

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о диссертационной работе Р.Д. Пичугова

«Электрохромные нанокompозиты на основе поли(пиридиния) трифлата», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 02.00.06 – высокомолекулярные соединения

Пичугов Роман Дмитриевич окончил специалитет физического факультета МГУ в 2014 году. Во время обучения он активно занимался научно-исследовательской работой на кафедре физики полимеров и кристаллов. Основным направлением исследований было изучение электрохромных свойств полимеров. Результаты работы вошли в дипломную работу Р.Д. Пичугова.

Во время обучения в аспирантуре (2014-2018 гг.) Роман Дмитриевич Пичугов продолжил работу над исследованиями электрохромных свойств перспективного электрохромного материала – трифлата поли(пиридиния) (ПВ) и интерполиэлектролитных комплексов (ИПЭК) на его основе. Далее основное направление работы было связано с изучением композитного электрохромного материала с углеродными нанотрубками. За прошедшие годы Р.Д. Пичуговым получен ряд важных научных результатов, которые опубликованы в трех статьях в высокорейтинговых научных журналах и многократно представлены на российских и международных конференциях. В основу его диссертационной работы легли результаты исследования нанокompозитных материалов на основе поли(пиридиния) трифлата с полиэлектролитом и углеродными нанотрубками, полученные за время обучения в аспирантуре.

Во введении диссертации кратко обоснована актуальность диссертационной работы, сформулированы цель, научные задачи исследований и защищаемые положения, а также охарактеризована научная новизна и описана практическая значимость полученных результатов.

В первой главе представлен литературный обзор, в котором содержатся научные термины и формулировки, необходимые для понимания работы. Даны определения электрохромных характеристик материалов, перечислены группы электрохромных материалов и рассмотрены свойства основных классов электрохромных полимерных материалов. Представлена классификация основных методов модификации и рассмотрены способы изменения электрохромных свойств полимерных материалов.

Во второй главе представлено описание использованных объектов исследования и основных экспериментальных методов: электрохимических (циклическая вольтамперометрия с разными скоростями развертки потенциала и хроноамперометрия), оптических (УФ/ВИД спектrophотометрия, спектроэлектрохимический метод), ИК-спектроскопии, сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии, диэлектрической спектроскопии. Описание электрохимических методов исследования дополнено интерпретацией экспериментальных кривых и способами расчета численных характеристик, определяющих электрохимическое поведение электрохромных пленок. Представлены методы расчета основных количественных величин для характеристики электрохромных свойств исследуемых экспериментальных образцов.

В третьей оригинальной главе представлены результаты систематического исследования электрохимических и оптических свойств пленок ПВ при варьировании концентраций исходного раствора: этот этап работы связан с разработкой общей методики диссертационного исследования.

В четвертой оригинальной главе исследовано влияние полистиролсульфоната натрия (ПСС) на электрохромные свойства ПВ. Показано, что формирование нерастворимого ИПЭК приводит к затруднениям транспорта носителей зарядов в электрохромных пленках. Формирование ИПЭК приводит к уменьшению оптического контраста, большим временам переключения между редокс-состояниями и низкой стабильности электрохромных свойств.

В пятая глава посвящена нанокомпозитным пленкам ПВ/МУНТ. Показано, что в полярном растворителе ПВ является стабилизирующим агентом для нанотрубок. Композиты демонстрируют улучшение транспортных характеристик системы: уменьшение гистерезиса между редокс-пиками и меньшие времена переключений при сохранении других электрохромных характеристик. Установлено, что улучшение электрохромных характеристик ПВ связаны с формированием перколяционной сетки МУНТ в композите.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные в диссертационной работе.

В процессе работы над диссертацией был изучен и осмыслен большой объем литературы, а также освоено целый ряд экспериментальных методов (циклическая вольтамперометрия, хроноамперометрия, синхронная спектроскопия, оптическая спектроскопия, ИК-спектроскопия, диэлектрическая спектроскопия). За прошедшие годы Р.Д. Пичугов сформировался как самостоятельный исследователь, способный формулировать задачи исследования, планировать и проводить эксперименты, анализировать экспериментальные данные, качественно представлять результаты исследования и эффективно взаимодействовать с коллегами. Р.Д. Пичугова характеризует очень высокая работоспособность и мотивация, широкий научный кругозор и высокая техника проведения экспериментальных измерений. За время обучения в аспирантуре Р.Д. Пичугов принимал активное участие в исследованиях, проводимых в рамках гранта «Модификация электрохимических и оптических свойств электрохромных полимеров в многокомпонентных системах», поддержанного Российским фондом фундаментальных исследований.

При выполнении диссертационной работы Р.Д. Пичугов проявил творческий подход к решению разного рода технологических задач. Для решения одной из них был предложен проект по созданию прибора для автоматического нанесения электрохромных пленок, реализованный с поддержкой личного гранта программы фонда содействия инновациям «УМНИК».

Диссертационная работы Р.Д. Пичугова выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Считаю, что ее автор безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 02.00.06 – высокомолекулярные соединения.

Научный руководитель,
профессор
кафедры физики полимеров и кристаллов
Физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова
доктор физико-математических наук

Е.Е. Махаева

Подпись профессора Е.Е. Махаевой заверяю.

Ученый секретарь Ученого Совета
Физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова
профессор

В.А. Караваев