

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

УДК 677.022.6

№ госрегистрации 20151089

Инв. № \_\_\_\_\_



ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе

«Влияние состава нановолокнистых покрытий на функциональные свойства текстильных материалов»

согласно договору с БРФФИ № Т15ЛИТ-021 от 13 марта 2015

(заключительный)

2015 - Г/Б - 628

Руководитель НИР  
д.т.н., проф.

Д.Б. Рыклин

« 09 » 12 2016 г.

Нормоконтролер

З.П. Снарская

« 09 » 12 2016 г.

Витебск 2016

Библиотека ВГТУ



## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель:

Профессор, д.т.н.

  
09.12.16

Д.Б. Рыклин (общее руководство,  
глава 5, 10, 11)

Исполнители темы:

Доц., к.т.н.

  
09.12.16

Н.Н. Ясинская (глава 3, 7, 8)

Доц., к.т.н.

  
09.12.16

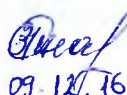
С.С. Медвецкий (глава 2, 6)

Аспирант

  
09.12.16

А.В. Евтушенко (глава 1, 4, 9)

Нормоконтролер

  
09.12.16

З.И. Снарская



## РЕФЕРАТ

Отчет 105 с., 37 рис., 18 табл. , 34 источника.

### ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЕ, НАНОВОЛОКНО, ТЕКСТИЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ, ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА

Объектом исследования являются текстильные материалы с нановолокнистым покрытием, обладающие заданными функциональными свойствами.

Цель работы - развитие теоретических и практических основ создания высокотехнологичных текстильных материалов с нанесением нановолокнистых покрытий, обладающих заданными функциональными свойствами.

Проведены исследования влияния состава волокнообразующих растворов на основе муравьиной кислоты и полиамида-6 на их реологические и электрические свойства. Определены составы растворов, свойства которых соответствуют требованиям, предъявляемых при их использовании при электроформовании нановолокнистых покрытий.

Осуществлена апробация полученных растворов при нанесении нановолокнистых покрытий с применением установок для электроформования двух типов. Определены рациональные параметры работы оборудования.

Результаты проведенных измерений подтверждают, что исследуемый способ электроформования позволяет получить наноразмерные волокна, так как их толщина при определенных параметрах раствора и процесса формования не превышает 100 нм.

Доказано, что в процессе электроформования гиалуроновая кислота не оказывается изолированной полиамидом-6 внутри застывших капель и нановолокон и может взаимодействовать с кожей человека в процессе использования получаемых материалов в косметологии.

С учетом структуры и свойств нановолокнистых покрытий предложены рекомендации по применению разработанных материалов в косметологии и медицине.

Экспериментальные исследования осуществлялись в лабораториях Витебского государственного технологического университета и Каунасского технологического университета



## Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПО ВОПРОСАМ ПОЛУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С НАНОВОЛОКНИСТЫМИ ПОКРЫТИЯМИ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ.....	7
1.1 Анализ ассортимента и свойств функциональных текстильных материалов различного назначения.....	7
1.2 Области применения функциональных текстильных материалов .....	9
1.3 Электроформование волокнистых материалов .....	10
1.3.1 Схемы установок электроформования.....	12
1.3.2 Принципиальная схема и основные стадии процесса электроформования ...	17
2. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗРАБОТКИ АССОРТИМЕНТА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С НАНОВОЛОКНИСТЫМИ ПОКРЫТИЯМИ И ОБЛАСТЕЙ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ .....	27
2.1 Фильтрация газов и жидкостей с применением материалов, полученных по технологии электроформования.....	27
2.2 Медицинские применения материалов, полученных с применением технологии электроформования .....	29
2.3 Применение технологии электроформования при изготовлении сенсоров .....	34
2.4 Другие направления использования материалов, полученных по технологии электроформования .....	36
3. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОСНОВЫ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ НАНОВОЛОКНИСТЫХ ПОКРЫТИЙ С УЧЕТОМ ИХ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ .....	37
4. АНАЛИЗ СВОЙСТВ (РЕОЛОГИЧЕСКИХ, ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ) И ВЫБОР ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОВОЛОКНИСТЫХ ПОКРЫТИЙ .....	43
4.1 Требования, предъявляемые к растворам при электроформовании.....	43
4.2 Исследование влияния состава раствора на его свойства .....	46
4.2.1 Определение поверхностного натяжения .....	46
4.2.2 Определение реологических свойств полимерной композиции .....	48
4.2.3 Определение электрической проводимости полимерной композиции .....	55
5. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ НАНОВОЛОКНИСТОГО ПОКРЫТИЯ .....	58
5.1 Приготовление формовочных растворов .....	58
5.2 Исследование влияния состава и концентрации растворителя (муравьиной кислоты) на вязкость формовочного раствора .....	58

6. ФОРМИРОВАНИЕ НАНОВОЛОКНИСТОГО ПОКРЫТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗРАБОТАННЫХ СОСТАВОВ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ .....	61
7. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ДОБАВОК В РАСТВОР ПОЛИАМИДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОВОЛОКНИСТЫХ ПОКРЫТИЙ .....	67
8. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СМЕСИ ПОЛИМЕРОВ ПОЛИАМИД-6 – ГИАЛУРОНОВАЯ КИСЛОТА И ИХ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИ ХРАНЕНИИ .....	70
9. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ И РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ВЫБОРУ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОДНОРОДНЫХ БЕЗДЕФЕКТНЫХ ВОЛОКОН .....	73
9.1 Определение рациональных параметров работы установки Nanospider .....	73
9.2 Оценка влияния вида используемой установки для электроформования и свойств раствора на диаметр получаемых нановолокон .....	77
10. ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С НАНОВОЛОКНИСТЫМИ ПОКРЫТИЯМИ.....	85
11. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ РАЗРАБОТАННЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	95
12. ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ .....	98
13. ИНФОРМАЦИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ВЗАИМНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА С КАУНАССКИМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ УНИВЕРСИТЕТОМ.....	100
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	101
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	103