ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Соколова Максима Римовича «Гибридные бифункциональные катализаторы на основе низкоразмерных частиц и органических хромофоров», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Создание новых каталитических систем является одним из ключевых направлений синтетической химии. При этом в настоящее время остро стоят проблемы ресурсосбережения и перехода к «зелёным» технологиям производства, что выдвигает всё более жесткие требования к свойствам вновь созданных катализаторов – их селективности, активности и стабильности. Это обуславливает интерес к отходу от гетерогенных каталитических систем, представляющих собой механические смеси компонентов либо агрегаты, удерживаемые хемосорбцией, к гибридным катализаторам, обладающим высокой степенью молекулярной организации. Диссертация Соколова М. Р., посвященная разработке методов получения фотокатализаторов путем супрамолекулярной интеграции квазидвумерных частиц и органических хромофоров, несомненно, является **актуальной**.

Результаты работы обладают **научной новизной**, в частности:

1. Разработан новый метод получения водных дисперсий низкоразмерных частиц дисульфида молибдена и слоистых гидроксидов редкоземельных металлов, обеспечивающий заданные размеры и высокую чистоту получаемых частиц;
2. Впервые показан эффект ультразвук-индуцированного допирования низкоразмерных частиц полупроводников ионами редкоземельных элементов при смешивании гидрозолей;
3. Показана универсальность метода ион-управляемой нековалентной самосборки поверхностно-организованных металлоорганических каркасов (ПОВМОК);
4. На основе ПОВМОК и слоистых гидроксидов редкоземельных элементов впервые получен нанозим, являющийся аналогом природной фосфатазы;
5. Впервые создан мультимодальный гибридный фотокатализатор на основе ПОВМОК и дисульфида молибдена.

Выполненная работа развивает фундаментальные представления о методах получения, особенностях строения и свойств гибридных катализаторов, стабилизированных супрамолекулярными взаимодействиями, а также механизмах каталитических процессов с их участием. Представленные методы синтеза низкоразмерных частиц и катализаторов на их основе имеют практическое значение. Стоит отметить, что описанный в работе нанозим может стать прототипом для дальнейшего развития принципиально новых биомиметических систем, спектр применения которых ещё только предстоит исследовать. Хочется подчеркнуть комплексный характер выполненной работы, где представлены не только методы получения новых каталитических систем, но и изучены фундаментальные принципы их формирования и функционирования, а также продемонстрированы перспективы их применения.

Результаты работы опубликованы в пяти статьях в ведущих международных журналах, причем во всех из них Соколов М. Р. является первым автором, что подчеркивает личный вклад диссертанта в представленное исследование, кроме того, материалы работы были представлены на большом числе конференций, в том числе международных. Таким образом, работа получила очень широкую апробацию, что подтверждает достоверность полученных результатов.

При прочтении работы возникли следующие вопросы: возможна ли иммобилизация полученных гибридных катализаторов, в особенности нанозима с фосфатазной активностью? Возможна ли модификация разработанных методов синтеза гибридных катализаторов для включения в состав последних молекулярных фрагментов, которые бы выполняли роль центров связывания, повышая селективность катализатора? В работе указано, что получены частицы толщиной 1,5–2 нм, что соответствует одному-двум атомарным слоям, однако обычно толщина атомарного слоя меньше нанометра; на основании чего сделана подобная оценка числа слоёв? В качестве замечаний к оформлению автореферата можно отметить малый размер иллюстраций в печатной версии, а также перегруженность аббревиатурами, что несколько затрудняет ознакомление с материалом, особенно в отсутствие списка сокращений.

Указанные вопросы и замечания ни в коей мере не снижают общего положительного впечатления от представленной работы, которая, несомненно, является законченным научным исследованием, обладающим признаками актуальности, научной новизны, а также фундаментальной и практической значимости. Считаю, что диссертационная работа Соколова Максима Юрьевича «Гибридные бифункциональные катализаторы на основе низкоразмерных частиц и органических хромофоров» соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 года (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Доцент кафедры физической химии Химического института им. А.М.Бутлерова Казанского (Приволжского) федерального университета, доктор химических наук, доцент;
Тел.: +7(843)2337309,
E-mail: Timur.Mukhametzyanov@kpfu.ru
16.10.2026 г.

Мухаметзянов Тимур Анварович

ХИМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им.А.М.БУТЛЕРОВА
Подпись Мухаметзянова Т.А. Заверяю
Секретарь Рассказ И.Е.