ОТЗЫВ

об автореферате диссертации Мурадымова Романа Викторовича на тему **«Синтез, структура и свойства алюминий-графенового композиционного материала»**, представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4 Физическая химия.

Алюминий-графеновые композитные материалы обладают улучшенными характеристиками по сравнению с чистым алюминием, благодаря уникальным свойствам графена, и находят применение в электронике, энергетике, авиа- и автомобилестроении. Однако в настоящее время ни в России, ни в зарубежных странах не существует ни одного метода синтеза алюминий-графеновых композитов, который мог бы стать промышленным.

Диссертационная работа посвящена разработке метода синтеза алюминий-графенового композиционного материала in situ при химическом взаимодействии углеродсодержащего прекурсора – карбида бора – с жидким алюминием под слоем расплавленных галогенидов щелочных металлов. Этот метод легко воспроизводим и масштабируем и может стать основой для промышленного способа производства алюминий-графенового композитного материала. Так же в работе всесторонне изучены физико-химические, теплофизические, электрические, коррозионные и физико-механические свойства полученных алюминий-графеновых композиционных материалов в зависимости от содержания и дефектности синтезируемых в алюминиевой матрице графеновых пленок. Такое исследование представляют большой интерес, как с фундаментальной, так и с практической точек зрения, что определяет **актуальность темы** диссертационной работы.

Экспериментальная часть работы проведена с использованием современных физико-химических методов исследований. Корректное применение используемых методов исследования и адекватная интерпретация полученных результатов обеспечили **надежность** и **достоверность** основных выводов диссертационной работы.

Среди наиболее значимых научных и практических результатов автора можно выделить следующие:

- разработан новый уникальный метод синтеза двумерных двух- и трехслойных кристаллических графеновых пленок толщиной 1–3 нм размерами до 100 мкм при температурах 700-850°C в объеме металлической алюминиевой матрицы при химическом взаимодействии расплавленного алюминия с углеродсодержащим прекурсором – карбидом бора под слоем расплавленных галогенидов щелочных металлов без образования карбида или оксида алюминия на границе межфазного контакта;
- предложен механизм синтеза алюминий-графенового композита, который заключается в выделении атомов углерода на поверхности расплавленной алюминиевой капли, их диффузии в объеме жидкого металла и самосборке в графеновые пленки при медленном застывании;
- доказана сверхпластичность алюминий-графенового композиционного материала, содержащего от 1 масс. % графена, при температуре 300 °C. Показано, что графеновые пленки не разрушаются в алюминиевой матрице даже при величинах сверхпластической деформация более чем 70%.
- показано одновременное повышение твердости, прочности и эластичности при введении in situ графена в алюминиевую матрицу как в литом, так и сверхпластическом деформированном состояниях.

Основное содержание диссертации опубликовано в международных авторитетных изданиях и доложено на представительных национальных и международных конференциях.

Тем не менее, автореферат диссертации вызывает некоторые вопросы:

1. Содержание углерода в алюминий-графеновых композитах варьировалось в широком диапазоне. Какой же состав наиболее оптимальный с точки зрения получения

материала с наиболее высокими физико-химическими, теплофизическими, электрическими, коррозионными и физико-механическими свойствами?

2. В таблице 2 приведены результаты по определению твердости и микротвердости. Какова погрешность данных измерений? Имело ли смысл оставлять три знака после запятой в приведенных значениях?

Указанные вопросы носят уточняющий характер и не снижают ценность и значимость представленной работы.

В заключение можно констатировать, что проведенное научное исследование, направленное на решение актуальной задачи по разработке метода синтеза алюминий-графенового композиционного материала и изучению его физико-химических, коррозионных и механических свойств в зависимости от содержания и дефектности синтезируемых в алюминиевой матрице графеновых пленок, является вполне законченной научно-квалификационной работой.

Считаю, что диссертация отвечает всем требованиям п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление правительства РФ от 24.09.2013 № 842 в действующей редакции), а ее автор, Мурадымов Р.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4 Физическая химия.

Согласна с размещением моих персональных данных в сети Интернет.

доктор химических наук, доцент,
профессор кафедры физической химии
ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г.Чернышевского»
Телефон: +7(8452)516413
e-mail: burashnikova_mm@mail.ru

Бурашникова Марина Михайловна

25.08.2025

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»
410012 Саратов, ул. Астраханская 83.
Сайт: www.sgu.ru

Подпись Бурашниковой М.М. удостоверяю
Ученый секретарь
Ученого совета СГУ В.Г. Семенова
«26» августа 2025