

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

На правах рукописи

УДК 687.023.001.5:687.174

**ДОВЫДЕНКОВА
ВЕРА ПЕТРОВНА**

**ТЕХНОЛОГИЯ УПРОЧНЕНИЯ И ГЕРМЕТИЗАЦИИ
НИТОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТНОЙ
ОДЕЖДЫ ИЗ ОГНЕТЕРМОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ**

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.19.04 – Технология швейных изделий
(технические науки)

Часть I

Научный руководитель
кандидат технических наук,
профессор ОЛЬШАНСКИЙ В.И.

Витебск, 2018г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	7
ВВЕДЕНИЕ.....	8
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.....	9
ГЛАВА 1 АНАЛИЗ ПУТЕЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕПЛООТРАЖАТЕЛЬНОЙ И ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ.....	15
1.1. Структурные и технологические особенности, ассортимент огнетермостойких металлизированных материалов для специальной теплоотражательной и теплозащитной одежды	15
1.2. Влияние механического воздействия иглы и фрикционных свойств нитей тканой основы металлизированного огнетермостойкого материала на качество соединительных швов.....	21
1.3. Анализ номенклатуры показателей качества, определяющих надежность эксплуатации узлов и соединений специальной теплозащитной и теплоотражательной одежды.....	26
1.3.1. Анализ состава пакета материалов и особенностей изготовления одежды пожарных специальной защитной от повышенных тепловых воздействий.....	26
1.3.2 Требования, предъявляемые техническими нормативно- правовыми актами к качеству узлов и соединений одежды пожарных специальной защитной от повышенных тепловых воздействий	29
1.4. Анализ способов скрепления деталей специальной одежды.....	34
1.5. Анализ способов и технических решений, используемых для герметизации соединений деталей одежды и стабилизации линейных и геометрических параметров срезов.....	38
1.5.1. Технические решения для герметизации швов рулонными лентами.....	38
1.5.2. Технические решения и способы герметизации ниточных соединений в процессе их образования при использовании герметизирующих составов.....	40
1.5.3. Технические решения для закрепления срезов деталей швейных изделий полимерными композициями.....	44
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1.....	49



ГЛАВА 2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛОПЕРЕНОСА ЧЕРЕЗ УЧАСТКИ НИТОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ И ТЕПЛООТРАЖАТЕЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ.....	51
2.1. Теоретические исследования процесса переноса теплоты через неповрежденный огнетермостойкий металлизированный материал в условиях нестационарной теплопроводности.....	53
2.2. Теоретические исследования процесса переноса теплоты через перфорированный участок огнетермостойкого металлизированного материала в условиях нестационарной теплопроводности	68
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2.....	78
ГЛАВА 3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ И ВЫНОСЛИВОСТИ СОЕДИНЕНИЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТНОЙ ОТ ПОВЫШЕННЫХ ТЕПЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ.....	79
3.1. Экспериментальные исследования изменения разрывной нагрузки и раздвигаемости нитей огнетермостойкого металлизированного материала в швах при использовании швейных игл с различной формой заточки острия.....	79
3.2. Экспериментальные исследования плотности теплового потока и коэффициента ослабления инфракрасного излучения в швах после многоциклового растяжения.....	85
3.3. Экспериментальные исследования изменения разрывной нагрузки и раздвигаемости нитей огнетермостойкого металлизированного материала в швах при использовании ниточно-клеевого и ниточно-сварного способов соединения деталей одежды	91
3.4. Теоретико-экспериментальные исследования процесса распределения теплового потока по внутренней поверхности околовшовных участков специальной теплозащитной одежды.....	94
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3.....	102
ГЛАВА 4 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА И ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПОНЕНТОВ ГЕРМЕТИЗИРУЮЩЕЙ КОМПОЗИЦИИ И ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЕЕ НАНЕСЕНИЯ НА ПРИПУСКИ ШВОВ.....	103
4.1. Обоснование и выбор компонентов герметизирующей композиции.....	103
4.1.1. Исследование свойств синтетических клеевых составов..	104
4.1.2. Обоснование и выбор материала полимерной основы герметизирующей композиции.....	105

4.1.3. Обоснование использования и выбор антипирена.....	112
4.1.4. Экспериментальные исследования и обоснование рецептуры герметизирующей композиции.....	116
4.2. Оценка эффективности предложенного способа упрочнения и герметизации ниточных соединений специальной защитной одежды из огнетермостойких материалов в лабораторных условиях.....	121
4.3. Экспериментальные исследования и оптимизация состава герметизирующей композиции и параметров технологического процесса ее нанесения на припуски швов.....	124
4.3.1. Построение матрицы планирования и проведение эксперимента.....	124
4.3.2. Определение оптимальных значений содержания компонентов герметизирующей композиции и параметров технологического процесса ее нанесения на припуски швов	130
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 4	133
ГЛАВА 5 РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА УСТАНОВКИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ И ГЕРМЕТИЗАЦИИ НИТОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ИЗ ОГНЕТЕРМОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ.....	134
5.1. Разработка принципиальной схемы экспериментального образца установки для упрочнения и герметизации ниточных соединений специальной защитной одежды из огнетермостойких материалов.....	134
5.2. Расчет механизмов электропривода и перемещения материала экспериментального образца установки для упрочнения и герметизации ниточных соединений специальной защитной одежды из огнетермостойких материалов.....	136
5.3. Расчет системы подачи герметизирующей композиции экспериментального образца установки для упрочнения и герметизации ниточных соединений специальной защитной одежды.....	140
5.3.1. Исследование реологических свойств герметизирующей композиции.....	140
5.3.2. Определение рациональных параметров системы подачи герметизирующей композиции разрабатываемого экспериментального образца установки	140
5.4. Лабораторная апробация разработанной технологии упрочнения и герметизации ниточных соединений специальной защитной одежды и экспериментального образца установки для ее реализации.....	143
	149

5.5. Промышленная апробация и экспериментальные исследования эксплуатационных показателей полученных упрочненных соединений деталей специальной защитной одежды.....	153
5.6. Экспериментальные исследования теплофизических показателей полученных упрочненных соединений деталей специальной защитной одежды	155
5.7. Расчет экономического эффекта от внедрения разработанной технологии упрочнения и герметизации ниточных соединений при изготовлении специальной теплозащитной одежды из огнетермостойких металлизированных материалов.....	158
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 5	162
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	164
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	166
ПРИЛОЖЕНИЕ А Ассортимент теплоотражающих и огнетермостойких металлизированных материалов торговой марки ALPFA-MARITEX, полученных методом дублирования.....	179
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Варианты ниточных швов, используемые для скрепления деталей одежды пожарных специальной защитной от повышенных тепловых воздействий.....	181
ПРИЛОЖЕНИЕ В Исходные данные для моделирования и массивы значений температуры и плотности теплового потока на внутренней поверхности неповрежденного огнетермостойкого металлизированного материала при его нагревании, полученные в результате теоретических исследований	183
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Массивы значений эквивалентной плотности теплового потока и коэффициента ослабления инфракрасного излучения при увеличении площади поры.....	193
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Протокол испытания и результаты экспериментальных исследований разрывной нагрузки и раздвигаемости нитей огнетермостойкого металлизированного материала в шве при растяжении перпендикулярно шву и использовании швейных игл с различной формой заточки острия	201
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Свидетельство о метрологической аттестации автоматического измерителя растяжения XLW (B), протоколы испытаний, результаты экспериментальных исследований разрывной нагрузки и раздвигаемости нитей огнетермостойкого металлизированного материала в шве при растяжении перпендикулярно шву	210

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Протокол испытаний по определению коэффициента ослабления инфракрасного излучения в швах после многоциклового воздействия растягивающих нагрузок, приложенных перпендикулярно шву	254
ПРИЛОЖЕНИЕ И Микроскопические снимки поры и определение ее размеров после многоциклового воздействия растягивающих нагрузок, приложенных перпендикулярно шву.....	262
ПРИЛОЖЕНИЕ К Протокол испытания по определению разрывной нагрузки при растяжении перпендикулярно шву и дополнительной обработке припусков шва ниточного соединения клеевой жидкофазной композицией, протокол испытания по определению разрывной нагрузки при растяжении перпендикулярно шву и дополнительном воздействии термоконтактной сваркой на припуски шва ниточного соединения.....	270
ПРИЛОЖЕНИЕ Л Термографические снимки околошовной зоны наружного слоя одежды пожарных специальной защитной от повышенных тепловых воздействий при увеличении площади поры до $4,33 \pm 0,03$ % от площади неповрежденного огнетермостойкого металлизированного материала.....	280
ПРИЛОЖЕНИЕ М Результаты экспериментальных исследований разрывной нагрузки и удлинения швов при использовании предложенного способа упрочнения и герметизации ниточных соединений в лабораторных условиях, план и результаты эксперимента по реализации технологии упрочнения и герметизации ниточных соединений специальной защитной одежды из огнетермостойких материалов, коэффициенты регрессионных моделей, оптимизация компонентов герметизирующей композиции.....	287
ПРИЛОЖЕНИЕ Н Уведомление о выдаче патента на изобретение. Положительное решение по заявке на выдачу патента на изобретение «Устройство для герметизации шва, соединяющего детали одежды».....	295
ПРИЛОЖЕНИЕ П Акты внедрения в производство, акты внедрения в учебный процесс.....	299
ПРИЛОЖЕНИЕ Р Протоколы испытаний упрочненных и герметичных соединений деталей наружного слоя одежды пожарных специальной защитной от повышенных тепловых воздействий тяжелого типа.....	309
ПРИЛОЖЕНИЕ С Проект технических условий «Специальная защитная одежда пожарных (тип Т) с термогерметичными и упрочненными соединениями»	332

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

СТО и ТЗО – специальная теплоотражательная и теплозащитная одежда

ОСЗ ПТВ – одежда пожарных специальная защитная от повышенных тепловых воздействий

ОСЗ ПТВ Т – одежда пожарных специальная защитная от повышенных тепловых воздействий тяжелого типа

ОСЗ ПТВ Л – одежда пожарных специальная защитная от повышенных тепловых воздействий легкого типа

ПЭТ – полиэтилентерефталат

ГК – герметизирующая композиция

ТНПА – технический нормативный правовой акт

Витебский государственный технологический университет

ВВЕДЕНИЕ

В комплексе научных и прикладных исследований, направленных на создание высококачественной одежды специального назначения, особое внимание уделяется вопросам проектирования и изготовления отдельных видов СТО и ТЗО, долговечность и безотказность работы которой в сложных и опасных условиях труда способствует сохранению здоровья и жизни человека.

Ассортимент технического текстиля, применяемого в настоящее время при производстве СТО и ТЗО, включает огнестойкие металлизированные материалы, обладающие уникальными защитными и высокими физико-механическими показателями, которые должны быть сохранены в готовом изделии при использовании современных технологий производства одежды.

В практике изготовления СТО и ТЗО соединение деталей выполняется классическим ниточным способом. Однако применение ниточного скрепления для материалов с металлизированным покрытием, полученных методом дублирования, имеет ряд особенностей, ухудшающих эксплуатационные показатели готовых изделий. При перфорации таких материалов иглой швейной машины в процессе пошива происходит образование пор различной формы, что приводит к нарушению соответствия теплофизических и физико-механических показателей формируемых узлов и соединений по отношению к исходному уровню показателей дорогостоящих огнестойких металлизированных материалов.

Актуальность разработок, направленных на повышение безопасной эксплуатации готовых образцов СТО и ТЗО, обусловлена недостаточностью теоретических и экспериментальных исследований, описывающих процесс теплопередачи через узлы и ниточные соединения швейных изделий. До настоящего времени не существует научно обоснованной технологии изготовления специальной защитной одежды из огнестойких металлизированных материалов, учитывающей весь комплекс технологических и эксплуатационных факторов, которые определяют уровень качества и долговечность готового изделия.