

## АННОТИРОВАННЫЙ ОТЧЕТ

по годовому этапу научно-исследовательской работы № 2698 в рамках базовой части государственного задания в сфере научной деятельности по Заданию № 2014/86 за 2016 год

1. **Тема:** Изучение структурообразования в растворах функционально-активных природных и синтетических полимеров и их роли в процессах получения новых материалов медико-биологического и санитарно-гигиенического назначения
2. **Номер государственной регистрации:** 114042440013
3. **Руководитель:** Кильдеева Наталия Рустемовна
4. **Организация-исполнитель:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)»
5. **Телефон руководителя:** 8-495-955-33-05
6. **Электронная почта руководителя:** kildeeva@mail.ru
7. **Интернет-адрес (URL):** www.mgudt.ru
8. **Сроки проведения:**
  - начало: 01.01.2016
  - окончание: 31.12.2016
9. **Наименование годового этапа:** Изучение взаимосвязи состава многокомпонентных формовочных композиций на основе природных и синтетических полимеров, условий получения и структурно-химического модифицирования полимерных материалов и функциональных свойств нановолокнистых и наноструктурированных полимерных изделий медико-биологического и санитарно-гигиенического назначения
10. **Плановое финансирование (рублей):**
  - проведения годового этапа: 1 416 300,00 руб.
11. **Фактическое финансирование (рублей):**
  - проведения годового этапа: 1 416 300,00 руб.
12. **Коды темы по ГРНТИ:** 76.09.41 61.57.31 61.59.37
13. **Приоритетное направление:** Индустрия наносистем и материалов
14. **Критическая технология:** Технологии создания биосовместимых материалов
15. **Полученные научные и (или) научно технические результаты:** С целью разработки биологически активных полимерных материалов для медицины, а также приемов и способов направленного регулирования их осмотических и диффузионных характеристик и придания им заданного уровня свойств были разработаны полимерные волокнистые и пленочные материалы на основе смесей аминоксодержащих полимеров с разным строением аминогрупп: хитозана и сополимера метил(бутил)метакрилата и диметиламиноэтилметакрилата (Eudragit E). Наличие разных типов аминогрупп в составе элементарных звеньев хитозана и Eudragit E, с одной стороны, позволяет осуществить их переработку из общего растворителя (водных растворов кислот), а с другой - регулировать свойства полимерного материала за счет использования сшивающих реагентов ковалентного или ионного типа. Для получения не растворимых в воде, но

высоконабухающих пленок из смеси исследуемых полимеров была изучена возможность их модификации триполифосфатом натрия путем обработки раствором триполифосфата натрия (ТПФ) пленок, сформованных из уксуснокислотных водных растворов хитозана и Eudragit E. Изучение закономерностей набухания модифицированных пленок показало, что введение в состав пленок Eudragit E приводит к резкому увеличению степени набухания полимерного материала до 800 - 950% в зависимости от времени выдерживания в растворе ТПФ. Изучение процесса набухания пленок из смеси хитозана и Eudragit E, полученных с использованием глутарового альдегида (ГА), и дополнительно обработанных 0,5% раствором ТПФ с pH=6,0 в течение 5 минут показало, что их равновесная степень набухания (1000-2000%) превышает степень набухания пленок, полученных без использования ГА. Это может объясняться меньшим сродством к протону азота альдиминных связей по сравнению с первичными аминогруппами хитозана, в результате степень модификации исходного хитозана триполифосфатом натрия оказывается меньше, чем хитозана, сшитого ГА, и такие пленки сильнее набухают в воде. Кроме того в пленках, содержащих хитозан, сшитый глутаровым альдегидом, ограничена подвижность макромолекул, это уменьшает вероятность образования дополнительных межмолекулярных связей при взаимодействии с ионным сшивающим реагентом. Для придания пленкам на основе хитозана и его смеси с Eudragit E антимикробной активности и обезболивающего действия в качестве биологически активных соединений использовали анестетик местного действия лидокаин и антимикробное вещество широкого спектра действия мирамистин. Показано, что изменение толщины пленки от 50 до 90 мкм, содержания Eudragit E от 0 до 50%, и времени модификации триполифосфатом натрия в пределах 5-15 минут позволяет изменять степень набухания пленок от 60 до 1000%, а продолжительность выделения лекарственного вещества от 30 минут до суток. За счет использования глутарового альдегида или ТПФ, изменения времени обработки ТПФ, содержания Eudragit E и толщины пленки можно получать набухающие в водных средах (до 2000%) раневые покрытия, выделяющие основное количество биологически активного вещества в течение первых 1,5-3-х часов, или покрытия с более низкой сорбционной способностью - до 300%, но с пролонгированным выделением лекарственного вещества и рекомендовать их для использования в зависимости от характера течения раневого процесса: глубокие раны с большим количеством раневого экссудата или плоские обширные ожоговые повреждения кожи. Изучение антимикробной активности хитозановых пленок и пленок на основе хитозана и Eudragit E по отношению к ряду патогенных микроорганизмов показало их высокую активность ко всем исследуемым штаммам (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*), которая сохраняется после двух часов выдерживания в физиологическом растворе. По результатам получен патент РФ. Полимерные системы хитозан-поливиниловый спирт и хитозан - гиалуроновая кислота были использованы для получения методом криотропного гелеобразования высокопристых сорбентов и композиций для повышения биосовместимости хирургических нитей из натурального шелка. Установлена взаимосвязь состава, реологических свойств полимерных композиций на основе хитозана в присутствии сшивающего реагента и толщины покрытия на фиброиную нить. Изучена взаимосвязь состава многокомпонентных формовочных композиций на основе интерполимерных комплексов (ИПК) полиакриловая кислота (ПАК) - поливиниловый спирт (ПВС) и ПАК - полиэтиленоксид (ПЭО), стабилизированных водородными связями, физико-химических свойств нетканых материалов, полученных методом электроформования, и их санитарно-гигиенических свойств. Выявлено, что полученные из ИПК нетканые материалы набухают, а не растворяются в воде (степень набухания 150 - 200%), а также имеют одну температуру стеклования  $T_g=(63-67^\circ\text{C})$  и большую энтальпию плавления  $\Delta H=120$  Дж/г, чем у механической смеси полимеров  $\Delta H= 62$  Дж/г. Проведён сравнительный анализ гигиенических и физико-механических свойств полученных в работе волокнистых материалов и промышленных образцов нетканых полотен, используемых в качестве распределительного слоя детских изделий санитарно-гигиенического назначения. Установлено, что паропроницаемость нетканых материалов на основе ИПК составляет от 3,4 до 3,8 мг/(см<sup>2</sup>•ч), гигроскопичность от 10,8 до 12,3% , влагоотдача от 6,1 до 6,8%, сорбционная ёмкость от 18,6 до 57,2%, разрывная нагрузка 28 Н, относительное удлинение от 80 до 82%. Предложены формовочные составы и технологические решения получения нетканых материалов на основе комплексообразующих полимеров, их смесей и интерполимерных комплексов методом электроформования с целью

создания волокнисто-пористых композиционных материалов санитарно-гигиенического назначения и медицинского назначения, работающих при циклической влажностной, температурной и механической нагрузках.

**16. Полученная научная и (или) научно-техническая продукция:** -Аннотированный о научно-исследовательской работе, статьи, патент, диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. - Закономерности изменения вязкости, растворов хитозана и его смесей с растворами водорастворимых гибкоцепных полимеров в присутствии сшивающих реагентов. - Функциональные свойства нановолокнистых и наноструктурированных полимерных материалов медицинского, медико-биологического и санитарно-гигиенического назначения, полученных из композиций разного состава (антимикробная активность, цитотоксичность, влагопоглощение, воздухопроницаемость, прочность). - Оптимальные условия процесса электроформования ультратонких волокон и нетканых материалов, модифицированных пленок и поверхностных покрытий хирургических нитей, обеспечивающих заданный уровень функциональных свойств.

**17. Ключевые слова и словосочетания, характеризующие результаты (продукцию):** Растворы полимеров, хитозан, поливиниловый спирт, структура надмолекулярная, электроформование, биodeградируемые полимеры, биологически активные полимерные материалы

**18. Наличие аналога для сопоставления результатов (продукции):** В работах [M. Byung-Moo, L.S. Won Chitin and chitosan nanofibers: electrospinning of chitin and deacetylation of chitin nanofibers // Polymer. - 2004. - V.45. - №21. - P.7137-7142; B. M. Min, S. W. Lee, J. N. Lim, Y. You, T. S. Lee, P. H. Kang, W. H. Park Chitin and chitosan nano - fibers: Electrospinning of chitin and deacetylation of chitin nanofibers // Polymer. - 2004. - V. 45, P. 7137-7142] рассмотрена возможность получения хитозановых нановолокон из уксуснокислотных растворов полимера и показано, что наиболее приемлемым растворителем является уксусная кислота (УК) с концентрацией 80-90%. Проведенные исследования позволили снизить концентрацию уксусной кислоты в формовочном растворе за счет снижения молекулярной массы хитозана, введения этанола и повышения ионной силы раствора. Кроме того, показана возможность получения биологически активных полимерных материалов путем введения в формовочную композицию антимикробных веществ или анестетиков.

**19. Преимущества полученных результатов (продукции) по сравнению с результатами аналогичных отечественных или зарубежных НИР:**

- а) по новизне: результаты являются новыми
- б) по широте применения: в масштабах отрасли
- в) в области получения новых знаний: в области получения новых знаний (для фундаментального научного исследования)

**20. Степень готовности полученных результатов к практическому использованию (для прикладного научного исследования и экспериментальной разработки):** выполнен прототип (установки, методики, системы, программы и т.д.)

**21. Предполагаемое использование результатов и продукции:** Разработанные композиционные нано- и субмикроволокнистые и пленочные материалы, на основе функционально-активных полисахаридов и синтетических полимеров могут быть использованы для создания целого ряда новых материалов: полимерных систем с контролируемым выделением лекарственных соединений, биodeградируемых матриц для тканевой инженерии, суперабсорбентов для наполнения изделий гигиенического назначения. Полученные новые научные знания найдут применение при реализации программ бакалавриата и магистратуры по направлению Химическая технология

**22. Форма представления результатов:** Результаты НИР представлены в виде аннотационного отчета, пяти статей в российских изданиях, индексируемых в Scopus, 3 из которых индексируются в Web of Science, 5-ти публикаций в материалах всероссийских и международных конференций, двух учебных пособий и одной диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

**23. Использование результатов в учебном процессе:** создание новых дисциплин

**24. Предполагаемое развитие исследований:** Результаты исследования лягут в основу разработки основ технологии процессов получения новых материалов с контролируемым выделением лекарственных соединений, биodeградируемых матриц для тканевой инженерии, суперабсорбентов для наполнения изделий гигиенического назначения.

**25. Количество сотрудников, принимавших участие в выполнении работы и указанных в научно-технических отчетах в качестве исполнителей приведено в приложении №1**

**26. Библиографический список публикаций, отражающих результаты научно-исследовательской работы приведен в приложении №2**

Ректор федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Российский  
государственный университет им. А.Н.  
Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)»

\_\_\_\_\_

(подпись)

В.С. Белгородский

М.П.

Руководитель проекта

\_\_\_\_\_

(подпись)

Н. Р. Кильдеева