

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Низамеевой Гулии Ривалевны «Ориентированные наносети платины, полученные химическим осаждением на мицеллярном шаблоне, как основа оптически прозрачных электропроводящих покрытий», представленную в диссертационный совет 24.1.225.01 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук» на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия

Оптически прозрачные электропроводящие покрытия, разработанные на основе различных органических и неорганических материалов, имеют потенциально широкое применение в области оптоэлектроники, благодаря уникальному сочетанию таких свойств, как оптическая прозрачность и электропроводимость. Как известно, лидером среди материалов, используемых для создания прозрачных проводящих покрытий, является оксид индия олова (ИТО). Материал обладает высокой оптической прозрачностью и токопроводимостью. Однако, несмотря на это, его недостатки - хрупкость, сложность высокотемпературной технологии получения пленок и дороговизна – являются главной причиной поиска новой и недорогой альтернативы. В связи с этим, исследования, связанные с разработкой нового материала, который может стать альтернативой существующему оксиду индия олова является весьма актуальными. Однако, создание и управление свойствами покрытий, обладающих одновременно высокой прозрачностью в

оптическом диапазоне и проводимостью, является нетривиальной задачей. Данная задача может быть решена разработкой новой методики синтеза прозрачных проводящих покрытий на основе металлических наносетей с помощью мицеллярного шаблона поверхностно-активных веществ, свойства которых сильно зависят от химического состава и условий адсорбции на различных подложках.

Диссертационная работа Низамеевой Гулии Ривалевны посвящена решению важной проблемы, связанной с созданием оптически прозрачного электропроводящего покрытия и исследованием физико-химических процессов формирования такого покрытия.

В работе решается ряд задач, связанных с исследованием процессов самоорганизации молекул поверхностно-активного вещества на поверхности стеклянной подложки, разработкой методики синтеза прозрачного электрода на основе ориентированных металлических наносетей платины методом химического осаждения из жидкой фазы и исследованием оптических и электрических свойств композиционного материала металлические наносети/полимер.

Все вышеописанное позволяет охарактеризовать данную диссертационную работу, как актуальное научное исследование, целью которого является разработка оптически прозрачного токопроводящего покрытия на основе ориентированных металлических наносетей платины путем химического осаждения металла из жидкой фазы с использованием самоорганизующегося мицеллярного шаблона поверхностно-активного вещества и установка его свойств для достижения оптимальных характеристик.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Впервые разработана методика нанесения оптически прозрачного электропроводящего покрытия на основе ориентированных наносетей платины на поверхность стекла химическим осаждением из жидкой фазы;
2. Для достижения оптимальных характеристик оптически прозрачного проводящего покрытия выявлена корреляция морфологии мицеллярного шаблона с его способностью формировать нанонити платины на стекле;
3. Установлено, что проводимость синтезированного покрытия определяется наносетью платины;
4. Определено оптимальное значение концентрации гексахлороплатиновой кислоты, при которой достигается максимальное значение показателя качества (численное значение, характеризующее соотношение свойств покрытия).

Диссертационная работа Низамеевой Г.Р. изложена на 166 страницах, содержит 2 таблицы, 39 рисунков, 291 библиографическую ссылку. Диссертация структурирована

классически в соответствии с принятыми стандартами и состоит из введения, литературного обзора (глава 1), экспериментальной части (глава 2), обсуждения результатов (главы 3, 4), заключения, списка сокращений и списка использованной литературы.

Во введении обоснована актуальность исследования, его научная новизна, цель работы, охарактеризована практическая значимость и сформулированы положения, выносимые на защиту.

Литературный обзор посвящен прозрачным проводящим материалам и состоит из трех частей. В первой части описываются прозрачные проводящие оксиды и способы их получения. Вторая часть посвящена углеродным наноматериалам, которые могут применяться для создания прозрачных проводников, их классификации и способам получения. В третьей части рассматриваются наносети различных металлов, а также методы создания прозрачных проводников на основе металлических наносетей.

В экспериментальной части приведены основные характеристики исходных веществ и способы пробоподготовки. Также в данной главе содержится описание методов исследования, использованных в ходе выполнения работы – просвечивающая электронная и атомно-силовая микроскопия, спектроскопия, метод дифракции электронов, спектрофотометрия и стандартный четырех зондовый метод Ван дер Пау измерения поверхностного сопротивления. Комплексный подход при проведении исследований, использование высокоточного новейшего оборудования и современных методологий позволяет сделать заключение о достоверности полученных данных и обоснованности сделанных по работе выводов.

Основной раздел диссертации посвящен обсуждению экспериментальных результатов. В третьей главе описаны результаты исследований, посвященные особенностям самоорганизации мицеллярных структур цетилтриметиламмония бромид (ЦТАБ) на границе раздела «водный раствор ПАВ – стекло». Также в данной главе обсуждается синтез ориентированных наносетей платины на поверхности стекла химическим осаждением металла с применением мицеллярного шаблона ЦТАБ и представлены результаты исследований морфологии поверхности, элементного состава, кристаллической структуры наносетей платины.

В четвертой главе приведены результаты по получению прозрачного токопроводящего композиционного материала, который состоит из полимерной фазы и внедренных в эту фазу металлических нанопроводов платины. Представлены результаты исследований оптических и электрических свойств полученного композиционного материала.

В заключении кратко сформулированы основные выводы, логично вытекающие из содержания работы. Все полученные автором данные надежны и представляют несомненную практическую ценность для исследователей, работающих в данной области.

Хотелось бы выделить наиболее интересные, на наш взгляд, результаты.

Гулией Ривалевной Низамеевой выполнена большая работа по изучению литературы по теме диссертационной работы. Проведен подробный и тщательный анализ существующих материалов, используемых при создании прозрачных проводящих покрытий.

Хочется отметить творческий подход автора при решении некоторых важных задач. Например, автором был модифицирован существующий метод измерения поверхностного сопротивления, так как при использовании стандартного метода возникли определенные сложности с измерением поверхностного сопротивления образцов, связанных с размером подложек. Для решения этой проблемы самостоятельно была спроектирована и сконструирована установка подведения четырех электродов для измерения поверхностного сопротивления, подходящая именно под исследуемые в данной работе образцы.

Метод центрифугирования для нанесения полимерного покрытия на поверхность металлических нанопроводов платины также была модифицирована. В большинстве устройств нанесения тонких пленок на твердые поверхности методом центрифугирования (спин-коатеры) используется вакуумная фиксация образца. Для задач, поставленных в данной работе, такой способ не очень подходил, т.к. была высока вероятность загрязнения задней стороны подложки (которая в данном случае также является рабочей наряду с передней стороной) частицами вакуумного масла. Во избежание загрязнения вакуумным маслом был разработан отдельный патрон-держатель специально под исследуемые образцы.

Главным достоинством работы является то, что она представляет собой целостное исследование, начиная от синтеза материала, определения оптимальных условий синтеза до исследования оптических и электрических свойств полученного материала.

Результаты выполненных исследований имеют не только самостоятельную научную ценность, но еще и могут быть полезны в смежных областях, например в области материаловедения.

Несмотря на высокое качество экспериментальной работы и глубину анализа полученных данных, к работе имеются ряд вопросов и замечаний:

1. Этапы синтеза ориентированных наносетей платины на основе мицеллярного шаблона поверхностно-активного вещества не вполне обоснованы, хотя имеют право на

существование. Возможно, это является целью отдельной работы. Но было бы интересно получить постадийное подтверждение заявленных этапов синтеза.

2. Замечание к рисунку 3.2 – схематическое изображение адсорбции водных растворов анионных и неионных ПАВ на поверхности стекла. Является ли эта схема результатом анализа литературных данных, взята из конкретного источника или является предположением автора?

3. Не вполне подробно описана методика измерения поверхностного сопротивления на основе четырёх зондового метода Ван дер Пау, реализованного с применением потенциостата.

4. Несмотря на тщательное оформление и хороший научный литературный язык, диссертанту не удалось избежать ряда опечаток и погрешностей в оформлении.

Указанные недостатки не снижают общий уровень работы. Достоверность представленных в ней научных результатов не вызывает сомнений.

В целом, диссертационная работа Низамеевой Г.Р. представляет собой целостное, хорошо спланированное и тщательно выполненное исследование. Её характеризует высокий научный и экспериментальный уровень. Привлечение необходимого арсенала физико-химических методов исследований обеспечивает достоверность полученных результатов. Основные положения и выводы работы отличаются новизной и хорошо аргументированы.

Диссертационная работа отличается логичной компоновкой разделов, написана правильным научным литературным языком и оформлена в соответствии с современными нормативными требованиями. Автореферат полностью соответствуют содержанию диссертации, результатам и основным положениям, выносимым на защиту. Основное содержание работы изложено в 6 научных работах, среди них 5 статей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ (4 статьи в международных журналах и 1 статья в отечественном журнале). По материалам диссертации также опубликовано 6 тезисов докладов на 3 международных и 3 Всероссийских конференциях. Представленные публикации полностью соответствуют содержанию диссертации.

Оценивая диссертационную работу Низамеевой Г.Р. на тему «Ориентированные наносети платины, полученные химическим осаждением на мицеллярном шаблоне, как основа оптически прозрачных электропроводящих покрытий», считаю, что по актуальности, новизне, объему и научному уровню выполненного исследования она соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г.,

№ 842 (в действующей редакции). Эта завершенная научно-квалифицированная работа, в которой содержится решение задачи, имеющей важное значение для физической химии, а ее автор Низамеева Гулия Ривалевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Диссертационная работа Низамеевой Г.Р. и настоящий отзыв обсуждены и утверждены на объединенном научном семинаре лаборатории гетерогенного катализа и лаборатории физической химии наноструктур ФИЦ ХФ РАН (протокол № «9 » от «22» декабря 2021 г.).

Заведующий лабораторией гетерогенного катализа
ФИЦ ХФ РАН,

доктор химических наук (02.00.04), профессор

В.Н. Корчак

Подпись В.Н.Корчака

Ученый секретарь

к.ф.-м.н.

М.Н. Ларичев

119991, Российская Федерация, г. Москва, ул. Косыгина, 4,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр химической физики им.
Н.Н. Семёнова Российской академии наук (ФИЦ ХФ РАН),
Тел.: +7 499 137-29-51, Электронная почта: icp@chph.ras.ru