

## Отзыв

### На автореферат диссертации Кабирова Вадима Рафаиловича «Физико-химические особенности получения поверхностно-модифицированных металлов с минимальным углеродным следом», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия

Химическое модифицирование поверхности металлов различными соединениями является перспективным подходом для изменения, регулирования и улучшения свойств металла. Особый интерес представляет модифицирование дисперсных металлов для предотвращения агрегирования и окисления их частиц. При осуществлении модифицирования промышленно выпускаемых порошков металлов нанесение модификатора происходит, как правило, на поверхность, которая уже содержит какие-то органические стабилизирующие добавки и/или фрагменты пленки естественного оксида. Эти посторонние поверхностные добавки мешают достижению высокой адгезии в системе металл-модификатор. Соискатель использует оригинальный подход, разработанный в Горном университете – совмещение в одном проточном реакторе процессов восстановления и модифицирования металла в среде гидридных восстановителей. За счет применения комбинации восстановителей (этилгидридсилоксана в смеси с добавкой водорода) ему удается не только улучшить гидрофобные и антифрикционные свойства металла, но и кардинально снизить эмиссию  $CO_2$  при восстановлении оксидного сырья. Это направление работы актуально, т.к. относится к методам борьбы с парниковым эффектом и позволяет получать востребованные на практике дисперсные металлические продукты с необычными полезными свойствами, включая супергидрофобность.

Научная новизна определяется не только эффектом комбинированного воздействия восстановителей в условиях твердотельного гидридного синтеза металлов, но и применением впервые программных продуктов HyperChem и Gaussian для квантово-химического моделирования адсорбционных взаимодействий гидридов на поверхности металлов. С учетом проведенных теоретических расчетов оценены энергии адсорбции этилгидридсилоксана и аммониевых соединений на кластерах Fe и Cu. Эти данные позволили не только детализировать физико-химический механизм подавления парникового эффекта, но и научно обосновать пути улучшения водоотталкивающих свойств и антифрикционного эффекта поверхности, связав их, в частности, с электрофильно-нуклеофильными характеристиками используемых восстановителей-модификаторов. Эти результаты могут дополнить теоретический материал для лекционных и практических курсов по физической химии, квантово-химическому моделированию гетерогенных процессов, нанотехнологии, металлургии, материаловедению.

Практическая значимость работы определяется результатами внедрения в компании GMS (Москва) с ожидаемым экономическим эффектом 8 млн руб/год. Кроме того, создана программа для моделирования твердотельного гидридного синтеза металла на ЭВМ, по которой Роспатентом выдано свидетельство о государственной регистрации.

ОТЗЫВ

ВХ. № 8-12 от 31.01.25  
АУ УС

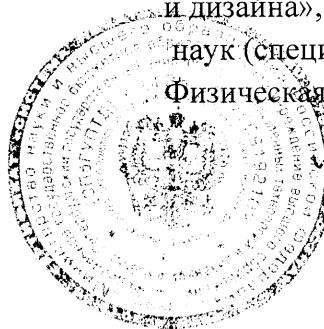
Научные положения, выводы и рекомендации достаточно обоснованы с использованием современных методов и сертифицированных приборов, корректными квантово-химическими расчетами с применением функционала V3LYP, успешными испытаниями на производстве и широкой апробацией материалов диссертации.

Из текста автореферата не совсем понятно, как инструментально и кем подтверждался факт подавления оксидирования поверхности металла в процессе твердотельного гидридного синтеза?

В целом, работа выполнена на достаточно высоком научном уровне и заслуживает позитивной оценки. Исследования Кабирова В.Р. вносят существенный вклад в развитие физической химии поверхностных явлений на дисперсных металлах, включая хемосорбцию восстановителей.

Диссертация «Физико-химические особенности получения поверхностно-модифицированных металлов с минимальным углеродным следом», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 №953 адм, а ее автор Кабиров Вадим Рафаилович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Доцент кафедры теоретической  
и прикладной химии  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский  
государственный университет  
промышленных технологий  
и дизайна», кандидат химических  
наук (специальность 02.00.04 –  
Физическая химия)



Лапатин Н.А.  
Смирнова А.В.

Лапатин  
Николай  
Анатольевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна»,  
191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 18  
<https://sutd.ru/universitet/>  
e-mail: [nicoljapat@mail.ru](mailto:nicoljapat@mail.ru)  
телефон: 8(926)075-05-06