

УДК 662.75

**ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ
СОВМЕЩЕННЫХ РЕАКЦИЙ СИНТЕЗА И
ГИДРОПРЕОБРАЗОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ В УСЛОВИЯХ
СИНТЕЗА ФИШЕРА-ТРОПША**

**Р.Е. Яковенко, к.т.н., старший научный сотрудник,
И.Н. Зубков, АС-4А, 1 курс, С.В. Некроенко, лаборант-исследователь,
Е.В. Непомнящих, ТФ-2-4АМ, 2 курс
Папета О.П. ТФ-1-АМ, 1 курс**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический
университет (НПИ) имени М.И. Платова»
г. Новочеркасск

Основным источником моторных топлив до сих пор остаётся природная нефть, однако её запасы ограничены. В последнее время все более пристальное внимание уделяют технологиям ХТЛ, которые позволяют получать жидкое углеводородное топливо из углеродсодержащих ресурсов [1, 2]. В качестве сырьевой базы предлагается использовать доступные и распространенные углеродсодержащие материалы: газ (природный, попутный нефтяной, сланцевый и т.п.), уголь или другие твердые горючие ископаемые, а также возобновляемые ресурсы – биомассу [3].

Все предлагаемые и реализованные технологии ХТЛ предусматривают трёхстадийное получение готового продукта. Они включают: 1 – превращение углеродсодержащего сырья в синтез-газ (смесь водорода и монооксида углерода); 2 – получение по методу Фишера-Тропша (ФТ) длинноцепочечных синтетических углеводородов; 3 – облагораживание (гидрокрекинг и/или гидроизомеризацию) продуктов синтеза второй стадии процесса. Наличие большого количества стадий делает технологии ХТЛ энергозатратными и менее привлекательными с экономической точки зрения.

Одним из решений проблемы может быть сокращение технологических операций, упрощение технологической цепочки процесса и оптимизация схемы. Это возможно при совмещении второй и третьей стадий, то есть однореакторное получение готового продукта, при котором потребность в гидропереработке синтезированных углеводородов отпадает. Поскольку стадии каталитические, то для их реализации нужны катализаторы, выполняющие одновременно функции синтеза и облагораживания углеводородов. Такими свойствами обладают катализаторы, содержащие в своем составе цеолит или другой компонент обладающий кислотностью [4]. В качестве таких кислотных сокатализаторов хорошо зарекомендовали себя цеолиты типа HZSM-5, HY, H β и др [5].

В ЮРГПУ(НПИ) разработан композитный катализатор, представляющий собой смесь порошков кобальтсодержащего катализатора синтеза ФТ и цеолита HZSM-5 сформованных в гранулы со связующим Al_2O_3 . В настоящем докладе будут представлены результаты разработки оптимального состава этого катализатора: влияние содержания кобальтсиликагелевого катализатора, влияние содержания цеолита и связующего. Полученные катализаторы охарактеризованы методами, ТПВ H_2 , ТПД H_2 , ТПД NH_3 , РФА, СЭМ, ПЭМ. Каталитические свойства изучены в проточном реакторе с неподвижным слоем катализатора при 2 МПа, ОСГ 1000 ч^{-1} , в диапазоне температур 230–250 °С. Наибольшие значения производительности и селективности по углеводородам C_{5+} достигнуты на катализаторе состава: Co/SiO_2 (35 %), ZSM-5 (30 %) и Al_2O_3 (35 %) Al_2O_3 и составляют $130 \text{ кг}/(\text{м}^3\text{ч})$ и 72,5 % соответственно.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-00946\18 с использованием оборудования ЦКП «Нанотехнологии» ЮРГПУ (НПИ).

Список литературы:

1. Крылова, А. Ю. Катализаторы синтеза Фишера-Тропша для процессов получения жидких топлив из различного сырья / А. Ю. Крылова, М. В. Куликова, А. Л. Лapidус // Химия твердого топлива. - 2014. - № 4. - С. 18-21.
2. Мордкович, В. З. Четыре поколения технологии получения синтетического жидкого топлива на основе синтеза Фишера-Тропша / В. З. Мордкович, Л. В. Синева, Е. В. Кульчаковская, Е. Ю. Асалиева // Катализ в промышленности. - 2015. - № 5. - С. 23-45.
3. Baliban, R. C. Biomass to liquid transportation fuels (BTL) systems: process synthesis and global optimization framework / R. C. Baliban, J. A. Elia, C. A. Floudas // Energy & Environmental Science. - 2013. - V. 6. - P. 267-287.
4. Valero-Romero, Carbon/H-ZSM-5 composites as supports for bifunctional Fischer-Tropsch synthesis catalysts / M. J. Valero-Romero, S. Sartipi, X. Sun et al. // Catal. Sci. Technol. - 2016. - V. 6. - P. 2633-2646.
5. Ya, M. Effect of SiO_2/Al_2O_3 ratio on the activities of CoRu/ZSM-5 Fischer-Tropsch synthesis catalysts / M. Yao, N. Yao, B. Liu et al. // Catal. Sci. Technol. - 2015. - V.5. - P. 2821-2828.