

В диссертационный совет 02.6.013.95 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Виноградова Ильи Игоревича

**«ПОЛУЧЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЯ ГИБРИДНЫХ МЕМБРАН НА
ОСНОВЕ ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН И НАНОВОЛОКОННОГО СЛОЯ ИЗ
ХИТОЗАНА, ПОЛУЧЕННОГО ПО ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий

Актуальность диссертационной работы.

Использование трековых мембран в перспективных и наиболее интенсивно развивающихся областях биотехнологии, медицины и очистки воды сдерживается рядом факторов, таких как невысокая производительность мембран с диаметром пор ниже 0.4 мкм, блокировка пор и высокие адсорбционные потери биологически активных веществ, что зачастую приводит к замещению их другими типами мембран. Таким образом, основная задача исследований заключается в улучшении эксплуатационных параметров, функционализации ТМ из полиэфиров для расширения области их применения. Основным подходом к решению этой задачи является использование методов химического и физического модифицирования поверхности готовой полимерной мембраны. Анализируя литературные данные, И.И. Виноградов показал, что электроформование, как метод получения нановолоконных материалов, и его возможности для модифицирования ТМ из полиэфиров не исследованы, а создание гибридных трековых мембран, сочетающих в себе функции и эксплуатационные свойства двух различных типов мембран/фильтров с различными функциональными свойствами, является актуальным для получения новых типов мембран. Сочетание ТМ и нановолоконного слоя, полученного методом электроформования, представляется эффективным способом получения новых гибридных материалов, который расширит область применения трековых мембран из полиэфиров и позволит эффективно диверсифицировать (использовать) имеющиеся в РФ ускорители тяжёлых ионов. Это является актуальной задачей в фундаментальном, практическом и экономическом аспектах.

Литературный обзор содержит аналитический обзор публикаций о трековых мембранах, способах их изготовления и методах модифицирования. Рассмотрены основы электроформования нановолоконных фильтров, возможность использования различных полимерных материалов и добавок в формовочный раствор, а также варьирование процесса электроформования для получения нановолокон широкого спектра применения. Также

рассмотрены основные возможности модифицирования нановолокон, полученных методом электроформования, среди которых можно выделить две основные группы: модифицирование формовочного раствора с последующим электроформованием нановолокон и модифицирование нановолокон функциональными группами после их получения. В представленном аналитическом обзоре публикаций детально рассмотрен хитозан и нановолокна из хитозана, а также способы модифицирования нановолокон функциональными группами. В выводах к главе обоснован выбор исследуемых объектов, сформулированы подходы к созданию гибридных мембран на основе ТМ и нановолоконного слоя из хитозана и поставлены задачи для их решения, включая методы модифицирования поверхности трековых мембран титаном.

Научная новизна

1. Разработана гибридная мембрана на основе металлизированной титаном трековой мембраны с нановолоконным слоем из хитозана, полученного по технологии электроформования. Методом растровой электронной микроскопии установлена зависимость влияния диаметра пор трековой мембраны на диаметр получаемых нановолокон из хитозана.

2. Установлено, что заряд поверхности и изоэлектрическую точку трековой мембраны можно изменять за счет различных рецептур нановолокон и различных типов сшивки нановолоконного слоя.

3. Установлено, что: термическая сшивка приводит к уменьшению диаметра волокна относительно свежесформованных нановолокон из хитозана за счет испарения остатков растворителя; сшивка глутаровым альдегидом увеличивает диаметр волокна относительно свежесформованных нановолокон из хитозана за счет диффузии в волокно сшивающего агента.

4. Определена структура тонкой пленки титана на поверхности трековой мембраны, полученной методом магнетронного распыления.

5. Создан мембранно-сорбционный материал, обладающий микрофильтрационными свойствами очистки воды от продуктов радиационного распада, находящихся в ионной форме и адсорбированных на неорганических частицах, коллоидах и биообъектах.

К числу **наиболее значимых результатов** выполненного исследования следует отнести получение теоретических и экспериментальных данных для расширения научных знаний в области мембранных технологий и коллоидной химии, для получения новых типов функциональных трековых мембран. На примере разработки/создания прототипа гибридной мембраны на основе полиэтилентерефталатной микрофильтрационной трековой мембраны с нановолоконным слоем из хитозана, полученного по технологии электроформования показана принципиальная возможность получения новых гибридных

материалов, которые расширят область применения трековых мембран из полиэфиров в медицине, экологии, биотехнологии и др.

Практическая значимость работы очевидна. Действительно, результаты диссертационной работы И.И. Виноградова являются основой для разработки и оптимизации существующих технологий по созданию гибридных мембранных материалов на основе полиэтилентерефталатных (ПЭТФ) трековых мембран с нановолокнами из полимеров, включая биodeградируемые. В свою очередь, гибридные мембраны могут стать основой для получения: новых мембранно-сорбционных материалов в низконапорных устройствах индивидуальной очистки воды от продуктов радиационного распада; гибридных раневых покрытий с дальнейшим применением в комбустиологии и регенеративной медицине; стерилизующих мембран с возможностью полного удаления бактерий, дрожжей и плесневых организмов из обрабатываемой жидкости.

Достоверность полученных результатов и выводов обеспечена использованием комплекса современных инструментальных методов физико-химического анализа, высокой воспроизводимостью и статистической оценкой погрешности экспериментальных данных соответствием теоретических и экспериментальных данных.

Основное содержание диссертационной работы отражено в 12 печатных работах, из них 8 статей в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий (РИНЦ, Scopus, Web of Science), 4 тезиса в сборниках докладов научных конференций.

В результате проведенного оппонентом анализа текста диссертации, автореферата и публикаций Виноградова И.И можно заявить, что поставленные **задачи** выполнены, а **цель работы** достигнута. Представленные в работе **научные положения и выводы**, сформулированные в диссертации, являются обоснованными. Автореферат и публикации полностью отражают содержание диссертации.

При прочтении диссертации и автореферата возникли следующие вопросы, и замечания:

1. При взаимодействии хитозана с ГА может происходить олигомеризация ГА с образованием альдегидных групп и непредельных соединений, что приводит к росту токсичности материалов, в том числе цитотоксичности. Это показано в большом числе работ. Поэтому использование ГА при получении материалов для регенеративной медицины не целесообразно.

1. Выбранные условия сшивки глутаровым альдегидом не являются оптимальными, так как образующаяся альдиминная связь подвержена гидролизу и не позволяют получить на основе хитозана стабильные гидрогели.

3. В работе используется одна партия хитозана, поэтому результаты оптимизации методики получения хитозанового волокна (скорее – ее адаптация к используемой

установке) могут использоваться только при формировании из растворов хитозана с такой ММ (200 кДа).

3. Автор злоупотребляет выражениями перевязочные материалы *нового поколения*, мембранно-сорбционные материалы *нового поколения*. Например, не ясно, что подразумевает автор под новым поколением перевязочных средств. Вероятно, речь может идти о новых технических решениях, хотя, безусловно, удачных, которые позволили получить перспективный материал.

4. В работе есть неудачные и неверные утверждения «глутаровый альдегид селективно замещает аминогруппы хитозана на альдегидные» стр.83 диссертации, «модифицирование нановолокон функциональными группами» стр.8 автореферата, «нановолокна подвергаются гидролитической деструкции при 37 °С» стр. 111 диссертации.

Указанные замечания не снижают научной и практической ценности проведенных исследований и не влияют на общую положительную оценку работы, выполненной на высоком научном уровне. Таким образом, диссертация Виноградова И.И. «Получение и функционализация гибридных мембран на основе трековых мембран и нановолоконного слоя из хитозана, полученного по технологии электроформования» обладает научной новизной, практической значимостью, является самостоятельной и завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена задача полного и аргументированного получения гибридной мембраны на основе металлизированной титаном трековой мембраны и нановолоконного слоя из хитозана, устойчивого в водных средах с инновационными физико-химическими и эксплуатационными свойствами.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Виноградова Ильи Игоревича «Получение и функционализация гибридных мембран на основе трековых мембран и нановолоконного слоя из хитозана, полученного по технологии электроформования» является законченной научно-квалификационной работой на актуальную тему, отличающейся научной новизной и практической значимостью; совокупность результатов диссертации Виноградова И.И. можно квалифицировать как решение научно и практически значимых задач химической технологии. Диссертационная работа Виноградова И.И. полностью соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в актуальной редакции) и пп. 2.1-2.5 «Положения о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук», утвержденного Приказом директора ИОНХ РАН от 11 мая 2022 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук по научной специальности 2.16.13 «Процессы и аппараты химических технологий (химические науки)».

Таким образом, считаю, что по научному уровню и объему проведенных исследований соискатель Виноградов Илья Игоревич достоин присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий.

Официальный оппонент:

Заведующая кафедрой химии и технологии полимерных материалов и нанокompозитов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)»,

доктор химических наук (05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов), профессор

Кильдеева Наталия Рустемовна



Контактные данные:

Тел.: +7 (495) 811-01-01 доб. 1126; e-mail: kildeeva@mail.ru

Адрес места работы: 119071, Российская Федерация, г. Москва, М. Калужская ул., д.1. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)»

Подпись Кильдеевой Н.Р. заверяю
Ученый секретарь «РГТУ им. А.Н. Косыгина»



Генералова А.В.
08.06.2023

Сведения об оппоненте

по диссертационной работе Виноградова Ильи Игоревича «Получение и функционализация гибридных мембран на основе трековых мембран и нановолоконного слоя из хитозана, полученного по технологии электроформования», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий

Фамилия Имя Отчество оппонента	Кильдеева Наталия Рустемовна
Шифр и наименование специальности, по которой защищается диссертация	2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий
Ученая степень и отрасль науки	Доктор химических наук (05.17.15 - Технология химических волокон)
Ученое звание	Профессор
Полное наименование организации, являющейся основным местом работы оппонента	ФГБОУ «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)»
Подразделение	Кафедрой химии и технологии полимерных материалов и нанокompозитов
Занимаемая должность	Заведующая кафедрой
Почтовый индекс, адрес	119071, Москва, М. Калужская, РГУ им. А.Н.Косыгина, Площадка №2, ауд. 4206
Телефон	т. 8 (495) 811-01-01 доб. 1126 моб. (916) 944-27-37
Адрес электронной почты	kildeeva@mail.ru (осн.); knr@staff.msta.ac.ru (раб.)

Список публикаций официального оппонента по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (не более 15 публикаций):

1. Kristina Peranidze, Tatiana V. Safronova and Nataliya R. Kildeeva Electrospun Nanomaterials Based on Cellulose and Its Derivatives for Cell Cultures: Recent Developments and Challenges // Polymers. – 2023. – V. 15. – P. 1174.
2. Peranidze Kristina, Safronova Tatiana V., Kildeeva Nataliya R. Fibrous Polymer-Based Composites Obtained by Electrospinning for Bone Tissue Engineering // Polymers. 2022. – V. 14. – №1. – P. 96.

3. Zakharova V.A., Kildeeva N.R. Biopolymer Matrices Based on Chitosan and Fibroin: A Review Focused on Methods for Studying Surface Properties // Polysaccharides. – 2021. – V. 2. – №1. – P. 154 - 167.
4. Kildeeva Nataliya, Chalykh Anatoliy, Belokon Mariya [et al.] Influence of Genipin Crosslinking on the Properties of Chitosan-Based Films // Polymers. – 2023. – V. 12. – P. 1086.
5. Ul'yabaeva G.R., Podorozhko E.A., Kil'deeva N.R., Lozinsky V.I. Adsorption of an acid textile dye from aqueous solutions by a chitosan-containing polyvinyl alcohol composite cryogel // Fibre Chemistry. – 2019 – V. 51. – №3. – P. 199 - 203.
6. Vasilenko Irina, Kil'deeva Nataliya, Metelin Vladislav, Sazhnev Nikita, Zakharova Vasilina The potential of laser interferometry for a non-invasive assessment of biopolymer film structure and biological properties // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. – 2019. – V. 11076. – P. 110761-110764.
7. Ульябаева Г.Р., Подорошко Е.А., Кильдеева Н.Р., Лозинский В.И. Сорбция кислотного текстильного красителя из водных растворов хитозансодержащим композитным криогелем поливинилового спирта // Химические волокна – 2019. – №3. – С. 47-50.
8. Михайлов С.Н., Кильдеева Н.Р. Механизмы химической сшивки хитозана производными альдегидов // Известия Уфимского научного центра Российской академии наук – 2018. – №3-2. – С. 67-71.
9. Podorozhko E.A., Ul'yabaeva G.R., Tikhonov V.E., Kil'deeva N.R., Lozinsky V.I. A study of cryostructuring of polymer systems. 53. The “abnormal” character of variations in the properties of chitosan-containing composite poly(vinyl alcohol) cryogels upon repeated freezing-defrosting // Colloid Journal – 2020. – V. 82. – №1. – P. 36 - 48.
- 10.

Официальный оппонент

«22» мая 2023 г.

 Н.Р. Кильдеева

Подпись Н.Р. Кильдеева заверяю

Специалист по кадрам



