

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Муравьева Александра Дмитриевича  
«Композиты низкоплотных углеродных материалов с металлсодержащими фазами:  
новые методы синтеза, физико-химические свойства, применение»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук  
по специальности 1.4.15. Химия твёрдого тела (химические науки)

Диссертационная работа А. Д. Муравьева посвящена актуальной задаче современного материаловедения — разработке эффективных методов синтеза композитов на основе терморасширенного графита (ТРГ) с металлсодержащими фазами. Такие материалы обладают уникальным сочетанием свойств (низкая плотность, магнитные характеристики, катализическая активность), что открывает широкие возможности их применения — от ликвидации разливов нефтепродуктов до создания катализаторов и сенсоров.

**Актуальность** исследования обусловлена необходимостью преодоления технологических ограничений существующих методов получения металлсодержащего ТРГ: многостадийности процессов и высокой энергозатратности. Автор предлагает оригинальные решения, позволяющие совместить стадии терморасширения графита и формирования металлсодержащей фазы, что существенно повышает практическую ценность работы.

В ходе исследования впервые разработаны два универсальных метода получения композитов ТРГ с широким спектром металлов (Fe, Co, Ni, Au, Pt и их сплавами). Ключевое преимущество — исключение необходимости постобработки. Экспериментально доказано, что стадии терморасширения и восстановления металлсодержащей фазы можно объединить в едином технологическом цикле. Установлено влияние природы интеркалата, степени интеркалирования и азотсодержащих агентов на структуру и свойства композитов. Раскрыты механизмы формирования амминокомплексов при обработке интеркалированных соединений графита (ИСГ) аммиаком и аминами, объясняющие процессы деинтеркаляции. В результате получены низкоплотные композиты (3–5 г/л)

с контролируемым распределением металлических фаз (от нано- до микрометрового диапазона) на поверхности ТРГ. **Новизна** исследований также подтверждается наличием двух патентов РФ

Представленные экспериментальные результаты получены с использованием широкого арсенала современного высокотехнологичного оборудования. Полученные результаты и сделанные на их основе выводы научно апробированы на конференциях и опубликованы в журналах, что может служить свидетельством их достоверности и высокого научно-теоретического уровня.

**Практическая значимость** работы определяется масштабируемостью разработанных методов (возможность реализации в непрерывном режиме на стандартном оборудовании), их экологичностью (сокращение числа стадий

обработки) и универсальностью (применимость к различным металлам). Полученные композиты перспективны для:

- создания магнитных сорбентов нефтепродуктов;
- разработки экранов электромагнитного излучения;
- синтеза промышленных катализаторов;
- изготовления высокочувствительных сенсоров.

Диссертация логично структурирована, включает введение с обоснованием актуальности, обзор литературы, экспериментальную часть, результаты с обсуждением и выводы. Текст написан грамотным научным языком, материал представлен последовательно и убедительно. Автореферат адекватно отражает содержание диссертации. Содержательная часть автореферата показывает, что диссертационное исследование А.Д. Муравьева является самостоятельно выполненной и завершенной научно-квалификационной работой.

В целом, диссертационная работа представляет собой завершённое научное исследование, в котором решены ключевые задачи синтеза композитов ТРГ с металлсодержащими фазами. Разработанные методы позволяют получать материалы с заданными свойствами, а установленные закономерности «синтез – состав – структура – свойства» дают возможность целенаправленно регулировать их характеристики. Результаты имеют значение как для фундаментальной химии твёрдого тела, так и для практического материаловедения.

Поставленные в работе задачи выполнены в полном объёме, цель исследования достигнута, а сформулированные выводы полноценно отражают степень проработанности поставленных задач.

Однако по содержанию автореферата имеются следующие замечания и рекомендации:

1. Отсутствует обоснование применения меламина для синтеза исследуемых образцов (для аммиака и алкиламинов приведено обоснование применения их в качестве восстанавливающих агентов).

2. В работе приводятся результаты исследований сорбционных свойств синтезированных образцов на примере извлечения нефти. Целесообразно было в работе отразить показатели удельной поверхности и пористости образцов. Почему использовали именно нефть? Интересно было бы узнать предварительные характеристики сорбционной емкости и активности и по другим загрязнителям – молекулам органической природы, некоторым ионам тяжелых металлов.

3. По-моему мнению, следовало бы добавить сравнение полученных сорбционных характеристик с возможными аналогами.

Отмеченные замечания и рекомендации не снижают ценность диссертационной работы в целом, а лишь уточняют некоторые её аспекты. Представленный на отзыв автореферат написан грамотным научным языком, материал представлен последовательно и убедительно.

Отмечая актуальность и научную новизну рецензируемого диссертационного исследования А.Д. Муравьева, а также уделяя внимание личному вкладу автора

и достоверности полученных данных, считаю, что диссертационная работа соответствует специальности 1.4.15. Химия твёрдого тела (химические науки), а также требованиям пункта 2.1-2.5 «Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», предъявляемым

к кандидатским диссертациям, а ее автор — Муравьев Александр Дмитриевич — заслуживает присуждения учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.15. Химия твёрдого тела (химические науки).

Я, Егорова Елена Анатольевна, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные МГУ.014.8 и их дальнейшую обработку.

Кандидат технических наук,  
специальность, 05.16.08 – Нанотехнологии и наноматериалы (химия и химическая технология),  
руководитель направления Отдела по управлению научными проектами Частного учреждения по обеспечению научного развития атомной отрасли «Наука и инновации» (Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»).

Е.А. Егорова \_\_\_\_\_ 11.12.2025

119017, город Москва, ул. Большая Ордынка, д. 24  
Телефон: +7 953 7078328  
E-mail: ElenaAnEgorova@rosatom.ru

Подпись Е.А. Егоровой заверяю:

С.В. Пошукаева