

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу  
Шапаренко Никиты Олеговича

«Синтез, электрофоретическая подвижность и электрокинетический потенциал наночастиц Au, Ag, SiO<sub>2</sub> и TiO<sub>2</sub> в растворах бис-(2-этилгексил)сульфосукцината натрия (АОТ)», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 - физическая химия

Работа Н. О. Шапаренко посвящена синтезу и исследованию электроповерхностных свойств наночастиц металлов (золота и серебра), а также диоксидов кремния и титана в органических растворителях. Автор также ставит перед собой задачу изучения структуры растворов бис-(2-этилгексил)сульфосукцината натрия в смесях гексадекана с хлороформом с целью увеличения электрофоретической подвижности частиц в неводных средах.

Электрические явления имеют место на поверхностях частиц любого размера, однако в дисперсных системах их значение особенно велико. Они проявляются в различных областях науки: биологии (движение крови, лимфы и других электролитов по капиллярам), в геологии (электроразведка), почвоведении, агрохимии и т.п. Электроосмос, в частности, применяется для осушки и укрепления грунта, извлечения нефти, обезвоживания древесины, для очистки растворов от примесей. Электрофорез используют для обезвоживания торфа, очистки глины и каолина, осаждения каучука и латекса. В связи с развитием нанотехнологий появились новые области применения электрокинетических явлений: электроника, создание слаботочной техники, аддитивные технологии и пр. Таким образом, актуальность данного исследования не вызывает сомнений.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые была изучена и описана структура растворов бис-(2-этилгексил)сульфосукцината натрия в смешанном неводном растворителе (гексадекан – хлороформ), установлена природа носителей электрических зарядов, определены концентрационные области существования ионизированных молекул и мицелл АОТ. Кроме того, установлены природа и механизм влияния хлороформа на электрофоретическую подвижность наночастиц в неводных растворах.

Практическая значимость работы состоит в том, что автором показаны перспективы применения полученных золей наночастиц металлов, обладающих повышенной электрофоретической подвижностью для создания электрофоретических дисплеев и электронных чернил. Кроме того, найденные автором закономерности могут быть использованы для регулирования электрофоретической подвижности наночастиц в неводных растворителях, их концентрирования и стабилизации.

Достоверность выдвигаемых на защиту научных положений и результатов обусловлена использованием современных физических методов и обширным набором экспериментальных данных, полученных в ходе выполнения работы. В этой связи основные выводы работы не вызывают сомнения.

Диссертационная работа Н. О. Шапаренко изложена на 177 страницах машинописного текста, включая Приложение и обширный список литературы из 249 наименований. Диссертация содержит большое количество иллюстративного материала: 93 рисунка и 27 таблиц (без учета Приложения). Структура работы традиционна: введение, литературный обзор, экспериментальная часть, описание полученных результатов и их обсуждение, выводы, список цитируемой литературы.

Во введении сформулированы актуальность, цель работы и её методология, обсуждаются степень разработанности темы исследования в научной литературе, формулируются задачи диссертационной работы, изложены положения, выносимые на защиту, научная новизна работы и ее практическая значимость, обоснована достоверность полученных результатов, отражен личный вклад автора, представлены результаты апробации и публикации по теме диссертации.

В довольно подробном литературном обзоре, занимающем почти 50 страниц (первая глава работы), проведен анализ научной литературы по теме диссертации, выявлены слабо исследованные области, обоснована актуальность цели работы и сформулированы основные задачи исследования.

Во второй главе тоже достаточно пространно представлены методы и методики получения и изучения веществ, многие из которых разработаны самим автором. Приведены методики расчетов, а также использованные в работе физические методы (XRD, SEM, TEM, TGA, ИК-Фурье-, UV-Vis-NIR-, ЯМР, PALS, ELS, ФКС и др.).

В третьей главе описываются результаты экспериментальных исследований, а также проводится их обсуждение. В целом экспериментальная часть логично построена и хорошо оформлена. Описано получение, характеристика и изучение электроповерхностных свойств наночастиц металлов (золота и серебра), а также диоксидов кремния и титана в органических растворителях. Проведен анализ стабильности гидрозолей диоксида кремния, установлены механизмы стабилизации. Полученные качественные закономерности подтверждены расчетами в рамках теории ДЛФО. Показано влияние хлороформа на концентрацию свободных ионов и высокие значения ионной силы растворов АОТ. С этой целью изучено мицеллообразование в растворах АОТ различной природы (как неводных, так и водных) в широкой концентрационной области, определены параметры ДЭС, величины электрофоретической подвижности и электрокинетического потенциала. На основании полученных результатов предложены методики синтеза сложных наночастиц типа «ядро-оболочка»:  $\text{Ag@SiO}_2$ ,  $\text{Au@SiO}_2$  и  $\text{Au-Ag@SiO}_2$ , а также получения высококачественных металлических и смешанных (металл-оксид) пленок.

Хочется отметить особую тщательность, даже дотошность автора в выполнении экспериментов. В работе проводится тонкая очистка используемых реактивов от малейших примесей, разработаны уникальные методики, позволяющие избежать

осложнений при изучении сложных коллоидных систем, в которых весьма вероятно гелеобразование. Такой подход позволил автору успешно преодолеть экспериментальные сложности и добиться хорошей воспроизводимости результатов.

В целом можно резюмировать, что диссертант проявил себя как грамотный и удачливый экспериментатор, он успешно справился с задачами, поставленными при выполнении диссертационной работы, и получил результаты, имеющие значительную научную и практическую значимость. Большинство выводов автора хорошо аргументированы.

Результаты работы прошли апробацию на международных и всероссийских научных мероприятиях, опубликовано 9 статей в высокорейтинговых международных рецензируемых журналах, которые входят в перечень индексируемых в международной системе научного цитирования Web of Science, а также в список изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

Полученные результаты могут найти применение в научно-исследовательских институтах и высших учебных заведениях химического профиля при решении задач, связанных с поверхностными явлениями, нанотехнологиями и, в общем, с коллоидной химией, а также для разработки методов стабилизации наносистем и увеличения подвижности наночастиц в неводных растворах.

Автореферат диссертации в полной мере отражает содержание диссертационной работы.

По содержанию и оформлению диссертации есть небольшие замечания и пожелания:

1. Структура литературного обзора представляется неудачной, сам текст грешит значительным количеством повторов. Несмотря на большое количество отреферированных первоисточников их описание зачастую довольно поверхностно и неполно, поэтому вызывает вопросы у читателя.
2. В некоторых случаях отсутствуют доверительные интервалы найденных гидродинамических диаметров частиц (например, табл. 11, рис. 40, 46-47 и др.), что затрудняет сравнение результатов и оценку влияния факторов.
3. При изучении структуры растворов АОТ в смесях н-гексадекан – хлороформ (п. 3.4) рассматриваются только составы с концентрацией хлороформа более 50 %, в то же время в п. 3.3, напротив, изучается влияние на гидродинамический диаметр и подвижность наночастиц диоксида титана хлороформа в интервале концентраций 0 – 30 %. Хотелось бы понять, как выбирался состав смесей для исследования.
4. В работе показана фотодеградация (фотодеструкция) индикатора малахитового зелёного в присутствии наночастиц диоксида титана. Подобные исследования довольно широко представлены в литературе. В чем преимущества предложенных автором систем по сравнению с литературными аналогами?
5. Оформление заголовков и некоторых рисунков (например, рисунки 82, 85) не соответствует требованиям ГОСТа.

6. К сожалению, рукопись требует дополнительного вычитывания с целью избавления её от многочисленных опечаток, стилистических и пунктуационных ошибок.

Высказанные замечания имеют характер пожеланий и уточнений и не затрагивают существа выполненной работы. Перед нами объемная работа с обширным хорошо поставленным и проведенным экспериментом, полученные результаты отличаются новизной и оригинальностью, они вносят заметный вклад в развитие нанохимии и химии неводных систем. Диссертационная работа «Синтез, электрофоретическая подвижность и электрокинетический потенциал наночастиц Au, Ag, SiO<sub>2</sub> и TiO<sub>2</sub> в растворах бис-(2-этилгексил)сульфосукцината натрия (АОТ)» соответствует требованиям пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Шапаренко Никита Олегович заслуживает присуждения искомой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Профессор кафедры физической и неорганической химии ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»  
доктор химических наук (05.17.01), доцент  
Сайкова Светлана Васильевна

«Отзыв С.В. Сайковой заверяю»  
Ученый секретарь СФУ,  
И. Ю. Макаручук



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет»  
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79  
E-mail: office@sfu-kras.ru  
+7 (391) 244-86-25

10.09.2021