

ПРОМОТИРОВАНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ЖЕЛЕЗНОГО КАТАЛИЗАТОРА ПРОЦЕССА ФИШЕРА-ТРОПША ОКСИДОМ АЛЮМИНИЯ

А. Е. Литвинова

Научный руководитель, доцент Е. В. Попок

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время синтез Фишера-Тропша является одним из возможных путей получения высококачественных не содержащих серу моторных топлив из природного газа, а также как к одному из методов утилизации попутного нефтяного газа месторождений удаленных от газотранспортных сетей и газоперерабатывающих заводов. Данный процесс также можно рассматривать как один из возможных путей переработки угля и биомассы после истощения запасов нефти [1].

Поскольку синтез Фишера-Тропша включает себя большое число последовательных и параллельно протекающих реакций и сопровождается значительным экзотермическим эффектом, катализатор процесса должен соответствовать ряду требований:

- низкая селективность в образовании метана и диоксида углерода;
- высокая активность;
- термостабильность;
- низкая цена.

Целью данной работы является исследование каталитической активности ультрадисперсного железного порошка, полученного методом электрического взрыва проводника в газовой среде [2], промотированного гамма оксидом алюминия.

Ультрадисперсный железный порошок промотировался $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (7% масс.) с целью получения каталитической системы с высокой каталитической активностью и селективностью в образовании углеводородов разветвленного строения. Полученные образцы подвергались исследованиям на лабораторной каталитической установке, работающей при повышенном давлении, схема которой представлена на рисунке 1 [3].

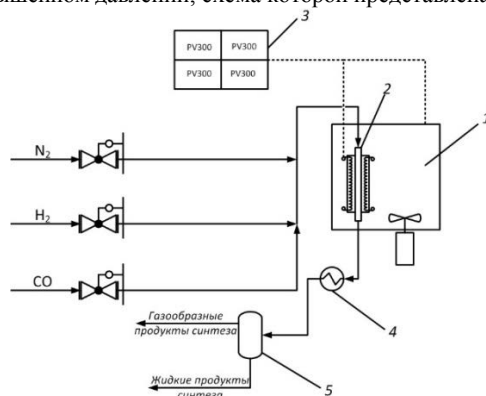


Рис 1. Схема лабораторной каталитической установки: 1 – термошкаф; 2 – реактор; 3 – микропроцессорный регулятор температуры; 4 – продуктный холодильник; 5 – продуктный сепаратор.

Объем загружаемого катализатора в каждом случае составлял 10 см³. Катализатор не подвергался предварительному восстановлению, изначально реактор с загруженным в него образцом прогревался в токе азота до температуры реакции, после чего в реакционную зону подавалась смесь CO и H₂. Для проведения эксперимента были выбраны соотношения реагентов H₂:CO – 2:1; 1,5:1; 1:1. Значение температуры процесса варьировалось в интервале 270–285 °С. Расход CO и H₂ для эксперимента составлял 150 мл/мин. Полученные степени конверсии монооксида углерода представлены на рисунке 2.

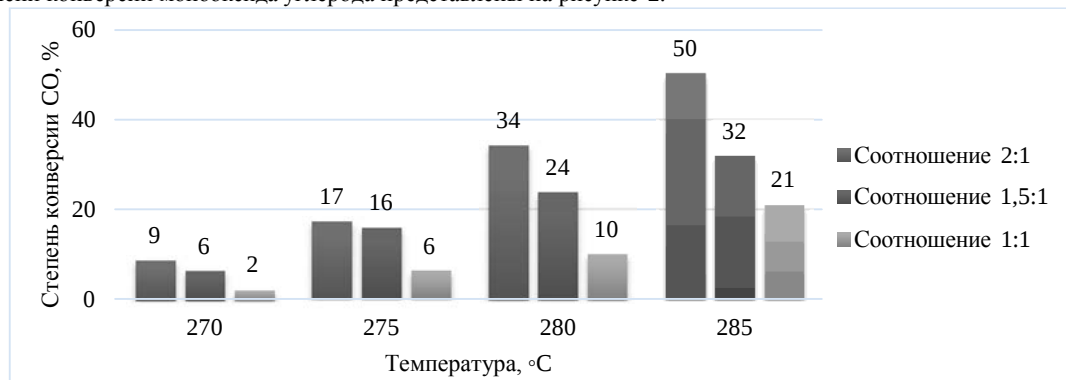


Рис. 2 Зависимость степени конверсии CO от температуры синтеза и соотношения реагентов

Полученные результаты показывают, что при увеличении температуры и соотношения реагентов степень конверсии СО увеличивается. Так при соотношении реагентов $\text{H}_2:\text{CO} = 2:1$ и температуре 280°C степень конверсии монооксида углерода составляет 34 %, в то время как при температуре $285^\circ\text{C} - 50\%$. Таким образом, увеличение температуры синтеза на 5°C привело к увеличению степени конверсии на 16%.

Но одновременно с ростом температуры увеличился и выход побочного продукта – CO_2 . Двуокись углерода в дальнейшем нигде не используется, поэтому этот газ является побочным продуктом. К тому же, необходимо затрачивать дополнительную энергию на отделение продуктовой смеси от CO_2 . Зависимость выхода CO_2 от температуры процесса изображена на рисунке 2.

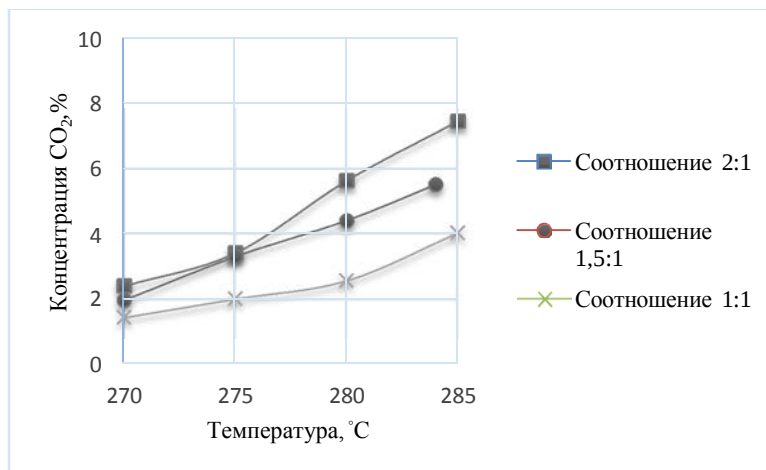


Рис.2 Зависимость выхода CO_2 от температуры синтеза

На исследуемом катализаторе выход побочного продукта – CO_2 при максимальной температуре и соотношении реагентов составил 7,45%, что является допустимым в данных условиях.

Таким образом, ультрадисперсные порошки железа, промотированные $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, проявляют достаточно высокую каталитическую активность в процессе Фишера-Тропша, однако для достижения высоких степеней конверсии СО необходимо увеличение температуры и соотношения реагентов. Жидкие продукты синтеза (при соотношении $\text{H}_2:\text{CO} = 2:1$ и температуре 285°C) содержат значительное количество ароматических и изопарафиновых углеводородов, данные группы углеводородов обладают высоким октановым числом, но в связи с достаточно высоким содержанием в продукте кислородсодержащих соединений и парафинов нормального строения не позволяет использовать полученную смесь непосредственно в качестве моторного топлива.

Литература

1. Современный катализ и химическая кинетика : пер. с англ. / И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайт . – Долгопрудный : Интеллект, 2010 . – 504 с.
2. Яворовский Н.А., Пустовалов А.В. Выбор параметров электрического взрыва алюминиевых и железных проводников в атмосфере аргона // Известия вузов. Физика. – 2013 – Т. 56 – №. 7/2. – С. 164–169.
3. Popok E.V.,* Levashova A.I., Chekantsev N.V., Kirgina M.V., Rafegerst K.V. Ultradispersed Hydrocarbon Synthesis Catalyst from CO and H2 Based on Electroexplosion of Iron Powder // Procedia Chemistry 10 (2014)- С. 20 – 24.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В СИНТЕЗЕ ИЗ СО И H_2

К. А. Малых

Научный руководитель, доцент А. И. Левашова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

С каждым годом все больше растет интерес к альтернативным способам получения углеводородов разнообразного фракционного состава, в частности из синтез-газа. Синтез Фишера-Тропша позволяет не только получить смесь углеводородов, но, используя разные катализаторы и параметры (давление, температура, соотношение СО и H_2) системы, можно получать продукты заданного состава.

Чаще всего это наиболее дешевые катализаторы на основе железа, которые модифицируют, получая ультрадисперсные порошки (УДП). Использование ультрадисперсных катализаторов позволяет сократить количество стадий катализа, так как при их применении отсутствуют диффузионные стадии и распределение реагентов внутри объема катализатора, потому что синтез происходит на поверхности катализатора. Также ультрадисперсные катализаторы не нужно обрабатывать перед процессом, и они начинают работать уже при низких температурах (190°C вместо 250°C). Ультрадисперсные катализаторы имеют высокую удельную поверхность, многоуровневую организацию структуры и значительные запасы свободной энергии [1-4].