


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ХИМИИ
Кафедра органической и экологической химии

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ В ГЭК
Заведующий кафедрой

канд. техн. наук, доцент

 Г. Н. Шигабаева

20.06 2023 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
магистерская диссертация

СЕЛЕКТИВНОЕ ГИДРИРОВАНИЕ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В
ПРИСУТСТВИИ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСОВ
МЕТАЛЛОВ Co, Ni, Cu НА МЕЗОПОРИСТОЙ ПОДЛОЖКЕ

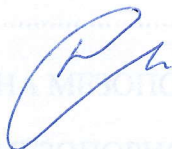
04.04.01 Химия

Магистерская программа «Химия нефти и экологическая безопасность»

Выполнила работу
студентка 2 курса
очной формы обучения

Руководитель: зав.кафедрой
органической и экологической химии,
к.т.н., доцент

Консультант: ведущий научный
сотрудник лаборатории теории и
оптимизации химических и
технологических процессов, к.х.н.



Полякова Кристина
Сергеевна

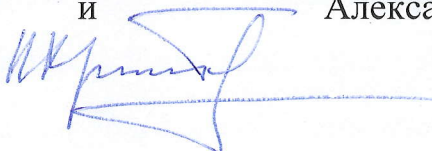


Шигабаева Гульнара
Нургаллаевна



Елышев Андрей
Владимирович

Рецензент: к.х.н., доцент, профессор
кафедры неорганической
и физической химии



Хритохин Николай
Александрович

Тюмень
2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ПРИМЕНЕНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ В КАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ.....	6
1.1. ПРОЦЕСС МЕТАНИРОВАНИЯ, КАК ВОЗМОЖНЫЙ ПУТЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ CO ₂ . САБАТЬЕ РЕАКЦИЯ	6
1.1.1. КАТАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ ПРОЦЕССА МЕТАНИРОВАНИЯ CO ₂	8
1.1.2. НОСИТЕЛИ ДЛЯ ПРОЦЕССА МЕТАНИРОВАНИЯ CO ₂	9
ГЛАВА 2. МЕЗОПОРИСТЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	12
2.1. МСМ – 41. СТРУКТУРА И СВОЙСТВА	13
2.2. ПУТЬ СИНТЕЗА И МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ МСМ-41.....	14
ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	17
3.1. ОБОРУДОВАНИЕ.....	17
3.2. СИНТЕЗ МСМ-41	27
4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА И ОБСУЖДЕНИЕ	34
4.1. МЕЗОПОРИСТЫЙ МАТЕРИАЛ МСМ-41	34
4.2 МСМ-41 С МЕТАЛЛАМИ.....	38
4.2.1.НИКЕЛЕВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ НА МЕЗОПОРИСТОЙ ПОДЛОЖКЕ	38
4.2.2.МЕДНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ НА МЕЗОПОРИСТОЙ ПОДЛОЖКЕ	42
4.2.3. КОБАЛЬТОВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ НА МЕЗОПОРИСТОЙ ПОДЛОЖКЕ... ..	47
4.3. ИСПЫТАНИЕ МЕЗОПОРИСТЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В ПРОЦЕССЕ СЕЛЕКТИВНОГО ГИДРИРОВАНИЯ	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	57
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	58

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Одной из наиболее актуальных современных проблем при создании новой энергетики с нулевым или сниженным уровнем выбросов CO_2 является разработка высокоэффективных технологий конверсии и аккумуляции энергии для демпфирования суточных и погодных колебаний производства и потребления электроэнергии. Наиболее эффективно применение химических циклов на основе каталитических превращений углекислого газа и водорода.

Ископаемое топливо по-прежнему является одним из основных источников энергии, и его использование привело к выбросам в атмосферу огромного количества парниковых газов, особенно CO_2 . После промышленной революции ежегодные выбросы CO_2 при сжигании топлива значительно возросли с почти нулевого уровня до более чем 35 миллиардов тонн CO_2 в 2022 году [1]. Кроме того, CO_2 считается основной причиной изменения климата, что привело к рекордному увеличению содержания в атмосфере, превышающему 415,7 промилле в среднем по миру [2] и до 419 промилле в отдельных регионах [3]. Если CO_2 продолжит существенно увеличиваться, это приведет к дальнейшему повышению средней мировой температуре.

В последние годы, значительно возросло развитие альтернативных источников энергии, как замена традиционных, которые базируются на сжигании исчерпаемых ресурсов. Однако развитие альтернативных подходов, главным образом, сосредоточено на разработке более чистых источников энергии, таких как ветряные турбины и солнечная энергия и т.д. Проблема возобновляемых источников энергии заключается в непостоянном характере производимой энергии, что приводит к необходимости разработки долгосрочных и крупномасштабных решений по хранению и выработке энергии. Для достижения этой цели, была проложена взаимосвязь между получаемой электроэнергией и переработкой CO_2 в качестве сырья, которое может служить в производства топлива и химикатов (такие как метан,

метанол, этанол, муравьиная кислота и диметилкарбонат и т.д.). Всё это является перспективным подходом, который ведет к общей нейтральной к CO₂ циркулярной экономике и успешному возобновляемому накоплению энергии.

На рис. 2 представлены возможные пути преобразования CO₂ в сочетании с возобновляемыми источниками энергии для устойчивой энергетики.

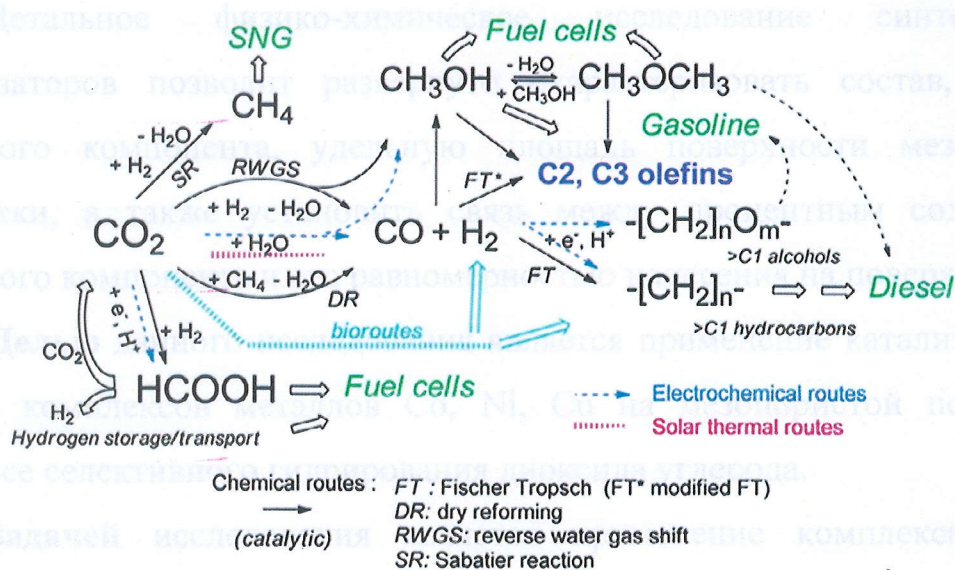


Рис. 2. Возможные пути преобразования CO₂

Наиболее перспективным решением данной задачи является применение каталитических систем на основе мезопористых носителей, в частности – MCM – 41. К настоящему времени опубликовано множество работ, которые посвящены использованию мезопористых материалов в качестве носителей для катализаторов метанирования CO₂ и CO. В основном это и мезопористые материалы типа SBA-15 и MCM-41. Данные носители применяются в каталитических реакциях благодаря их большим размерам пор, развитой удельной поверхностью и интересными текстурными свойствами. Кроме того, MCM-41 известен более высокой термической, механической и химической стойкостью, по сравнению с другими мезопористыми материалами.

При изучении мезопористых каталитических систем, высоко актуальной научной проблемой является выявление связи между процентным содержанием активного компонента и физико-химическими свойствами. Повышение однородности распределения активного компонента по поверхности МСМ – 41 существенно влияет на доступность активного компонента для реагентов, а оптимизация состава и дисперсности активных частиц – на повышение удельной активности в химических процессах.

Детальное физико-химическое исследование синтезируемых катализаторов позволит развернуто охарактеризовать состав, свойства активного компонента, удельную площадь поверхности мезопористой подложки, а также установить связь между процентным содержанием активного компонента и его равномерностью нанесения на поверхности.

Целью данного исследования является применение катализаторов на основе комплексов металлов Co, Ni, Cu на мезопористой подложке в процессе селективного гидрирования диоксида углерода.

Задачей исследования является применение комплекса физико-химических методов для определения состояния активного компонента на мезопористой подложке.

Достоверность определяется применением комплекса физико-химических методов анализа с использованием современного высокотехнологичного оборудования с программным обеспечением.

Личный вклад автора заключается в постановке задач и выборе объектов исследования, а также их синтез и физико – химическое исследование. Результаты, представленные в работе, получены самим автором, либо при его непосредственном участии.