

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Бутовой Веры Валерьевны «Пористые наночастицы на основе металл-органических каркасных структур – разработка методик синтеза и модификации», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 2.6.6 – нанотехнологии и наноматериалы

Металл-органические координационные полимеры (МОКП) представляют собой обширный класс неорганических соединений, активно изучаемый на протяжении последних десятилетий. Это связано с уникальными физико-химическими свойствами, которые они могут демонстрировать благодаря особенностям своего строения: пористые МОКП способны селективно сорбировать органические и неорганические гостевые молекулы и ионы, что активно используется в технологиях разделения смесей, выделения минорных компонентов, а также в разработке сенсорных систем. Помимо этого, гибридные соединения на основе МОКП (например, с включенными наночастицами металлов) могут проявлять каталитическую активность в ряде реакций, в том числе промышленно важных.

Работа В.В. Бутовой посвящена весьма интересному разделу в химии МОКП, а именно получению наночастиц (НЧ) на их основе. Очевидно, что такие НЧ могут демонстрировать еще более высокие, рекордные значения отношения площади поверхности к объему, что усиливает многие ценные свойства. Исходя из этого, работа, без сомнения, является **актуальной**. Ее цель состояла в разработке методов селективного получения НЧ с желаемыми параметрами, включая контролируемую дефектность, а также постсинтетической модификации.

Новизна работы заключается в том, что автору удалось разработать оригинальные вышеупомянутые методы, в т.ч. с использованием микроволнового синтеза, определить роль и влияние различных компонентов реакционной смеси на исход синтеза. Кроме того, был получен ряд новых МОКП большого семейства UiO-66. Изучены процессы сорбции водорода на ряде МОКП; подобраны оптимальные условия для ряда этих процессов. Последнее обстоятельство важно также и с точки

зрения **практической значимости работы**, поскольку напрямую связано с развитием водородной энергетики.

Небезынтересные результаты были получены для сорбции диоксида из растворов с использованием ZIF-8 (это весьма популярная область применения МОКП). Предложены варианты использования ряда МОКП в адресной доставке лекарств, в т.ч. в виде гибридов с мезопористым оксидом кремния.

Достоверность работы предопределена выбором широкого набора взаимодополняющих физико-химических методов, включая рентгенодифракционные (с использованием синхротронного излучения), а также интерпретацией соответствующих данных, которая при ближайшем ознакомлении не вызывает сомнений.

Текст работы написан хорошим литературным русским языком, легко читается, ясен. Следует отметить, что работа защищается в виде научного доклада, т.е. по совокупности ранее опубликованных работ. В общей сложности речь идет о 44 научных статьях, из которых 38 опубликовано в журналах первого и второго квартилей – это прекрасный показатель.

При ознакомлении с работой возник ряд **вопросов**:

- 1) Стр. 21-22: «...линкеру термодинамически выгоднее формировать связи с цинком, чем с кобальтом» - если речь идет об изоморфизме, то хотелось бы увидеть более развернутый комментарий, поскольку индивидуальные связи Co-N, как правило, прочнее.
- 2) Стр. 27-28 – очень интересный результат (появление мезопор и увеличение пористости в целом как следствие дефектов). Автор делает вывод о природе дефектов по данным ТГА; интерпретация в целом выглядит справедливой, но делался ли классический элементный анализ, чтобы оценить содержание циркония в образце? Если да, упоминание этого усилило бы эту часть работы.
- 3) Стр. 40: использовались ли дополнительные методы (например, ЯМР) для подтверждения характера связывания DAE взаимодействием с аминогруппой линкера?

4) Стр. 44: измерялись ли спектры КР для образцов МОКП после сорбции (с целью изучения характера связывания молекул дигалогена)?

Вышеперечисленные вопросы носят дискуссионный характер и не умаляют общую высокую ценность работы.

С учетом вышесказанного полагаю, что по научной новизне, значимости, достоверности и актуальности работа, представленная Бутовой Верой Валерьевной, удовлетворяет всем критериям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет»», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор Бутова Вера Валерьевна заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 2.6.6 – нанотехнологии и наноматериалы.

26.06.2023 г.

Согласен на обработку моих персональных данных



Адонин Сергей Александрович

доктор химических наук (специальность 02.00.01 – неорганическая химия),

профессор РАН,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт неорганической химии имени А.В. Николаева

Сибирского отделения Российской академии наук,

лаборатория синтеза координационных соединений,

ведущий научный сотрудник,

официальный оппонент

(Адрес: 630090, Новосибирская обл., г. Новосибирск,

проспект Академика Лаврентьева, д. 3

Телефон: +7383 330-94-90, e-mail: adonin@niic.nsc.ru)



Согласен *Адонин С.А.*
Согласен *Жулагов В.Ю.*
о. главного секретаря