

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

УДК \_\_\_\_\_  
№ ГР 2001522  
Инв. № \_\_\_\_\_

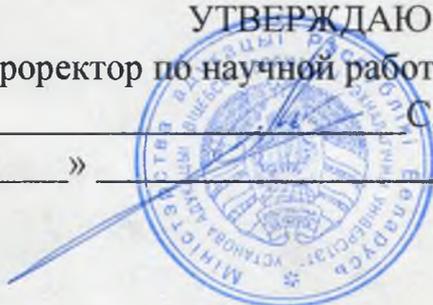
УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе УО «ВГТУ»

С.М.Литовский

« \_\_\_\_\_ »

2004 года



ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ  
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

(промежуточный)

2001-г/б-306

Начальник НИС

*[Signature]* 30.12.04

С.А.БЕЛИКОВ

Научный руководитель

30.12.04 *[Signature]*

В.И.ОЛЬШАНСКИЙ

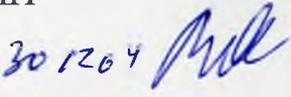
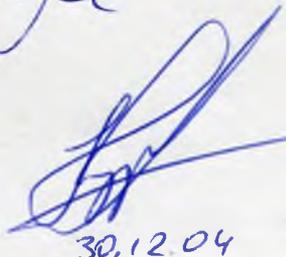
Библиотека ВГТУ



Витебск 2004



## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

1. Научный руководитель темы, профессор  
к.т.н., зав.кафедрой ТиОМП  
ОЛЬШАНСКИЙ  
Валерий Иосифович *30.12.04*  Общее руко-  
водство темы,  
раздел 1.4
2. Исполнитель  
к.т.н., доцент кафедры ТиОМП  
ОЛЬШАНСКИЙ  
Анатолий Иосифович *30.12.04*  Раздел 2,3
3. Исполнитель  
к.т.н., доцент кафедры Физика  
КУЗНЕЦОВ  
Андрей Александрович  *30.12.04* Раздел 2,3
5. Исполнитель  
зав.лабораторией кафедры ТиОМП  
ДРОЗДОВА  
Ольга Николаевна  *30.12.04* Техническое  
оформление
6. Исполнитель  
аспирант кафедры ТиОМП  
ДМИТРАКОВИ  
Николай Михайлович  *30.12.04* Раздел 4
7. Исполнитель  
к.т.н., доцент кафедры Физика  
КУЗНЕЦОВ  
Андрей Александрович  *30.12.04*2 нормокон-  
троль

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПАКЕТА ОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ В ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	6
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ТОЛЩИНЕ ПАКЕТА ОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	8
3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПАКЕТА НЕОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	10
4. ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ТОЛЩИНЕ ПАКЕТА НЕОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	16
4.1. Экспериментальное исследование при свободной конвекции в случае двухслойного материала.	16
4.2. Исследование распределения температуры при нестационарной теплопроводности пакета неоднородных материалов.	19
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	23
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	24

## РЕФЕРАТ

Отчет 25с., 4 рис., - табл., 5 источников

НЕСТАЦИОНАРНАЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ, КРИТЕРИАЛЬНЫЕ ЧИСЛА: БИО, ФУРЬЕ, КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ, ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТИ, ОДНОРОДНАЯ НЕОГРАНИЧЕННАЯ ПЛАСТИНА, НЕОДНОРОДНАЯ МНОГОСЛОЙНАЯ ПЛАСТИНА, ТЕМПЕРАТУРА, ТЕПЛОВЫЙ ПОТОК.

Объектом исследований являются капиллярно-пористые материалы, применяемые в обувной промышленности. Рассматриваются процессы нестационарной теплопроводности однородной и неоднородной многослойной пластины в условиях ограничений третьего рода.

Целью работы является: аналитические уравнения позволяющие определить изменения температуры в любой момент времени по толщине пластины и изменения теплового потока при известных исходных характеристиках среды. Решение поставленной задачи обеспечивает рациональное проектирование пакета теплоизоляционных, огнестойких текстильных материалов и материалов с металлизированным покрытием для одежды специального назначения

Выполнены теоретические и экспериментальные исследования для случаев однородной и неоднородной многослойной пластин.

Получено аналитическое выражение для распределения температуры в многослойном пакете в любой момент времени

Разработан пакет прикладных программ расчета.

## ВВЕДЕНИЕ

При известной математической модели процесса теплопроводности необходимо выяснить, какие величины и зависимости, входящие в описание, нам известны, а какие необходимо определить. В зависимости от этого возникающие задачи можно разделить на два вида.

**Прямая задача.** Определить температурное поле, если известно дифференциальное уравнение процесса и заданы дополнительные условия, полностью определяющие краевую задачу.

**Обратная задача.** Определить граничные условия или коэффициенты, входящие в основное дифференциальное уравнение, если известны математическое описание процесса и температурное поле.

Будем рассматривать только прямые задачи теплопроводности, которые можно подразделить на линейные и нелинейные.

Если в математическом описании задачи хотя бы одно уравнение нелинейно, то и краевая задача является нелинейной. В зависимости от того, в каком уравнении и в каком члене уравнения сосредоточена нелинейность (нелинейностью будем называть зависящую нелинейно от температуры величину), нелинейные краевые задачи можно классифицировать следующим образом:

а) краевая задача с нелинейностью I рода — от температуры зависят коэффициент теплопроводности  $\chi(T)$ , коэффициент удельной объемной теплоемкости  $C_v(T) = c(T) \rho(T)$

б) краевая задача с нелинейностью II рода — от температуры нелинейно зависит плотность теплового потока на поверхности тела и коэффициент теплоотдачи;

в) краевая задача с нелинейностью III рода — от температуры нелинейно зависит мощность внутренних источников теплоты  $q_v$ .