

Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 3

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.616.21.0036

Тема: «Дизайн наноматериалов на основе никель-содержащих оксидов церия-циркония путём непрерывного синтеза в сверхкритической среде: управление каталитическими свойствами»

Приоритетное направление: Индустрия наносистем (ИН)

Критическая технология: Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов

Период выполнения: 24.08.2015 - 30.06.2017

Плановое финансирование проекта: 27.00 млн. руб.

Бюджетные средства 13.50 млн. руб.,

Внебюджетные средства 13.50 млн. руб.

Получатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук

Иностраный партнер: Institut de Chimie et Procédés pour l'Énergie, l'Environnement et la Santé

Ключевые слова: Дизайн нанокатализаторов, наноструктурированные смешанные оксиды церия-циркония, никель на смешанных оксидах; непрерывный синтез в сверхкритических спиртах; углекислотная конверсия метана

1. Цель проекта

Задачей проекта является создание научных основ технологии непрерывного многостадийного синтеза в сверхкритических спиртах наноматериалов на основе смешанных оксидов церия-циркония с нанесенным металлическим никелем Ni/CeO₂-ZrO₂ с контролируемыми параметрами, такими, как: размер частиц смешанного оксида, его структура, кислородная подвижность, высокая дисперсность никеля и его сильное взаимодействие с носителем.

Целью третьего этапа работ является проведение исследований по характеристике свежеприготовленных экспериментальных образцов наноструктурированных церий-циркониевых смешанных оксидных материалов с нанесенным никелем (Ni/Ce-Zr-O): фазового состава, размера частиц, структуры, объема/поверхности, дефектов решетки, текстурных характеристик, концентрации и реакционной способности активных центров поверхности, с использованием комплекса физико-химических методов (рентгенофазовый анализ (РФА), просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения (ПЭМ) с элементным анализом (EDX спектрометр), ИК-спектроскопия, EXAFS (СПТСРП), спектроскопия протяжённой тонкой структуры рентгеновского поглощения), малоуглового (SAXS), и широкоугольного (WAXS) рентгеновского рассеяния. Проведение дополнительных патентных исследований в соответствии ГОСТ Р 15.011-96 на тему «Способы синтеза наноструктурированных материалов на основе оксидов церия и циркония как катализаторов для процесса конверсии метана».

2. Основные результаты проекта

Разработана методика по определению состояния и дисперсности Ni в наноструктурированных церий-циркониевых смешанных оксидных материалов с использованием методов просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии (ПЭМ и СЭМ). Разработана методика определения доступных для катализа атомов Ni после различных предобработок и контакта с реакционной смесью в наноструктурированных церий-циркониевых смешанных оксидных материалов с нанесенным никелем методом хемосорбции. Проведены исследования по характеристике свежеприготовленных экспериментальных образцов наноструктурированных церий-циркониевых смешанных оксидных материалов с нанесенным никелем (Ni/Ce-Zr-O): фазовый состав, размер частиц, структура, объема/поверхности, дефекты решетки, текстурные характеристики, концентрация и реакционная способность активных центров поверхности, с использованием комплекса физико-химических методов (рентгенофазовый анализ (РФА), просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения (ПЭМ) с элементным анализом (EDX спектрометр), ИК-спектроскопия, EXAFS (СПТСРП), спектроскопия протяжённой тонкой структуры рентгеновского поглощения), малоуглового (SAXS), и широкоугольного (WAXS) рентгеновского рассеяния. Разработана методика определения подвижности и прочности связи кислорода, на поверхности

наноструктурированных церий-циркониевых смешанных оксидных материалов с нанесенным никелем (Ni/Ce-Zr-O) с использованием уникального оборудования по изотопному обмену и микрокалориметрической установки. Проведены дополнительные патентные исследования в соответствии ГОСТ Р 15.011-96 на тему «Способы синтеза наноструктурированных материалов на основе оксидов церия и циркония как катализаторов для процесса конверсии метана». Иностранным партнером проведены исследования по определению удельной площади поверхности и пористой структуры экспериментальных образцов наноматериалов Ni/Ce-Zr-O с использованием метода БЭТ (Брунауэра-Эммета-Теллера) по данным термодесорбции Ag и методом изотерм адсорбции-десорбции азота. Проведены исследования по определению количества и реакционной способности углеродистых отложений с использованием метода температурно-программированного окисления экспериментальных образцов наноструктурированных церий-циркониевых смешанных оксидных материалов с нанесенным никелем после реакции углекислотной конверсии метана. Проведены исследования по определению фазового состава экспериментальных образцов наноструктурированных церий-циркониевых смешанных оксидных материалов с нанесенным никелем (Ni/Ce-Zr-O) после реакции углекислотной конверсии метана методом комбинационного рассеяния. Проведены исследования экспериментальных образцов наноструктурированных церий-циркониевых смешанных оксидных материалов с нанесенным никелем (Ni/Ce-Zr-O) после контакта с реакционной средой для определения наличия и характера углеродистых отложений, а также размера наночастиц Ni с использованием метода просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения. Все результаты полученные в рамках выполнения 3 этапа проекта являются новыми и оригинальными. Проведенные эксперименты соответствуют мировому уровню. Полученные результаты полностью соответствуют целям и задачам поставленным в проекте.

3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки

На третьем этапе ПНИ не было предусмотрено создание РИД.

4. Назначение и область применения результатов проекта

Результаты, полученные в ходе выполнения третьего этапа, являются заделом для проведения работ на следующих этапах ПНИ, а также фундаментальной научной базой для дальнейших прикладных исследований по созданию активных и стабильных катализаторов на основе оксидов церия-циркония с нанесенным никелем для углекислотной конверсии метана.

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

Проект направлен на решение проблемы создания высокоэффективных и стабильных к зауглероживанию катализаторов реакции углекислотной конверсии метана (УКМ), являющейся одной из самых перспективных реакций зеленой химии, позволяющей превратить парниковые газы в ценное химическое сырье, а также эффективные безотходные технологии их широкомасштабного производства.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

Определение возможности коммерциализации результатов ПНИ планируется на заключительном этапе. Полученные результаты данного проекта в области энергетики могут быть основой для дальнейших практических исследований, направленных на использование в промышленности, энергетике и химико-технологическом комплексе. Коммерциализация результатов проектом не предусмотрена.

7. Наличие соисполнителей

Соисполнители отсутствуют.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения
Российской академии наук

и. о. директора

(должность)

Камолкин И.А.

(подпись)

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работ по проекту

заведующий лабораторией

(должность)

Садыков В.А.

(подпись)

(фамилия, имя, отчество)

М.П.