

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Либерман Елены Юрьевны «Синтез, структура и каталитические свойства нанодисперсных церийсодержащих композиций», представленной на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 05.17.01 Технология неорганических веществ

Церийсодержащие материалы применяются в качестве катализаторов, носителей или их компонентов в различных природоохранных технологиях: низкотемпературное окисление CO, окисление летучих органических веществ и сажи, окислительная деструкция органических соединений, очистка автомобильных выбросов и др. Российскими и зарубежными учеными проведен большой объем работ, касающихся исследования синтеза, структуры, дисперсных и каталитических свойств флюоритоподобных церийсодержащих твердых растворов. Однако имеющие в литературных источниках данные неоднозначны и противоречивы, что вызывает необходимость проведения дополнительных исследований. Диссертационная работа Либерман Е.Ю. посвящена проблемам синтеза многокомпонентных твердых растворов на основе кристаллической решетки диоксида церия для их дальнейшего применения в каталитических процессах в качестве катализаторов или носителей активных компонентов – Pt, Pd, Ru, Au, Ag, что несомненно является актуальным.

Научная новизна работы заключается в развитии теоретических положений синтеза флюоритоподобных церийсодержащих композиций, позволяющих контролировать структуру, дефектность, дисперсные, текстурные характеристики и каталитические свойства в окислительно-восстановительных процессах путем проведения изо- и гетеровалентного допирования. Впервые проведены исследования синтеза Pd-Ag/CeO<sub>2</sub> с применением в качестве предшественника гетеровалентного карбоксилатного комплекса PdAg<sub>2</sub>(OAc)<sub>4</sub>(HOAc)<sub>4</sub>. Изучено влияние воздействия  $\gamma$ -излучения на активность Pd/CeO<sub>2</sub> в реакции окисления CO. Установлена корреляция каталитической активности твердых растворов M<sub>0,1</sub>Zr<sub>0,18</sub>Ce<sub>0,72</sub>O<sub>2- $\delta$</sub> , где M = Pr-Lu в реакции окисления CO от ионного радиуса допанта. Исследован эффект сильного взаимодействия металл-носитель для каталитических композиций M/Pr<sub>0,1</sub>Zr<sub>0,18</sub>Ce<sub>0,72</sub>O<sub>2- $\delta$</sub> , где M – Pt, Pd, Ru. Определены области формирования бинарных флюоритоподобных твердых растворов Sn<sub>x</sub>Ce<sub>1-x</sub>O<sub>2</sub> и Mn<sub>x</sub>Ce<sub>1-x</sub>O<sub>2</sub>.

Проведенные автором исследования церийсодержащих композиций имеют практическое значение для разработки новых и совершенствования существующих катализаторов очистки газовых смесей. Синтезированные катализаторы M/Pr<sub>0,1</sub>Zr<sub>0,18</sub>Ce<sub>0,72</sub>O<sub>2- $\delta$</sub> , где M – Pt, Pd, Ru могут применяться в реакциях окисления CO, метана, сажи и CO+NO. Предложен катализатор Au/Pr<sub>0,1</sub>Zr<sub>0,18</sub>Ce<sub>0,72</sub>O<sub>2- $\delta$</sub>  низкотемпературного окисления CO, в котором содержание активного компонента составляет 0,05 мас.%. Разработана методика синтеза твердых растворов Sn<sub>x</sub>Ce<sub>1-x</sub>O<sub>2</sub>. Разработан способ получения на основе ВПЯМ с нанесенным каталитически активным покрытием Pr<sub>0,1</sub>Zr<sub>0,18</sub>Ce<sub>0,72</sub>O<sub>2- $\delta$</sub> .

При выполнении работы автором использованы современные методы физико-химического анализа: энергодисперсионный анализ, рентгенофазовый анализ, ELNES, ИК-спектроскопия, XANES, EXAFS, просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС), ДТА/ДСК, масс-спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS), газовая хроматография.

Полученные результаты работы опубликованы в 31 научной статье, из которых в журналах, индексируемых международными базами Scopus и Web of Science, - 18, в журналах из числа рекомендованных ВАК – 13. Автором получено 2 патента РФ. Диссертаци-

онная работа прошла апробирована на российских и международных научных конференциях.

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. На взгляд рецензента выбор допантов не достаточно обоснован.
2. Высказанная гипотеза об образовании на поверхности катализатора твердого раствора  $Pd_xCe_{1-x}O_{2-\delta}$  не подкреплена литературными данными или экспериментальными данными автора.
3. В плане фундаментальных исследований, на взгляд рецензента, было бы важно исследовать твердые растворы  $Sn_xCe_{1-x}O_2$  в качестве носителей, а также термическую стабильность системы  $SnO_2-CeO_2$ .

Высказанные замечания носят частный характер и не ставят под сомнение достоверность экспериментальных, а также корректность выводов.

Рассмотренная диссертация соответствует требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева», утвержденного приказом ректора № 1523ст от 17.09.2021 г., предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор – Либерман Елена Юрьевна – заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 05.17.01 Технология неорганических веществ.

Доктор химических наук, чл.-корр. РАН,  
Заведующий лабораторией  
металлокомплексного катализа  
ФГБУН ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН  
119991, Москва, Ленинский пр., д.31  
[gekhman@mail.ru](mailto:gekhman@mail.ru)  
Тел. +7 916 137 05 29

  
Гехман А.Е.  
17.01.2022

