

Министерство образования Республики Беларусь
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК [677.017.56:536.24]:687.174

№ госрегистрации 20163063

Инв. № _____

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор УО «ВГТУ»

по научной работе

Е.В. Ванкевич

_____ 2017 г.



ОТЧЕТ

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

ПРОЦЕССЫ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛООБМЕНА В ПАКЕТАХ
МАТЕРИАЛОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ С ЖИДКОЙ И
ГАЗООБРАЗНОЙ СРЕДАМИ

(заключительный)

Г/Б-327

Начальник НИЧ

29.12.2017 г.

С.А. Беликов

подпись, дата

Научный руководитель,
к.т.н., профессор

29.12.2017 г.

В.И. Ольшанский

подпись, дата

Витебск, 2017

Библиотека ВГТУ



СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

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



29. 12. 2017 г.

Ольшанский В.И.
(введение, заключение,
глава 1,4)

Исполнители:

ассистент



29. 12. 2017 г.

Окунев Р.В.
(глава 2,5,6)

зав. лабораторией



29. 12. 2017 г.

Герасимова О.С.
(глава 1,3)

ст. преп.



29. 12. 2017 г.

Довыденкова В.П.
(глава 1,4,8)

к.т.н., доц.



29. 12. 2017 г.

Ольшанский А.И.
(глава 7)

студент



29. 12. 2017 г.

Комяк А.В.
(глава 3,8)

аспирант



29. 12. 2017 г.

Атабаев Р.Р.
(глава 2,8)

Нормоконтролер



29. 12. 2017 г.

Окунев Р.В.



РЕФЕРАТ

Отчет 129 с., 53 рис., 23 табл., 18 источников, 6 прил.

МАКЕТ, СПЕЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТНАЯ ОДЕЖДА, ПАКЕТЫ МАТЕРИАЛОВ, СТЕНД, НЕСТАЦИОНАРНЫЙ ТЕПЛООБМЕН, КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ, МЕТОДИКА, ЖИДКАЯ И ГАЗООБРАЗНАЯ СРЕДА

Объектом исследования являются пакеты материалов специальной защитной одежды.

Целью работы является комплексные исследования теплозащитных свойств пакетов материалов специальной защитной одежды в условиях нестационарного теплообмена с жидкой и газообразной средой. Разработка рекомендаций по выбору рациональной конструкции и компонентов специальной защитной одежды в условиях нестационарного теплообмена с жидкой и газообразной средой.

Выполнены теоретические исследования процесса нестационарного теплообмена пакетов материалов специальной защитной одежды с жидкой средой.

Разработан стенд для проведения экспериментальных исследований процесса нестационарного теплообмена пакетов материалов с жидкой средой.

Разработана методика проведения экспериментальных исследований процесса нестационарного теплообмена пакетов материалов специальной защитной одежды с жидкой средой при естественной конвекции.

Проведены экспериментальные исследования образцов пакетов материалов. Выполнен сравнительный анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований процесса нестационарного теплообмена пакетов материалов специальной защитной одежды с жидкой средой при естественной конвекции.

Разработаны рекомендации по выбору конструкций и компонентов специальной защитной одежды. Выполнен расчет рациональных

конструктивных параметров базовой основы водотермостойкого комбинезона для вариантов пакетов, прошедших комплексные испытания.

Разработана структурная схема, конструкторская документация и изготовлен стенд позволяющий испытывать пакеты материалов в условиях нестационарного теплообмена с жидкой и газообразной средой при естественной и вынужденной конвекции.

Выполнена апробация стенда в лабораторных условиях. Разработана методика проведения комплексных исследований процесса теплообмена пакетов материалов с жидкой и газообразной средой. Проведены комплексные исследования составленных пакетов материалов в условиях нестационарного теплообмена с жидкой и газообразной средой.

Определен оптимальный состав пакета материалов в условиях нестационарного теплообмена с жидкой и газообразной средой.

Изготовлен макет специальной защитной водотермостойкой одежды.

Получен патент Республики Беларусь № 11508 на полезную модель «Водотермостойкий комбинезон с внутренним теплоизолирующим комбинезоном».

Степень внедрения – проведена опытно-промышленная апробация макета специального защитного водотермостойкого комбинезона в условиях промышленного производства РПУП «Униформ». Получен акт об освоении в производстве результатов НИР в условиях промышленного производства РПУП «Униформ».

Результаты апробации показали, что макет специальной защитной одежды и рекомендации по выбору рациональных конструкций и составов многослойных пакетов для специальной защитной одежды удовлетворяют требованиям РПУП «Униформ» и могут быть освоены в производстве.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛООБМЕНА ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ С ЖИДКОЙ СРЕДОЙ.....	10
1.1 Конвективный теплоперенос при обтекании плоской пластины	10
1.2 Теплопроводность и теплопередача через многослойные плоские стенки в условиях нестационарного режима теплообмена.....	15
1.3 Теплопередача через многослойную плоскую стенку	17
1.4 Выводы по первой главе	19
2 РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛООБМЕНА ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ С ЖИДКОЙ СРЕДОЙ.....	20
2.1 Определение технических параметров	20
2.2 Структурная схема стенда и его описание.....	21
2.3 Выбор нагревательного элемента.....	22
2.4 Разработка трехмерной модели и изготовление стенда	24
2.5 Выводы по второй главе	27
3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛООБМЕНА ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ С ЖИДКОЙ СРЕДОЙ.....	28
3.1 Методика проведения экспериментальных исследований процесса нестационарного теплообмена пакетов материалов специальной защитной одежды с жидкой средой при естественной конвекции.....	28
3.2 Комплектация и состав пакетов материалов	29
3.3 Результаты исследования процесса нестационарного теплообмена пакетов материалов специальной защитной одежды с жидкой средой при естественной конвекции	31
3.4 Выводы по третьей главе	36

4 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛООБМЕНА ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ С ЖИДКОЙ СРЕДОЙ. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ВЫБОРУ КОНСТРУКЦИЙ И КОМПОНЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ.....	37
4.1 Сравнительный анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований процесса нестационарного теплообмена пакетов материалов специальной защитной одежды с жидкой средой	37
4.2 Разработка рекомендаций по выбору конструкций и компонентов специальной защитной одежды на примере водотермостойкого комбинезона .	42
4.3 Выводы по четвертой главе	52
5 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ, КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СТЕНДА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛООБМЕНА С ЖИДКОЙ И ГАЗООБРАЗНОЙ СРЕДОЙ.....	54
5.1 Структурная схема стенда для проведения комплексных исследований пакетов материалов	54
5.2 Выбор ТЭНа для нагрева воздушной среды. Разработка схемы подключения.....	56
5.3 Расчет мощности и выбор электропривода.....	57
5.4 Выбор типа редуктора. Определение диапазона регулирования.....	59
5.5 Выводы по пятой главе	60
6 ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА СТЕНДА ДЛЯ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛООБМЕНА С ЖИДКОЙ И ГАЗООБРАЗНОЙ СРЕДОЙ.....	61
6.1 Расчет режимов сварки в углекислом газе проволокой сплошного сечения.....	61

6.2	Общий вид готового стенда и описание основных элементов стенда	62
6.3	Выводы по шестой главе	63
7	АПРОБАЦИЯ СТЕНДА В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ. ПРОВЕДЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛООБМЕНА С ЖИДКОЙ И ГАЗООБРАЗНОЙ СРЕДОЙ	64
7.1	Выбор материалов и комплектация пакетов материалов предназначенных для специальной водотермостойкой одежды	64
7.2	Методика проведения комплексных исследований процесса теплообмена пакетов материалов с жидкой и газообразной средой	67
7.2.1	Исследование процесса теплообмена пакетов материалов с жидкой средой при естественной конвекции	67
7.2.2	Исследование процесса теплообмена пакетов материалов с жидкой средой при вынужденной конвекции	68
7.2.3	Исследование процесса теплообмена пакетов материалов с газообразной средой.....	69
7.3	Результаты исследования процесса теплообмена пакетов материалов с жидкой средой при естественной конвекции	70
7.4	Результаты исследования процесса теплообмена пакетов материалов с жидкой средой при вынужденной конвекции	75
7.5	Результаты исследования процесса теплообмена пакетов материалов с газообразной средой.....	80
7.6	Выводы по седьмой главе	85
8	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛООБМЕНА С ЖИДКОЙ И ГАЗООБРАЗНОЙ СРЕДОЙ. ИЗГОТОВЛЕНИЕ МАКЕТА СПЕЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТНОЙ ВОДОТЕРМОСТОЙКОЙ ОДЕЖДЫ.....	86
8.1	Определение оптимального состава пакетов материалов в условиях нестационарного теплообмена с жидкой и газообразной средой.....	86
8.2	Изготовление макета специальной защитной водотермостойкой одежды ...	92

8.3 Выводы по восьмой главе	95
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	96
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	99
ПРИЛОЖЕНИЕ А Конструкторская документация на сборочную единицу «Емкость теплоизолирующая»	101
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Конструкторская документация на сборочную единицу «Крышка»	108
ПРИЛОЖЕНИЕ В Конструкторская документация на сборочную единицу «Гребневая ось»	117
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Акты о внедрении результатов НИОКР в учебный процесс	122
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Патент на полезную модель	128
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Акт об освоении в производстве результатов НИР	129