

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Красникова Дмитрия Викторовича** на тему:  
*«Новые методы создания и модификации углеродных наноматериалов»*,  
представленную на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности  
1.4.15 Химия твердого тела.

Диссертационная работа Красникова Д.В. относится к актуальному и быстро развивающемуся направлению химии твердого тела - синтезу и модификации углеродных наноматериалов, управлению их структурой и свойствами, а также созданию технологических подходов для получения материалов под конкретные практические задачи.

Актуальность исследования не вызывает сомнений и состоит в том, что углеродные наноматериалы занимают важное место в современной электронике, фотонике, сенсорике, энергетике и биомедицинских технологиях, при этом их промышленное применение ограничено сложностью воспроизводимого синтеза, масштабирования и тонкой настройки характеристик. В этой связи сформулированная цель работы, связанная с развитием методов получения одностенных углеродных нанотрубок и графена с заданными структурой и свойствами, является обоснованной и практически значимой.

На мой взгляд, существенным достоинством работы является то, что автору удалось объединить фундаментальный анализ механизмов роста углеродных трубок с инженерной стороной развития процесса. В работе рассмотрена кинетика образования ОУНТ на катализаторе при аэрозольном подходе, изучены процессы активации и дезактивации катализатора, установлено влияние фазового состояния соединений железа, разработаны методики постобработки полученных пленок, а также использованы инструменты машинного обучения для оптимизации синтеза. Такой комплексный подход позволяет выстроить взаимосвязанную технологическую цепочку между механизмом реакции, параметрами реактора и эксплуатационными свойствами материала.

Научная новизна работы выражается в том, что впервые получена кинетическая кривая для аэрозольного катализатора при синтезе ОУНТ, установлена связь между скоростью роста нанотрубок и дезактивацией катализатора. Обнаружено изменение механизма реакции Будуара на железосодержащем катализаторе при фазовом переходе  $\alpha$ -Fe/ $\gamma$ -Fe. Важным и новым результатом является анализ данных и интеграция методов машинного обучения в технологию синтеза ОУНТ. Отдельного внимания заслуживает разработка тандемных реакторов для селективного окисления, функционализации и распределения нанотрубок в другой фазе. Практически значимыми являются методы легирования ОУНТ, регенерации свободностоящих мембран и синтеза однослойного графена из монооксида углерода при атмосферном или повышенном давлении.

По материалам автореферата возникли следующие вопросы:

1. Какие параметры синтеза автор считает наиболее критичными для переноса разработанных подходов от пилотных установок к промышленному производству ОУНТ?
2. Насколько универсален предложенный метод синтеза графена через реакцию Будуара для других каталитических подложек, кроме меди?

Приведенные выше вопросы не имеют принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку работы в целом. Диссертационная работа Д.В. Красникова представляет собой завершенную научно-квалификационную работу в области Химии твердого тела, в которой выполнен большой объем значимой экспериментальной и

теоретической работы, подтверждает квалификацию, необходимую для присуждения ученой степени доктора химических наук.

Диссертация Красникова Дмитрия Викторовича на тему: «Новые методы создания и модификации углеродных наноматериалов» полностью соответствует требованиям, установленным п.п. 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым докторским диссертациям. В рецензируемой диссертационной работе разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области физической химии полимеров и их растворов, что решает научную проблему получения биосовместимых материалов с регулируемыми свойствами. Автор работы, Красников Дмитрий Викторович, заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.15. Химия твердого тела.

Профессор управления подготовки научных кадров высшей квалификации для обеспечения технологического лидерства, доктор химических наук (специальность 02.00.04 – Физическая химия), доцент

11.06.2026

Павел Васильевич Кривошапкин

Согласен на обработку персональных данных

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский университет ИТМО"

191002, г.Санкт-Петербург,

ул. Ломоносова, д.9. к.2313-3

телефон

e-mail: