


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 органической и
экологической химии, к.т.н., доцент
 Г.Н. Шигабаева
20 июня 2023г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
магистерская диссертация

**ОЛИГОМЕРИЗАЦИЯ ФУРАНА И ЕГО ГОМОЛОГОВ НА ЦЕОЛИТАХ
РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ**

04.04.01

Магистерская программа «Химия нефти и экологическая безопасность»

Выполнила работу
Студентка 2 курса
Очной формы обучения



Екатерина Сергеевна Матвеевко

Научный руководитель
доктор химических наук



Татьяна Анатольевна Кремлева

Рецензент
к.х.н., младший научный
сотрудник Центра
природовдохновленного
инжиниринга



Тагир Равилевич Кадыров

Тюмень 2023

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. Литературный обзор	6
1.1. Общие сведения о структурных особенностях цеолитов	6
1.2. Влияние коксообразования на активность катализаторов.	9
1.3. Механизм Hydrocarbon pool.....	11
1.4. Процесс каталитически быстрого пиролиза биомассы как альтернативный способ получения углеводородов	13
1.3. Фуран как модельное соединение конверсии биомассы.....	20
Глава 2. Экспериментальная часть	23
Глава 3. Результаты и их обсуждение	29
3.1. Характеристика цеолитов	29
3.2. Продукты олигомеризации фурана и 2-метилфурана на цеолитах	36
3.3. Предполагаемый механизм конверсии фурана/2-метилфурана	47
Выводы	52
Литературные источники.....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ А	59
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	60

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Современные тенденции в мире катализа сосредоточены на поиске наиболее экологичных и эффективных подходов к получению углеводов, а также в нахождении экономически выгодных первичных источников для данных процессов, которые не будут уступать нефти по эффективности в ходе производства конечных продуктов. Ожидается, что преобразование цельной лигноцеллюлозной биомассы или ее составляющих – целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина – в экологически чистое топливо и химикаты будет приобретать все большее значение. Еще одна многообещающая стратегия заключается в преобразовании сложных молекул, содержащихся в биомассе, в базовые химические вещества. Наибольший интерес представляют ароматические соединения, используемые в больших масштабах в химической промышленности. В настоящее время их получают преимущественно из нефти. Молекулы-платформы на биологической основе представляют собой небольшие молекулы, полученные предпочтительно из лигноцеллюлозной биомассы, которые могут быть использованы в качестве строительных блоков для более ценных химических веществ и, таким образом, помогают внедрять альтернативные, устойчивые источники сырья в цепочки синтеза органических веществ. Оксигенированные соединения, такие как фуран, 2-метилфуран и 2,5-диметилфуран, представляют собой пример таких возобновляемых молекул. Понимание механизма олигомеризации фурана может дать представление о том, как разработать цеолитные катализаторы для эффективного использования ресурсов биомассы, а также о возможности варьировать выход олефинов и ароматических соединений.

Цель настоящей диссертационной работы заключается в проведении комплексного исследования возможности осуществления олигомеризации фурана и 2-метилфурана на цеолитных катализаторах и изучении состава

продуктов, образующихся в ходе конверсии. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Ознакомиться с литературными данными о способах осуществления олигомеризации фурана и его производных на цеолитных катализаторах, возможных механизмах, продуктах реакции, влиянии природы катализатора и условий протекания процесса на эффективность процесса;
2. Определить свойства катализаторов: объем элементарной ячейки, размер межпорового пространства, площадь пор и активной поверхности, а также кислотные свойства применяемых катализаторов;
3. Провести олигомеризацию фурана/2-метилфурана на катализаторах HFER, HBEA, HZSM-5, определить состав продуктов;
4. Оценить эффективность превращения и оптимальные условия осуществления процесса олигомеризации фурана/2-метилфурана.

Научная новизна работы. В работе впервые проведено комплексное исследование возможности осуществления конверсии фурана и 2-метилфурана на цеолитных катализаторах разных типов. Структура и свойства катализаторов изучены современными функциональными методами, такими как порошковая рентгеновская дифракция, физическая адсорбция азота, термогравиметрический анализ, инфракрасная спектроскопия. Протекание реакции контролировали с помощью совместного применения методов анализа: пиролитической газовой хроматографии и масс-спектрологии, а также инфракрасной спектроскопии – *in situ*.

Апробация работы и публикации. Результаты, приведенные в данной диссертационной работе, легли в основу научных статей, опубликованных в журналах «Кинетика и катализ» (Q3) и «Катализ в промышленности» (Q4), входящих в базу данных Scopus и Web of Science. Помимо этого, результаты исследования были представлены на следующих конференциях и