

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

УДК 542.47:677.02

№ ГР 20073119

Инв.№



УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научной работе

В.В.Пятов

2010 г.

ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе

«Разработать энергосберегающие технологии сушки и производства водоупорных мембранных текстильных материалов с полимерным покрытием».

(Тепловые процессы – 80)

2008-з/б-344

(заключительный)

Начальник НИЧ









С.А.БЕЛИКОВ

Научный руководитель

В.И.ОЛЬШАНСКИЙ

2010 г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы: к.т.н., проф.	20.12.2010		ОЛЬШАНСКИЙ В.И. (введение, г. 1, 4, 5, заключение)
Исполнители:			
к.т.н., доц.	20.12.2010		ОЛЬШАНСКИЙ А.И. (г. 2,3,4)
к.т.н., доц.	20.12.2010		КУЗНЕЦОВ А.А. (г. 1, 6)
доц.	20.12.2010		МАХАРИНСКИЙ Ю.Е. (г. 5, 8, 11)
зав.лабораторией	20.12.2010		ГЕРАСИМОВА О.С. (г. 2, 9, 12)
к.т.н., ст. преп.	20.12.2010		ЗАМОСТОЦКАЯ Е.Ф. (г. 2, 10, 11, 12)
к.т.н., ст. преп.	20.12.2010		БЕЛЯКОВ Н.В. (г. 2, 10, 11, 12)
нормоконтролер	20.12.2010		МАХАРИНСКИЙ Ю.Е.



РЕФЕРАТ

Отчет 130 с., 21 рис., 25 табл., 55 источников.

ПАКЕТ МАТЕРИАЛОВ, СЫРЬЕВОЙ СОСТАВ, НЕСТАЦИОНАРНАЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ, ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ, ПАКЕТ МАТЕРИАЛОВ, ТЕПЛОВОЙ ПОТОК, СХЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.

Объектом исследования является процесс нестационарной теплопроводности распределения температурного поля в многослойном пакете материалов.

Целью работы является разработка научных методов проектирования пакетов одежды и обуви с заранее заданными теплофизическими характеристиками, а также компьютерное моделирование распределения температурных полей внутри водоупорных мембранных материалов.

В результате работы была разработана математическая модель процесса распределения температуры внутри многослойного пакетов материалов. Разработаны и апробированы методы расчёта распределения температурного поля. Методы расчёта построены на теории нестационарной теплопроводности с учётом граничных условий третьего и четвёртого рода. Разработаны алгоритмы и прикладные программы расчёта нестационарной теплопроводности. Проведено компьютерное моделирование процесса нестационарной теплопроводности. Разработан технологический процесс получения огнестойкой ткани специального назначения и рациональные режимы технологического процесса производства водоупорных мембранных текстильных материалов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МНОГОСЛОЙНЫХ ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ	8
1.1 Механизм процесса теплопроводности в многослойных материалах	8
1.2 Теоретический анализ процесса нестационарной теплопроводности лицевого слоя композиционного материала	13
1.3 Теоретический анализ процесса нестационарной теплопроводности грунтовочного слоя и тканевой основы композиционного материала	17
2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ. РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ДЛЯ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ	20
2.1 Экспериментальные исследования и расчёт температуры внутренней поверхности металлизированного слоя при граничных условиях третьего рода	212
2.2 Экспериментальные исследования и расчёт температуры внутренней поверхности грунтовочного слоя и основы при граничных условиях четвертого рода	23
3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ПОЛИМЕРНОГО ПОКРЫТИЯ НА ТКАНИ	29
4 ИССЛЕДОВАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ	35
4.1 Характеристика используемого сырья	35
4.2 Обоснование сырьевого состава ткани основы	35
4.3 Обоснование оптимальных параметров строения ткани основы	37
4.4 Технологическая плотность ткани и коэффициент наполнения	380
4.5 Перешлетение ткани основы	41
5 РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОУПОРНЫХ МЕМБРАННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОЛИМЕРНЫМ ПОКРЫТИЕМ	46
6 ПОЛУЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ МЕМБРАННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОЛИМЕРНЫМ ПОКРЫТИЕМ	55
7 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК	59
7.1 Испытание образцов пакетов материалов на определение устойчивости к воздействию теплового потока	59
8 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	63

8.1 Оценка результатов испытания пакетов материалов	63
8.2 Оценка результатов испытания мембранных материалов	65
9 АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ НОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ АКТОВ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К ПАКЕТАМ МЕМБРАННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫМ ПОКРЫТИЕМ	69
10 ВЫБОР СЫРЬЯ И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ ВОДОУПОРНЫХ МЕМБРАННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНЫХ-СПАСАТЕЛЕЙ	71
11 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И РЕГЛАМЕНТА ПОЛУЧЕНИЯ МЕМБРАННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНЫХ-СПАСАТЕЛЕЙ	77
12 ПОЛУЧЕНИЕ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБРАЗЦОВ ВОДОУПОРНЫХ МЕМБРАННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНЫХ-СПАСАТЕЛЕЙ	89
13 ИСПЫТАНИЯ ПАКЕТОВ МЕМБРАННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫМ ПОКРЫТИЕМ	91
14 АПРОБИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОУПОРНЫХ МЕМБРАННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ В ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКЕ	101
15 РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ВОДОУПОРНЫХ МЕМБРАННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	115
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	121
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	125

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дмитрикович, Н.М., Ольшанский В. И., Русецкий Ю.Г. Разработка и экспериментальное исследование теплоотражательных текстильных материалов с металлизированным покрытием //Сборник тезисов докладов 37 научно-технической конференции преподавателей и студентов УО «ВГТУ». – Витебск, 2004. – С. 120.
2. Лыков, А.В. Теория теплопроводности/ А.В. Лыков. – Москва: Высшая школа, 1967. – 600 с.
3. Беляев, Н.М. Методы нестационарной теплопроводности/ Н.М. Беляев, А.А. Рядно. – Москва: Высшая школа, 1978. –328 с.
4. Кудряшев, Л.И. Приближенные решения нелинейных задач теплопроводности/ Л.И. Кудряшев, Н.Л. Меньших; под. ред. Л.И. Кудряшова. – Москва: Машиностроение, 1979. – 232 с.
5. Юдаев, Б.Н. Техническая термодинамика. Теплопередача/ Б.Н. Юдаев. – Москва: Высшая школа, 1988. – 479 с.
6. Исследование процесса теплопереноса при интенсивных тепловых воздействиях материалов с металлизированным покрытием: отчёт о НИР/ Ин-т тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАНБ; рук. Стеткокевич Н.И. – Минск, 2006. – 28 с. – № ГР 20064149.
7. Исследование свойств металлизированных тканей и реологических особенностей полимерных композиций: отчёт о НИР(промеж.)/ Ин-т тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАНБ; рук. Данилова-Третьяк С.М. – Минск, 2007. – 13 с. – № ГР 2007801.
8. 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.

9. Михеев, М.А. Основы теплопередачи/ М.А. Михеев, И.М. Михеева. – 2-е изд. – Москва: Энергия, 1977. – 334 с.
10. Разработка модели, конструкции и конструкторской документации на костюм боевой одежды пожарного-спасателя первого уровня защиты/ Русецкий Ю.Г., Алахова С.С., Иванов А.В.//Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2004. – № 5 (15). – С. 14–21.
11. Марчак О.М., Русецкий Ю.Г., Иванова Т.П. Арселоновая пряжа и термостойкие ткани из нее// Сборник тезисов докладов научно-технической конференции преподавателей и студентов./ВГТУ. - Витебск, 2001. - С.84-85.
12. Русецкий Ю.Г., Гнутенко В.В., Иванова Т.П. Термостойкие ткани для пошива боевой одежды пожарных// Сборник тезисов докладов Межвузовской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов «Молодые ученые - развитию текстильной и легкой промышленности (поиск-2001)».ИПТЛ. - Иваново, 2001. - С.102.
13. Николаев А.Ф. Синтетические полимеры и пластические массы на их основе. – Л.: «Химия», 1964. – 784 с.
14. Бовей Ф. Действие ионизирующих излучений на природные и синтетические полимеры. – ИЛ, 1959. – 165 с.
15. ГОСТ 14922-77. Аэросил. Технические условия. – Взамен ГОСТ 14922-69; Введ. 19.04.77. – М.: Изд. стандартов, 1997. –43с.
16. Кодолов В.И. Горючесть и огнестойкость полимерных материалов. – М.: «Химия», 1976. – 160с.
17. Аметистов, Е.В. Тепло- и массообмен теплотехнический эксперимент [Таблица]: справочник/ Е.В. Аметистов, В.А. Григорьев, Б.Т. Емцев и др.; под общ. ред. В.А. Григорьева, В.А. Зорина. –М.: Энергоиздат, 1982. – 512 с., ил. – (Теплоэнергетика и теплотехника).
18. Пэйн Г.Ф. «Технология органических покрытий» Т.2 Пигменты и пигментированные покрытия. Пер с английского М.Д. Гордунова, Е.С. Гуревича, А.К. Муромцева, Е.А. Трушталевской, А.М. Фроста. Под ред Г.Я.Терло.–

Государственное научно-техническое издательство химической литературы. Ленинград, 1963. – 776 с.

19. ГОСТ 5494-95 Пудра аллюминиевая. Технические условия. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, Минск. Разработан РФ, техническим комитетом ТК 99 «Алюминий». Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол №7-95 от 26.04.1995). Введен в действие приказом Белстандарта от 12.12.1996 №223. Взамен ГОСТ 5494-71.

20. www.Valcom-ru.ru.

21. www.eckart.de.

22. Хунфнагель В. Лемап Р., Майнелъ К. Производство искусственных кож. – Перевод с нем., под редакцией Касьяновой А.А., Водолаги Н.Ю. – М.: Легпромбытиздат, 1986. – 248 с.

23. Веселы Р., Смейкал В., Кратохвил А., Холчик К. Искусственные кожи. – Перевод с чешского, под редакцией Полинского С.Л. – М.: Легкая индустрия, 1973. – 152

24. Яковлев К.П., Штерн И.А. Новые виды мягких искусственных кож.–М.: Лёгкая индустрия, 1973. – 60 с.

25. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента. – М.: «Лёгкая индустрия», 1974. – 262 с.

26. Севостьянов, А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности/А.Г. Севостьянов. – М.: Лёгкая индустрия, 1980. – 392 с.

27. Науменко, А.А. Вычисление коэффициентов полиномиальной модели и оценка ее адекватности/ А.А. Науменко, М.А. Игнатенко // Сб. науч. тр. / Всесоюзный научно-технический информационный центр. – М., 1985. – Сер. 3: Аннотационный указатель программных средств. – С. 53-56.

28. Хартман, К. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов/ К. Хартман, Э.К. Лецкий, В. Шеффер; под ред. Э.К. Лецкого. – М: Мир, 1977. – 553 с.

29. Кожа искусственная. Методы определения толщины и массы 1 м²: ГОСТ 17073-71. – Введ. 01.07.72. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1980. –3с.
30. Разработка методов и технологии получения огнестойких тканей с металлизированным покрытием: отчёт о НИР (промеж.)/ Учр. «Научно-исследовательский центр Витебского областного управления МЧС Республики Беларусь»; рук. темы Степюкевич Н.И. – Витебск, 2007. – 29 с. – № ГР 2006892.
31. Нормы пожарной безопасности Российской Федерации. Боевая одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний. [Текст]: НПБ 157-99: утв. Приказом ГУГПС МВД России 12.08.99. – М., 1999.
32. DIN EN 340 Protective clothing. General requirements-Brussel: European Committee for Standartization-1993-10p
33. DIN EN 367 Protective clothing. Protection against heat and flames. Test metod -Brussel: European Committee for Standartization-1992-7p
34. DIN EN 348 Protective clothing. Determination of molted metal. -Brussel: European Committee for Standartization-1992-6p
35. DIN EN 366 Protective clothing. Protection against heat and fire.Test metod -Brussel: European Committee for Standartization-1993-10p
36. DIN EN 368 Protective clothing. Protection againstliquid chemicals.Test metod -Brussel: European Committee for Standartization-1993-10p
37. DIN EN 372 Specification for sx filters and complained filters against specific -Brussel: European Committee for Standartization-1992-10p
38. DIN EN 469 Protective clothing for fire fighters. Test metod -Brussel: European Committee for Standartization-1995-15p
39. DIN EN 470 Protective clothing for use in welding and allied processes. General requirements -Brussel: European Committee for Standartization-1995-10p

40. DIN EN 531 Protective clothing for industrial workers exposed to heat. - Brussel: European Committee for Standardization-1995-10p
41. DIN EN 532 Protective clothing. Protection against heat and flames. Test method -Brussel: European Committee for Standardization-1995-7p
42. DIN EN 702 Protective clothing. Protection against heat and flames. Test method -Brussel: European Committee for Standardization-1995-8p
43. EN ISO 6940 Textile fabrics. Burning behavior. -Brussel: European Committee for Standardization-1995-10p
44. ISO 6942 Clothing for protection against heat and fire.Evaluation in thermal materials-Brussel: European Committee for Standardization-1981-25p
45. ISO 2801 Clothing for protection against heat and fire. General recommendations for selection care and use protective clothing -Brussel: European Committee for Standardization-1997-11p
46. Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь. Боевая одежда пожарных-спасателей. Общие технические требования. Методы испытаний: НПБ 29-2000: введ. в действие 01.07.2000. – Мн., 2000.
47. Химия и технология полимерных плёночных материалов и искусственной кожи / Г.П. Андрианова [и др.]: в 2 т.; под общ. ред. Г.П. Андриановой. – 2 изд. – Москва: Легпромбытиздат, 1990. Т.1: Физико-химические основы и общие принципы производства полимерных плёночных материалов и искусственной кожи. – 304 с.
48. Кодолов, В.И. Горючесть и огнестойкость полимерных материалов / В.И. Кодолов. – Москва: Химия, 1976. – 160 с.
49. Хунфнагель, В. Производство искусственных кож / В. Хунфнагель, Р. Леман, К. Майнель. – под ред. А.А. Касьяновой. – Москва: Легпромбытиздат, 1986. – 248 с.
50. Искусственные кожи / Р. Веселы [и др.]; под общ. ред.С.Л. Полинского. – Москва: Легкая индустрия, 1973. – 152 с.
51. Яковлев, К.П. Новые виды мягких искусственных кож / К.П. Яковлев, И.А. Штерн. – Москва: Лёгкая индустрия, 1973. – 60 с.

52. Лойцянский, Л.Г. Механика жидкости и газа / Л.Г. Лойцянский. – 4-е изд. – Москва: Наука, 1973. – 848 с.
53. Гусак, А.А. Справочник по высшей математике / А.А. Гусак, Г.М. Гусак, Е.А. Бричикова. – 7-е изд. – Минск: ТетраСистемс, 2006. – 640 с.
54. Альтшуль, А.Д. Гидравлика и аэродинамика / А.Д. Альтшуль, П.Г. Киселёв. – 2-е изд. – Москва: Стройиздат, 1975. – 323 с.
55. Севостьянов, А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности / А.Г. Севостьянов. – Москва: Лёгкая индустрия, 1980. – 392 с.