

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.086.01, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ИНСТИТУТ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. А.В. НИКОЛАЕВА СИБИРСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, МИНОБРНАУКИ РОССИИ ПО
ДИССЕРТАЦИИ ПОПОВА АНТОНА АЛЕКСАНДРОВИЧА НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 2 марта 2022 года № 4

О присуждении Попову Антону Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «*Пористые наносплавы Co-Pt, Cu-Pd, Ni-Pt: синтез, исследование структурно-фазовых превращений, каталитические испытания*» в виде рукописи по специальностям 1.4.4. Физическая химия (химические науки) и 1.4.1. Неорганическая химия (химические науки) принята к защите 07.12.2021 г. (протокол заседания № 18) диссертационным советом 24.1.086.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук (ИНХ СО РАН), Минобрнауки России, 630090, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, д. 3, действующего на основании приказа Минобрнауки РФ от 11.04.2012 г. № 105/нк.

Соискатель Попов Антон Александрович, 17 июня 1995 года рождения, в 2018 году окончил ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» по специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия». В настоящее время обучается в очной аспирантуре ИНХ СО РАН и работает младшим научным сотрудником в Лаборатории химии редких платиновых металлов ИНХ СО РАН.

Диссертация выполнена в Лаборатории химии редких платиновых металлов ИНХ СО РАН, Минобрнауки РФ.

Научные руководители – доктор химических наук, доцент Шубин Юрий Викторович, работает в ИНХ СО РАН в должности главного научного сотрудника Лаборатории химии редких платиновых металлов; кандидат химических наук Плюснин Павел Евгеньевич, работает в ИНХ СО РАН в должности старшего научного сотрудника Лаборатории химии редких платиновых металлов.

Официальные оппоненты:

Подъячева Ольга Юрьевна, доктор химических наук, ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук», ведущий научный сотрудник отдела гетерогенного катализа;

Федоров Павел Павлович, доктор химических наук, профессор, ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук», главный научный сотрудник Научного центра лазерных материалов и технологий

дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Ведущая организация **ФГБУН Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук**, г. Новосибирск, в своем **положительном отзыве**, утвержденных Бычковым Алексеем Леонидовичем, доктором химических наук, заместителем директора института, составленным Толочко Борисом

Петровичем, доктором химических наук, главным научным сотрудником, заведующим лабораторией методов синхротронного излучения, указала, что диссертационная работа А.А. Попова на тему «Пористые наносплавы Co-Pt, Cu-Pd, Ni-Pt: синтез, исследование структурно-фазовых превращений, каталитические испытания», представленная к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальностям 1.4.4. Физическая химия (химические науки) и 1.4.1. Неорганическая химия (химические науки), является *оригинальным и завершенным* научным исследованием. Присутствующие в отзыве вопросы и замечания не снижают общей положительной оценки диссертации, выполненной на высоком научном уровне. Диссертация Попова А.А. отвечает требованиям ВАК как научно-квалификационная работа и соответствует критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук в соответствии с пунктами 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней (утверждено Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 в действующей редакции). На основании выполненных автором исследований в области неорганической и физической химии решена научная задача, имеющая значение для развития фундаментальных и прикладных аспектов получения пористых наносплавов, ее автор, Попов Антон Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальностям 1.4.4. Физическая химия и 1.4.1. Неорганическая химия. Диссертационная работа обсуждена, и отзыв утвержден на научном семинаре Института химии твердого тела и механохимии СО РАН (протокол № 2021-012 от 15 декабря 2021 г.)

Соискатель имеет 22 опубликованные работы, в том числе 20 по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 статьи. Все статьи опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертационных исследований, и индексируемых базами данных Web of Science и Scopus. Общий объем опубликованных работ составляет 62 стр. (7.75 печ. л., авторский вклад – 4.2 печ. л.). Недостоверные сведения об опубликованных автором диссертации работах отсутствуют.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Popov A.A., Shubin Yu.V., Plyusnin P.E., Sharafutdinov M.R., Korenev S.V. Experimental redetermination of the Cu–Pd phase diagram // Journal of Alloys and Compounds. – 2019. – V. 777. – P. 204-212.

2. Bauman Y.I., Mishakov I.V., Rudneva Y.V., Popov A.A., Rieder D., Korneev D.V., Serkova A.N., Shubin Y.V., Vedyagin A.A. Catalytic synthesis of segmented carbon filaments via decomposition of chlorinated hydrocarbons on Ni-Pt alloys // Catalysis Today. – 2020. – V. 348. – P. 102-110.

3. Popov A.A., Shubin Yu.V., Bauman Yu.I., Plyusnin P.E., Mishakov I.V., Sharafutdinov M.R., Maksimovskiy E.A., Korenev S.V., Vedyagin A.A. Preparation of porous Co-Pt alloys for catalytic synthesis of carbon nanofibers // Nanotechnology. – 2020. – V. 31. – N. 39. – P. 495604.

4. Popov A.A., Varygin A.D., Plyusnin P.E., Sharafutdinov M.R., Korenev S.V., Serkova A.N., Shubin Yu.V. X-ray diffraction reinvestigation of the Ni–Pt phase diagram // Journal of Alloys and Compounds. – 2022. – V. 891. – P. 161974.

На диссертацию и автореферат диссертации поступило 6 отзывов. Все отзывы **положительные**, четыре – с замечаниями. Отзывы поступили от: **д.т.н. Волкова Алексея Юрьевича**, заведующего лабораторией прочности ФГБУН «Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук», **к.т.н. Заварухина Сергея Григорьевича**, научного сотрудника Инжинирингового центра ФГБУН

«Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук», **к.т.н. Ильяшевича Виктора Дмитриевича**, ведущего научного сотрудника НТЦ ОАО «Красцветмет», **к.х.н. Матвиенко Александра Анатольевича**, старшего научного сотрудника Лаборатории химии твердого тела ФГБУН «Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН», **к.х.н. Симонова Павла Анатольевича**, старшего научного сотрудника отдела физико-химических методов исследования ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук», **к.х.н. Домонова Д.П.**, старшего научного сотрудника Лаборатории порошковой металлургии № 27 ФГБУН ИХТРЭМС Кольского научного центра РАН.

Замечания к автореферату носят уточняющий и рекомендательный характер и не ставят под сомнение достоверность результатов и выводов исследования. В основном, они относятся к терминологии и способу представления экспериментальных данных. Критические замечания сводятся к следующему: в автореферате отсутствует описание микроструктуры пористого металла в системе Ni-Pt; в выводе За утверждается: «Установлено, что образование упорядоченной фазы CuPd протекает по механизму зарождения и роста». На самом деле, это было установлено Сюткиным Н.Н. и Телегиным А.Б. на основе электронно-микроскопических исследований ранних стадий упорядочения сплава Cu-40ат.%Pd и опубликовано в ФММ, 1982 г. Было бы правильнее, дополнить эту фразу словами: «В исследованных наносплавах CuPd установлено, что...»; в автореферате отсутствует сравнение изученных образцов с существующими катализаторами, используемыми в рассматриваемых каталитических процессах; из формулировки «образование двумерной длиннопериодической структуры в равновесных условиях не зафиксировано» не совсем понятно: существующая фазовая диаграмма системы Cu-Pd нуждается в уточнении или в исследованных пористых наносплавах 2D-LPS не обнаружена? Все отзывы заканчиваются выводом, что диссертационная работа Попова Антона Александровича **полностью соответствует** требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, ее автор, Попов А.А., заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальностям 1.4.4. Физическая химия и 1.4.1. Неорганическая химия.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью данных экспертов в области неорганической и физической химии, а именно в области синтеза неорганических материалов, исследования фазовых превращений и равновесий, каталитических процессов разложения углеводородов, подтверждается наличием публикаций оппонентов и сотрудников ведущей организации в данной области исследований.

Назначение двух научных руководителей связано с тем, что содержание работы соответствует двум научным специальностям, часть работы, посвященная физико-химическому анализу сплавов выполнена под руководством д.х.н. Шубина Ю.В. (специальность 1.4.4. Физическая химия), а синтез комплексов-предшественников и сплавов осуществлен под руководством к.х.н. Плюснина П.Е. (специальность 1.4.1. Неорганическая химия).

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны методики синтеза сверхструктурно-упорядоченных и неупорядоченных пористых наносплавов Co-Pt, Cu-Pd, Ni-Pt;

изучены процессы формирования пористых сплавов и сверхструктурного упорядочения в изучаемых системах;

получены равновесные данные, позволившие уточнить диаграммы состояния систем Cu-Pd и Ni-Pt;

исследована каталитическая активность пористых сплавов Co-Pt, Ni-Pt различного состава и кристаллического строения в реакциях разложения углеводородов с образованием УНВ;

показано, что добавление платины к кобальту и никелю приводит к повышенной каталитической активности катализатора;

обнаружено, что продукт, образующийся на промежуточной стадии реакции разложения этилена в присутствии водорода на катализаторе Ni-Pt, и состоящий из частиц сплава, закрепленных в массиве углеродных волокон, обладает высокой каталитической активностью в реакции электрохимического выделения водорода;

продемонстрирована повышенная активности сплава Cu-Pd в реакции окисления CO по сравнению с активностью индивидуальных металлов.

Теоретическая значимость исследования обусловлена тем, что:

разработаны методики получения пористых наносплавов Co-Pt, Cu-Pd, Ni-Pt, которые могут быть применены для синтеза пористых наносплавов в других биметаллических системах;

получены данные о фазовых равновесиях в изученных системах, которые могут служить основой для проверки работоспособности теоретических моделей.

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

приведенные в работе уточненные диаграммы состояния Cu-Pd и Ni-Pt могут быть **использованы** при выборе условий получения сплавных материалов с желаемым фазовым составом;

выявлена высокая каталитическая активность пористых сплавов Co-Pt и Ni-Pt в реакции разложения углеводородов с образованием УНВ с высокой удельной поверхностью;

получены данные о морфологических характеристиках получаемого углеродного материала, которые позволяют рассматривать его в качестве носителя для катализаторов и компонента для приготовления других материалов;

продемонстрировано, что частичное замещение палладия медью приводит к повышению активности сплавного катализатора в реакции окисления CO, что расширяет перспективы использования биметаллических катализаторов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила что: достоверность представленных результатов подтверждается согласованностью данных, полученных разными физико-химическими методами. Публикации в рецензируемых международных журналах подтверждают значимость основных результатов работы.

Личный вклад соискателя состоит в синтезе всех комплексов-предшественников и биметаллических сплавов, исследований полученных образцов методом РФА. Электрохимические испытания выполнены лично автором работы. Автор принимал непосредственное участие в изучении фазовых превращений *in situ* с использованием высокотемпературной методики РФА, а также в интерпретации и анализе данных других физико-химических методов исследований и результатов каталитических испытаний. Планирование экспериментов, постановка задач, решаемых в диссертации, обобщение

полученных результатов осуществлялись совместно с научными руководителями. Подготовка научных статей к печати проводилась совместно с соавторами.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: при исследовании электрокаталитической активности композитов Ni-Pt/C_{УНВ} не контролировалась возможность окисления поверхности металла, не исследовалась морфология поверхности катализаторов.

Соискатель Попов А.А. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и пояснил, что композиты получали в атмосфере водорода, что исключает возможность окисления, исследование морфологии поверхности не являлось задачей диссертационного исследования.

На заседании 2 марта 2022 г., протокол № 4, диссертационный совет принял решение: за разработку методики синтеза пористых наносплавов Co-Pt, Cu-Pd, Ni-Pt и проведенное систематическое исследование их физико-химических и каталитических свойств, что расширило перспективы использования пористых сплавов в качестве катализаторов и внесло существенный вклад в развитие неорганической химии; а также, за изучение фазовых равновесий в сплавах Cu-Pd и Ni-Pt, имеющее значение для развития физической химии и материаловедения, присудить Попову Антону Александровичу ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 29 (двадцать девять) человек, из них 13 (тринадцать) докторов наук по специальности 1.4.4. Физическая химия и 9 (девять) докторов наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия, участвовавших в заседании, из 33 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 29 (двадцать девять), против – 0 (нет), недействительных бюллетеней – 0 (нет).

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

Федин Владимир Петрович

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

Потапов Андрей Сергеевич

02 марта 2022 г.

