

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.051.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Институт неорганической химии имени А.В. Николаева
Сибирского отделения Российской академии наук, МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ПО ДИССЕРТАЦИИ **Порываева Артема Сергеевича**
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ХИМИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 02 июня 2021 года № 8

О присуждении *Порываеву Артему Сергеевичу*, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «*Исследование МОКП ZIF-8 методом ЭПР спектроскопии с использованием инкапсулированного спинового зонда*» в виде рукописи по специальности 02.00.04 – физическая химия (химические науки) принята к защите 24 марта 2021 г., протокол № 5 диссертационным советом Д 003.051.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт неорганической химии имени А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук (ИНХ СО РАН), Минобрнауки России, (630090, г. Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, д. 3, действующего на основании приказа Минобрнауки РФ от 11.04.2012 г. № 105/нк).

Соискатель Порываев Артем Сергеевич, 1993 года рождения, в 2016 году окончил обучение в ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» по специальности «Химия». В период подготовки диссертации с 1 сентября 2016 г. по 31 августа 2020 г. обучался в очной аспирантуре ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет». В настоящее время соискатель работает младшим научным сотрудником в лаборатории ЭПР спектроскопии ФГБУН Института «Международный томографический центр» СО РАН (МТЦ СО РАН), Минобрнауки России.

Диссертация выполнена в лаборатории ЭПР спектроскопии МТЦ СО РАН, Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор РАН, Федин Матвей Владимирович, работает в МТЦ СО РАН в должности врио директора.

Официальные оппоненты:

- *Новиков Валентин Владимирович*, гражданин Российской Федерации, доктор химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории ядерного магнитного резонанса ФГБУН Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, г. Москва;
- *Пискунов Александр Владимирович*, гражданин Российской Федерации, доктор химических наук, профессор РАН, заместитель директора по научной работе

ФГБУН Институт металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева РАН, г. Нижний Новгород дали **положительные** отзывы на диссертацию.

*Ведущая организация, ФГБУН Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН (ИОНХ РАН), г. Москва, в своем **положительном заключении**, утверждённом директором д.х.н., чл.-к. РАН Ивановым Владимиром Константиновичем, составленным старшим научным сотрудником лаборатории химии координационных полиядерных соединений ИОНХ РАН к.х.н. Николаевским Станиславом Александровичем, указал, что «Диссертационная работа Порываева Артема Сергеевича «Исследование МОКП ZIF-8 методом ЭПР спектроскопии с использованием инкапсулированного спинового зонда» по объёму выполненных исследований, актуальности, научной новизне и практической значимости соответствует требованиям, изложенным в п. 9–14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 с изменениями постановления Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 г. № 335, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.».*

Отзыв на диссертацию обсуждён и одобрен на заседании секции ученого совета ИОНХ РАН «Химическое строение и реакционная способность координационных соединений» (протокол №4 от 11 мая 2021 г.).

По теме диссертации соискатель имеет 2 публикации в рецензируемых зарубежных журналах. Все журналы входят в перечень журналов, индексируемых в международной информационно-аналитической системе научного цитирования Web of Science. Общий объем опубликованных работ составляет 17 стр. (1,1 печ. л.), 7 работ опубликованы в материалах всероссийских и международных конференций.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. D.M. Polyukhov, A.S. Poryvaev, S.A. Gromilov, M.V. Fedin «Precise Measurement and Controlled Tuning of Effective Window Sizes in ZIF-8 Framework for Efficient Separation of Xylenes» // Nano letters. – 2019. – V. 19. – №. 9. – P. 6506-6510.

2. A.S. Poryvaev, D.M. Polyukhov, M.V. Fedin «Mitigation of Pressure-Induced Amorphization in Metal–Organic Framework ZIF-8 upon EPR Control» // ACS applied materials & interfaces. – 2020. – V. 12. – №. 14. – P. 16655-16661.

На диссертацию и автореферат диссертации поступило 4 отзыва. Все отзывы положительные, 2 – с замечаниями. Отзывы поступили от: *к.х.н. Матвеевой Анны Геннадьевны*, научного сотрудника лаборатории механохимии ФГБУН Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, г. Новосибирск; *к.х.н. Александрова Евгения Викторовича*, заведующего лабораторией синтеза новых кристаллических материалов Самарского

государственного технического университета, *д.ф.-м.н., профессора РАН Кулика Леонида Викторовича*, ведущего научного сотрудника лаборатории химии и физики свободных радикалов ФГБУН Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН, г. Новосибирск; *к.х.н. Марюниной Ксении Юрьевны*, старшего научного сотрудника лаборатории многоспиновых координационных соединений ФГБУН Институт «Международный томографический центр» СО РАН, г. Новосибирск.

Замечания к автореферату носят уточняющий характер и не ставят под сомнение достоверность полученных результатов и выводов. Критические замечания сводятся к следующему: не указано, в насколько широком температурном диапазоне изучалась диффузия гостевых молекул растворителей в полости МОКП ZIF-8; исследовалась ли корреляция между скоростью проникновения молекул в полости, их размерами и температурой проведения экспериментов. Все отзывы заканчиваются выводом, что диссертационная работа Порываева Артем Сергеевича **полностью соответствует** требованиям, которые ВАК РФ предъявляет к кандидатским диссертациям, а ее автор Порываев А.С. заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью оппонентов в области исследования координационных соединений и ЭПР спектроскопии. Данные компетенции подтверждаются наличием публикаций оппонентов и сотрудников ведущей организации в данной области исследований.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- *разработан* способ введения спинового зонда (нитроксильного радикала) в полости металл-органического координационного полимера ZIF-8 путем инкапсулирования в процессе самосборки;
- *продемонстрировано*, что применение стационарной ЭПР спектроскопии к ZIF-8 с инкапсулированным радикалом позволяет изучать диффузию различных молекул непосредственно внутрь полостей ZIF-8;
- на основании экспериментальных данных *определена* эффективная апертура окон полостей МОКП ZIF-8 в диапазоне температур 25-120°C;
- экспериментально *показаны*, различия в относительной скорости диффузии изомеров ксилола внутрь полостей ZIF-8;
- *разработан* подход для жидкофазного разделения *n*-, *m*- и *o*-ксилолов с высокой эффективностью в диапазоне температур 25-60 °C;
- *разработан* способ исследования свойств внутренней поверхности МОКП ZIF-8 с использованием β-фосфорилированных нитроксильных радикалов и метода стационарной ЭПР спектроскопии;

- экспериментально *установлено*, что полости ZIF-8 являются неполярными и *показано*, что пропитка ZIF-8 различными спиртами приводит к резкому увеличению наблюдаемой полярности внутри полостей ZIF-8;
- *разработан* новый способ исследования процессов аморфизации МОКП ZIF-8 при воздействии механического давления; *обнаружено*, что анализ формы линии спектров ЭПР инкапсулированного зонда позволяет количественно оценивать степень аморфизации структуры МОКП;
- *обнаружены* механизмы стабилизации МОКП ZIF-8 под давлением с помощью обратимого введения в полости различных гостевых молекул; *показано*, что присутствие молекул растворителя как внутри пор, так и снаружи частиц ZIF-8 способствует снижению степени аморфизации; *обнаружено*, что наиболее эффективная стабилизация МОКП достигается при использовании молекул гостя, способных свободно диффундировать между полостями каркаса.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- *изучен* процесс аморфизации МОКП ZIF-8 при воздействии механического давления;
- *определена* эффективная апертура окон полостей ZIF-8 в широком диапазоне температур, позволяющая обеспечивать диффузионную подвижность молекул растворителя для стабилизации структуры ZIF-8 при воздействии механического давления;
- *изучен* процесс организации молекул растворителя в полостях МОКП ZIF-8.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- *разработан* подход к разделению промышленно значимой смеси изомеров ксилола;
- *обнаружены* различные пути стабилизации МОКП ZIF-8 при воздействии механического давления.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

Достоверность представленных результатов определяется высоким экспериментальным и теоретическим уровнем, на котором выполнена работа, а также согласованностью экспериментальных данных, полученных различными методами. Основные результаты работы были опубликованы в рецензируемых журналах первого квартала, представлены на российских и международных конференциях, что говорит об информативности и значимости полученных результатов для мирового научного сообщества.

Личный вклад автора в работу заключается в выполнении синтеза металл-органических каркасов, использованных в работе, подготовке всех использованных в работе образцов, а также их исследовании методами ЭПР спектроскопии. Автор принимал участие в постановке цели и разработке плана исследования, в анализе и интерпретации полученных экспериментальных дан-

ных. Обобщение экспериментальных данных и подготовка материалов к публикации проводилась совместно с руководителем и соавторами.

Диссертационный совет Д 003.051.01 на заседании 02 июня 2021 г., протокол № 8 пришел к выводу о том, что диссертация соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», то есть представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой разработан универсальный подход для исследования структуры окон и полостей ZIF-8 при воздействии внешних стимулов, исследованы взаимосвязи между данными, обнаруженными с использованием разработанной методологии, и макроскопическими свойствами ZIF-8, предложены пути повышения функциональности данного материала на основании данных, полученных методом ЭПР спектроскопии спиновых зондов, и принял решение присудить *Порываеву Артему Сергеевичу* ученую степень кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 29 (двадцать девять) человек, из них 14 (четырнадцать) докторов наук по специальности 02.00.04 – физическая химия, участвовавших в заседании и голосовании, из 33 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 29 (двадцать девять), против присуждения ученой степени – 0 (нет), недействительных бюллетеней – 0 (нет).

Председатель диссертационного совета
чл.-к. РАН, д.х.н.

В.П. Федин

Ученый секретарь диссертационного совета
д.х.н., доцент

А.С. Потапов

02 июня 2021 г.

