

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

УДК 677.017

№ гос. регистрации 20032716



Утверждаю
проректор по научной работе
С.М. Литовский
« 25 » *сентя* 2005 г.

ОТЧЕТ

по научно-исследовательской работе Т03М-155

**«Нестационарные поля потенциалов тепло- и массопереноса
текстильных материалов»**

(заключительный)

договор с БРФФИ № Т03М-155 от 15 апреля 2003г.

2005-994 - 562

Научный руководитель НИР
доцент, к.т.н. *Н.Н. Ясинская* Н.Н.Ясинская
« 25 » *сентя* 2005г.

Витебск 2005 г.



РЕФЕРАТ

Отчет 59с, 2 табл., 4 рис., 1 прил.

НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ПОЛЯ ПОТЕНЦИАЛОВ, ТЕПЛООБМЕН, МАССОПЕРЕНОС, КРИТЕРИИ ПОДОБИЯ, ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ УРАВНЕНИЕ, ПОТОК ВЕЩЕСТВА, ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ, МНОГОСЛОЙНАЯ СИСТЕМА, ТЕРМООБРАБОТКА, СУШКА, ИНТЕНСИФИКАЦИЯ, ТЕКСТИЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ, КОМБИНИРОВАННАЯ ВЫСОКОУСАДОЧНАЯ НИТЬ.

Цель работы - разработка инженерных методов расчета и проектирования теплофизических свойств пакета материалов, применяемых в текстильной и легкой промышленности.

В процессе работы проводились теоретические и экспериментальные исследования явлений нестационарных полей потенциалов тепло- и массопереноса текстильных материалов.

В результате теоретического изучения нестационарного поля потенциалов тепло- и массопереноса построены математические модели взаимодействия потока вещества с поверхностью пакета материалов. На основании построенных теоретических моделей разработан алгоритм решения системы дифференциальных взаимосвязанных уравнений переноса массы и энергии, позволяющий описывать явления тепло- массопереноса текстильных материалов и рассчитывать теплофизические свойства пакета материалов.

Разработанные математические модели и методики могут быть использованы в научных лабораториях и на предприятиях текстильной и легкой промышленности при решении задач тепло- и массопереноса, возникающих при расчете и проектировании теплофизических свойств пакета материалов, выборе оптимальных параметров процессов сушки и термообработки текстильных материалов различного сырьевого состава в зависимости от свойств потока вещества. Результаты исследований могут быть использованы при разработке математического обеспечения систем автоматизированного проектирования технологических параметров процессов термообработки многокомпонентных материалов в различных условиях.



СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1.Нестационарные поля потенциалов тепло- и массопереноса текстильных материалов при граничных условиях третьего рода.	6
1.1.Безразмерные граничные условия	6
1.2. Нестационарные поля потенциалов тепло- и массопереноса. Поток вещества на поверхности пакета материала постоянен.	7
1.3.Поток вещества на поверхности пакета материалов - функция потенциала массопереноса	11
1.4.Поток вещества на поверхности пакета текстильных материалов – функция времени	15
2.Тепло – и массоперенос текстильных материалов в среде с переменными потенциалами.	18
Нестационарные поля потенциалов переноса в среде, температура которой меняется по линейному и экспоненциальному законам.	
3.Теоретические исследования тепло- и массопереноса для пакета текстильных материалов.	23
Решение системы дифференциальных уравнений тепло- и массопереноса для слоистых сред	
4.Система уравнений тепло- и массопереноса для текстильного материала, состоящего из трех слоев.	27
4.1.Симметричная система, состоящая из трех текстильных полотен (неограниченных пластин).	27
4.2.Общий случай тройной системы.	28
5.Система дифференциальных уравнений тепло- массопереноса для текстильных многослойных материалов.	32
6.Выбор рациональных параметров процесса термообработки и сушки текстильных материалов.	37
6.1.Расчет оптимальных параметров процесса термообработки однородной по теплофизическим свойствам нити	37
6.2.Расчет оптимальных параметров процесса термообработки неоднородной нити.	42
6.3.Расчет оптимальных параметров в случае интенсификации процесса термообработки.	47
6.3.1.Расчет оптимальных параметров термообработки неоднородной текстильной нити в условия вынужденного конвективного теплообмена.	51
6.3.2.Расчет оптимальных параметров термообработки текстильной нити влажным паром.	52
7.Перспективы дальнейшего развития и практического использования полученных результатов.	57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
ПРИЛОЖЕНИЕ	60

Введение

Перенос тепла и массы вещества являются важнейшими явлениями многих технологических процессов в текстильной и легкой промышленности. Необходимость разработки методики, которая на базе теории нестационарных полей потенциалов тепло- и массопереноса позволит математически описывать теплообменные процессы особенно остро стала сказываться в связи с широким внедрением в текстильной промышленности высокоинтенсивных процессов. Путем соответствующих подстановок многие задачи конвективной диффузии и теплопроводности текстильных материалов могут быть сведены к дифференциальным уравнениям типа теплопроводности с переменными коэффициентами. Это указывает на необходимость накопления и обобщения полученных результатов решения неоднородных и нелинейных уравнений теплопроводности текстильных материалов, а также дальнейшего развития методов решения этих уравнений.

В ходе процесса текстильный материал в той или иной степени изменяет свои структурные свойства. Когда свойства тела меняются по координате незначительно или самым беспорядочным образом, допустимо при исследовании явлений переноса соответствующие коэффициенты и термодинамические характеристики принимать постоянными и равными средним эффективным их значениям. Однако в ряде случаев неоднородность физических свойств оказывается столь значительной, что пренебрегать ею недопустимо. Последнее вынуждает переходить от решения дифференциальных уравнений переноса с постоянными коэффициентами к решению уравнений, где все или отдельные коэффициенты являются, в конечном счете, функцией координат.

Целью данной научно-исследовательской работы являлось изучение и разработка математического аппарата описания процессов тепло- и массопереноса в текстильных многослойных материалах и разработка алгоритма решения системы дифференциальных взаимосвязанных уравнений переноса массы и энергии, позволяющего рассчитывать оптимальные режимы технологических процессов термообработки текстильных материалов, а также теплофизические свойства материалов.