

*На правах рукописи*



**Дьяконова Елена Валерьевна**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ ПОЛУЧЕНИЯ НИТОЧНЫХ  
СОЕДИНЕНИЙ С ПОНИЖЕННОЙ ПРОНИЦАЕМОСТЬЮ  
ДЛЯ ПЕРО-ПУХОВОЙ СМЕСИ В ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЯХ**

05.19.04 – Технология швейных изделий

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Иваново - 2016

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «**Ивановский государственный политехнический университет**» (ФГБОУ ВО «ИВГПУ») на кафедре технологии швейных изделий Текстильного института.

Научный руководитель: **Метелева Ольга Викторовна**,  
доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой технологии швейных изделий ФГБОУ ВО  
«ИВГПУ»

Официальные оппоненты: **Чельшев Анатолий Михайлович**,  
доктор технических наук, профессор,  
главный научный сотрудник НИИ Специальных материалов  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна»

**Борисова Елена Николаевна**,  
кандидат технических наук, доцент,  
декан Института дизайна и технологий,  
доцент кафедры дизайна, технологии, материаловедения и  
экспертизы потребительских товаров ФГБОУ ВПО «Костромской  
государственный технологический университет»

Ведущая организация: **ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет дизай-  
на и технологии»**

Защита состоится «23» июня 2016 года в 10.00 часов на заседании диссертационного со-  
вета Д 212.355.02 на базе ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический универ-  
ситет» по адресу: 153000, г. Иваново, пр. Шереметевский, 21, ауд. ГШ-209 (корпус Текстильно-  
го института).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Ивановский  
государственный политехнический университет»: [www.ivgpu.com](http://www.ivgpu.com).

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 212.355.02,  
доктор технических наук, проф.



Е.Н. Никифорова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Швейные изделия на перо-пуховом утеплителе широко распространены в сфере потребления (постельное принадлежности, верхняя одежда, туристическое снаряжение) благодаря качественным и стоимостным показателям данного наполнителя. Перо-пуховая смесь или пух, как утеплитель, обладает высокой теплоизоляцией, упругостью, малым весом, высокими гигиеническими показателями и др. Ассортимент изделий на перо-пуховом утеплителе разнообразен, помимо соединительных швов возможна декоративная отделка с использованием одно- и многолинейных отделочных строчек. Вследствие этого возникает многократное нарушение целостности текстильных материалов пакета изделия, интенсифицирующее способность волокон перо-пуховой смеси к миграции через перфорированные отверстия, что является негативным фактором, как для производителей данного вида ассортимента, так и для потребителя.

При рациональном соотношении параметров соединительных и стегальных строчек возможно исключение первичной миграции в процессе изготовления изделия на перо-пуховом утеплителе. Вторичная миграция, являющаяся результатом воздействия эксплуатационных факторов, а именно механического многоциклового воздействия трения, сжатия, деформации пакета, однозначно создаёт условия для проникновения перо-пуховой смеси через элементы ниточной строчки, которые нельзя предотвратить при изготовлении изделия с использованием традиционной швейной технологии. Это происходит из-за того, что элементы перо-пуховой смеси сопоставимы по своим геометрическим характеристикам с параметрами ниточного соединения и способны проникать в отверстия прокола строчки.

### **Степень научной разработанности избранной темы.**

Вопросам изучения проектирования и создания утепленной одежды на перо-пуховом утеплителе посвящены работы ученых И.Ю. Бринка, Л.А. Бекмурзаева, Т. В. Денисовой, Т.Е. Пасековой, Е.В. Назаренко, С. Г. Паченцевой, О.А. Алейниковой, А.С. Рукавишниковой, Т.Л. Бекмурзаева, З.Л. Бекмурзаева и др. Авторами разработаны оригинальные методики проектирования и изготовления изделий с пуховым наполнителем; методы оценки миграции пухового утеплителя, и способы её снижения; предложены общие принципы корректировки лекал с учетом конструкционных решений, свойств материалов и характера внешних нагрузок на формируемый пакет перо-пухового утеплителя с вертикальным и горизонтальным простегиванием, что позволяет улучшить качество и снизить материалоёмкость утепленных изделий. Однако, с развитием техники и технологии, появлением новых материалов и способов их производства, данные исследования утратили свою актуальность. Вместе с тем, остаются нерешенными вопросы, связанные с разработкой рационального способа исследования и оценки миграции перо-пуховой смеси через ниточные соединения, метода получения ниточных соединений утепленной одежды на перо-пуховом утеплителе с пониженной проницаемостью для перо-пуховой смеси. Указанные проблемы определили направление исследований, представленных в работе.

К последнему времени разработаны разнообразные технологические и технические решения, направленные на снижение проницаемости швов: специальная обработка швейных ниток, подготовка герметизирующих композиций – обработка проколов строчки композицией, изготовление специальных материалов и их приклеивание, герметизация готовых швов детали, узла или изделия и др. Герметизации водозащитных изделий с помощью пленочных материалов посвящены работы учёных ИВГПУ О.В. Метелевой, Е.П. Покровской, Л.И. Бондаренко, М.В. Суриковой, исследователей фирмы SportTex (Россия), а также зарубежных исследователей фирм "Pfaff" (Германия), «Kouici Enterprise Co., LTD» (Китай) по производству оборудования и комплектующих для пленочных материалов. Импортные герметизирующие материалы не могут быть использованы самостоятельно, без оборудования - дорогостоящего, энергоёмкого, имеющего узкоспециальное назначение.

Решение проблемы снижения проницаемости ниточных соединений в одежде на перо-пуховом утеплителе невозможно без разработки специального вспомогательного материала, способного обеспечить формирование ниточно-клеевых соединений, являющихся барьером для

миграции различных фракций волокон пуха. Используемые на данный момент самоклеящиеся пленочные материалы, предназначенные для герметизации швов водозащитных изделий обладают такими свойствами, как высокая адгезионная активность, стойкость к действию различных жидкостей, атмосферо-, грезе-, бензостойкость, которые не позволяют однозначно использовать их для проклеивания швов пуховой одежды. Проницаемость швов в пуховой одежде проявляется иначе: агентом является перо-пуховая смесь; изменяются условия нарушения проницаемости – перо-пуховая смесь испытывает постоянное воздействие циклических механических деформаций. В силу невозможности применения известных к настоящему времени технологических решений целесообразно проведение дополнительных научных исследований по созданию технологии блокирования ниточных соединений.

Таким образом, основной задачей для решения проблемы миграции перо-пуховой смеси через элементы ниточного соединения является разработка метода снижения миграции пуха в утепленных изделиях, который должен максимально обеспечить требуемый эффект блокирования ниточных соединений в процессе носки и в период ухода за изделием.

Диссертационная работа соответствует следующим пунктам паспорта ВАК научной специальности 05.19.04 Технология швейных изделий:

7. Разработка технологических основ, прогрессивных способов и технологических процессов изготовления швейных изделий; разработка рекомендаций по совершенствованию процесса работы и рабочих органов технологического оборудования.

Работа выполнена в соответствии с планами научных исследований ИВГПУ на 2009-2015 гг.:

- грант Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере в рамках программы «Участник Молодежного Научно-Инновационного Конкурса» («У.М.Н.И.К.»-2009), проект "Разработка модулей программного обеспечения для диагностики заболеваний, проектирования текстильных и швейных изделий, совершенствования процессов серийного производства; химических технологий изготовления потребительских изделий с новыми свойствами" («Разработка химической технологии блокирования отверстий от прокола иглой ниточных соединений пуховой одежды для предотвращения миграции пуха» (2009-2010 гг.)) в соответствии с государственными контрактами №7049р/9617 от 01.07.2009 и №8308р/13099 от 31.07.2010;

- грант ректората ИГТА для поддержки научных исследований, выполняемых студентами академии и их научными руководителями по приоритетным направлениям развития науки, технологии и техники в Российской Федерации, проект «Использование нановеществ для блокирования миграции компонентов утеплителя в швейных изделиях» (2011 г.);

- проект «Разработка научно-технических основ технологии наноструктурной модификации полимерно-неорганических композиционных материалов для легкой промышленности и строительной индустрии» в рамках проектная часть государственного задания № 11.1898.2014/К Минобрнауки РФ (2014-2016 гг.).

**Цель работы** состояла в разработке технологии получения ниточно-клеевых соединений с пониженной проницаемостью для перо-пуховой смеси в процессе производства и эксплуатации швейных изделий, реализуемой с применением вспомогательного самоклеящегося пленочного материала.

Для достижения поставленной цели **решены следующие научные и технические задачи:**

- выбор и обоснование различных вариантов реализации новой технологии снижения миграции перо-пуховой смеси через ниточные соединения утепленной одежды;

- исследование влияния факторов стачивания (вид материала верха, конструкция ниточного соединения, вид швейных ниток, номер швейной иглы и тип заточки её острия, качественный состав перо-пуховой смеси) и факторов эксплуатации швейного изделия (механические деформации в процессе носки, бытовая и аквастирка) на миграцию перо-пуховой смеси;

- разработка метода для оценки миграции перо-пуховой смеси через ниточные строчки и швы на различных участках утепленной одежды под действием циклических деформаций изменения объема пакета (сжатие) и горизонтального встряхивания (трепание), приводящим к перераспределению перо-пуховой смеси внутри объема пакета изделия и потере его массы;

- исследование и обработка рецептурно - технологических параметров процесса получения вспомогательного самоклеящегося пленочного материала для снижения миграции перо-пуховой смеси через ниточные соединения и сохранения качественного внешнего вида;
- изучение эффекта блокирования ниточных соединений на основе исследования динамики затягивания отверстий прокола во вспомогательном самоклеящемся пленочном материале;
- определёние характера взаимодействия и наличия химических связей в системе «ткань чехла - вспомогательный самоклеящийся пленочный материал» методом неполного внутреннего отражения (НПВО) ИК-спектроскопии;
- выполнение оценки эксплуатационной надежности ниточных и ниточно-клеевых соединений,
- разработка рекомендаций по практическому применению предложенной технологии снижения миграции перо-пуховой смеси через ниточные соединения утепленной одежды.

**Научная новизна работы** заключается в установлении закономерностей изменения миграции перо-пуховой смеси через ниточные и ниточно-клеевые соединения в зависимости от количественных и качественных характеристик пакета материалов изделия и режимов образования ниточных и ниточно-клеевых соединений на этапе изготовления утепленного швейного изделия, а также вида и длительности эксплуатационных воздействий.

Впервые получены следующие научные результаты:

- предложена классификация факторов, влияющих на миграцию перо-пуховой смеси в ниточных соединениях;
- разработана методика оценки миграции перо-пуховой смеси через элементы ниточного соединения с помощью коэффициентов сквозной и внутренней миграции;
- предложены критериальные значения показателя сквозной миграции перо-пуховой смеси в ниточных и ниточно-клеевых соединениях, позволяющие оценить качество утепленного изделия;
- определены рациональные параметры структурного и ингредиентного состава вспомогательного самоклеящегося пленочного материала и режим образования ниточно-клеевых соединений, характеризующихся низким коэффициентом сквозной миграции;
- изучен процесс затягивания отверстия прокола, обусловленный вязко-текучим состоянием клеевого слоя вспомогательного самоклеящегося пленочного материала.

#### **Теоретическая и практическая значимость работы.**

Теоретическая значимость заключается в установлении факторов, влияющих на миграцию ППС в одежде, использовании количественных характеристик видов миграции ППС внутри объема ППУ (К<sub>вм</sub>) и на поверхность (К<sub>см</sub>) пакета одежды, позволяющие сформулировать однозначные критерии качества швейного изделия.

Практическая значимость результатов работы заключается в разработке способа и прибора для оценки миграции перо-пуховой смеси через элементы ниточного соединения с помощью коэффициентов сквозной и внутренней миграции; нового метода снижения проницаемости перо-пуховой смеси через ниточные соединения; в отработке рецептурно - технологических параметров процесса получения вспомогательного самоклеящегося пленочного материала для реализации технологии; в разработке практических рекомендаций образования ниточных и ниточно-клеевых соединений. Результаты работы прошли промышленную апробацию на производственной базе ООО «Мартин» г. Шахты.

Техническая новизна результатов, полученных в диссертационной работе, защищена патентом РФ на изобретение №2497113 «Способ оценки миграции пухо-перовой смеси и устройство для его осуществления», а также материалами заявки на изобретение «Способ образования непроницаемого соединения изделий на пухо-перовом утеплителе» (заявка №2014152442 от 23.12.2014).

Полученные научные и технологические результаты автора внедрены в учебный процесс Текстильного института Ивановского государственного политехнического университета и включены в теоретический и лабораторный курсы дисциплин направления подготовки бакалавров 29.03.01 (262000) Технология изделий легкой промышленности и магистров 29.04.01

(262000.68) Технология изделий легкой промышленности.

**Методология и методы диссертационного исследования.**

При решении поставленных задач применены теоретические и экспериментальные методы.

В теоретических исследованиях использованы методология системного подхода к проектированию швейных изделий на базе объемных утепляющих материалов, теории склеивания материалов, имитационное моделирование затягивания отверстия, моделирование условий эксплуатации.

В экспериментальной части работы применены методы натурального эксперимента, органолептический, прямых и косвенных контактных и бесконтактных измерений, современные физико-технические, физико-химические и электротермические методы, стандартные и оригинальные методы и средства исследования свойств материалов и швейных изделий. Обработка результатов осуществлена на ПК с использованием прикладных программ Excel, CorelDraw, MatLab, методов математической статистики и регрессионного анализа.

**Объектом исследования** в работе являлись процессы изготовления ниточных и ниточно-клеевых соединений и основных узлов изделий на перо-пуховом утеплителе, выполненных по традиционной технологии и с применением разработанного метода снижения проницаемости перо-пуховой смеси в утепленной одежде с помощью вспомогательного самоклеящегося пленочного материала.

**Предметы исследования:**

- закономерности изменения миграции перо-пуховой смеси в процессе изготовления утепленного изделия и в процессе его эксплуатации.

- современные материалы с пленочным покрытием, используемые при производстве утепленной одежды;

- ниточные и ниточно-клеевые соединения различной конструкции, применяемые при пошиве утепленного изделия на перо-пуховой смеси;

- пакеты и узлы одежды на перо-пуховом утеплителе, изготовленные при различных режимах образования ниточного соединения;

- модельные образцы вспомогательного самоклеящегося пленочного материала различного химического, ингредиентного и количественного состава с варьируемой толщиной;

- швейное изделие, изготовленное с применением разработанного метода снижения миграции перо-пуховой смеси через элементы ниточного соединения.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Новая технология, позволяющая снизить проницаемость перо-пуховой смеси через ниточные соединения в утепленной одежде.

2. Новый способ и прибор для оценки миграции перо-пуховой смеси через элементы ниточного соединения на различных участках утепленной одежды под действием циклических механических деформаций сжатия и трепания, имитирующих процесс носки и ухода за изделием. Предложены новые показатели – коэффициенты внутренней и сквозной миграции перо-пуховой смеси, имеющие численные значения и характеризующие наличие и интенсивность миграции элементов перо-пуховой смеси через ниточное соединение.

3. Закономерности изменения миграции перо-пуховой смеси для пакетов швейных изделий, соединенных ниточной строчкой, при различных режимах процесса стачивания в диапазоне рекомендуемых параметров образования ниточного и ниточно-клеевого соединения.

4. Рациональные структурные параметры вспомогательного самоклеящегося пленочного материала для проклеивания ниточных соединений.

Степень достоверности и апробация результатов исследования.

Достоверность экспериментальных и теоретических результатов исследования обеспечивалась корректным использованием положений метрологии для прямых и косвенных измерений, обоснованным объемом выборок, применением методов математической статистики и подтверждалась сходимостью большого числа экспериментальных данных, полученных независимыми методами исследования, данными натурального эксперимента, результатами производственной апробации и внедрения, внедрением положений диссертации в учебный процесс.

Основные положения и результаты диссертационной работы доложены, обсуждены и получили положительную оценку на:

- международных научно-практических конференциях «Инновационные и наукоёмкие технологии в легкой промышленности», Москва, ИИЦ МГУДТ 2010; «Сегодня и завтра медицинского, технического и защитного текстиля. Роль традиционных и высоких технологий» (Медтекстиль), Москва, Института химической физики им. Н.Н. Семенова РАН 2012;

- международном научно-практическом форуме «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоёмкие технологии и материалы (Smar-Tex)», Иваново, ИВГПУ 2015;

- международных научно-технических конференциях «Современные наукоёмкие технологии и перспективные материалы текстильной и лёгкой промышленности» (Прогресс), Иваново, ИГТА 2010, 2012; «Теоретические знания - в практические дела», Омск, ГОУ ВПО РосЗИТЛП, 2009; «Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности», Витебск, ВГТУ 2009, 2015; «Инновации и перспективы сервиса», Уфа, УГАЭиС 2011; «Актуальные проблемы науки в развитии инновационных технологий для экономики региона» (Лён), Кострома, КГТУ 2010, 2012; «Студенты и молодые учёные КГТУ – производству: материалы 60-й юбилейной межвузовской научно – технической конференции молодых учёных и студентов», Кострома, КГТУ 2011, 2015 гг.; «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности», Москва, ФГБОУ ВПО МГУДТ 2013; «Инновационные технологии развития текстильной и легкой промышленности», Москва, ФГБОУ ВО МГУТУ им. Г.К. Разумовского 2014; «Текстиль, одежда, обувь, средства индивидуальной защиты в XXI веке», Шахты, ФГБОУ ВПО ЮРГУЭС 2013; «Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации», Курск, ЮЗГУ 2014; «Информационная среда», Иваново, ИВГПУ 2014; международной конференции UTIV Turkish Textile and Clothing Sector Бурса, Турция, 2014);

- всероссийских научно-технических конференциях «Проблемы экономики и прогрессивные технологии в текстильной, легкой и полиграфических отраслях промышленности» (Дни науки), Санкт-Петербург, СПГУТиД 2010; «Актуальные проблемы проектирования и технологии изготовления текстильных материалов специального назначения», Димитровград, ДИТУД 2010;

- всероссийских научных конференциях «Инновации молодёжной науки», Санкт-Петербург, СПГУТиД 2013 гг.; «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности» (ИНТЕКС), Москва, ФГБОУ ВПО МГУДТ 2015;

- межвузовской научно-технической конференции «Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности» (Поиск), Иваново, ИГТА 2008, 2010 гг.;

- на заседаниях кафедры Технологии швейных изделий ИВГПУ 2009-2015 гг.

Работа, материалы которой входят в диссертацию, удостоена ряда наград: диплом в номинации «Проектирование одежды различного назначения» в рамках проведения 3-го тура всероссийской студенческой олимпиады 2009 г. (г. Владивосток, ВГУЭС), диплом 1-ой степени в номинации «Наиболее значимый практический результат» в 2009 году (г. Москва, МГУДиТ), диплом участника Инвестиционной ярмарки в 2011 году (г. Ярославль), диплом за участие в смене Зворыкинского проекта «Инновации и техническое творчество» в 2010 году в рамках всероссийского молодёжного образовательного форума Селигер, диплом всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов «Дни науки» в 2009 году (г. Санкт-Петербург, СПГУТД).

**Публикации.** Всего по материалам диссертации опубликовано 30 работ. Основные результаты диссертации изложены в 4 статьях в журналах, рекомендованных ВАК для опубликования основных научных результатов кандидатских диссертаций, в 1 патенте на изобретение и в 25 публикациях в материалах и тезисах научно-технических конференций различного уровня.

**Структура и объем работы.** Работа, изложенная на 210 страницах и включающая 57 рисунков и 10 таблиц, содержит введение, 5 глав, общие выводы и рекомендации, библиографический список из 223 наименований и 10 приложений, включающих результаты экспериментальных исследований, акт промышленного внедрения, акт внедрения в учебный процесс, акт опытно-промышленных испытаний.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность избранной темы, степень ее разработанности, определены цели и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы и методы диссертационного исследования. Приведены положения, выносимые на защиту, показана степень достоверности и апробация результатов.

**В первом разделе** выполнен аналитический обзор литературных источников, посвященных вопросам повышения качества одежды на перо-пуховом утеплителе (ППУ).

Проанализирован и обобщен опыт разработки и производства пуховой одежды, включающих вопросы изучения проектирования и создания пуховой одежды, содержащиеся в работах российских ученых И.Ю. Бринка, В.Ф. Богданова, С.Ф. Богданова, Л.А. Бекмурзаева, Т.Л. Бекмурзаева, З.Л. Бекмурзаева, Е.В. Назаренко, С. Г. Паченцевой, О.А. Алейниковой, А.С. Рукавишниковой и др. В результате анализа спектра вопросов, относящихся к изготовлению утепленной одежды, выделены основные направления научных исследований одежды на ППУ – это повышение качества одежды и эффективности ее производства, снижение материалоемкости и разработка методов и приборов. Данные исследования в областях проектирования и создания утепленных изделий являются основополагающей базой, позволяющей выпускать качественные изделия, но при этом остаются задачи, которые не решены вовсе, либо решения которых необходимо доработать с учетом изменения свойств пакета материалов, входящих в состав изделий на ППУ, а также технологий их изготовления. Всеми предыдущими исследователями установлен факт миграции ППС в швах.

Существует множество технологических и технических решений, направленных на повышение непроницаемости швов. В результате анализа выявлены следующие недостатки известных технологических решений, направленных на повышение непроницаемости ниточных соединений в одежде на ППС: рассмотренные технологические решения представлены только для водозащитных изделий для защиты от действия жидких агентов; данные технологии предполагают включение в технологический процесс новых технологических операций и вспомогательных приемов, что создает сложности в организации технологического процесса и увеличение времени изготовления изделия; невозможность применения данных технологий в утепленных изделиях на ППУ, поскольку это приведет либо к существенному изменению внешнего вида (использование жидких веществ, вкладываемых прокладок в шов), либо невозможность применения в существующем виде для изготовления изделий (отсутствие адаптации в технологическом процессе). Наиболее перспективной для реализации поставленной цели является разработка способа локальной блокирующей обработки ниточных швов и строчек утепленных швейных изделий, основанной на применении специальных вспомогательных пленочных материалов и комбинации его с процессами швейного производства при условии обеспечения максимальной эффективности.

Проведенный анализ известных методик и приборов для оценки миграции ППС показывает, что существующие методы и приборы не позволяют идентифицировать локализацию миграции и дифференцировать миграцию на разных участках изделия, не дают устойчивой корреляционной зависимости между результатами, полученными в лабораторных условиях и в реальных условиях эксплуатации изделий и требуют дальнейшего совершенствования и научного обоснования.

На основании проведенного анализа литературных источников сформулированы указанные во введении цель и задачи исследования, решаемые в диссертационной работе.

**Во втором разделе** представлены и охарактеризованы предметы, объекты исследований программа и методики их проведения.

Все предметы исследований в виде пакетов узлов швейного изделия (стегальные строчки и соединительные швы) прошли в полной мере все испытания эксплуатационно-механического воздействия в работе (воздействия трепания; сжатия; циклов аквастирки в условиях предприятия химической чистки одежды). Верхние участки полочек и спинки утепленного пальто (опорная поверхность – плечевые швы, нижние швы рукавов) испытывают в основном деформации



сжатия пакета изделия по толщине; в то время как нижняя часть полочек и спинки (неопорная поверхность – низ изделия) – деформации трепания и сжатия по толщине.

Для разработки путей снижения миграции ППС важным являлось установление факторов, влияющих на проникновение пуха через ниточную строчку. Факторы разделены на три группы - факторы модели изделия, факторы стачивания и эксплуатации.

Исследуемые в работе факторы, влияющие на миграцию ППС через ниточные соединения в одежде, систематизированы, сгруппированы и представлены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры изготовления образцов и проведения эксперимента (постоянные и варьируемые факторы исследования)

<b>Постоянные факторы исследования</b>
1. Структура исследуемого пакета: пятислойный пакет (ткань верха, ткань чехла, ППУ, ткань чехла, подкладочная ткань)
2. Ткань чехла (полиамидная ткань)
3. Подкладочная ткань (100% ПЭ)
4. Плотность набивки пухового пакета (3,8 г/м <sup>2</sup> ) - по данным предприятия
5. Оборудование, марка машины: одноигольная машина с транспортирующей (отклоняющейся) иглой фирмы Maxdo GC 0538 (Китай)
6. Оборудование для исследования: USB цифровой микроскоп AM2011-Dino-Lite Basic с ПО Cooling Tech, цифровой фотоаппарат, программа CorelDraw X3, приложения Office XP Microsoft Word, Microsoft Excel, MATLAB, Origin 6.10.52 Retail, ИР 5081-10 с ПТК и ПО MaxTest ShortCut, оптический микроскоп Moticam 1000 с ПО Motic Images Plus 2.0 ML
7. Конструкция выполняемого шва: соединительные, стегальные
<b>Варьируемые факторы исследования, интервал варьирования</b>
1. Основная ткань артикул, материал с плёночным водонепроницаемым покрытием: FDG 5339, Hipol, SRK – 66 AG, KS 3305, KS 3433, Rose Skin, Oil cirс pu wtrpu, P/Dewspo Burgundiy, Jordan, P/300 Ponge, Royal Dewspo Cire, Delta Milky Red
2. Пуховой пакет в виде чехла с ППС различного качественного и количественного состава внутри чехла (вариации смеси из гусиного пуха: 70% пуха+30% пера; 85% пуха+15% пера; 90% пуха+10% пера)
3. Параметры швейной иглы: номер иглы (диаметр) 60, 70, 80, 90; заточка иглы SES, SPI, LR, R; покрытие иглы: стандартное хромированное, керамическое, тефлоновое, никель-титановое (Dimond-Carboride), BLUK, TN - нитрид-титановое (SERV-100), NIT- антифрикционное никель-тефлоновое покрытие
4. Волокнистый состав и результирующая линейная плотность швейных ниток (согласно ТУ ООО «Мартин»): - челночная - SABAtex (полиэфирные штапельные нитки (ЛТ)); - игольная - SABA 100 (армированная полиэфирная швейная нить (ЛЛ)); 36 ЛХ; 35ЛЛ; 70 ЛЛ; 30 ЛШ; спец. нитки goosedown
5. Частота сточки N1см 3 – 5 при lстежка= 3,3- 2 мм
6. Химические агенты – акратам; претавил; атебин ВFF; атебин РК2; анзал; биндер; аркофоб
7. Вспомогательный самоклеящийся пленочный материал (ВСПМ) различного химического и ингредиентного состава: БАК-Р+БАК-Н; БАК-Р+лакротен; (БАК-Р+ ПФ 3,5,10,20 частей) + БАК-Н; БАК-2Э+БАК-Н; (БАК-Р + БАК-Н) + БАК-Н и количественного состава с варьируемой толщиной клеевого (0,1-0,4 мкм) и армирующего слоя (0,05 мкм)
8. Способы снижения миграции
8.1 предварительная обработка деталей края: а) нанесение линий выстёгивания и блокирующей композиции до стачивания на деталь края; б) проклеивание детали края герметизирующей плёнкой (в местах ниточного соединения)
8.2 обработка швейных ниток герметизирующими препаратами: а) обработка челночной нити; б) обработка игольной нити; в) обработка челночной и игольной нити;
8.3 обработка ниточной строчки герметизирующими препаратами: а) в процессе стачивания; б) после стачивания при влажно-теплогидрофобной обработке (ВТГО)

В работе использованы оригинальные не стандартизированные и стандартизированные методики и средства измерений. Применены методики определения характеристик: стандартные – поверхностной плотности и толщины текстильных и пленочных материалов, разрывной нагрузки ткани, воздухопроницаемости текстильных и пленочных материалов и их пакетов, водонепроницаемости ткани и пакетов; нестандартные – проруваемости текстильных материалов с применением специализированного исследовательского комплекса на базе программного обеспечения MATLAB, адгезионной прочности клеевых соединений с применением программно-технического комплекса (ПТК) и адгезиометра, оценки наличия взаимодействия в системе «ткань чехла перо-пухового утеплителя – ВСПМ» с использованием метода инфракрасной спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО); оригинальные – оценки сквозной миграции ППС через ниточные соединения и внутренней миграции ППС в пакете изделия, в т. ч. со швами различных конструкций, с применением специально разработанного прибора; оценки процесса затягивания отверстия в пленке от прокола иглой после проклеивания ниточных соединений предложенным в работе ВСПМ.

Автором диссертационного исследования разработаны и запатентованы способ оценки миграции ППС и прибор его реализующий (патент РФ 249711). На рисунке 1 представлено схематичное описание способа оценки миграции ППС. Данный метод позволяет обеспечить при проведении испытаний соответствие задаваемых видов деформации деформациям, которые испытывают разные участки одежды в процессе носки и ухода за изделием и приводящие к подвижности ППС и миграции, учесть изменение расположения ППС внутри объема пакета изделия и уменьшение его массы, обеспечить выбор, задание и контроль величины деформации в процессе испытания, оценить миграцию на разных участках одежды; дифференцировать и количественно оценить внутреннюю миграцию и миграцию на поверхность швейного изделия, прогнозировать сохранение качества изделия на всех стадиях его жизненного цикла.



Рисунок 1. Схематичное описание способа оценки миграции ППС

Для оценки миграции утеплителя внутри отсека пакета (без потери массы ППС) предложен коэффициент внутренней миграции  $K_{вм}$ , который определяли после влияния механических

воздействий – трепания (сжатия), и характеризовали отношением средней толщины пакета материала нижней части к верхней части исследуемого образца и рассчитывали по формуле 1.

$$K_{вм} = \frac{\bar{T}_н}{\bar{T}_в} \quad (1)$$

где,  $K_{вм}$  – коэффициент внутренней миграции по толщине пакета материала, отн. ед;  
 $\bar{T}_н$ ,  $\bar{T}_в$  – соответственно средняя толщина нижней и верхней части исследуемого образца, мм, рассчитываемые по формуле  $\frac{T_1 + T_2 + \dots + T_{10}}{10}$  (рисунок 2).

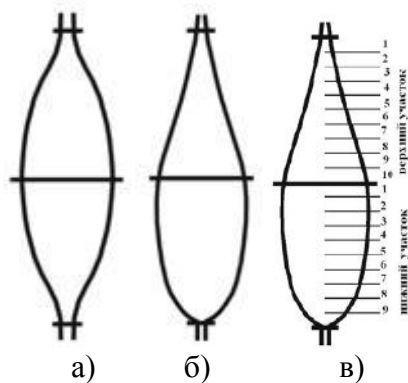


Рисунок 2. Схематичное изображение получения исходной информации для расчета  $K_{вм}$ :  
 а) вид образца сбоку до механического воздействия,  
 б) вид образца сбоку после механического воздействия,  
 в) условная разметка абриса пакета для выполнения измерений в программе обработки изображений

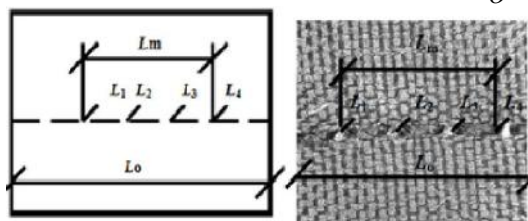


Рисунок 3. Схематичное изображение получения исходной информации для расчета  $K_{см}$

По данным предприятия ООО «Мартин» выбрана рациональная плотность набивки пакета с ППС при наличии последующего простегивания, равная  $180 \text{ г/м}^2$ , обусловленная назначением изделий для умеренно-континентальной климатической зоны. При изменении расположения стегальных строчек с параллельного на перпендикулярное – значение воздухопроницаемости увеличилось на 64%, при увеличении плотности расположения строчек (на одной и той же площади с двух до трёх – изменение составило 8%), соответственно при увеличении плотности расположения строчек (на одной и той же площади с трех до четырех – изменение составило 26%). Т.о. рекомендовано для выстёгивания деталей использовать параллельные строчки на максимально возможном их расстоянии.

В работе представлены результаты по влиянию швейных ниток и номера иглы, технических характеристик материалов верха на суммарную перфорированную иглой площадь и ее воздухопроницаемость при вариации параметров стачивания.

Для оценки миграции ППС на поверхность изделия через ниточные соединения деталей разработан коэффициент сквозной миграции  $K_{см}$ , который определяли после влияния механических воздействий трепания и сжатия, а также после мокрой обработки (стирки) или химической чистки. Он характеризуется отношением суммарной длины всех мигрировавших ППС через элементы ниточного соединения исследуемого образца к общей длине строчки и рассчитывается по формуле 2.

$$K_{см} = \frac{\sum_{i=1}^m L_{m_i}}{L_0} \quad (2)$$

где,  $K_{см}$  – коэффициент сквозной миграции по длине исследуемого участка, отн. ед.;

$\sum_{i=1}^m L_{m_i}$  – длина участка строчки, на которой наблюдается миграция утеплителя через элементы ниточного соединения, мм, рассчитываемая по формуле  $\sum_{i=1}^m L_{m_i} = L_{m_1} + L_{m_2} + L_{m_i} \dots + L_{m_{i+1}}$

$L_0$  – общая длина ниточного соединения, мм.

Статистическая обработка результатов исследований и математические расчёты осуществляли в программах Microsoft Excel, Origin 6.10.52 Retail.

**Третий раздел** диссертации посвящен исследованию влияния технологических режимов и параметров изготовления утепленного изделия на миграцию ППС. Очевидно, что первичная миграция является результатом возникновения сил трения между швейной иглой с нитью и пухом, превышающих силы сцепления элементов ППС.

Исключение первичной миграции не позволяет предотвратить вторичную миграцию, являющуюся результатом воздействия эксплуатационных факторов. С помощью разработанного способа оценивали степень проникновения пуха через ниточные строчки и швы при различных деформациях, которые испытывают разные участки одежды в процессе носки и ухода за изделием. Анализ проведен для всех исследуемых в работе пакетов материалов (соединительных и стегальных швов). На рисунке 4 показано, что с увеличением количества циклов воздействий сжатия внутренняя миграция растет. Однако, после аква- и бытовой стирки в результате кругового вращения барабана и воздействия нескольких изделий друг на друга происходит выравнивание (распределение) ППС. Графические линии, характеризующие изменение  $K_{вм}$  с ростом числа циклов механического воздействия всегда направлены снизу вверх, слева направо.

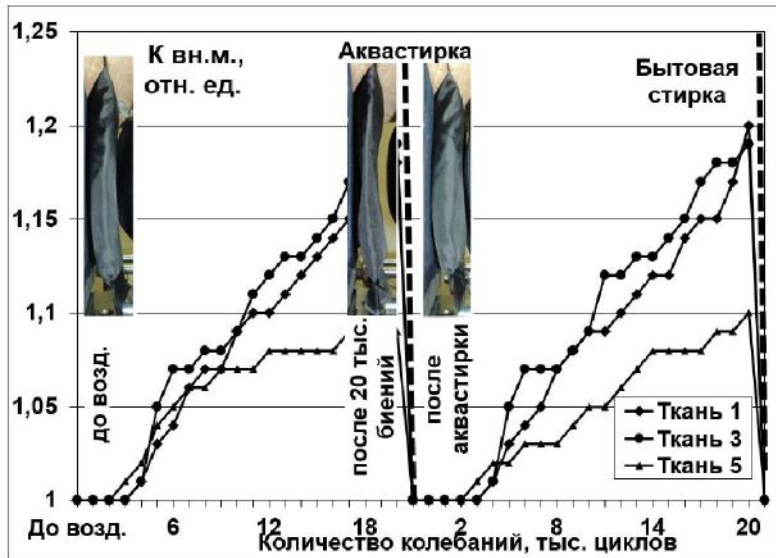


Рисунок 4. Зависимость  $K_{вм}$  ППС в пакете со стачным швом в процессе сжатия, воздействия аква- и бытовой стирки: ткань 1 – арт. FDG 5539; ткань 3 – арт. JORDAN; ткань 5 – арт. SRK – 66 AG

Рост угла наклона кривых происходит с разной интенсивностью при действии на пакет деформаций сжатия и трепания. При сравнении внутренней миграции происходящей при деформациях сжатия и трепания, было выявлено, что при трепании миграция в среднем на 50% ниже. Повышение поверхностной плотности приводит к повышению его жесткости, что в свою очередь создаёт условия к снижению подвижности ППС внутри изделия. Экспериментально установлено, что на внутреннюю миграцию оказывают наибольшее влияние вид материала верха, а конкретно его жесткость, объем пуха в пакете, а также жесткость шва.

Очевидно, что с увеличением длительности циклического воздействия  $K_{вм}$  растет. Однако в процессе ухода за изделием, химической чистки или стирки, преобладает неориентированная деформация трепания, что приводит к полному восстановлению формы пакета. Это связано с тем, что при трепании амплитуда реакции пакета выше, и пух имеет большую подвижность, а при сжатии происходит выбивание пуха, который, не имея возможности свободно двигаться, в большей степени скапливается в нижней части пакета.

Помимо внутренней миграции ППС актуальной проблемой является сквозная миграция через ниточные соединения утепленной одежды. При этом с увеличением числа циклов деформирующих воздействий происходит постепенный рост  $K_{см}$  (рисунок 5). Аквастирка однозначно создает условия для сквозной миграции. Она способствует значительному нарушению качества ниточных соединений и внешнего вида изделия. После воздействия угол наклона кривой увеличивается, миграция растет быстрее. Исследуемые материалы верха отличаются поверхностной плотностью, определяемой в значительной степени толщиной пленочного покрытия. Поверхностная плотность основного материала в значительной степени влияет на миграцию ППУ, т. к. чем ниже  $\rho$ , тем выше  $K_{см}$ : для материала арт. Skr-66AG с  $\rho=150 \text{ г/м}^2$  он на 30-50% ниже, чем для материала арт. P/Dewspo Burgundi с  $\rho=90 \text{ г/м}^2$ . Высокий  $K_{см}$  имеют стегальные строчки: он больше в 8-10 раз по сравнению с соединительными швами. После 5-го цикла аквастирки происходит увеличение  $K_{см}$  для однолинейных строчек в 2-8 раз (при этом, для более плотных по структуре материалов увеличение  $K_{см}$  незначительное – в 2 раза). Наименее проницаемыми для волокон ППС являются соединительные швы. Стачной шов имеет низкую миграцию пуха, являясь более закрытым ниточным соединением. Расстрочной и настрочной швы имеют большее (в 2-2,5 раза) количество и площадь отверстий для проникновения ППС (соединения более

напряженные, принудительно раскрытые). Анализируя полученные результаты исследований сквозной миграции в изделиях, выполненных по существующей технологии, для швов различной конфигурации и различных материалов верха при воздействии деформации трепания, имитирующей опытную носку с последующей аквастиркой для стегальных строчек в пакете с различным материалом верха и процентным соотношением ППС (70\*30; 85\*15; 90\*10) можно сделать вывод о том, что наибольшей миграцией обладает пакет, сформированный из пуховой смеси с процентным соотношением 90% пуха и 10% пера, что обусловлено строением и хаотическим распределением смеси в пакете.

Наименьшей сквозной миграцией обладает пакет, содержащий верхний слой из ткани № 3 арт. "Royal/Dewspo Cire" повышенной поверхностной плотности ( $\rho=115 \text{ г/м}^2$ ), состав Poly (ethylene terephthalate), наибольшей миграцией обладают ткани с пленочным покрытием № 2, 4 арт. Delta Milky Red и P/300 Ponge соответственно ( $\rho=65-75 \text{ г/м}^2$ ), состав Poly(ethylene terephthalate) и Poly (caprolactone) triol (nom mw:900). На основе полученных данных разработаны рекомендации по снижению миграции ППУ через ниточные соединения.

В результате проведенных исследований предложены критериальные значения показателей миграции ППС:

- для коэффициента внутренней миграции  $K_{вм}$ , измеренного в процессе эксплуатации (носка утепленного изделия, воздействия многоциклового характера):
  - если  $K_{вм} = 1,0$ , то он характеризует высокое качество утепленной одежды;
  - если  $K_{вм} > 1,0$  и стремится к 2,0, то изделие теряет своё качество, пуховая смесь опускается вниз изделия, вверху образуются пустоты, снижаются теплозащитные свойства утеплителя;
- для коэффициента сквозной миграции  $K_{см}$ , измеренного в процессе изготовления изделия до эксплуатационных воздействий, а также в процессе эксплуатации, в том числе, после 1÷10 аквастирок:
  - если  $K_{см} = 0,05 \div 0,2$ , то он свидетельствует о высоком качестве утепленной одежды;
  - если  $K_{см} > 0,2$  и стремится к  $K_{см} = 0,8$  и выше, то качество изделия может быть охарактеризовано как очень низкое;
  - если  $K_{см} = 0,8 \div 1,0$ , то он свидетельствует о низком качестве утепленной одежды.

**Четвертый раздел** посвящен разработке способа снижения проницаемости пухового утеплителя сквозь ниточные соединения в одежде.

Научный и практический интерес представляет технология блокирования отверстий от прокола иглы с помощью химических препаратов. В работе были приняты и апробированы технологии: непосредственная герметизация ниточной строчки, образующейся в процессе стачивания, обработке при этом подвергается место прокола, элементы ниточного соединения (либо челночная нить, либо игольная нить, либо и челночная и игольная нити как в процессе стачивания, так и непосредственно перед стачиванием и совокупность их в целом), технология блокирования места прокола с помощью влажно-теплогидрофобной обработки (ВТГО) шва.

Наиболее перспективной для решения рассматриваемого круга задач является разработка способов локальной герметизирующей обработки ниточных соединений швейных изделий, основанной на применении специальных пленочных материалов, и комбинации ее с процессами швейного производства при условии обеспечения максимальной эффективности. Для специали-

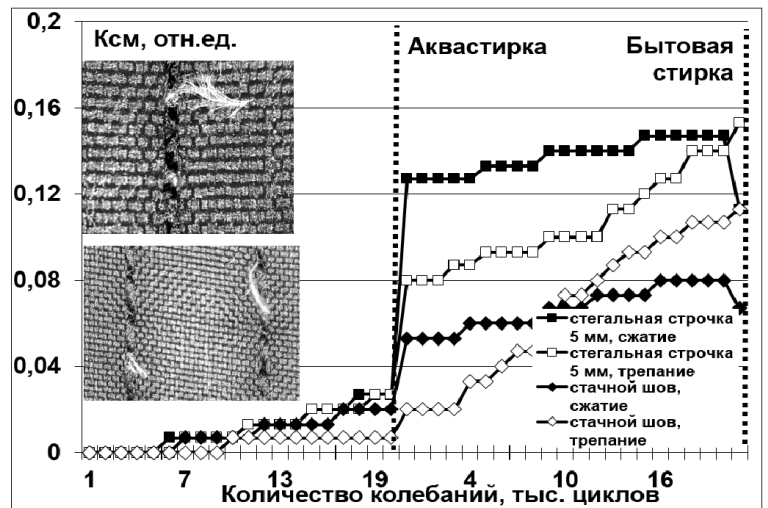


Рисунок 5. Зависимость  $K_{см}$  в пакете, соединенном стегальной строчкой (5 мм) и стачным швом, от количества циклов сжатия и трепания, аква- и бытовой стирки для ткани 1 (арт. FDG 5539)



стов-швейников задача, состоящая в обеспечении непроницаемости швов, конкретизируется как разработка нового вспомогательного материала и технологии его применения. В настоящее время разработаны варианты безосновного пленочного материала для герметизирующей обработки швов, но его применение преследует прежде всего цель обеспечения их водонепроницаемости. Насколько технические параметры имеющихся вариантов пленочного материала могут удовлетворять решению проблемы снижения миграции ППС в утепленной одежде – это требует специальных экспериментальных исследований, корректировок и уточнения особенностей использования, а его применение должно быть согласовано с особенностями технологического процесса производства пуховых изделий.

Рассмотрены различные варианты организации технологического процесса с использованием предлагаемого в работе ВСПМ. Нанесение ВСПМ необходимо на ткань чехла, либо ткань чехла и изнаночную сторону ткани верха для минимального изменения внешнего вида изделия. Пакет материалов для осуществления вариантов технологии приклеивания состоит последовательно из ткани верха, пухового пакета (готового, либо формируемого на заготовительной стадии процесса изготовления изделия), ВСПМ, подкладочной ткани. При первом способе получения пакета с пониженной проницаемостью для ППС учитывалась традиционная технология изготовления утепленных изделий на ППУ с применением сформированного готового пухового пакета. Последовательность операций представлена на рисунке 7. Технология адаптирована в технологическом процессе, является наиболее рациональной и эффективной, увеличение трудоёмкости изготовления изделия при данном способе составляет 6%.

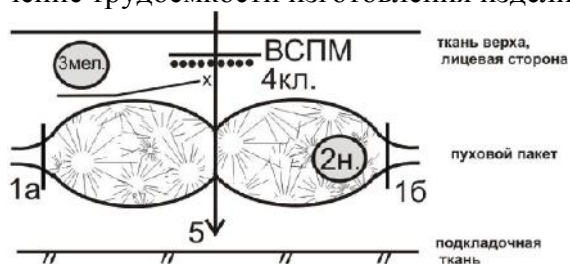


Рисунок 7. Схема реализации способа получения ниточно-клеевого соединения с пониженной проницаемостью для ППС

Условные обозначения: **операция без буквенного обозначения** (1,3,5) – стачивающая операция; **кл.** – клеевая операция; **н.** – операция по набивке пухового пакета перопуховой смесью; **×** – операция нанесения вспомогательной линии на ткань чехла

На рисунке 8 представлен процесс получения ниточно-клеевых соединений с пониженной проницаемостью для ППС с применением предложенных в работе наиболее рациональных вариантов его организации с учетом существующих технологий изготовления изделий на ППУ.

Рассмотрен более эффективный и предпочтительный вариант получения клеевого способа соединения пухового полуфабриката с помощью ВСПМ с двухсторонним клеевым покрытием, при котором операция выстигивания выполняется только для ППУ без материала верха, что позволяет исключить полностью возможность миграции ППС на лицевую сторону изделия за счет клеевого соединения его одновременно с проклеиванием стегальных строчек. ВСПМ представляет собой контактный клей с низкой температурой стеклования, с применением которого клеевое соединение образуется без длительного воздействия давления.



Рисунок 8. Схема технологии получения ниточно-клеевых соединений с пониженной проницаемостью для ППС

Достоинствами предложенной технологии являются: создание оптимальных условий для процесса стежкообразования; повышение производительности труда, снижение трудоёмкости операций по предотвращению миграции ППС, сокращение длительности цикла; отсутствие вредной нагрузки на окружающую среду и работающего; универсальность применения в любом месте детали и изделия, без изменения внешнего вида изделия; повышение непроницаемости ниточных соединений одежды для ППС, в том числе и в процессе ее эксплуатации.

Обрабатывались рецептурно-технологические параметры процесса получения ВСПМ, позволяющего обеспечить требуемый комплекс свойств для предотвращения проницаемости ППС сквозь проколы строчек, удовлетворяющего требованиям швейного производства. Работа по рационализации компонентного состава (количественного и качественного) была выполнена экспериментально в условиях лаборатории ФГУП «ИВНИИПИК ФСБ России» (г. Иваново) при консультации со специалистами-разработчиками ВСПМ. Проведено опытно-промышленное апробирование полученных ВСПМ для применения в технологическом процессе изготовления изделий на ППУ, что подтверждено актом опытно-промышленной апробации. В работе были исследованы различные варианты предлагаемого ВСПМ. Для проклеивания использовали спецмашину для проклеивания швов фирмы Tytical KS 25.

Экспериментальные исследования технологических и эксплуатационных свойств полученных вариантов пленочных материалов позволяют установить закономерности изменения их свойств (жесткости, величины блокирующего эффекта, надежности блокирующего эффекта) при варьировании их толщины, химического ингредиентного и количественного состава. На основании выявленных особенностей по влиянию состава сополимера на свойства сформированных пленок была установлена целесообразность применения в качестве основного пленкообразующего для изолирующего слоя акрилатного латекса БАК-Р. При выборе полимера для клеевого слоя определяющим свойством являлась липкость, так как она характеризует адгезионную способность. Клеевой слой пленочного материала должен обладать постоянной и остаточной липкостью, которая обеспечивает готовность ВСПМ к использованию без теплового или химического активирования. В ходе экспериментальных исследований выявлено, что оптимальным соотношением адгезионной способности и когезионной прочности обладают пленки из акрилатного латекса БАК-Н.

Оценивалась возможность повышения эластичности клеевого пленочного материала. С этой целью в состав полимерной композиции на основе сополимерного акрилатного латекса БАК-Р осуществлялось введение пластифицирующего агента (ПФ) её частями в армирующий слой.

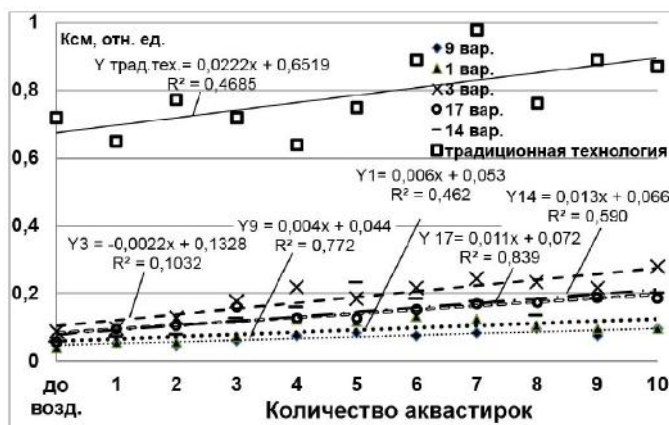


Рисунок 9. Изменение  $K_{см}$  в процессе воздействия 10 циклов аквастирки стеганого пакета, выполненного по существующей технологии и с применением различных вариантов ВСПМ

На рисунке 9 показаны результаты изменение  $K_{см}$  после воздействия 10 циклов аквастирки исходного образца, выполненного по существующей технологии и образцов с применением различных вариантов ВСПМ, отличающихся видом латекса, используемого для его изготовления и толщиной композиционных слоёв. Использование для проклеивания нового ВСПМ всех исследуемых вариантов способствует существенному снижению  $K_{см}$  (в 6–8 раз). Этот эффект сохраняется и после воздействия десяти аквастирок –  $K_{см}$  не превышает 0,30. При этом следует отметить, что обычно верхняя одежда на ППУ служит не более 3-х лет, а значит  $K_{см}$  достигнет в этом случае величины не более 0,12.

Установлено, что наибольшее влияние на эффект блокирования отверстий от прокола оказывает толщина клеевого слоя. Рациональными вариантами ВСПМ являются композиции состава БАК-Р (0,05 мм) + БАК-Н (0,10÷0,40 мм). В процессе воздействия и увеличения количества мно-

гоцикловой деформирующей нагрузки и с ростом толщины клеевого слоя пленки  $K_{см}$  возрастает. Причём, на начальных этапах (первые 3-4 аквастирки) происходит быстрый рост  $K_{см}$ , затем его значения стабилизируются. В результате проведённых исследований по влиянию химического состава и соотношения сомономеров на физико-механические и технологические свойства сформированных плёнок установлена целесообразность использования композиций для неклеевого армирующего слоя акрилатных латексов с содержанием звеньев акрилонитрила от 20 % до 34 %.

На основе экспериментальных исследований наилучшие результаты эффекта блокирования ниточно-клеевого соединения показал вариант ВСПМ на основе полимерной композиции, в состав которой входит БАК-Р + БАК-Н (с толщиной  $\delta = 0,23$  мм (вариант № 9)). Он обеспечивает рациональные условия образования ниточно-клеевого соединения, а именно не затрудняет процесс стежкообразования, исключает миграцию ППС в процессе стачивания и обладает адгезионной способностью к материалам изделия в процессе образования клеевого соединения.

**Пятый раздел** посвящен исследованию качества ниточных соединений, выполненных с применением разработанной технологии.

Исследования включали в себя выбор рациональных параметров образования клеевого соединения с минимальными технологическими затратами времени и энергии, а именно: толщины клеевого слоя ВСПМ, давления при склеивании материалов, а также продолжительности контакта при склеивании. Варьирование параметров и режимов образования прочного клеевого соединения, обеспечивающего достаточную первоначальную фиксацию ВСПМ на поверхности ткани чехла, находится в интервале, рекомендованном для процесса стачивания плащевых и курточных материалов. Для создания прочного клеевого соединения достаточно механическое давление на пакет в пределах значений, достигаемых при машинном или ручном приклеивании ВСПМ и сопоставимых с давлением лапки швейной машины (20-30 кПа) в процессах стачивания. С увеличением толщины клеевого слоя ВСПМ увеличение времени приклеивания в интервале 1-6 секунд не увеличивает адгезионную прочность. Таким образом, установлено, что для образования клеевого соединения достаточно кратковременного воздействия механического давления в течение 1 секунды, обеспечивающего плотный контакт ВСПМ с поверхностью чехла, который создает условия выполнения всех дальнейших операций. Адгезионная прочность при этом находится в пределах от 1,5 до 3 Н/см, и данной прочности расслаивания полученного клеевого соединения достаточно для выполнения операций по обработке и сборке деталей и изделия в целом.

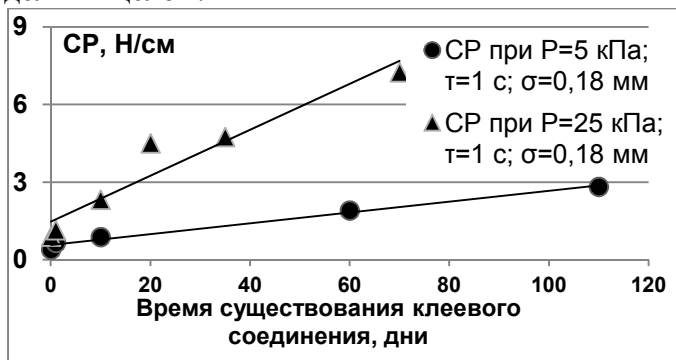


Рисунок 10. Влияние времени существования клеевого соединения «ткань чехла + ВСПМ» при различных условиях прижима для приклеивания на сопротивление расслаиванию

Установлено, что после снятия механического давления в процессе существования образованного клеевого соединения его прочность продолжает увеличиваться. Приведены результаты исследований сопротивления расслаиванию, которые подтверждают, что адгезионная прочность клеевых соединений на основе ВСПМ зависит от времени существования клеевого соединения. На рисунке 10 представлены результаты оценки адгезионной прочности в системе «ткань чехла + ВСПМ» (ВСПМ: БАК-Р+БАК-Н,  $\sigma_{кл.с.} = 0,18$  мм) с увеличением длительности существования клеевого соединения.

Способность клея проникать в неровности поверхности материала при формировании адгезионного соединения оказывает большое влияние на его прочность. Клеевой слой разработанного материала обладает способностью с течением времени растекаться по склеиваемой поверхности и заполнять микронеровности рельефа волокон ткани чехла ППУ. Установить тип взаимодействия адгезива с субстратом, выявить характер связей, возникших в зоне контакта, является важной задачей. При изучении характера взаимодействия полимеров в настоящее время



ма широкое применение находит метод ИК-спектроскопии. Спектры получены в течение предполагаемого периода образования межмолекулярного взаимодействия между ВСПМ и текстильным материалом - от 1 часа до года существования соединения. Были получены спектры ВСПМ и текстильного материала с двух сторон до склеивания. Наиболее тщательному исследованию подвергались клеевые соединения до и после разрушения: с армирующей и с клеевой стороны ВСПМ и лицевая ткань чехла.

Анализ полученных спектров выполняли в течение всего периода проведения испытаний (через 1 час, 1 день, 5 дней, 15 дней, 30 дней и 370 дней). ИК-спектр клеевого разрушенного соединения «ткань чехла пухового пакета+ВСПМ» характеризуется сдвигом всех полос поглощения чаще к полосам поглощения пленки в интервале частот «материал-пленка». На основании анализа ИК-спектров исследуемых образцов сделано заключение, что под воздействием внешнего давления и реологических свойств на границе раздела фаз полимерных материалов осуществляется межфазное взаимодействие с участием функциональных групп различных соединений, а также возможное изменение структуры пограничного слоя материалов, изменение степени кристалличности в результате деструкции полимеров.

При изготовлении изделия с применением разработанного способа заполнения отверстия от прокола пакета материалов – это процесс, требующий определенного времени и включающий в себя несколько этапов (рисунок 11). Этот процесс продолжается и после снятия давления, так как клей находится в вязкотекучем состоянии и стремится принять равновесное положение. Применение разработанной технологии обеспечивает заполнение отверстий ниточной строчки не только по поверхности, но и по глубине соединяемого пакета.

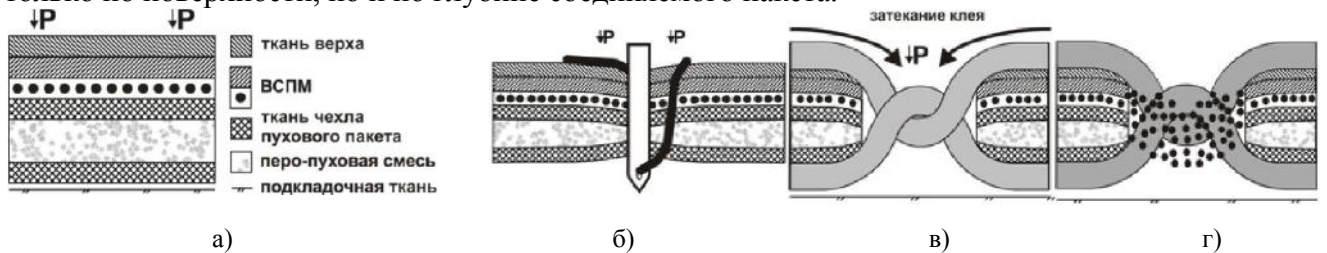


Рисунок 11. Схема процесса заполнения отверстия прокола в пакете материалов изделия в результате приклеивания ВСПМ: а) условное обозначение; б) механическое прокалывание пакета; в) перемещение клеевой массы клеевого слоя ВСПМ в образовавшееся свободное пространство; г) результат затекания клея

Установлено, что для интенсификации процесса блокирования прокола ниточного соединения при использовании ВСПМ с липким слоем представляет интерес дополнительное температурное воздействие. В работе изучен процесс затягивания отверстий от проколов в пленке, фиксацию значений диаметра отверстия производили через каждую секунду испытания (рисунок 12).

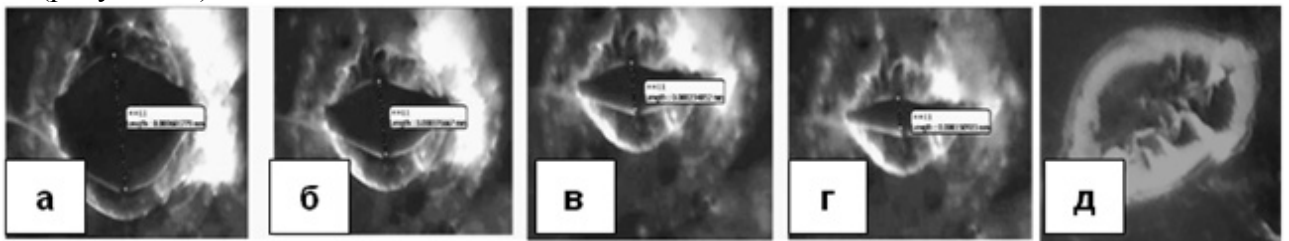


Рисунок 12. Процесс затягивания отверстий при  $t = 38 \text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение времени: а) начальное время, б) через 10 с, в) через 20 с, г) через 30 с, д) через 60 с

На процесс затягивания отверстий большое влияние оказывает температурно-временной фактор. При проколе иглой материала происходит нарушение его целостности в результате образования отверстия, что выводит систему из состояния равновесия и приводит к возникновению внутренних напряжений в полимере в зоне отверстия. При последующем извлечении иглы под действием возникших внутренних напряжений отверстие затягивается. Данный процесс но-

сит характер релаксационного. Доказательством справедливости рассуждения является линеаризация полученных кинетических кривых в полулогарифмических координатах (рисунок 13).

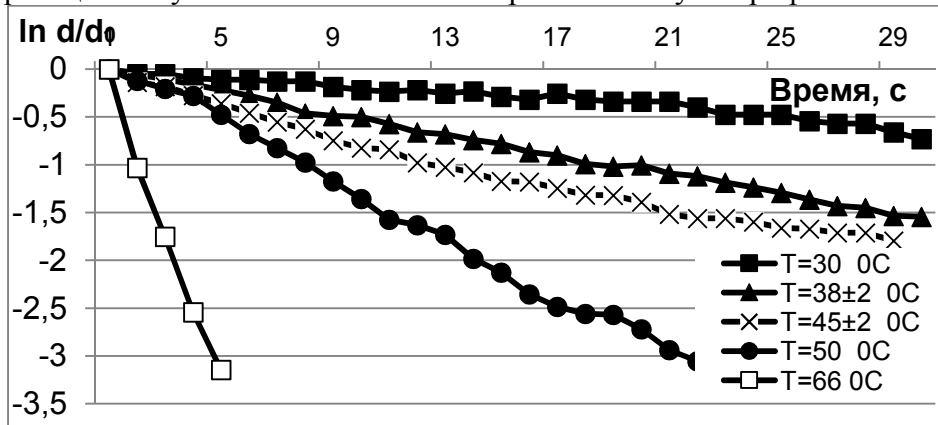


Рисунок 13. Влияние температуры на кинетику «залечивания» отверстий от прокола иглой.

Температура, °C: 30 (1), 38 (2), 45 (3), 50 (4), 66 (5)

Получена температурная зависимость времени релаксации отверстий от прокола иглой. Установлено, что эта зависимость имеет экспоненциальный характер. Так, при  $t = 65$  °C время релаксации составляет 1,3 сек, что соответствует константе скорости  $0,77 \text{ с}^{-1}$  (в 20 раз больше, чем при  $t = 38$  °C).

### Итоги выполненного исследования

1. Обобщение и анализ основных научных положений, направленных на проектирование и изготовление высококачественной одежды на перо-пуховом утеплителе показал необходимость в разработке технологии, позволяющей снизить миграцию пухового утеплителя и обеспечивающей сохранение блокирующего эффекта в процессе эксплуатации утепленного изделия.

2. Разработаны метод и прибор для исследования проникновения ППС через соединительные швы и строчки на различных участках утепленной одежды под действием циклических механических деформаций сжатия и трепания, позволяющего исследовать влияние свойства и структурных характеристик материалов пакета швейного изделия, параметров швов и режимов образования ниточных соединений, интенсивности эксплуатации одежды на снижение ее качества.

3. Предложены количественные показатели для оценки внутренней и сквозной миграции ППС, имеющие численное выражение и позволяющие выполнять сравнение качества различных швейных изделий на ППУ, и получены зависимости изменения этих коэффициентов для пакетов швейных изделий при различных режимах образования ниточного и ниточно-клевого соединения.

4. Установлено, что рационализация режимов ниточных соединений снижает миграцию ППУ в процессе изготовления изделий за счет создания условий для уменьшения вероятности «захвата и транспортировки» ППС при стачивании, но не приводит к такому же эффекту при эксплуатации готовой продукции, поскольку не обеспечивает исключение перфорации пакета и его стабильность при действии деформаций.

5. Отработаны рецептурно-технологические параметры ВСПМ, и технология его применения для снижения миграции ППС через ниточные соединения утепленной одежды, и доказано влияние химического состава полимерной композиции на основе акрилатных латексов и толщины полученного пленочного материала на блокирующий эффект.

6. Показано, что использование разработанного ВСПМ для проклеивания ниточных швов обеспечивает снижение  $K_{см}$  в 6-8 раз при сохранении достигнутого эффекта снижения сквозной миграции после воздействия 10 аквастирок по сравнению с использованием современной технологии изготовления изделий на ППУ.

7. Доказано, что адгезионная прочность клеевых соединений, имеющих пониженную миграцию ППУ прямопропорционально зависит от толщины клеевого слоя, величины механического давления при склеивании, времени существования клеевых соединений после прекращения воздействия давления, и для создания прочного клеевого соединения достаточно обеспечения кратковременного плотного контакта ВСПМ с поверхностью чехла для выполнения всех дальнейших операций по обработке и монтажу деталей и узлов изделия.

9. Установлено, что требуемый эффект блокирования проколов ниточных соединений достигается за счет затекания клеевого слоя вспомогательного самоклеящегося пленочного матери-

ала, заполняющего микрорельеф поверхности и образующего прочное клеевое соединение, которое обеспечивается уже на начальном этапе существования клеевого соединения под воздействием механического давления, достаточного для фиксирования ВСПМ на поверхности чехла ППУ.

10. Экономическая эффективность от применения разработанного способа снижения миграции ППС через элементы ниточного соединения обеспечивается за счет повышения качества изготавливаемых утепленных изделий. Ожидаемый экономический эффект от внедрения мероприятий, направленных на повышение качества изготовления изделий на перопуховом утеплителе составил 477063 руб. на 1000 изделий. Результаты исследований внедрены в учебный процесс кафедры технологии швейных изделий текстильного института ИВГПУ и на предприятии ООО «Мартин» (г. Шахты).

### **Рекомендации, перспективы дальнейшей разработки темы**

Проведенные исследования могут служить основой для замены технологии ниточного соединения деталей верха с ППУ на клеевое за счет использования двухстороннего ВСПМ при исключении наличия стегальных строчек на поверхности и полного исключения миграции ППС на поверхность и внутрь пакета изделия. Такое технологическое решение позволит использовать любые варианты раппорта выстигивания ППУ без каких-либо ограничений.

Использование ВСПМ, не требующего для получения прочных клеевых соединений дополнительных агрессивных интенсифицирующих воздействий кроме кратковременного механического давления, позволяет осуществить импортозамещение клеевых материалов фирм "Pfaff" (Германия) и «Kouuci Enterprise Co., LTD» (Китай), ограниченное применение которых реализует технологию проклеивания швов водозащитных швейных изделий при условии использования дорогого специального оборудования этих же фирм за счет расплавления клеевого слоя вспомогательного материала струей горячего воздуха при температуре порядка 180 °С.

В реализации указанных рекомендаций заключаются перспективы дальнейшей разработки данной темы.

### **Основные научные публикации по теме диссертационного исследования**

1. Матвеева, Е.В. Влияние параметров образования ниточной строчки на миграцию перо – пуховой смеси в швейных изделиях [Текст] / Е.В. Матвеева, О.В. Метелева // Изв. вузов. Технология легкой промышленности – 2011. – №1. – С. 36-39 (лично автором 2,5 с.).

2. Дьяконова, Е.В. Новый метод исследования и оценки миграции перо – пуховой смеси в одежде [Текст] / Е.В. Дьяконова, О.В. Метелева // Дизайн. Материалы. Технология. – 2013. – №1. – С. 56-59 (лично автором 2,0 с.).

3. Дьяконова, Е.В. Анализ влияния условий эксплуатации утепленной одежды на миграцию пуха [Текст] / Е.В. Дьяконова, О.В. Метелева // Изв. вузов. Технология легкой промышленности – 2014. – №4. – С. 79-82 (лично автором 2,5 с.).

4. Метелева, О.В. Самоклеющийся материал как основа формирования непроницаемого соединения в одежде [Текст] / О.В. Метелева, Е.В. Дьяконова, Д.И. Бондаренко // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности – 2014. – № 5 (353). – С. 105 – 108 (лично автором 2,5 с.).

5. Пат. 2497113 Российская Федерация, МПК G 01 N 33/36. Способ оценки миграции перо – перовой смеси и устройство для его осуществления [Текст] / Горбачева М.В., Березина М.А., Дьяконова Е.В., Метелева О.В. – заявл. 17.07.2012, № 2012130503; опубл. 27.10.2013, Бюл. № 30.

6. Матвеева, Е.В. Предотвращение миграции пуха в стёгальных строчках / Е.В. Матвеева, О.В. Метелева // Молодые ученые - развитию текстильной и легкой промышленности (ПО-ИСК-2008): сборник материалов межвузовской научно-технической конференции аспирантов и студентов / ИГТА. – Иваново, 2008.- С. 184-185 (лично автором 1,0 с.).

7. Матвеева, Е.В. К вопросу о качестве ниточных соединений пуховой одежды / Е.В. Матвеева // Теоретические знания - в практические дела. В 5 ч. Ч1.: Сборник научных статей межвузовской научно – технической конференции аспирантов, студентов и молодых исследователей / Филиал ГОУ ВПО «РосЗИТЛП». – Омск, 2009. - С. 62-63 (лично автором 2,0 с.).

8. Матвеева, Е.В. Новое качество ниточных соединений пуховой одежды / Е.В. Матвеева //

Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности: тезисы международной научной конференции / ВГТУ. – Витебск, 2009. - С.325-326 (лично автором 2,0 с.).

9. Матвеева, Е.В. Анализ проблемы миграции перо – пуховой композиции через ниточное соединение / Е.В. Матвеева // Актуальные проблемы науки в развитии инновационных технологий для экономики региона «Лен-2010»: сб. трудов междунар. науч.-техн. конф. / КГТУ. – Кострома, 2010. - С.61(лично автором 1,0 с.).

10. Матвеева, Е.В. Анализ факторов, влияющих на миграцию утеплителя через ниточное соединение пуховой одежды / Е.В. Матвеева, О.В. Метелева // Актуальные проблемы проектирования и технологии изготовления текстильных материалов специального назначения (ТЕХТЕКСТИЛЬ -2010): сборник материалов всероссийской науч.-техн. конф. / ДИТиД. - Дмитровград, 2010. - С. 177-179 (лично автором 1,5 с.).

11. Матвеева, Е.В. Влияние параметров наполняемости и толщины пакета на процесс движения пуховой смеси через ниточные соединения / Е.В. Матвеева, О.В. Метелева, М.В. Горбачёва // Проблемы экономики и прогрессивные технологии в текстильной, легкой и полиграфических отраслях промышленности: Тез. докл. Всероссийской науч.-техн. конф. / СПГУТД. – СПб., 2010. - С.81-84 (лично автором 3,0 с.).

12. Дьяконова, Е.В. Разработка технологии качественного изготовления одежды на пуховом утеплителе с учетом факторов, влияющих на миграцию пуха / Е.В. Дьяконова, О.В. Метелева // Тезисы докладов 2 международной научно–практической конференции «Инновационные и наукоёмкие технологии в легкой промышленности» /ИИЦ МГУДТ. – Москва, 2010 – С. 55-57 (лично автором 2 с.).

13. Матвеева, Е.В. Влияние параметров и характеристик перо – пуховой смеси на процесс её движения через ниточные соединения / Е.В. Матвеева, О.В. Метелева // Современные наукоёмкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс-2010): сборник материалов междунар. научно-техн. конф. / ИГТА.- Иваново, 2010. - С. 225-226 (лично автором 1,0 с.).

14. Дьяконова, Е.В. Разработка химической технологии блокирования ниточных соединений в изделиях на пуховом утеплителе / Е.В. Дьяконова, М.А. Березина, М.В. Горбачева, О.В. Метелева // Инновации и перспективы сервиса: статьи VIII международной научно-технической конференции. / УГАЭС. – Уфа, 2011. - С. 101-106 (лично автором 4,5 с.).

15. Матвеева, Е.В. Анализ и обеспечение выполнения требований к качеству утепленной одежды с пуховым наполнителем / Е.В. Матвеева, Е.А. Горячева // Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности (Поиск – 2011): материалы докл. межвуз. научн.-техн. конф. аспирантов и студ. Ч. 1. / ИГТА. – Иваново, 2011. - С. 218 (лично автором 0,5 с.).

16. Матвеева, Е.В. Исследование влияния режимов стачивания на миграцию перо – пуховой смеси в швейных изделиях / Е.В. Матвеева, Е.А. Горячева, О.В. Метелева // Студенты и молодые ученые КГТУ – производству: материалы 63-й межвузовской научно-технической конференции молодых ученых и студентов. Т.2 / КГТУ. – Кострома, 2011. - С.38 (лично автором 0,5 с.).

17. Дьяконова, Е.В. Разработка химической технологии блокирования пухового утеплителя через ниточные соединения / Е.В. Дьяконова, О.В. Метелева // Тезисы докладов Международной научно-практической конференции и школы молодых ученых. Сегодня и завтра медицинского, технического и защитного текстиля. Роль традиционных и высоких технологий («Мед-текстиль - 2012»)/ Москва, 2012 – С. 80-81 (лично автором 1,0 с.).

18. Дьяконова, Е.В. Исследование влияния технологических режимов и параметров формирования пухового пакета при изготовлении утепленной одежды на миграцию ППС / Е.В., Дьяконова, О.В. Метелева // Современные наукоёмкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (ПРОГРЕСС-2012): тезисы доклада междунар. науч.-техн. конф. / ИГТА. - Иваново, 2012.- Ч. 1. - С. 266-267 (лично автором 1,0 с.).

19. Дьяконова, Е.В. Анализ показателя коэффициента внутренней миграции ППС в процессе эксплуатационных нагрузок / Е.В. Дьяконова, М.В. Горбачева // Актуальные проблемы науки и развития инновационных технологий («Лен-2012»): сб. тр. междунар. научн.-техн. конф. / КГТУ. – Кострома, 2012. - С. 67-68 (лично автором 1,0 с.).

20. Дьяконова, Е.В. Методика исследования и оценки миграции пуха в утепленной одежде / Е.В. Дьяконова, М.В. Горбачева, М.А. Березина, О.В. Метелева // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности: тез. докл. международной научно-технической конф. / ФГБОУ ВПО МГУДТ. – Москва, 2013. – С. 80 (лично автором 0,5 с.).
21. Дьяконова, Е.В. Новый метод количественной оценки сквозной и внутренней миграции ППС в утепленных изделиях / Е.В. Дьяконова, О.В. Метелева // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна: Естественные и технические науки. Вып.1. / ФГБОУ ВПО СПГУТД. – СПб., 2013. – С. 213-217 (лично автором 3,0 с.).
22. Дьяконова, Е.В. Исследование миграции перо-пуховой смеси в утепленной одежде / Е.В. Дьяконова, О.В. Метелева // Текстиль, одежда, обувь, средства индивидуальной защиты в XXI веке. IV Международная науч.-практич. конф. / ФГБОУ ВПО ЮРГУЭС. – Шахты, 2013. – С. 102-104 (лично автором 2,0 с.).
23. Meteleva, O. Technology of down and feather migration prevention in warm products / Meteleva, E. Dyakonova, N. Kornilova // UTIB Turkish Textile and Closing Sector– Bursa, Turkey, 2014, - p. 260 (лично автором 0,5 с.).
24. Дьяконова, Е.В. Разработка технологии снижения миграции утеплителя в пуховой одежде / Е.В. Дьяконова, О.В. Метелева, Л.И. Бондаренко // Инновационные технологии развития текстильной и легкой промышленности: сб. тез. докл. междунар. научн.-техн. конф. / МГУТУ им. К.Г. Разумовского. – Москва, 2014. – С. 75-76 (лично автором 1,0 с.).
25. Дьяконова, Е.В. Новое качество швейных изделий на перопуховом утеплителе / Е.В. Дьяконова, О.В. Метелева // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации: сборник научных трудов XI-ой Международной научно-практической конференции в 4-х томах, Том 2. / ЮЗГУ. – Курск, 2014. С. – 39-43 (лично автором 3,0 с.).
26. Дьяконова, Е.В. Метод исследования кинетики релаксации прокола от иглы в пленочном материале с применением аппаратно-программного комплекса / Е.В. Дьяконова, О.В. Метелева, А.В. Баранов, Л.И. Бондаренко // Информационная среда Вуза: сборник материалов 21 международной научно-технической конференции. / ИВГПУ. – Иваново, 2014. – С.655-658 (лично автором 3,0 с.).
27. Дьяконова, Е.В. Оптимизация структуры вспомогательного самоклеющегося пленочного материала для блокирования отверстий от иглы / Е.В. Дьяконова, О.В. Метелева, Л.И. Бондаренко, А.В. Баранов // Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности: Материалы докладов международной научно-технической конференции./ ВГТУ. – Витебск, 2015. – С.295-297 (лично автором 2,0 с.).
28. Дьяконова, Е.В. Повышение качества пуховой одежды при использовании пленочного материала / Е.В. Дьяконова, О.В. Метелева, Т.С. Политика // Тезисы докладов Всероссийской научной студенческой конференции «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности» (ИНТЕКС-2015). / ФГБОУ ВПО МГУДТ. – Москва, 2015 – С. 137-139 (лично автором 2,0 с.).
29. Дьяконова, Е.В. Блокирование отверстия от иглы в системе «пуховой полуфабрикат-вспомогательный пленочный материал» / Е.В. Дьяконова, Т.С. Политика // Студенты и молодые ученые КГТУ – производству: материалы 67-й межвузовской научно-технической конференции молодых ученых и студентов. Т.2. / КГТУ.– Кострома, 2015. – С. 43 (лично автором 0,5 с.).
30. Дьяконова, Е.В. Вязкотекучее состояние клеевого слоя композиционного пленочного материала как главный фактор блокирования ниточных соединений одежды / Е.В. Дьяконова, О.В. Метелева, Л.И. Бондаренко, А.В. Баранов// Тезисы докладов материалов 18 международного научно-практического форума «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2015)»/ИВГПУ. – Москва, 2015 – С.72-75 (лично автором 3,0 с.).

Подписано в печать 12.04.2016.

Формат 1/16 60×84. Плоская печать.

Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 1,11. Тираж 100 экз. Заказ № 3590

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»  
Издательский центр ДИВТ  
153000 г. Иваново, Шереметевский проспект, 21