и изделий. Обеспечение высокого уровня показателей качества текстильной продукции – это первоочередная задача в процессе производства, а соответствие требованиям международных стандартов для текстильной продукции необходимо для роста объемов реализации отечественной продукции на внешнем рынке. Вовлечение в производство различных видов сырья будет способствовать оптимизации соотношения качества и цены текстильной продукции. Важным аспектом повышения спроса на отечественные текстильные утепляющие материалы является направление, обеспечивающее придание им комплекса новых функциональных свойств.

Развитие легкой и текстильной промышленности РФ приводит к увеличению выпуска новых высококачественных текстильных изделий, к росту спроса на разнообразные многослойные утеплители различного волокнистого состава и структуры. К первоочередным целям производителей относится улучшение потребительских свойств и придание многофункциональности своей продукции. Все более перспективными становятся разработки для улучшения свойств текстильного сырья за счет использования различных видов биологически активных волокон, к которым относятся волокна верблюжьей шерсти.

**Степень научной разработанности темы.** Весомый вклад при изучении теплофизических свойств текстильных материалов внесли такие ученые как Жихарев А.П., Бузов Б. А., Разумеев К.Э., Бессонова Н. Г., Леденева И.Н., Колесников П.А., Делль Р.А., Афанасьева Р.Ф., Белоусов В.П., Бринк И.Ю., Прохоров В.Т., Горшкова Р.И., Юлдашбаев Ю.А., Каро Е.В., Разбродин А.В. и другие ученые, в научных трудах которых разработаны методологические основы создания многослойных утеплителей различного волокнистого состава и структуры.

Работа выполнена с учётом основных направлений области исследований научной специальности 2.6.16. Технология производства изделий текстильной и лёгкой промышленности (ИТЛП): п.10. Развитие теоретических основ проектирования и технологий переработки волокон, производства нитей, материалов и ИТЛП; п.13. Разработка оптимальных структур, конструкций, материалов и ИТЛП для снижения затрат на организацию их производства, повышения качества продукции; п.19 Разработка новых материалов, обеспечивающих высокие эксплуатационные свойства ИТЛП.

**Объект исследования** – многослойные утеплители различного волокнистого состава и структуры, в том числе содержащие верблюжью шерсть, регенерированные волокна.

**Предмет исследования** – технологии переработки волокон и производства материалов и изделий текстильной и легкой промышленности.

**Целью работы является** проектирование многослойных утеплителей различного волокнистого состава и структуры с позиций экологической безопасности и рационального природопользования.

В соответствии с поставленной целью в работе решены следующие задачи:

- проведен анализ современных видов утепляющих материалов;
- сформулирована концепция получения утепляющих материалов, содержащих верблюжью шерсть и регенерированные волокна;
- предложены техническое и технологическое решения использования отходов производств – верблюжьей шерсти для разработки новых утепляющих материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами;
- разработаны и получены новые образцы многослойных утеплителей с функциональными группами различного содержания;
- разработана методология оценки и рационального применения многослойных нетканых материалов различного волокнистого состава и структуры в соответствии с условиями эксплуатации;
- исследованы и получены результаты оценки эксплуатационных свойств многослойных утеплителей;
- предложена комплексная оценка многослойных утеплителей, содержащих волокна верблюжьей шерсти.

Исследования проводились на кафедре Материаловедения и товарной экспертизы ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина».

**Методы исследования** и технические средства решения задач. Исследования базировались на общенаучных теоретических методах и комплексном системном подходе с использованием возможностей современных информационных технологий. В ходе выполнения работы применялись современные научные подходы, общепринятые методики и стандартизированные методы испытаний для определения свойств образцов, в том числе для защиты от воздействия пониженных температур.

В работе использовались методы математической статистики и регрессионного анализа. Анализ полученных экспериментальных данных проводился с помощью программного обеспечения Microsoft Excel. Использовались различные ресурсы Microsoft Office и MathType. Информационно-теоретической базой диссертации послужили труды отечественных и зарубежных ученых в исследуемой и смежных областях, энциклопедическая и справочная литература.

**Научную новизну** исследования составляют разработки:

- концепции получения утепляющих материалов с многофункциональными слоями из натуральных и химических волокон;
- технологических и технических решений использования текстильных отходов путем замены натуральной овечьей шерсти на отходы верблюжьей шерсти и применения регенерированных волокон;
- методологии оценки и рационального применения утепляющих материалов различного волокнистого состава и структуры;
- методики оценки устойчивости теплозащитных свойств многослойных утепляющих материалов в процессе эксплуатации.

**Теоретическая значимость** работы заключается в разработке способа моделирования степени надежности теплозащитных свойств многослойных утепляющих материалов в процессе эксплуатации и создании системы классификации слоев и типов утепляющих материалов различного волокнистого состава.

**Практическую значимость** работы составляют:

- новый ассортимент многослойных утеплителей различного волокнистого состава и структуры, включающих натуральные и химические волокна, а также отходы других производств, в том числе и регенерированные волокна;
- набор свойств многослойных утеплителей в соответствии с условиями эксплуатации;
- результаты комплексной оценки свойств различных образцов утепляющих материалов в процессе эксплуатации;
- система подбора волокнистого состава и структуры в соответствии с требованиями заказчика для предприятий реального сектора экономики;
- научно-обоснованные рекомендации по формированию ассортимента многослойных утеплителей различного волокнистого состава и структуры, в том числе для Крайнего Севера и Арктики.

**Достоверность проведенных исследований** подтверждается согласованностью полученных аналитических и экспериментальных результатов исследований,

использованием ресурсов современных информационных технологий, методов и средств проведения экспериментов.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- методология оценки и рационального применения многослойных утеплителей различного волокнистого состава и структуры в соответствии с условиями эксплуатации;
- технологическое решение использования текстильных отходов путем замены натуральной овечьей шерсти на отходы верблюжьей шерсти, использования регенерированных волокон при производстве утеплителей;
- разработка нового ассортимента многослойных утеплителей различного волокнистого состава и структуры, изготовленных с использованием отходов производств;
- результаты комплексной оценки многослойных утеплителей различного волокнистого состава и структуры.

**Личный вклад автора.** Автором сформулированы цель, основные задачи исследования, выполнены обобщение и анализ литературных данных по выбранной тематике, определены теоретические и экспериментальные методы исследований, предложены технологическое и техническое решения для разработки многослойных утеплителей различного волокнистого состава и структуры, разработана система классификации слоев и типов утепляющих материалов различного волокнистого состава, создана методология оценки и рационального применения разработанных утеплителей, разработана методика оценки устойчивости теплозащитных свойств многослойных утепляющих материалов в процессе эксплуатации, выполнены все этапы запланированных исследований.

**Апробация результатов работы.** Апробация основных положений диссертационной работы проводилась в различных источниках научной периодической печати, основные результаты проведенных научных исследований докладывались и получили положительную оценку на заседаниях кафедры Материаловедения и товарной экспертизы ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина»; Международной научной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения профессора А.Г. Севостьянова (г. Москва, 10 марта 2020 г.); Международной научно-практической заочной конференции «Концепции, теория, методики фундаментальных и прикладных научных исследований в области инклюзивного дизайна и технологий» (г. Москва, 25-27 марта 2020 г.); Круглом столе с международным участием «Актуальные проблемы экспертизы, технического регулирования и подтверждения соответствия продукции текстильной и легкой промышленности» (г. Москва, 28 октября 2020 г.); Международной научно-технической конференции «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (Инновации-2020)» (г. Москва, 12 ноября 2020 г.); I Всероссийской научной студенческой конференции с Международным участием «Инновационные текстильные технологии» (г. Москва, 08 декабря 2020 г.); Круглом столе с международным участием «Теория и практика экспертизы, технического регулирования и подтверждения соответствия продукции» (г. Москва, 31 мая 2021 г.); 2-ом Круглом столе с международным участием «Актуальные проблемы экспертизы, технического регулирования и

подтверждения соответствия продукции текстильной и легкой промышленности» (г. Москва, 26 ноября 2021 г.).

Результаты исследований составили основу разработанной методики и нашли практическое применение при формировании ассортимента многослойных утеплителей различного волокнистого состава и структуры на текстильном предприятии ООО «ГК «Русит».

**Публикации.** Основные положения диссертации опубликованы в 10 печатных работ, 3 из которых – в научных рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России.

**Структура и объем работы.** По своей структуре диссертация состоит из введения, трех глав, выводов по главам и работе в целом, списка литературы, приложений. Работа изложена на 175 страницах, содержит 31 рисунок, 28 таблиц, 5 приложений. Список литературы включает 176 библиографических и электронных источников. Приложения изложены на 19 страницах.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

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

**В первой главе** проведен анализ современных видов утепляющих материалов: нетканых материалов, содержащих натуральные и химические волокна. Выявлено, что к основным направлениям зарубежных и отечественных научных разработок относятся вопросы повышения функциональности, эргономичности современных видов многослойных утепляющих материалов и изделий из них. Установлено, что использование особенностей строения волокон верблюжьей шерсти как вида натуральных биологически активных волокон является перспективным направлением для улучшения качества современных утеплителей и разработки новых многофункциональных утепляющих материалов, обеспечивающих высокие эксплуатационные свойства. На основании рассмотрения современных подходов к исследованию теплофизических свойств утепляющих материалов определены эффективные методы оценки теплозащитных свойств многослойных утеплителей.

**Во второй главе** предложена **концепция получения текстильных материалов различного волокнистого состава и структуры**, включающая разработку системы классификации слоев и типов, разработку технологического решения использования волокон шерсти верблюда, а также технического решения по комбинированию слоев различных функциональных групп. Для решения задачи разработки слоев разного функционального содержания для утепляющих материалов были определены следующие группы:

**1. Теплозащитная группа слоев** – содержит в составе волокна шерсти, которые обеспечивают дополнительную теплоизоляцию, сухое тепло, высокое водопоглощение и хорошее выведение влаги.

**2. Комбинированная группа слоев** – выполняет несколько функций: способствует росту теплозащитных свойств, повышает комфорт за счет улучшения процессов выведения влаги, является барьером для внешних холодных воздушных потоков.

**3. Дополнительная улучшающая группа слоев** – обеспечивает дополнительную теплозащиту и (или) способствует дополнительному повышению комфортности, благодаря созданию условий для вентиляции и выведению конденсата, или защищает от износа истирания в процессе эксплуатации.

На рисунке 1 представлена разработанная **классификация типов** утепляющих материалов различного волокнистого состава и структуры по степени повышения их функциональности.



Рисунок 1 – Классификация типов утепляющих материалов

На основании разработанной системы классификации слоев и типов утепляющих материалов различного волокнистого состава и применения различных способов производства многослойных нетканых утеплителей (иглопробивного, клеевого и комбинированного) предложена технология получения текстильных материалов, содержащих отходы производств.

При разработке **методологии оценки и рационального применения** разработанных утепляющих материалов различного волокнистого состава и структуры в соответствии с условиями эксплуатации использовался системный подход, включающий комплекс исследований, содержащих следующие **этапы**: сравнение и оценка механических и физических свойств образцов; комплексная оценка свойств образцов; анализ полученных данных; составление рекомендаций по рациональному применению.

Для исследований и оценки были выбраны разработанные образцы утепляющих материалов различного волокнистого состава и структуры, выработанные с использованием исходных и регенерированных, натуральных и химических волокон, в том числе с различным содержанием отходов производств – волокон верблюжьей шерсти.

Наработанные образцы утеплителей различного волокнистого состава и структуры разделены на группы по количеству слоев: двухслойные образцы и компоненты; трехслойные образцы; многослойные образцы, в том числе содержащие регенерированные волокна. В таблице 1 содержится фрагмент описаний наработанных образцов утеплителей различного волокнистого состава и структуры.



Таблица 1 – Описание образцов утеплителей (фрагмент)

Условное обозначение и тип	Структура образца	Компонентный состав	Волокнистый состав
Образец 8 <b>Основной тип (2)</b>	Двухслойный материал	Нетканый иглопробивной материал	Полиэфирные волокна – 20%, шерсть верблюжья – 80%
		Металлизированная пленка – 40 мкр.	–
Образец 5 <b>Улучшенный тип (2)</b>	Трехслойный материал	Мех на трикотажной основе	Полиэфирные волокна – 50%, шерсть верблюжья – 50%
		Нетканый иглопробивной материал	Полиэфирные волокна – 100%
		Металлизированная пленка – 40 мкр.	–
Образец 4 <b>Улучшенный тип (3)</b>	Многослойный материал	Мех на трикотажной основе	Полиэфирные волокна – 40%, шерсть верблюжья – 60%
		Нетканый иглопробивной материал	Полиэфирные волокна – 40%, волокно регенерированное (шерсть, акрил) – 60%
		Металлизированная пленка – 40 мкр.	–
		Сетка трикотажная	Полиэфирные волокна – 100%
Образец 10 <b>Многофункциональный тип</b>	Многослойный материал	Мех на трикотажной основе	Полиэфирные волокна – 40%, шерсть верблюжья – 60%
		Нетканый иглопробивной материал	Полиэфирные волокна – 20%, шерсть верблюжья – 80%
		Металлизированная пленка – 40 мкр.	–
		Нетканый иглопробивной материал	Полиэфирные волокна – 100%
		Металлизированная пленка – 20 мкр.	–

В соответствии с разработанной методологией получены результаты исследования различных эксплуатационных свойств: механических и физических 12 наработанных образцов утеплителей различного волокнистого состава и структуры. Результаты экспериментальных исследований свойств разработанных образцов утеплителей приведены в таблицах 2, 3 и на рисунках 2-5.

Экспериментальные исследования свойств образцов проводились по общепринятым методикам в соответствии с теоретическими основами материаловедения.

Для изучения влияния действия механических факторов в различных условиях эксплуатации материалов проведены экспериментальные исследования разрывной нагрузки и удлинения, прочности при расслаивании, устойчивости к многократной деформации сжатия и износостойкости образцов.

Разрывная нагрузка и разрывное удлинение, прочность при расслаивании образцов утепляющих материалов определялись на испытательной системе «Инстрон» серии 4411.

Таблица 2 – Результаты экспериментальных исследований свойств образцов

Наименование образца	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Толщина образца, мм	Разрывная нагрузка полотна		Разрывное удлинение полотна	
			по длине, Н	по ширине, Н	по длине, мм	по ширине, мм
Образец 1	1130	20	453,15	588,05	42,32	52,12
Образец 2	850	16	304,05	815,05	131,55	171,45
Образец 3	860	18	346,8	827,00	75,76	104,7
Образец 4	1090	18	546,85	758,70	150,1	79,91
Образец 5	930	21	499,70	779,45	95,61	136,65
Образец 6	960	20	315,05	536,75	94,45	46,08
Образец 7	800	16	385,65	552,2	118,65	82,22
Образец 8	500	2	181,72	375,26	122,42	107,96
Образец 9	1100	18	1244,61	947,24	144,81	162,16
Образец 10	1580	24	979,86	1004,54	118,14	137,52
Образец 11	360	12	284,35	136,46	74,09	188,72
Образец 12	400	14	269,68	147,88	70,22	147,71

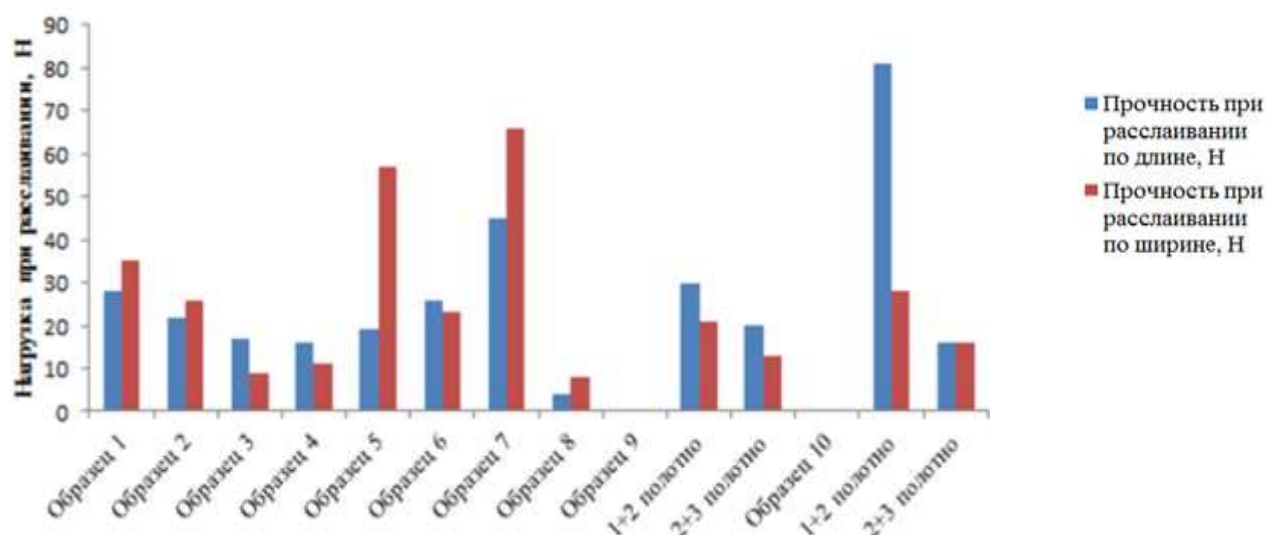


Рисунок 2– Сравнение прочности при расслаивании образцов

Проведенные экспериментальные исследования прочности при расслаивании позволили определить образцы, имеющие высокие показатели прочности крепления слоев, которые были соединены клеевым способом, являющимся более эффективным. С целью определения влияния условий эксплуатации на толщину утеплителей проводились исследования зависимости толщины образцов от количества циклов сжатия и от влияния

влажности на испытательной системе «Инстрон» серии 4411. Представленное на рисунке 3 снижение толщины образцов описывается линейной зависимостью:  $y = -ax + b$ .

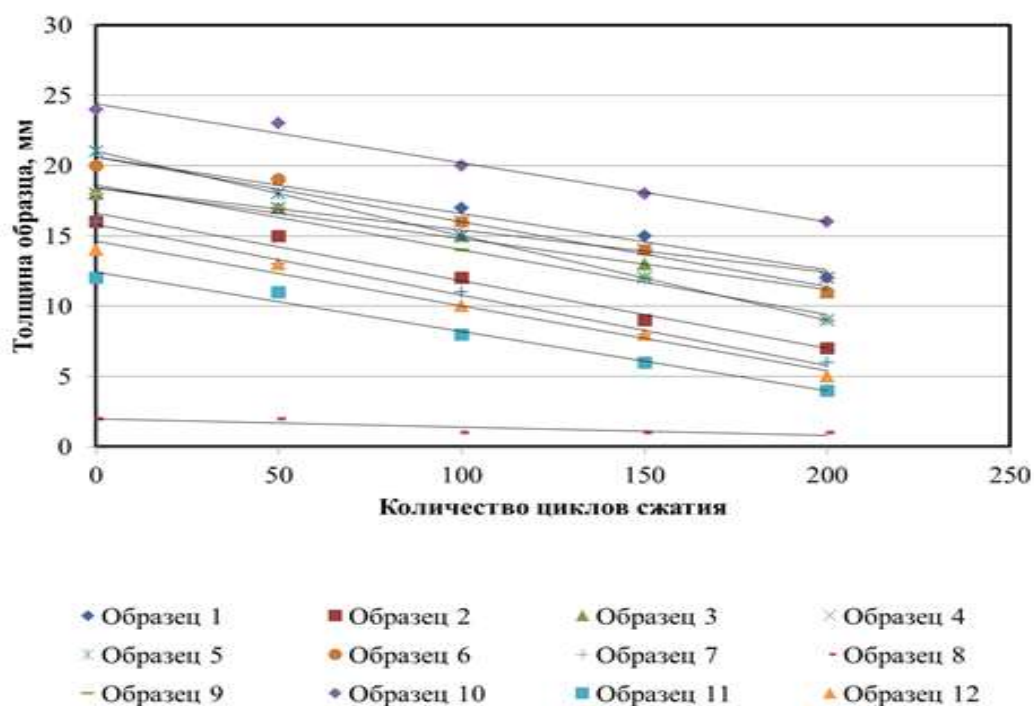


Рисунок 3 – Зависимость толщины образцов от количества циклов сжатия

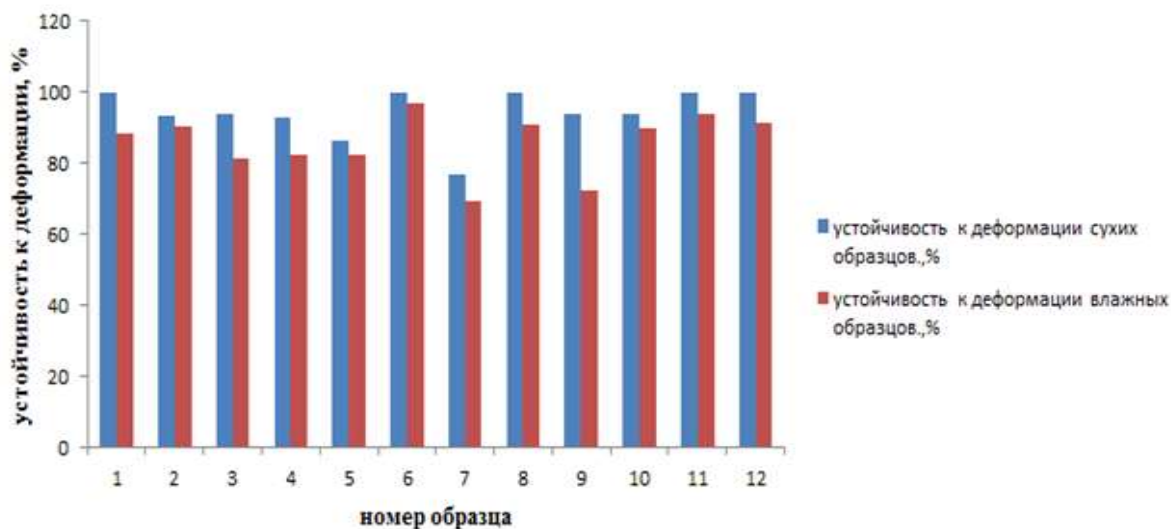


Рисунок 4 – Сравнение устойчивости образцов к деформации

По результатам экспериментальных исследований, представленных на рисунке 4, установлено, что влажность снижает до 31 % устойчивость к деформации при сжатии образцов. Сравнение результатов исследования износостойкости (рисунок 5) выявило, что высокие значения поверхностной плотности, толщины и наличие металлизированной пленки сохраняют этот показатель на высоком уровне, как у образцов 9 и 10.

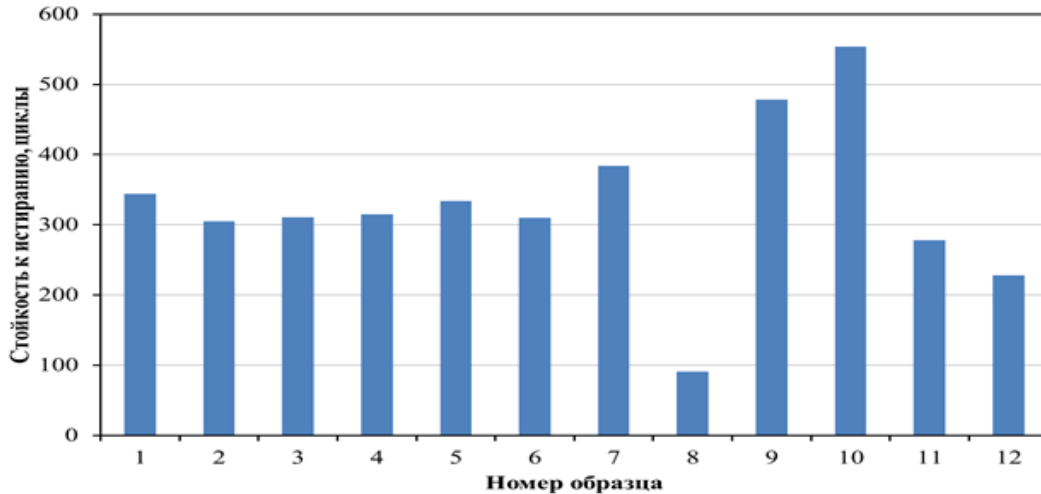


Рисунок 5 – Сравнение стойкости образцов к истиранию

Для изучения влияния действия физических факторов в различных условиях эксплуатации образцов утепляющих материалов проведены экспериментальные исследования воздухопроницаемости, паропроницаемости, водопоглощения и суммарного теплового сопротивления образцов.

Фрагмент описаний результатов экспериментальных исследований физических свойств образцов утеплителей приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Определение физических свойств образцов (фрагмент)

Наименование образца	Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> / (м <sup>2</sup> *с)	Паропроницаемость, мг/м <sup>2</sup> *с	Водопоглощение, %	Суммарное тепловое сопротивление, (м <sup>2</sup> *°С/Вт)	Коэффициент теплопередачи, Вт/м <sup>2</sup> *°С
Образец 8	170,6	61,8	219,8	0,39	2,56
Образец 5	75,5	63,0	280,6	0,43	2,33
Образец 4	70,5	66,5	238,5	0,45	2,22
Образец 10	72,4	72,8	225,7	0,50	2,00

В работе после проведенных экспериментов подтверждено влияние влажности и условий эксплуатации на изменение теплозащитных свойств образцов утепляющих материалов различного волокнистого состава и структуры. Наилучшие теплозащитные способности после воздействия различных эксплуатационных факторов показали образцы 10 и 9 (**Многофункциональный тип**), образец 5 (**Улучшенный тип (2)**).

На основании полученных результатов исследований и оценки теплозащитных свойств образцов утеплителей предложена методика, содержащая способ моделирования степени надежности теплозащитных свойств многослойных утепляющих материалов к воздействию износа от многократных мокрых обработок. Методика предназначена для оценки устойчивости теплозащитных свойств многослойных утепляющих материалов в процессе эксплуатации. Устойчивость теплозащитных свойств многослойных утеплителей определяют по изменению значений суммарного теплового сопротивления.

Анализ результатов сравнения, оценки механических и физических свойств различных образцов показал целесообразность замены волокон овечьей шерсти волокнами верблюжьей шерсти при производстве многослойных утеплителей различного волокнистого состава и структуры.

В третьей главе приведены результаты проведенной комплексной оценки свойств выбранных образцов и определены наиболее рациональные образцы. Комплексный подход позволяет учесть влияние различных факторов внешней среды и условий эксплуатации при оценке качества многослойных утеплителей различного волокнистого состава и структуры. Для проведения комплексной оценки графическим методом-использованы результаты исследований свойств образцов, переведенных в безразмерный вид. Результаты комплексной оценки, равной значению площадей многоугольников для выбранных образцов, приведены на рисунках 6, 7.

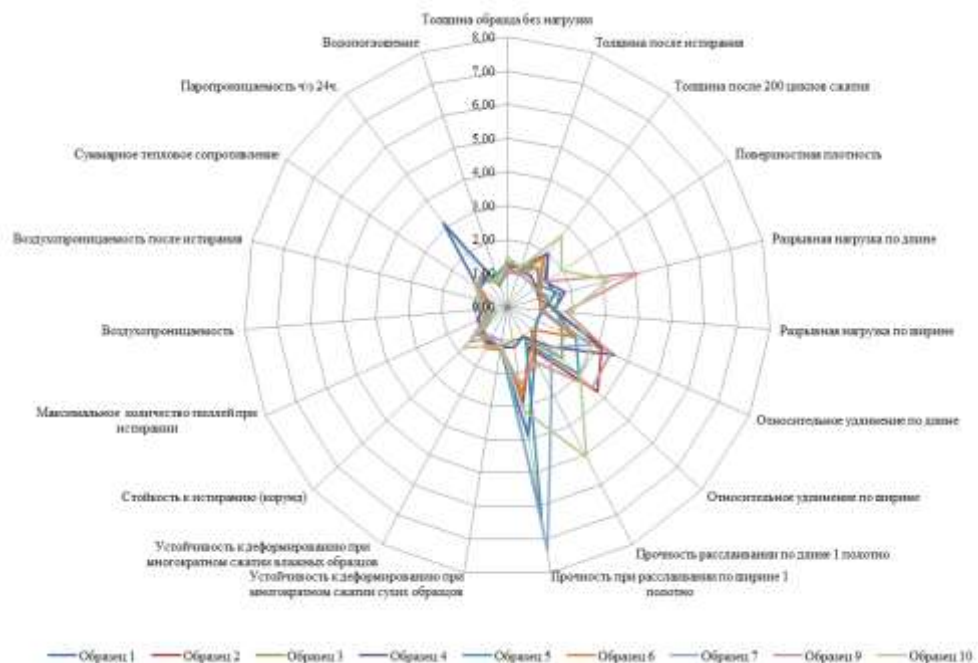


Рисунок 6 – Графическое изображение значений относительных показателей

По результатам проведенной комплексной оценки образец 10 (**Многофункциональный тип**) – наиболее рациональный, лучший в своей группе типов и среди всех образцов.

В ходе анализа результатов выявлены образцы, нуждающиеся в доработке.

Проведенная комплексная оценка свойств разработанных утеплителей различного волокнистого состава и структуры, в том числе содержащих волокна шерсти верблюда, регенерированные волокна, подтвердила актуальность производства и применения этих утепляющих материалов.

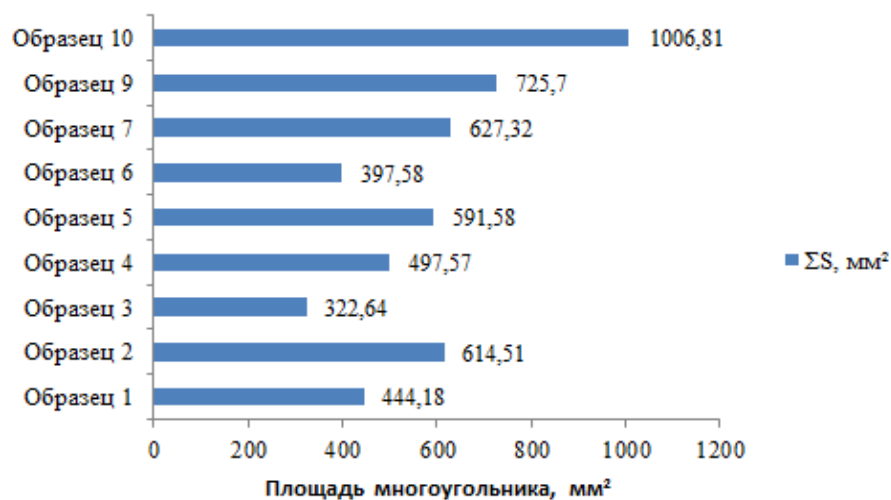


Рисунок 7 – Сравнение площадей многоугольников

На основании полученных экспериментальных данных, разработанной методологии оценки и рационального применения предложена **система практических рекомендаций** по оптимальному подбору в соответствии с условиями эксплуатации разработанных утепляющих материалов, включающая:

- рекомендации в соответствии с температурным критерием для разработанных образцов 10 и 9 (**Многофункциональный тип**), 7, 2 и 5 (**Улучшенный тип (2)**) при температурах от минус 5<sup>0</sup>С до минус 20<sup>0</sup>С и от минус 20<sup>0</sup>С;

- рекомендации с учетом условий эксплуатации и рациональности использования для разработанных образцов 10 и 9 (**Многофункциональный тип**), 1 и 4 (**Улучшенный тип (1) и (3)**), образца 5 (**Улучшенный тип (2)**) в текстильной и легкой промышленности.

Составленные рекомендации направлены на формирование нового ассортимента многослойных утеплителей различного волокнистого состава и структуры, полученных при использовании отходов производств.

### ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Разработана концепция получения текстильных материалов различного волокнистого состава и структуры, включающая создание типизации утеплителей, разработку технологических решений использования волокон шерсти верблюда, а также технического решения по комбинированию слоев различных функциональных групп в соответствии с типизацией утеплителей, направленная на развитие сегмента современных утепляющих текстильных материалов, в том числе с позиций ресурсосбережения.

2. Обоснованы предложенные техническое и технологическое решения использования отходов производств – верблюжьей шерсти, при разработке новых многофункциональных утепляющих материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами.

3. Доказана практическая значимость разработанного нового ассортимента многослойных утепляющих материалов различного волокнистого состава и структуры, включающего натуральные и химические волокна, а также отходы производств, в том числе и регенерированные волокна.

4. Предложена концепция оценки качества утепляющих нетканых материалов различных структур в зависимости от вида, состава и компоновки, включающая этапы парного сравнения и итоговую комплексную оценку свойств.

5. Предложена методика оценки устойчивости теплозащитных свойств утепляющих материалов различного волокнистого состава и структуры в процессе эксплуатации, позволяющая формировать их ассортимент.

6. Исследована динамика суммарного теплового сопротивления разработанных образцов вследствие воздействия внешних факторов при эксплуатации, которая показала целесообразность выбора материалов и компонентов для получения утеплителей с использованием верблюжьей шерсти, регенерированных волокон.

7. Предложен комплексный подход к оценке разработанных утеплителей различного волокнистого состава и структуры, что позволяет определить наиболее рациональные образцы с улучшенными теплофизическими свойствами.

8. Обоснована практическая значимость разработанных рекомендаций, направленных на формирование ассортимента многослойных утеплителей различного волокнистого состава и структуры, полученных с использованием отходов производств – верблюжьей шерсти.

9. На основании экспериментальных данных и разработанной методологии оценки качества предложена система практических рекомендаций по оптимальному подбору и рациональному применению разработанных утепляющих материалов в соответствии с условиями эксплуатации.

#### **РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ**

1. Предлагаемые концептуальные подходы к разработке и оценке качества новых утепляющих материалов могут применяться на предприятиях текстильной и легкой промышленности.

2. Вопросы разработки многослойных утеплителей различного волокнистого состава при использовании различных отходов производств и потребления требуют своего дальнейшего развития с учетом появления новых перспективных технологий и материалов.

3. Необходимо дальнейшее обобщение исследований, изложенных в настоящей диссертации, для формирования единой методологии разработок с целью проектирования различных текстильных материалов с позиций ресурсосбережения и экологической безопасности.

4. Предлагаемые теоретические подходы и экспериментальные результаты рекомендуется использовать при разработке новых, совершенствовании известных технологий изготовления текстильных материалов.

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

*Статьи в изданиях, входящих в «Перечень...» ВАК при Минобрнауки России:*

1. Лопаткина С.В., Шустов Ю.С., Курденкова А.В. Комплексная оценка многослойных утеплителей различного волокнистого состава // *Дизайн и технологии*. – 2020.– № 75 (117). – С. 55-58.
2. Лопаткина С.В. и др. Математическая модель процессов теплообмена в системе «Стопа-обувь-окружающая среда» // *Дизайн и технологии*. – 2019.– № 74 (116). – С. 84-88.
3. Лопаткина С.В., Шустов Ю.С., Курденкова А.В., Буланов Я.И. Оценка уровня качества многослойных утепляющих материалов // *Дизайн и технологии*. – 2022.– № 89 (131). – С. 75-79.

*Статьи в прочих изданиях:*

1. Лопаткина С.В., Шустов Ю. Исследование износа пакетов нетканых материалов // *Актуальные проблемы экспертизы, технического регулирования и подтверждения соответствия продукции текстильной и легкой промышленности: сб. тр. Круглого стола с международным участием*. – М.: РГУ им. А. Н. Косыгина, 2021. – С. 39-42.
2. Лопаткина С.В., Шустов Ю.С., Курденкова А.В. Исследование механических свойств нетканых материалов для обуви // *Концепции, теория, методики фундаментальных и прикладных научных исследований в области инклюзивного дизайна и технологий: сб. науч. тр. Международной научно-практической заочной конференции. Часть 1*. – М.: РГУ им. А. Н. Косыгина, 2020. – С. 12-16.
3. Лопаткина С.В., Шустов Ю.С. Исследование устойчивости к многократному сжатию многослойных утеплителей // *Теория и практика экспертизы, технического и подтверждения соответствия продукции: сб. науч. тр. Круглого стола с международным участием*. – М.: РГУ им. А. Н. Косыгина, 2021. – С. 5-7.
4. Лопаткина С.В., Курденкова А.В. Исследование механических свойств материалов, используемых для создания утеплителей различного волокнистого состава // *Международная научная конференция, посвященная 110-летию со дня рождения профессора А.Г. Севостьянова: сб. науч. тр. Часть 1*. – М.: РГУ им. А. Н. Косыгина, 2020. – С. 279-281.
5. Лопаткина С.В. Исследование воздухопроницаемости пакетов нетканых материалов // *Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (Инновации-2020): сб. материалов Международной научно-технической конференции. Часть 2*. – М.: РГУ им. А. Н. Косыгина, 2020. – С. 105-107.
6. Лопаткина С.В. Изучение влияния структурных характеристик на эксплуатационные свойства пакетов нетканых утеплителей // *Инновационные текстильные технологии: тезисы докладов I Всероссийской научной студенческой конференции с международным участием*. – М.: РГУ им. А. Н. Косыгина, 2020. – С. 40.
7. Лопаткина С.В., Шустов Ю.С., Курденкова А.В. Изучение прочности крепления слоев многослойных утеплителей // *Актуальные проблемы экспертизы, технического регулирования и подтверждения соответствия продукции текстильной и легкой промышленности: сб. науч. тр. 2-го Круглого стола с международным участием*. – М.: РГУ им. А. Н. Косыгина, 2022. – С. 6-10.



ЛОПАТКИНА СВЕТЛАНА ВИКТОРОВНА

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

**РАЗРАБОТКА МНОГОСЛОЙНЫХ УТЕПЛИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНОГО  
ВОЛОКНИСТОГО СОСТАВА И СТРУКТУРЫ**

Усл.-печ. 1,0 п.л. Тираж 80 экз. Заказ №  
Редакционно-издательский отдел  
ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»  
119071, г. Москва, ул. Малая Калужская ул., д. 1.  
Отпечатано в РИО ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»