

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Траскина Владимира Юрьевича на диссертационную работу Загайнова Игоря Валерьевича «Синтез и каталитические свойства мезопористых наноматериалов на основе  $\text{CeO}_2$ », представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – Неорганическая химия в диссертационный совет Д 002.060.04 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук.

Тема работы И.В. Загайнова безусловно является актуальной, поскольку лежит в русле современного развития одного из важнейших и интереснейших направлений науки и техники XXI века – исследований нанодисперсного состояния вещества. Особое внимание уделяется в последнее время мезопористым нанокристаллическим материалам, представляющим собой весьма перспективный тип наносистем, находящих широкое применение, в частности, в катализе, – что и послужило мотивацией данной работы.

Выбор главного объекта исследования – диоксида церия – обоснован во вводной части диссертации. При этом автор сразу же лаконично конкретизирует постановку работы, сообщая читателю, чем именно интересен диоксид церия, какими преимуществами обладает его мезопористая структура, как ее получают и чем хорош золь-гель метод, который до сих пор мало практиковался с использованием смешанно лигандных  $\beta$ -дикетонатных промежуточных соединений с определенным координационным окружением.

Цель работы и конкретные пути ее решения сформулированы вполне внятно. Относительно научной новизны: ни в проанализированных автором работах, ни в тех немногих, которые остались вне его поля зрения, не содержится информации, которая поставила бы научную новизну под сомнение. О практической значимости работы в 1-м пункте говорится излишне осторожно: «1. Полученные мезопористые порошки  $\text{CeO}_2$  и  $\text{CuO-CeO}_2$  могут быть применены в качестве высокоэффективных катализаторов процесса окисления CO при 350-400 и 55-65°C, соответственно», а второй пункт («2. Разработаны оригинальные способы направленного синтеза...») носит скорее фундаментальный характер. Впрочем, это говорит больше о скромности автора, чем об узости его кругозора: судя по литературному обзору, он прекрасно осведомлен и о других возможностях. Что касается выводов, они почти дублируют раздел «Научная новизна», – чего избежать, наверно, было невозможно.

Основное содержание работы опубликовано в 4 статьях в рецензируемых журналах, 4 статьях в сборниках трудов научных мероприятий и 19 тезисах докладов на

российских и международных конференциях. Получено положительное решение о выдаче 1 патента РФ.

Все приведенные обязательные резюмирующие разделы (актуальность, цель, постановка задач, научная новизна, выводы) сформулированы достаточно четко и конкретно и полностью соответствуют основным разделам автореферата и диссертации.

Список цитируемых публикаций состоит из 225 наименований; литературный обзор занимает 36 страниц (около 25 % текста) и состоит из пяти основных разделов. Библиографический материал изложен лаконично и компетентно; некоторые неизбежные лакуны не нарушают общего впечатления о добротности и полноте представленного обзора, который к тому же хорошо скомпонован. Пожалуй, недостаточно структурирована часть, в которой автор рассматривает физико-химические свойства диоксида церия и способы его получения, – вперемешку излагается материал, относящийся к  $\text{CeO}_2$  в любом виде и в нанокристаллическом состоянии. Дальше все становится на свои места, когда автор переходит к описанию методов получения наноматериалов ( $\text{CeO}_2$  и  $\text{CuO-CeO}_2$ ) и их применений, главным образом в качестве катализаторов. В конце обзора весьма развернуто сформулирована постановка задачи исследования.

Экспериментальная часть делится на описание синтеза нанокристаллических оксидов и исследования их свойств. Первый раздел занимает всего четыре страницы, но несмотря на его краткость, следует отметить скрупулезный стиль изложения всех деталей экспериментов, позволяющий воспроизвести при желании любую из описанных процедур. Одним из бесспорных достоинств работы является использование автором обширного арсенала (около десятка) современных методов исследования: рентгенофазового анализа; термогравиметрического и дифференциального сканирующего калориметрического анализа; измерения удельной поверхности и пористости порошкообразных образцов по методу низкотемпературной адсорбции азота; сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии; инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье; ядерного магнитного резонанса на ядрах  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$ ; матричной лазерной десорбционной ионизационной времяпролетной масс-спектрометрии; рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии; наконец, измерения каталитической активности полученных образцов в реакции окисления  $\text{CO}$  в проточном микрореакторе. Создается впечатление, что автор хорошо владеет перечисленными методами и квалифицированно интерпретирует получаемые результаты.

Естественно, центральная глава работы – анализ полученных экспериментальных данных, занимающий около 50 страниц. Глава состоит из трех частей, в которых обсуждается структура и морфология мезопористого нанокристаллического диоксида



церия в зависимости от природы исходной соли, стабилизатора и режима обработки, затем автор переходит к описанию структуры и морфологии мезопористых нанокристаллических медно-цериевых оксидных композитов, и наконец, излагает результаты определения каталитической активности  $\text{CeO}_2$  и  $\text{CuO-CeO}_2$  в реакции окисления CO кислородом. Результаты, которые автор считает важнейшими, четко сформулированы в выводах.

При ознакомлении с диссертационной работой И.В. Загайнова возникает ряд **вопросов и замечаний**.

1. Недочетов оформления мало; опечатки встречаются редко в основном тексте, но, к сожалению, чаще в списке литературы (неточное написание фамилий авторов и т.д.).
2. В литературный обзор следовало бы добавить ряд работ: диссертацию N.J. Lawrence "Synthesis and Catalytic Activity of Nanostructured Cerium Oxide" (интересны данные о зависимости каталитической активности  $\text{CeO}_2$  от концентрации анионных вакансий); работу A. Mishra и др., где сравниваются разные методы получения катализаторов  $\text{CuO-CeO}_2$ ; с другой стороны, очень спорная работа [214] заслуживала бы если не исключения из списка, то гораздо более критического разбора (см. ниже п.4).
3. Общее замечание о работе: наблюдается некоторая диспропорция между колоссальным объемом данных, полученных на разнообразнейших образцах (кстати, таблицы 2 – 5 в диссертации и 1 – 2 в автореферате перегружены: расшифровки обозначения X-XX-xx хватило бы без лишних столбцов), и интерпретацией этих данных. Впрочем, «первоначальное накопление» оправдано, если относиться к работе как к началу большого цикла исследований.
4. Стр. 59: рассуждения о вязкости и диэлектрической проницаемости метанола и этанола со ссылкой на маргинальную работу [214] не очень серьезны.
5. Данные по воздействию термоудара при  $500^\circ\text{C}$  требуют дальнейшего анализа. Вряд ли корректно говорить о локальном временном понижении температуры за счет испарения; к тому же, не совсем ясно, почему капиллярное стягивание должно работать по-разному в разных образцах.

Тем не менее, даже с учетом высказанных замечаний, следует отметить, что рассматриваемая диссертация по своему объему, теоретическому и практическому уровню, новизне, достоверности и важности полученных результатов соответствует паспорту специальности ВАК «Неорганическая химия» и требованиям п. 9 «Положения о

порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842. Она, несомненно, может быть оценена как научно-квалификационная работа, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для неорганической химии, а также изложены научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны. Автор работы, Загайнов Игорь Валерьевич, безусловно, заслуживает присвоения ему искомой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – Неорганическая химия. Автореферат и опубликованные работы отражают содержание диссертации.

Официальный оппонент

ведущий научный сотрудник кафедры коллоидной химии  
химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова  
кандидат химических наук

*В.Ю. Траскин*  
11.02.2014

В.Ю. Траскин

Декан Химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова  
академик РАН, профессор



*В.В. Лунин*

В.В. Лунин