

количество флавоноидов, особенно флавонов, могут эффективно хелатировать металлы, такие как Al (III), Fe (II), Fe (III), Cu (II) или Zn (II).

Нами было показано, что кверцетин в водно-этанольных растворах взаимодействует с рением (IV) с образованием соединения желтого цвета. Полученный комплекс имеет полосу максимального поглощения в спектре при  $\lambda = 450$  нм. Были найдены оптимальные условия реакции комплексообразования, установлен состав полученного соединения, соответствующий формуле  $C_{30}H_{20}O_{14}Re$ , и разработана методика определения рения с кверцетином.

Правильность методики была проверена на при помощи метода «введено–найденно». Воспроизводимость характеризовали относительным стандартным отклонением, величина которого не превышала 0,1. Таким образом, разработанная методика характеризуется правильностью и хорошей воспроизводимостью.

Предложенная методика была применена для анализа сплавов на железной основе.

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ И КАТАЛИЗАТОРЫ КОНВЕРСИИ АЛКАНОВ $C_2$ - $C_4$ В ЦЕННЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПРОДУКТЫ**

Восмериков А.В., Восмериков А.А., Восмерикова Л.Н.  
Институт химии нефти Сибирского отделения РАН, Россия, г. Томск  
e-mail: pika@ipc.tsc.ru

Природные углеводородные газы, запасы которых существенно превышают запасы нефти, являются перспективным сырьем для получения синтетических моторных топлив и продуктов нефтехимического синтеза. Поэтому очень важным остается вопрос создания катализаторов и разработка процессов с их использованием, направленных на превращение низших алканов  $C_2$ - $C_4$  в ценные продукты. Целью данной работы является разработка научных основ каталитических процессов превращения компонентов природного и попутного нефтяного газов в ценные химические продукты с использованием новых материалов инициирования химических реакций.

В докладе приводятся результаты многолетних исследований по конверсии алканов  $C_2$ - $C_4$ , как в индивидуальном виде, в частности пропана, так и в газовой смеси на пентасилах, модифицированных активными дегидрирующими компонентами. Рассматривается влияние условий проведения процесса, химического состава катализатора, количества, природы и локализации модифицирующей добавки на показатели процесса конверсии низших алканов в олефиновые и ароматические углеводороды. Обсуждается

механизм превращения низкомолекулярных парафинов на активных центрах различной природы.

Превращение пропана (степень чистоты 99,95 % об.) изучали на стендовой установке проточного типа при атмосферном давлении, температуре реакции 450-650 °С и объемной скорости подачи сырья 500 ч<sup>-1</sup>. Продукты реакции анализировали методом газожидкостной хроматографии с использованием хроматографа «Хроматэк-Кристалл 5000.2». Для оценки каталитической активности образцов определяли степень превращения пропана, выход газообразных и жидких продуктов, а также рассчитывали селективность образования продуктов реакции.

Для исследования процесса превращения пропана в ароматические углеводороды в качестве катализатора использовали цеолит типа ZSM-5 с мольным отношением SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 40, модифицированный методом пропитки цинком, галлием, кадмием и цирконием. Концентрация металлов (Me) в цеолите составляла 3,0 % мас.

Для изучения процесса превращения пропана в олефиновые углеводороды был получен высококремнеземный цеолита типа ZSM-5 с силикатным модулем 100, который модифицировали методом пропитки следующими элементами – магнием, фосфором, рением, хромом. Концентрация металлов (в пересчете на оксид металла) в цеолитном катализаторе составляла 4,0 % мас.

Исходный немодифицированный цеолит проявляет невысокую активность в процессе превращения пропана в ароматические углеводороды. В его присутствии заметное превращение пропана начинается при температуре реакции 450 °С, а при 500 °С и выше происходит образование целевого продукта – ароматических углеводородов. Основными жидкими продуктами превращения пропана на этом катализаторе являются бензол, толуол, этилбензол и изомеры ксилола, а также более высокомолекулярные ароматические соединения, включая нафталин, метил- и диметилнафталины. С ростом температуры процесса происходит увеличение степени превращения пропана и выхода ароматических углеводородов, которые при 600 °С достигают соответственно 99 % и 28,4 %. Проведенные исследования показали, что модифицирование цеолита цирконием не приводит к увеличению конверсии пропана, но повышает ароматизирующую активность катализатора – селективность образования аренов достигает 43,9 %. При добавлении Zn к цеолиту наблюдается повышение общей активности катализатора. В то же время на Zn-содержащем цеолите образуется близкое количество ароматических углеводородов, что и на исходном цеолите. Наиболее низкую активность в процессе ароматизации пропана проявляет Cd-содержащий цеолит. При температуре реакции 600 °С выход ароматических углеводородов на нем составляет 28,3 % при конверсии пропана 81 %, что связано с быстрым уносом промотора из катализатора вместе с продуктами реакции. Максимальное количество ароматических углеводородов при 600 °С образуется в процессе превращения пропана на галлийсодержащем

катализаторе. Выход ароматических углеводородов при 600 °С на нем достигает 47,7 % при полном превращении пропана.

Результаты исследований по влиянию природы модифицирующей добавки на конверсию пропана и селективность образования олефиновых углеводородов представлены на рисунке 1. Видно, что на немодифицированном цеолите при температуре реакции 650 °С выход олефиновых углеводородов составляет всего 12,8 % при конверсии пропана 95 %. Модифицирование цеолита такими металлами как фосфор, магний, рений и хром приводит к повышению селективности катализатора в отношении образования олефиновых углеводородов и снижению конверсии пропана. Так, для Cr-содержащего цеолитного катализатора конверсия пропана снижается до 59 %, при этом селективность образования олефиновых углеводородов увеличивается до 42,4 %, что на 29 % больше, чем на немодифицированном катализаторе. Наибольшей селективностью в отношении образования олефиновых углеводородов из пропана обладает P-содержащий цеолитный катализатор. Конверсия пропана и селективность образования олефиновых углеводородов на данном образце составляют соответственно 46 % и 69,8 %, при этом основная доля приходится на пропилен. Цеолит, модифицированный рением, незначительно отличается по общей каталитической активности от образца, приготовленного с фосфором, но уступает ему по дегидрирующей способности. Mg-содержащий катализатор характеризуется более высокой общей каталитической активностью (конверсия пропана 79 %), но более низкой дегидрирующей активностью (селективность образования олефинов – 32,9 %).

Такое отличие в поведении катализаторов связано с различными функциональными особенностями их активных центров, формирующихся при введении металлов в цеолитную матрицу. Введение в цеолитный катализатор добавок фосфора, магния, рения и хрома приводит к изменению его физико-химических свойств, что способствует снижению скорости протекания вторичных реакций превращения низших алканов и к повышению выхода этилена и пропилена, т.к. они в меньшей степени вступают в дальнейшие взаимодействия, являясь конечными продуктами.

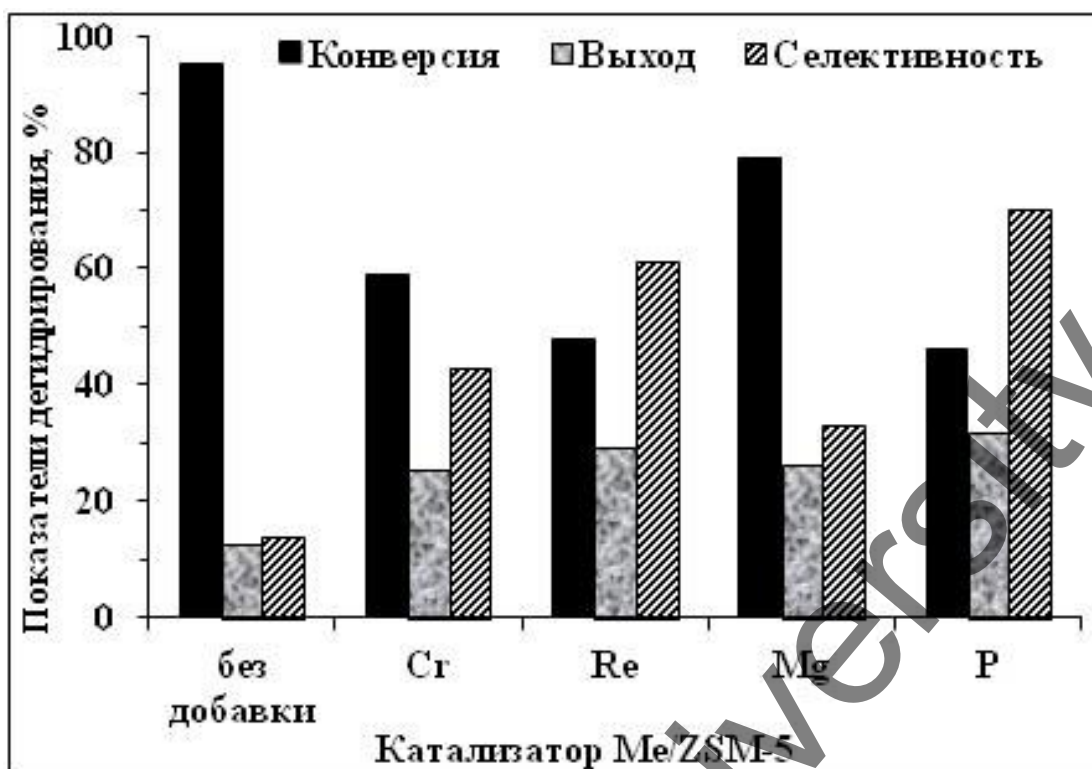


Рисунок 1 – Сравнительные показатели активности модифицированных цеолитных катализаторов в процессе дегидрирования пропана ( $T = 650\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

Таким образом, проведенные исследования показали, что для получения ароматических соединений и олефинов из низших алканов требуются различные по химическому составу каталитические системы и условия проведения реакций. Введение в состав цеолита циркония, галлия и цинка, обладающих значительным промотирующим эффектом, позволяет повысить активность и селективность катализатора в отношении образования ароматических углеводородов. Введение в состав катализатора фосфора, магния, хрома или рения снижает его активность и увеличивает селективность в отношении образования этилена и пропилена, являющихся ценным сырьем для получения соответствующих полимеров, а также различных органических соединений.

## КОЛЛОИДНЫЕ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВ НА ОСНОВЕ СЫВОРОТОЧНОГО АЛЬБУМИНА

Галиева А.Р., Дәрібай А.Т., Жумагалиева Т.С., Тажбаев Е.М.  
 Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова

Перспективными носителями лекарств являются биополимеры, в частности сывороточный альбумин, одной из природных функций которого в организме