

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВИТЕБСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 677.077.625.13:677.017

№ ГР 20140994

Инв. № _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор УО «ВГТУ»
по научной работе

Е.В. Ванкевич

М.П.

“*19*” *12* 2015 г.

ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе

НАУЧНОЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА
ВОДОТЕРМОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНЫХ-СПАСАТЕЛЕЙ

2014-Г/Б-314

(заключительный)

Начальник НИЧ

С.А.Беликов
28.12.15

С.А.БЕЛИКОВ

Научный руководитель,
к.т.н., профессор

В.И.Ольшанский
28.12.15


В.И.ОЛЬШАНСКИЙ

ВИТЕБСК, 2015



СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ


Научный
руководитель
темы:
к.т.н., проф.


28.12.2015 г.

Ольшанский В.И.
(общее руководство,
координация
выполнения НИР,
введение, заключение,
глава 4, 7)


Исполнители:

ассистент


28.12.2015 г.


Окунев Р.В.
(глава 2, 3)

к.т.н. доц.


28.12.2015 г.


Ольшанский А.И.
(глава 6)

зав.
лабораторией


28.12.2015 г.


Герасимова О.С.
(глава 1)

к.т.н. доц.


28.12.2015 г.


Чарковский А.В.
(глава 5)

ст. преп.


28.12.2015 г.

Довыденкова В.П.
(глава 8)

Нормоконтроль


28.12.2015 г.

Окунев Р.В.



РЕФЕРАТ

Отчет 205 с., 45 рис., 45 табл., 40 источник, 4 приложения

ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ, ВОДОГНЕТЕРМОСТОЙКИЙ МАТЕРИАЛ,
МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ, РАКЕЛЬ, РЕГУЛЯРНЫЙ РЕЖИМ,
ТЕПЛООБМЕН, ВОДОТЕРМОСТОЙКИЙ КОСТЮМ

Объектом исследования являются водоогнетермостойкие материалы.

Целью работы является:

- комплексный анализ технологий, материалов и оборудования, применяемого для производства водоогнетермостойкой одежды пожарных-спасателей;
- разработка методики экспериментальных исследований теплофизических, прочностных и усталостных показателей водоогнетермостойких материалов;
- выбор компонентов входящих в состав водоогнетермостойкого материала. Разработка технологического процесса его производства;
- определение рациональных режимов и оптимизация технологического процесса нанесения полимерного водоогнетермостойкого покрытия на тканую основу.
- выпуск опытного образца водоогнетермостойкого материала;
- теоретико-экспериментальные исследования теплофизических, физико-механических свойств водоогнетермостойких материалов.
- теоретические исследования процесса теплообмена водоогнетермостойкого костюма с жидкой средой при естественной и вынужденной конвекции.
- разработка опытного образца водотермозащитного костюма пожарных-спасателей.

Проведен аналитический обзор материалов используемых при производстве водоогнетермостойкой одежды пожарных-спасателей.

Выполнен аналитический обзор технологий и оборудования используемого при производстве водоогнетермостойкой одежды пожарных-спасателей.

Установлено, что в качестве материалов используемых для водоогнетермостойких костюмов необходимо применять многослойные материалы, состоящие из материала основы с 2-х сторонним нанесением или односторонним нанесением термостойкого полимера.

Определена номенклатура показателей качества материалов и приведены их значения.

Установлены методики испытаний материалов по приведенной номенклатуре показателей.

Проведены экспериментальные исследования образцов водоогнетермостойких материалов по теплофизическим, прочностным и усталостным характеристикам.

Установлено, что в качестве основных компонентов входящих в состав водоогнетермостойкого материала будут входить: трикотажная основа и полимерное покрытие.

Разработана структурная схема по получению водоогнетермостойкого материала на трикотажной основе. В качестве оборудования будет использоваться технологическая линия для комбинированного нанесения покрытий «NUOVA ISOTEX».

Представлена блок-схема технологического процесса и выполнено его пооперационное описание.

Проведена оптимизация исследования движения жидкостного полимера при рапельном способе нанесения, определена оптимальная высота столба жидкости.

Установлены требования к трикотажной основе, применяемой для изготовления водоогнетермостойкого материала.

Выполнен анализ образцов трикотажных полотен производства ОАО «Химволокно», г. Светлогорск.

Рассчитаны параметры петельной структуры проектируемого полотна исходя из ширины полотна установленной в действующей нормативно-технической документации.

Получен опытный образец полимерного многослойного водоогнетермостойкого материала.

Выполнено исследование теплофизических, физико-механических свойств полученного водоогнетермостойкого материала.

Выполнены исследования разрывной нагрузки и определение массы 1 м² образца водоогнетермостойкого материала.

Исследован процесс теплообмена водоогнетермостойкого костюма с жидкой средой при естественной и вынужденной конвекции.

Изготовлен макетный (летний и зимний) вариант водотермозащитного костюма. Проведена опытно-промышленная апробация принятых конструктивных и технологических решений в условиях промышленного производства РПУП «Униформ» г. Микашевичи.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ, МАТЕРИАЛОВ И ОБОРУДОВАНИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОГНЕТЕРМОСТОЙКОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНЫХ-СПАСАТЕЛЕЙ..	12
1.1 Аналитический обзор материалов применяемых для производства водоогнетермостойкой одежды пожарных-спасателей	12
1.2 Аналитический обзор технологий и оборудования для производства водоогнетермостойкой одежды пожарных-спасателей	14
1.2.1 Шовный метод изготовления водоогнетермостойкой одежды пожарных-спасателей.....	14
1.2.2 Изготовление водоогнетермостойкой защитной одежды пожарных-спасателей сваркой горячим воздухом.....	16
1.2.3 Изготовление водоогнетермостойкой защитной одежды сваркой токами высокой частоты	19
1.2.4 Изготовления водоогнетермостойкой защитной одежды ультразвуковой сваркой	21
1.3 Выводы по первой главе.....	23
2 РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ, ПРОЧНОСТНЫХ И УСТАЛОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДОГНЕТЕРМОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ	24
2.1 Анализ требований, предъявляемых техническими нормативными правовыми актами к водоогнетермостоким материалам.....	24
2.2 Анализ требований, предъявляемых стандартами к водоогнетермостоким материалам.....	24
2.2.1 Основные требования НПБ 162-200	25
2.2.2 Основные требования проекта стандарта Республики Беларусь	28

2.3	Исследование свойств образцов водоогнетермостойких материалов	28
2.3.1	Определение теплофизических характеристик водоогнетермостойких материалов	29
2.3.1.1	Метод определения коэффициентов теплопроводности и температуропроводности.....	40
2.3.2	Исследование прочностных, усталостных показателей водоогнетермостойких материалов	42
2.3.2.1	Исследование разрывной нагрузки образцов водоогнетермостойких материалов	42
2.3.2.2	Определение сопротивления раздиранию образцов водоогнетермостойких материалов	45
2.4	Выводы по второй главе.....	47
3	ВЫБОР КОМПОНЕНТОВ ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ВОДООГНЕТЕРМОСТОЙКОГО МАТЕРИАЛА. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЕГО ПРОИЗВОДСТВА.....	48
3.1	Выбор компонентов входящих в состав водоогнетермостойкого материала	48
3.1.1	Обоснование сырьевого состава материала основы. Общая характеристика волокон	48
3.1.2	Переплетение тканой основы	50
3.1.2.1	Тканевое переплетение	50
3.1.2.2	Нетканые основы	52
3.1.2.3	Трикотаж.....	53
3.1.3	Выбор сырья для полимерного покрытия	54
3.1.4	Выбор пластификатора.....	57
3.1.5	Наполнители и красители	58
3.1.6	Стабилизаторы	60
3.2	Разработка технологического процесса производства водоогнетермостойкого материала	61

3.2.1 Обоснование оптимального метода создания водоогнетермостойкого материала	61
3.2.1.1 Прямой метод нанесения покрытия.....	62
3.2.1.2 Обратный метод получения покрытия	65
3.3 Выводы по третьей главе	67
4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НАНЕСЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО ВОДООГНЕТЕРМОСТОЙКОГО ПОКРЫТИЯ НА ТКАНУЮ ОСНОВУ.....	69
4.1 Структурная схема технологической линии по получению водоогнетермостойкого материала на трикотажной основе	69
4.2 Рецепттура покрытия.....	71
4.3 Технологический процесс и его пооперационное описание. Оптимизация технологического процесса нанесения полимерного водоогнетермостойкого покрытия на трикотажную основу	72
4.3.1 Технологический процесс и его пооперационное описание.....	72
4.3.2 Оптимизация технологического процесса нанесения полимерного водоогнетермостойкого покрытия на трикотажную основу.....	73
4.4 Выводы по четвертой главе	79
5 ВЫПУСК ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА ВОДООГНЕТЕРМОСТОЙКОГО МАТЕРИАЛА	80
5.1 Характеристика используемого сырья.....	80
5.2 Требования к материалам используемых в производстве водоогнетермостойких костюмов пожарных-спасателей.....	80
5.3 Выбор и обоснование переплетения материала основы	82
5.4 Растяжимость кулирного трикотажа.....	86
5.5 Прочность кулирного трикотажа	89
5.6 Расчет параметров петельной структуры трикотажа для материала основы.....	91
5.7 Выбор и обоснование сырья для производства материала основы .	101

5.8 Оборудование, используемое для вязания трикотажного материала основы.....	103
5.9 Исследование физико-механических свойств трикотажных полотен.....	104
5.9.1 Определение цели исследования.....	104
5.9.2 Определение поверхностной плотности	105
5.9.3 Определение толщины	106
5.9.4 Определение разрывных характеристик	107
5.9.5 Определение плотности трикотажного полотна	109
5.9.6 Анализ результатов исследования свойств трикотажных полотен.....	110
5.10 Технологический процесс получения водоогнетермостойкого материала	112
5.11 Описание опытного образца водоогнетермостойкого материала..	112
5.12 Выводы по первой главе.....	113
6 ТЕОРЕТИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ, ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДООГНЕТЕРМОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ	117
6.1 Исследование теплофизических свойств водоогнетермостойкого материала методом регулярного режима.....	117
6.2 Исследование физико-механических свойств водоогнетермостойких материалов	133
6.2.1 Исследование разрывной нагрузки опытного образца водоогнетермостойкого материала	134
6.2.2 Определение массы 1 м ² опытного образца водоогнетермостойкого материала	136
6.3 Выводы по шестой главе.....	138
7 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА ВОДООГНЕТЕРМОСТОЙКОГО КОСТЮМА С ЖИДКОЙ СРЕДОЙ ПРИ ЕСТЕСТВЕННОЙ И ВЫНУЖДЕННОЙ КОНВЕКЦИИ.....	139

7.1 Выводы по седьмой главе	155
8 РАЗРАБОТКА ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА ВОДОТЕРМОЗАЩИТНОГО КОСТЮМА ПОЖАРНЫХ-СПАСАТЕЛЕЙ	156
8.1 Анализ конструкций водотермозащитного костюма для пожарных- спасателей	156
8.1.1 Анализ водотермозащитных костюмов компании «Dräger». 157	
8.1.2 Анализ водотермозащитных костюмов компании «Ansell» . 159	
8.1.3 Анализ водотермозащитных костюмов фирмы «Пирена» 160	
8.1.4 Анализ водотермозащитных костюмов компании ООО «Навигатор СИЗ».....	162
8.1.5 Анализ водотермозащитных костюмов компании «AUER». 164	
8.2 Обоснование и выбор пакета материалов для водотермозащитного костюма пожарных-спасателей	166
8.3 Разработка опытного образца (макета) водотермозащитного костюма пожарных-спасателей	168
8.4. Выводы по восьмой главе	174
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	175
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	179
ПРИЛОЖЕНИЕ А	184
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	202
ПРИЛОЖЕНИЕ В	203
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	205