МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК»
(ФИЦ КНЦ РАН)

**ИНСТИТУТ ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ
РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ
И МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ им. И.В.ТАНАНАЕВА
(ИХТРЭМС КНЦ РАН)**

Академгородок, 26а, г. Апатиты, Мурманская обл., Россия, 184209
Факс (815-55)6-16-58, Тел. (815-55)7-52-95, 79-5-49
E-mail: chemi-office@ksc.ru

10.09.2025 № 116.02-1706/450

На № _____ от _____

Ученому секретарю
Диссертационного совета
Д 24.1.045.01
к.х.н., Н.П. Кулик

620066, Россия, г. Екатеринбург, ул. Академическая д. 20, Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН

ОТЗЫВ

на автореферат кандидатской 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»

Цель работы Мурадымова Романа Викторовича – разработка нового способа синтеза *in situ* алюминий графеновых композитных материалов, определение их структуры и физико-химических и механических свойств.

Рассматриваемая работа посвящена актуальной тематике – разработке метода синтеза алюминий графенового композиционного материала при химическом взаимодействии углеродсодержащего прекурсора, карбида бора, с жидким алюминием под слоем расплавленных галогенидов щелочных металлов. В результате такого взаимодействия автором были получены слитки композиционного алюминий-графенового материала, обладающего металлическими блеском и электрической проводимостью, а также высокой пластичностью. Выбранный автором метод синтеза не имеет недостатков,

характерных для других методов синтеза металломатричных композитов – продукт является беспористым и не содержит карбида алюминия.

При выполнении работы автором применялся широкий комплекс современных методов исследования: сканирующая и просвечивающая электронные микроскопии, рентгеновский энергодисперсионный анализ, рентгенофазовый анализ, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния света, атомно–силовая микроскопия, синхронный термический анализ. Образцы композитов исследовались с определением теплопроводности, удельного электрического сопротивления. Часть образцов подвергали сверхпластической деформации и изучали их механические и упругопластические свойства. Твердость, прочность и пластичность полученных композитов до и после сверхпластической деформации были изучены с помощью комплекса современных сертифицированных методов.

Автором разработан новый уникальный метод синтеза двумерных двух- и трехслойных кристаллических графеновых пленок толщиной 1–3 нм размерами до 100 мкм при температурах 700-850°С 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. И показано, что характеристики композита не изменяются при пластической деформации с получением тонких фольг толщиной менее 100 мкм и проволоки диаметром 0.2 мм; синтезированные композиты обладают повышенной на 6% электропроводностью по сравнению с высоко чистым алюминием и полученный новый материал может найти практическое применение в производстве проводов, а отсутствие питтингообразования и равномерная коррозия композита при повышенных механических свойствах делает этот композит перспективным конструкционным материалом в авиа- и автомобилестроении.

По автореферату диссертации можно высказать следующие замечания:

1. При обсуждении результатов исследований атомно-силовой микроскопии (стр. 12, рис. 8) не ясно из каких соображений при определении толщины выбрана линия 269.7 нм, выходящая за пределы листа графена;
2. Подписи к осям и надписи на рисунках 6 – 9 плохо читаются;
3. Качество рисунка 17 не позволяет проанализировать иллюстративный материал.

Отмеченные замечания существенно не снижают научной и практической значимости результатов работы. Работа выполнена на хорошем научном уровне,

достоверность полученных данных не вызывает сомнений. Автореферат диссертации и опубликованные по нему материалы в полной мере отражают содержание работы.

В целом диссертация отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Мурадымов Роман Викторович достоен присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Кандидат химических наук, старший научный сотрудник
лаборатории высокотемпературной химии и электрохимии,
ИХТРЭМС КНЦ РАН
Стулов Юрий Вячеславович

Ю.В. Стулов

184209, Апатиты,
Академгородок 26а
Тел. (81555) 79-107
iu.stulov@ksc.ru

PhD, главный специалист
лаборатории высокотемпературной химии и электрохимии,
ИХТРЭМС КНЦ РАН
Антипов Сергей Валерьевич

С.В. Антипов

184209, Апатиты,
Академгородок 26а
Тел. (81555) 79-107
s.antipov@ksc.ru

Подпись Стулова Ю.В.
Антипова С.В.
По месту работы удостоверяю:
ИХТРЭМС КНЦ РАН
ВрИО Директора /Е.Е. Карпова/
«10» 09 2025 г.