

Министерство образования Республики Беларусь

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 677.017: [684.03 + 685.34.03]

№ ГР.20064370

Инв. № \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по научной работе

В.В. Пятов

2008 г.

ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
МАТЕРИАЛОВ ЛЁГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
(заключительный)

договор с БРФФИ № Т06М-248 от 01 апреля 2006 года

Руководитель задания

*Дмитраков*, 12.03.08 Н.М. Дмитрикович  
подпись, дата

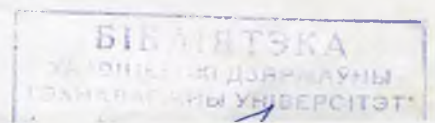
Нормоконтролер

*Тетраков*, 13.03.08 / С.А. Тетраков /  
подпись, дата

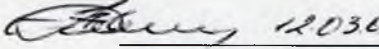
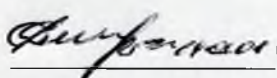
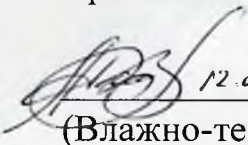

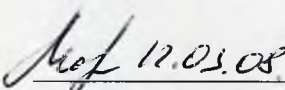
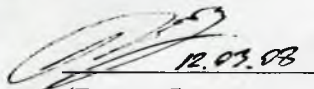
*начальник НИС*

*С.А. Беников*

ВИТЕБСК



## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

- Руководитель работы, аспирант  И.М. Дмитрикович  
УО «ВГТУ»  
(Введение, реферат, заключение, проведение лабораторных испытаний, исследование перспектив дальнейшего развития исследований)
- Научный сотрудник ИТМО НАНБ, к.т.н.  С.М. Данилова-Третьяк  
(Исследование теплофизических свойств материалов легкой промышленности)
- Ассистент кафедры АТПП УО «ВГТУ»  12.03.08 А.В. Назаренко  
(Влажно-тепловая обработка материалов легкой промышленности)
- Ассистент кафедры АТПП УО «ВГТУ»  12.03.08 В.В. Леонов  
(Формирование пакетов материалов и предварительные исследования)
- Лаборант кафедры Т и ОМП УО «ВГТУ»  12.03.08 Е.Ф. Макаренко  
(Проектирование рациональных конструкций пакетов материалов легкой промышленности и проведение испытаний)
- Старший преподаватель кафедры АТПП УО «ВГТУ»  12.03.08 К.Н. Ринейский  
(Разработка методов проектирования пакетов одежды и обуви с заранее заданными теплофизическими характеристиками)

## РЕФЕРАТ

Отчет 65 с., 18 рис., 7 табл., 16 источников, 1 приложение.

ПАКЕТ МАТЕРИАЛОВ, НЕСТАЦИОНАРНАЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ, ВЛАЖНО-ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА, ОСТАТОЧНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ, КИНЕТИКА СУШКИ, ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС, МАТЕРИАЛ ВЕРХА, МОДЕЛЬ, ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ, ТЕПЛОВОЙ ПОТОК

Целью научно-исследовательской работы «Исследование теплофизических характеристик материалов легкой промышленности» является определение основных теплофизических характеристик и свойств материалов и пакетов материалов, применяемых в легкой промышленности с выработкой единого подхода к проектированию, формированию и исследованию рациональных пакетов материалов одежды и обуви с заранее заданными свойствами.

Для достижения поставленной цели решены следующие основные задачи:

- исследованы теплофизические характеристики и свойства материалов легкой промышленности;
- оптимизированы характеристики и режимы при влажно-тепловой обработке материалов одежды и обуви;
- разработаны научно-обоснованные методы расчета и проектирования рациональных пакетов защитной одежды и материала верха обуви, что явилось вкладом в теорию нестационарного тепло- и массопереноса материалов при проектировании рациональных пакетов одежды и верха обуви по заданным теплофизическим характеристикам готовых изделий.

Разработанные научно-обоснованные методы проектирования текстильных материалов, рациональных пакетов одежды и обуви позволяют экономить дорогостоящие материалы, применяемые в легкой промышленности, что позволяет сократить материалоемкость изделий до 15 %.

Область применения результатов НИР является создание специальных видов одежды и обуви (огнетермостойких тканей специального назначения и одежды, новых отделочных материалов, применяемых в строительстве), разработка рациональных режимов влажно-тепловой обработки одежды и обуви, разработка огнеупорных отделочных материалов.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Исследование теплофизических свойств материалов легкой промышленности	6
1.1 Критерии выбора материалов защитной одежды и обуви	6
1.2 Выбор материалов для проведения исследований	10
1.3 Исследование теплофизических характеристик материалов легкой промышленности	11
2 Влажно-тепловая обработка материалов легкой промышленности	16
2.1 Влияние параметров сушки на влагосодержание	16
2.2 Зависимость ТКС от критериев подобия тепло- и массообмена	17
3 Формирование пакетов материалов легкой промышленности и предварительные испытания	23
3.1 Формирование пакетов	23
3.2 Проведение предварительных исследований пакетов материалов по определению устойчивости к воздействию теплового потока	24
4 Разработка методов проектирования пакетов одежды и обуви с заранее заданными теплофизическими характеристиками	30
4.1 Механизм процесса теплопроводности в многослойных материалах	30
4.2 Теоретический анализ процесса нестационарной теплопроводности верхнего слоя пакета	33
4.3 Теоретический анализ процесса нестационарной теплопроводности промежуточного и подкладочного слоя пакета материалов	39
5 Проектирование рациональных конструкций пакетов материалов легкой промышленности и проведение испытаний	41
5.1 Методика и расчет теплового сопротивления верха обуви	41
5.2 Влияние влажной обувной оболочки на тепловое сопротивление верха обуви	43
5.3 Формирование рациональных пакетов материалов легкой промышленности для проведения испытаний	44
5.4 Расчет распределения температуры в многослойном пакете материалов	45
6 Исследование перспектив дальнейшего развития исследований, применения и внедрения полученных результатов	50
Заключение	51
Список использованных источников	52
Приложение	54

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Колесников, П.А. Теплозащитные свойства одежды/ П.А. Колесников. – Москва: Лёгкая индустрия, 1965. – 338 с.
2. Зырин, С.Г. Исследование теплопроводности шерстяных тканей с различным содержанием искусственных волокон / С.Г. Зырин // Труды научно-исследовательского института ЦНИИШ. – 1953. – № 8. – С. 76–77.
3. Ольшанский, В.И. Кинетика процесса скоростной сушки материалов верха обуви / В.И. Ольшанский, А.И. Ольшанский, Е.Ф. Макаренко // Вестник УО «ВГТУ». – 2004. – №6. – С. 51–54.
4. Михайлов, М.Д. Нестационарный тепло- и массоперенос в одномерных телах / М.Д. Михайлов // ИТМО АН БССР. – 1969. – № 2. – С. 25-30.
5. Боевая одежда пожарных-спасателей. Общие технические требования. Методы испытаний: НПБ 29-2000. – Введ. 01.07.2000. – Минск: НИИ ПБ и ЧС МЧС Респ. Беларусь, 2000. – 16 с.
6. Лыков, А.В. Теория теплопроводности/ А.В. Лыков. – Москва: Высшая школа, 1967. – 600 с.
7. Беляев, Н.М. Методы нестационарной теплопроводности/ Н.М. Беляев, А.А. Рядно. – Москва: Высшая школа, 1978. – 328 с.
8. Кудряшев, Л.И. Приближенные решения нелинейных задач теплопроводности/ Л.И. Кудряшев, Н.Л. Меньших; под. ред. Л.И. Кудряшева. – Москва: Машиностроение, 1979. – 232 с.
9. Юдаев, Б.Н. Техническая термодинамика. Теплопередача/ Б.Н. Юдаев. – Москва: Высшая школа, 1988. – 479 с.
10. Михеев, М.А. Основы теплопередачи/ М.А. Михеев, И.М. Михеева. – 2-е изд. – Москва: Энергия, 1977. – 334 с.
11. Белоусов, В.П. Расчетное определение теплозащитной способности обуви / В.П. Белоусов // Кожевенно-обувная промышленность. – 1989. – № 1. – С. 58–61.
12. Белоусов, В.П. Методика и пример теплового расчета зимней обуви / В.П. Белоусов // Кожевенно-обувная промышленность. – 1989. – № 2. – С. 70-74.
13. Обувь специальная с верхом из кожи, предназначена для защиты ног от механических воздействий: ГОСТ 28507-99. - Введ. 01.09.05. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2005. – 17 с.
14. Кедров, Л.В. Теплозащитные свойства обуви / Л.В. Кедров. – Москва: Легкая индустрия, 1979. – 168 с.

15. Белоусов, В.П. Аналитическая оценка влияния влажности обувной оболочки на ее теплозащитную способность / В.П. Белоусов // Кожевенно-обувная промышленность. – 1989. – № 4. – С. 38–40.

16. Демидович, Б.П. Численные методы анализа: приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения/ Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова; под ред. Б.П. Демидовича. – 2-е изд. – Москва: гос. издат. физико-математической лит-ры, 1963. – 400 с.