



Исследования и разработки
Москва 2016

Приоритетное направление:
Индустрия наносистем
Программное мероприятие: 2.2.

Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014—2020 годы»

Соглашение №14.616.21.0041 от 09.10.2015 на период 2015 - 2017 гг.
Тема: Нанокатализаторы для конверсии CO₂ в ценные продукты в сверхкритических условиях
Руководитель проекта: профессор, д.х.н Л.М. Кустов

Получатель субсидии

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук

Индустриальный партнер

Индустриального партнера нет. В работе принимает участие иностранный партнер - Институтом исследований в области катализа и окружающей среды, Лион, Франция (Institute de recherches sur la catalyse et l'environnement de Lyon CNRS), которым были выполнены следующие работы:
- Исследование монометаллических нанокатализаторов в процессе конверсии CO₂ в амиды и сложные эфиры.
- Оптимизация условий процессов конверсии CO₂ в амиды и сложные эфиры на монометаллических катализаторах.

Ожидаемые результаты проекта

- (1) Будет разработана методология получения наноразмерных катализаторов конверсии CO₂ в ценные продукты
- (2) Будут исследованы процессы конверсии CO₂ в CO, CH₄, CH₃OH, карбоновые кислоты, пропиленкарбонат в сверхкритическом CO₂.
- (3) Будет проведено спектральное исследование наноразмерных катализаторов конверсии CO₂
- (4) Будет разработан высокоэффективный прототип промышленного катализатора гидрирования CO₂, не содержащего благородных металлов или содержащего экстремально низкое количество критических металлов (менее 0.1%) и проведена его оценка.

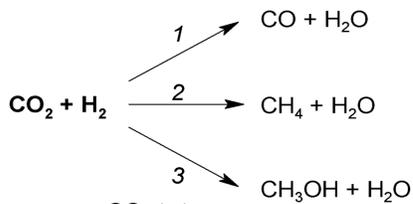
Цели и задачи проекта

- Цели работы:
- Разработка методологии получения нанокатализаторов конверсии CO₂.
 - Разработка основ технологии конверсии CO₂ в сверхкритических условиях.
 - Оценка эффективности нанокатализаторов в процессах восстановления CO₂, карбоксилирования и других процессах конверсии CO₂.
- Задачи: (1) Разработка методологии получения наноразмерных катализаторов конверсии CO₂ в ценные продукты, (2) Исследование процессов конверсии CO₂ в CO, CH₄, CH₃OH, карбоновые кислоты, пропиленкарбонат в сверхкритическом CO₂, (3) Характеризация наноразмерных катализаторов спектральными методами, (4) Разработка и оценка прототипа промышленного катализатора

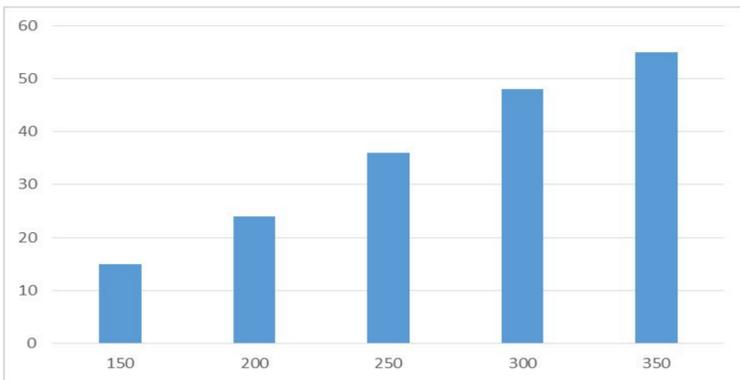
Перспективы практического использования

Разработанные катализаторы и процессы могут быть использованы как прототипы промышленных катализаторов гидрирования CO₂ и процессов образования связей C-C и C-гетероатом с участием CO₂ в качестве субстрата. По результатам проекта будут подготовлены коммерческие предложения для компаний, использующих катализаторы для процессов гидрирования CO₂ и получения карбоновых кислот, формамида и других продуктов с участием CO₂, в том числе, Сибур, Lanxess, Shewa Denko, Mitsubishi, Нефтекамскнефтехим. Полученные патенты могут быть предложены в лицензию указанным компаниям.

Текущие результаты проекта



Зависимость конверсии CO₂ (%) от температуры для рутениевого катализатора при соотношении H₂:CO₂ = 2 : 1.



Сравнение каталитической активности катализаторов состава 15%Co/MIL-53(Al), приготовленных термическим, СВЧ и СВЧ-in-situ методами, в гидрировании CO₂ в стандартных выбранных условиях (300°C, 80 атм, соотношение CO₂ : H₂ = 1 : 2).

Катализатор	Конверсия CO ₂ при 300°C, %	Селективность по CO при указанной конверсии, %
15%Co/MIL-53(Al)-термо	14	88
15%Co/MIL-53(Al)-СВЧ	18	92
15%Co/MIL-53(Al)-СВЧ-in-situ	21	94

1. Синтезирована серия монометаллических нанокатализаторов путем целенаправленного и регулируемого инкапсулирования наночастиц в специально выбранные и разработанные мезопористые матрицы, включая мезопористые силикаты (модифицированные MCM-41, SBA-15) и металл-органические каркасные структуры (metal organic frameworks, MOFs) с контролем размера пор методов инкапсулирования, предотвращающих потери активных компонентов в результате смыва (leaching).
2. Синтезированные монометаллические нанокатализаторы исследованы спектральными методами (микроскопии, ИКСДР, РФЭС).
3. Проведена оптимизация состава монометаллических нанокатализаторов для процесса гидрирования CO₂.
4. Проведена оптимизация условий получения монометаллических нанокатализаторов гидрирования CO₂.
5. Разработана методика получения оптимальных монометаллических нанокатализаторов гидрирования CO₂. Таким образом, способом пост-синтетического модифицирования были получены серия новых нанокатализаторов, представляющие собой наночастицы палладия, кобальта и золота, локализованные в матрицах мезопористых силикатов MCM-41 и SBA-15, а также металл-органических каркасов MOF различной пористой структуры, состава и топологии. Их структурная характеристика была проведена методом рентгенофазового анализа (РФА). Всего было получено 16 образцов нанокатализаторов. Иностраным партнером были выполнены следующие работы:
- Исследование монометаллических нанокатализаторов в процессе конверсии CO₂ в амиды и сложные эфиры.