

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Аствацатурова Дмитрия Александровича *«Подвижность жидкостей, интеркалированных в межплоскостное пространство оксида графита, по данным спектроскопии ЭПР»*, на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия

Диссертационная работа Аствацатурова Д.А. посвящена актуальной и важной задаче – установлению фазового состояния интеркалируемой полярной жидкости в межслоевом пространстве оксида графита и исследованию её молекулярной подвижности. Актуальность данного исследования обуславливается противоречивыми сведениями о подвижности и фазовом состоянии интеркалята, что препятствует определению механизма транспорта молекул конденсируемых жидкостей через мембраны на основе оксида графита.

Научная новизна работы Аствацатурова Д.А. заключается в использовании метода ЭПР в варианте методики спинового зонда для установления фазового состояния и подвижности молекул интеркалята в процессе его сорбции между слоями оксида графена. С помощью данного метода показана возможность одновременного существования нескольких фракций интеркалируемого вещества, обладающих различной молекулярной подвижностью. Показана существенная зависимость количества подвижной и неподвижной фаз интеркалята от внешних условий (температуры, степени насыщения материала жидкостью), синтетической предыстории и химического состава оксида графита, природы сорбируемой жидкости. Полученные результаты могут найти широкое применение при создании мембран на основе оксида графена для эффективного разделения полярных жидкостей. Для системы «Б-ОГ-ацетонитрил» методом ЭПР в варианте электронного спинового эха показано, что ацетонитрил представляет собой малоподвижную стеклообразную фазу. Показана возможность обратимого увеличения подвижности молекул ацетонитрила в структуре оксида графена в результате фазового перехода в процессе нагревания/охлаждения мембраны.

В результате прочтения автореферата возникли следующие замечания:

1. Автор работы отмечает, что количество подвижной и неподвижной фаз интеркалята в межслоевом пространстве мембран на основе оксида графена зависит от синтетической предыстории и, как следствие, химического состава оксида графена (соотношение С:О). При этом в тексте работы данное соотношение не приведено ни для одного из образцов оксида графена, полученного по методу Хаммерса или методу Броди. Кроме того, на подвижность спиновых зондов между слоями оксида графена в значительной степени может оказывать влияние размер квази-двумерной щели (межплоскостное расстояние). Однако за исключением *рисунка 14* (система Б-ОГ-ацетонитрил) величина межплоскостного расстояния также не указана ни для исходных/модифицированных спиновыми зондами плёнок оксида графена, ни для систем ОГ-полярная жидкость;

2. В автореферате наличие компоненты малоподвижных зондов ТЕМПО приписывается к нахождению в малоподвижной квази-твёрдой фазе, при этом не рассматривается вопрос взаимодействия нитроксильного радикала с поверхностными группами ОГ. Непонятно, изучалась ли возможность такого взаимодействия экспериментально или с помощью квантово-химического моделирования?

3. В работе приведены исследования ЭПР для набора интеркалятов, включая воду, метанол, этанол и ацетонитрил и получены подвижности зондов в структуре ОГ при давлениях насыщенных паров. При этом, в автореферате не хватает анализа и сопоставления полученных данных для различных интеркалятов. Не указано, коррелируют ли подвижности зондов с объёмными коэффициентами диффузии интеркалятов?

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости результатов, представленных в автореферате диссертационного исследования.

Представленные в автореферате материалы и полученные результаты, по своей актуальности, научной новизне, объёму и практической значимости, позволяют сделать вывод о том, что диссертационная работа *«Подвижность жидкостей, интеркалированных в межплоскостное пространство оксида графита, по данным спектроскопии ЭПР»* соответствует требованиям и полностью отвечает всем критериям, установленным в п.п. 2.1—2.5 «Положения о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Аствацатуров Дмитрий Александрович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4 — Физическая химия.

Доцент, кандидат химических наук

Елисеев Андрей Анатольевич

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Московский  
государственный университет имени М.В.  
Ломоносова», Факультет наук о  
материалах, кафедра наноматериалов  
тел.

e-mail:

119991, Москва, ГСП-1, ул. Ленинские  
горы, 1, стр. 3

Подпись сотрудника Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова» Елисеева А.А. удостоверяю:

29.05.2025