

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(УО «ВГТУ»)

УДК 687.174:620.193+687.023

Рег. № 20211502

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор УО «ВГТУ»

по научной работе

 Е.В. Ванкевич

М.П.



15 09 2021 г.

ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ И  
РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКИХ РЕШЕНИЙ СРЕДСТВА  
ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ РУК СПАСАТЕЛЯ

2021-Г/Б-640

(заключительный)

Начальник НИЧ

Научный руководитель,

к.т.н., профессор

  
15.09.21

С.А. БЕЛИКОВ

  
15.09.21

В.И. ОЛЬШАНСКИЙ

ВИТЕБСК, 2021

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель:

к.т.н., профессор

  
15.09.2021 г.

ОЛЬШАНСКИЙ В.И.

(общее руководство,  
координация выполнения,  
выводы по главам 1-3,  
заключение)

Исполнители:

к.т.н., доцент кафедры

«КиТОО»

15.09.2021 г.  


ДОВЫДЕНКОВА В.П.

(введение, глава 1, 3  
выводы по главам 1-3,  
заключение)

к.т.н., доцент кафедры

«ТиОМП»

15.09.2021 г.  


ЖЕРНОСЕК С.В.

(раздел 2.1, 3.1,  
заключение)

м.т.н., ст. преподаватель

кафедры «ТиОМП»

15.09.2021 г.  


ОКУНЕВ Р.В.

(раздел 2.2, 3.1,  
заключение)

нормоконтролер

15.09.2021 г.  


ДОВЫДЕНКОВА В.П.

## РЕФЕРАТ

Отчет: 96 с., 30 рис., 8 табл., 34 источника.

СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ РУК, РАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАКЕТ МАТЕРИАЛОВ, ТЕРМИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ПАКЕТА МАТЕРИАЛОВ, ЭРГОНОМИКА, УСИЛИЕ ПРОКОЛА, КОНСТРУКЦИЯ, ПЕРВИЧНЫЕ ЛЕКАЛА.

Объектом исследования являются конструктивное решение и материалы для изготовления средств индивидуальной защиты рук пожарного.

Целью работы является аналитическое исследование теплопроводности пакетов материалов средств индивидуальной защиты рук в стационарных условиях естественной и вынужденной конвекции на базе результатов экспериментальных исследований, проведенных НИИ ПБ и ЧС МЧС РБ для рациональных вариантов материалов, комплектующих пакет перчатки; выбор рационального варианта комплектования материалов с учетом экспериментальных значений основных теплофизических показателей и усилия прокола компонентов; расчет конструкции и разработка комплекта первичных лекал для изготовления макетов перчаток пожарного.

Проведен анализ требований, предъявляемых техническими нормативно-правовыми актами к материалам для изготовления средств индивидуальной защиты рук, состава пакета материалов перчаток пожарного, производимых РПУП «Униформ» и моделей-аналогов импортного производства; исследован процесс теплопередачи через пакет материалов средств индивидуальной защиты рук, осуществлен выбор рационального варианта комплектования материалов с учетом экспериментальных значений основных теплофизических показателей и усилия прокола компонентов. Выполнен расчет размеров деталей перчаток, с использованием которого разработан комплект первичных лекал для изготовления макетов средства индивидуальной защиты рук.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ И СОСТАВА ПАКЕТА МАТЕРИАЛОВ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ РУК .....	7
1.1 Анализ требований, предъявляемых техническими нормативно- правовыми актами к материалам для изготовления средств индивидуальной защиты рук.....	7
1.2 Анализ состава пакета материалов перчаток пожарного, производимых РПУП «Униформ».....	13
1.3 Анализ состава пакета материалов перчаток пожарного, производимых зарубежными фирмами.....	16
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1.....	23
2 АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ СИЗР В СТАЦИОНАРНЫХ УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННОЙ И ВЫНУЖДЕННОЙ КОНВЕКЦИИ НА БАЗЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПРОВЕДЕННЫХ НИИ ПБ И ЧС МЧС РБ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ МАТЕРИАЛОВ, КОМПЛЕКТУЮЩИХ ПАКЕТ ПЕРЧАТКИ.....	25
2.1 Исследование теплопередачи через пакет материалов средств индивидуальной защиты рук.....	25
2.2 Выбор рационального варианта комплектования материалов с учетом экспериментальных значений основных теплофизических показателей и усилия прокола компонентов.....	46
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2.....	56
3 РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ СИЗР. ОЦИФРОВКА И ЗАПИСЬ КОНСТРУКЦИИ В ЭВМ. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКТА ПЕРВИЧНЫХ ЛЕКАЛ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАКЕТОВ СИЗР.....	58

3.1 Особенности конструктивного решения моделей-аналогов СИЗР. Расчет размеров кисти и деталей СИЗР пожарного. Вычерчивание контуров основных деталей перчатки.....	58
3.2 Оцифровка и запись в ЭВМ комплекта первичных лекал для изготовления макетов СИЗР.....	67
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3.....	88
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	89
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	93

## ВВЕДЕНИЕ

При выполнении аварийно-спасательных работ существует риск повреждения и травмирования. Для снижения возможной опасности используются специальные защитные костюмы, средства защиты головы, органов дыхания и другие элементы защитной экипировки. По статистике более 60% травм на производстве приходится на повреждение рук, которые считаются наиболее уязвимыми органами. Поэтому наряду со специальной защитной одеждой спецодеждой, средства индивидуальной защиты рук (далее – СЗР или СИЗР) являются обязательным предметом организации и охраны труда в подразделениях МЧС Республики Беларусь.

СЗР пожарных должны обеспечивать защиту от воздействия высоких температур окружающей среды, тепловых потоков, открытого пламени, контакта с нагретыми поверхностями, механических воздействий, воды, агрессивных сред и растворов поверхностно-активных веществ, а также от неблагоприятных климатических воздействий при проведении работ по тушению пожаров и связанных с ними аварийно-спасательных работ. Устойчивость СЗР к комплексу физико-механических и теплофизических воздействий определяется, главным образом, составом пакета материалов, обеспечивающим защиту от агрессивного воздействия окружающей среды в травмоопасных ситуациях. Безопасность и удобство работы, в свою очередь, зависят от ряда эргономических показателей: степени свободного движения пальцев, защиты запястья, антропометрического соответствия перчатки размеру руки человека и т.п.

Целью данной работы являются аналитические исследования теплопроводности пакетов материалов СЗР в стационарных условиях естественной и вынужденной конвекции на базе результатов экспериментальных исследований, основных теплофизических показателей, проведенных НИИ ПБ и ЧС МЧС РБ для рациональных вариантов материалов, комплектующих пакет перчатки, расчет размеров деталей перчаток и разработка комплекта первичных лекал для изготовления макетов средства индивидуальной защиты рук. Результаты данных исследований в комплексе с экспериментальными значениями усилия прокола компонентов позволят разработать перчатки пожарного, соответствующие требованиям безопасности и обладающие достаточным уровнем эргономичности.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СТБ 1960-2009. Система стандартов безопасности труда. Средства защиты рук пожарных. Общие технические условия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293725/4293725188.pdf>. – Дата доступа: 12.06.2021
2. ГОСТ Р 53264-2009. «Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/48/48093.shtml>. – Дата доступа: 12.06.2021
3. ТР ТС 019/2011. О безопасности средств индивидуальной защиты. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.novotest.ru/tr-ts/019-2011/tr-ts-019-2011.pdf>. – Дата доступа: 11.06.2021
4. Овсянник, А. В. Тепломассообмен : практикум по выполнению лаборатор. работ по одноимен. курсу для студентов специальностей 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» и 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» днев. и заоч. форм обучения / А. В. Овсянник, И. Н. Дружкин, Ю. А. Степанишина. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2017. – 77 с.
5. Лыков, А. В. Теория теплопроводности / А. В. Лыков. – М. : Высшая школа, 1967. – 600 с.
6. Лыков, А. В. Явления переноса в капиллярно-пористых телах / А. В. Лыков. – М. : Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1954. – 298 с.
7. Woo, S. S. Heat and moisture transfer through nonwoven fabrics. Part i/ S. S. Woo, I. Shalev, R. L. Barker // Textile Research Journal. – 1994. – Vol. 64, № 3. – P. 149–162.
8. Comparing dynamic and static methods for measuring thermal conductive properties of textiles / O. Jirsak [et al.] // Textile Research Journal. – 1998. – Vol. 68, № 1. – P. 47–56.

9. Бессонова, Н. Г. Разработка методов и исследование тепло-физических свойств текстильных материалов и пакетов при действии влаги и давления : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.01 / Н. Г. Бессонова. – М., 2005. – 151 л.
10. Дульнев, Г. Н. Теплопроводность смесей и композиционных материалов / Г. Н. Дульнев, Ю. Г. Заричняк. – М. : Энергия, 1974. – 214 с.
11. Тепломассообменные свойства материалов для теплозащитной одежды / И. И. Шалмина [и др.] // Швейная промышленность. – 1992. – № 4. – С. 40–42.
12. Корнюхин, И. П. Тепломассообмен в пористых телах : авто-реф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.14.05 / И. П. Корнюхин ; Энергетич. ин-т. – М., 1991. – 31 с.
13. Исаченко, В.П. Теплопередача / В.П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. – Издание 4-е перераб. и дополненное. – Москва : Энергоиздат, 1981. – 451 с.
14. Farnwort, B. Mechanism of heat flow through clothing insulation / B. Farnwort // Textile Research Journal. – 1983. – Vol. 53, № 12. – P. 111–125.
15. Шалмина, И. И. Расчет толщины теплоизоляционного слоя спецодежды для холодильных камер / И. И. Шалмина, В. С. Салтыкова, А. А. Захарова // Швейная промышленность. – 1992. – № 6. – С. 34–35.
16. Афанасьева, Р. Ф. Гигиенические основы проектирования одежды для защиты от холода / Р. Ф. Афанасьева. – М. : Легкая индустрия, 1977. – 136 с.
17. Делль, Р. А. Гигиена одежды / Р. А. Делль, Р. Ф. Афанасьева, З. С. Чубарова. – М. : Легпромбытиздат, 1991. – 160 с.
18. Колесников, П. А. Основы проектирования теплозащитной одежды / П. А. Колесников. – М. : Легкая индустрия, 1971. – 112 с.
19. Филимонов, С. С. Теплообмен в многослойных и пористых теплоизоляциях / С. С. Филимонов, Б. А. Хрусталева, К. М. Мазилии. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 184 с.
20. Результаты исследований и перспективы развития материалов для специальной защитной одежды пожарных / В. И. Логинов [и др.] // Пожарная безопасность. – 2012. – № 3. – С. 100–106.
21. Effects of moisture and fiber type on infrared absorption of fabrics / E. G. McFarkmd [et al.] // Textile Research Journal. – 1999. – Vol. 69, № 8. – P. 607–615.

22. Ольшанский, А. И. Теплотехника : курс лекций для студентов спец. 1-36 08 01 "Машины и аппараты легкой, текстильной промышленности и бытового обслуживания", 1-36 01 03 "Технологическое оборудование машиностроительного производства", 1-50 01 01 "Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов" / А. И. Ольшанский ; УО "ВГТУ". – Витебск, 2009. – 245 с.
23. Ганин, Е. А. Физическая модель контактного теплообмена / Е. А. Ганин // Теплотехнические проблемы энергосберегающей техно-логии в текстильной и легкой промышленности : межвуз. сб. науч. тр. / Моск. текстил. ин-т им. А. Н. Косыгина; редкол.: А. С. Охотин (пред.) [и др.]. – М. : – 1989. – С. 6–23.
24. Попов, В. М. Теплообмен в зоне контакта разъемных и неразъемных соединений / В. М. Попов. – М. : Энергия. – 1971. – 216 с.
25. Корнюхин, И. П. Тепломассообмен в теплотехнике текстильных производств: учеб. пособие для вузов / И. П. Корнюхин. – М. : Моск. гос. текст. ун-т им. А.Н. Косыгина, 2004. – 598 с.
26. Кукин, Г. Н. Текстильное материаловедение (текстильные полотна и изделия): учеб. для вузов / Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев, А. И. Кобляков. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Легпромбытиздат, 1992. – 272 с.
27. Лыков, А. В. Теория сушки / А. В. Лыков. – М. : Энергия, 1968. – 472 с.
28. Информационный журнал саморазвитие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://srcaltufevo.ru/teploobmen-teploprovodnostyu-sposoby-teploperedachi-tri-osnovnyh-vida.html>. – Дата доступа: 11.06.2021 г.
29. Гусаров, А. М. Оценка и прогнозирование теплозащитных свойств пакетов материалов для специальной защитной одежды пожарных : монография / А. М. Гусаров, А. А. Кузнецов. – Витебск : УО «ВГТУ», 2017. – 174 с.
30. Полежаев, Ю. В. Тепловая защита / Ю. В. Полежаев, Ф. Б. Юревич; под ред. А. В. Лыкова. – М. : Энергия, 1976. – 392 с.
31. Махаринский, Е. Ф. Основы теории проектирования технических систем : учебное пособие для студентов вузов / Е. И. Махаринский Е. И. [и др. ] ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2009. – 354 с.

32. Информационный журнал саморазвитие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://srcaltufevo.ru/teploobmen-teploprovodnostyu-sposoby-terloperedachi-tri-osnovnyh-vida.html>. – Дата доступа: 11.06.2021 г.
33. Фигуры военнослужащих типовые. Размерные признаки для проектирования одежды. ГОСТ 23167-91. – Москва : Издательство стандартов, 1992. – 392 с.
34. Ключникова , В. М. Практикум по конструированию изделий из кожи / В.М. Ключникова, Т.С. Кочеткова, А.Н.Калита. – Москва : Издательство «Легкая промышленность и бытовое обслуживание, 1976. – 335 с.