

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.

Интенсивность исследований физико-химических свойств и возможностей многочисленных применений графена и оксида графена не ослабевает с момента публикаций приоритетных работ Новоселова и Гейма, удостоенных Нобелевской премии по физике в 2010 году. Количество публикаций по данным базы данных Scopus, определенное по ключевым словам - «graphene oxide», в 2024 году превышает 15 тысяч. Среди этих публикаций около одной тысячи обзорных статей.

В качестве иллюстрации можно привести, например, опубликованный в одном из самых престижных и высокорейтинговых научных журналов обзор, посвященный свойствам мембран на основе оксида графена, предназначенных для опреснения и очистки воды [Tiwary, S.K. et al. Graphene oxide-based membranes for water desalination and purification. *npj 2D Mater Appl* 8, 27 (2024)].

Все это свидетельствует о том, что исследования в области оксида графена не теряет свой актуальности в настоящее время.

Основной задачей, поставленной в диссертации Д. Аствацатурова, было изучить фазовое состояние и молекулярную подвижность полярных жидкостей в межплоскостном пространстве оксида графена.

Без сомнения, решение поставленной задача относится к одной из актуальных и наиболее практически важных в связи с изучением возможности и эффективности применения оксида графена в процессах очистки питьевой воды (см., например, [S.Khalil et al. Graphene oxide nanosheets for drinking water purification by tandem adsorption and microfiltration. *Separation and Purification Technology* 300 121826 (2022). DOI:10.1016/j.seppur.2022.121826]). Отметим, что в последнее время это направление исследований концентрируется на применение мембран из оксида графена [Saurabh Kr Tiwary et al. Graphene oxide-based membranes for water desalination and purification. *npj 2D Materials and Applications*. (2024) DOI: 10.1038/s41699-024-00462-z)].

Для выяснения фазового состояния и молекулярной подвижности интеркалированных в оксид графена низкомолекулярных полярных веществ в диссертационной работе впервые был использован метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) в варианте методики спинового зонда, который успешно развивается в Московском государственном университете им. М.В.Ломоносова.

В результате выполненного исследования сделано ряд новых и важных выводов о поведении молекул жидкости в межплоскостном пространстве оксида графена. Главным из них представляется утверждение, что при комнатной температуре могут одновременно существовать, как минимум, три фракции интеркалированного вещества с различной подвижностью молекул. При этом соотношение количества высокоподвижных и низкоподвижных фракций зависит от предыстории синтеза оксида, температуры образца и степени насыщения материала жидкостью. Существенным также представляется заключение о том, что различные данные о подвижности веществ в межплоскостном пространстве оксида графена, полученные методами нейтронного рассеяния и диэлектрической релаксационной спектроскопии не противоречат, а дополняют друг друга.

Полученные научные результаты опубликованы в пяти статьях в ведущих научных журналах, что подтверждает их достоверность.

Вместе с тем следует отметить, что содержание автореферата не лишено ряда недостатков.

1. В автореферате присутствуют графические данные, иллюстрирующие только экспериментальные спектры ЭПР, в тоже время в выводах говорится: «В сочетании с данными по сорбции и величинами межплоскостных расстояний в набухших материалах результаты данной работы служат основой для создания модели, описывающей термодинамические и кинетические особенности

поведения веществ, интеркалированных в межплоскостное пространство ОГ». Однако эти данные по сорбции не приводятся.

2. На стр. 6 автореферата говорится, что «Высокая степень достоверности полученных результатов обусловлена высоким теоретическим и экспериментальным уровнем исследования», однако в тексте реферата не излагается процедура, примененная при моделировании спектров ЭПР (глава 3, стр. 8 реферата).

3. На стр. 12 автореферата указывается, что «Исходя из известной зависимости формы спектра ЭПР от вращательной подвижности нитроксильных радикалов, можно утверждать, что вращательная подвижность зонда в жидкоподобном интеркаляте между плоскостями окисленного графена значительно меньше по сравнению с подвижностью зонда в свободной жидкости». Однако этот «известный спектр», зарегистрированный при тех же экспериментальных условиях не приводится.

4. Имеются и недостатки в оформлении автореферата. Например, на рис. 11, а, б целесообразней было бы сравнивать кривые при одинаковой задержке на одном рисунке.

Отмеченные вопросы и замечания не снижают общей положительной оценки работы.

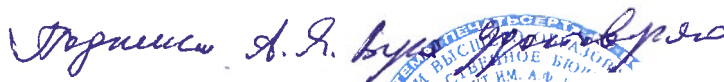
Представленные в автореферате материалы и полученные результаты, по своей актуальности, научной новизне, объёму и практической значимости, позволяют сделать вывод о том, что диссертационная работа *«Подвижность жидкостей, интеркалированных в межплоскостное пространство оксида графита, по данным спектроскопии 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.

Доктор физ.-мат.наук, профессор
Главный научный сотрудник
ФТИ им. А. Ф. Иоффе,
лаборатория «Физики кластерных структур»

Вуль А.Я.

28.04.25

Почтовый и электронный адреса: Вуля Александра Яковлевича
194021 С.Петербург, Политехническая 26
ФГБУН Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН


Ученый секретарь ФТИ им. А. Ф. Иоффе

Петров М.И.