

мальном расширении слоя.

Разработаны модели и выполнены конструктивные расчеты реакторов.

Выполнена сравнительная оценка эффективности работы аппаратов.

### Список литературы

1. Дэвидсон, И. Псевдооживление / Под ред. И.Ф. Дэвидсона, Д. Харрисона. – М.: Изд. Химия, 1974. – 728с.
2. Geldart D. The effect of particle size and size

Результаты работы позволяют сделать вывод о более высокой эффективности реактора с псевдооживленным слоем катализатора, несмотря на большие размеры аппарата и более высокие капитальные затраты.

distribution on the behavior of gas-fluidized beds / D. Geldart // Powder Technology, – 1972. – P.201–205.

## ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ ЖЕЛЕЗА В КАЧЕСТВЕ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ СИНТЕЗА ФИШЕРА-ТРОПША

Л.А. Лисовская

Научный руководитель – к.т.н., доцент Е.В. Попок

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, BysyaLsk@yandex.ru

Существует немало примеров, когда в силу острой необходимости рождались новые оригинальные подходы к решению давно существующих жизненно важных проблем. Еще в 1926 году была опубликована работа Франца Фишера и Ганса Тропша «О прямом синтезе нефтяных углеводородов при обыкновенном давлении» [1].

Целью данной работы являлось изучение каталитической активности ультрадисперсных порошков железа, полученных методом электрического взрыва проводника в среде монооксида углерода. Подробно процесс получения порошка и образцов катализатора представлен в работе [2].

Исследования катализатора проводились на установке, работающей при повышенном давлении. Соотношение  $H_2:CO=2:1$ , температура синтеза 250–270 °С, давление 10 ат. Минимальная продолжительность опыта – 6 часов. Схема установки представлена в статье [2].

Полученные газообразные продукты подвергались анализу на хроматографе «Хроматек–Кристалл 5000.1» на капиллярной колонке Agilent HP-AL-S, жидкие продукты анализировались по ГОСТ Р ЕН 13132- 2008 и ГОСТ Р 52714-07. Результаты анализов представлены на

рисунках 1 и 2.

Общая степень конверсии монооксида углерода ожидаемо увеличивается и достигает 25 % за один проход при 270 °С. Дальнейшее увеличение температуры приводит к резкому увеличению общей степени конверсии, но в этом случае также увеличивается выход побочных продуктов – диоксида углерода и метана. В рассматриваемом интервале температур концентрация диоксида углерода не превышает 5%, а метана – 15%.

При увеличении температуры увеличивается концентрация парафинов, это может быть обусловлено тем, что при повышении температуры увеличивается скорость реакции гидрирования непредельных углеводородов. Содержание изопарафинов во всем температурном интервале

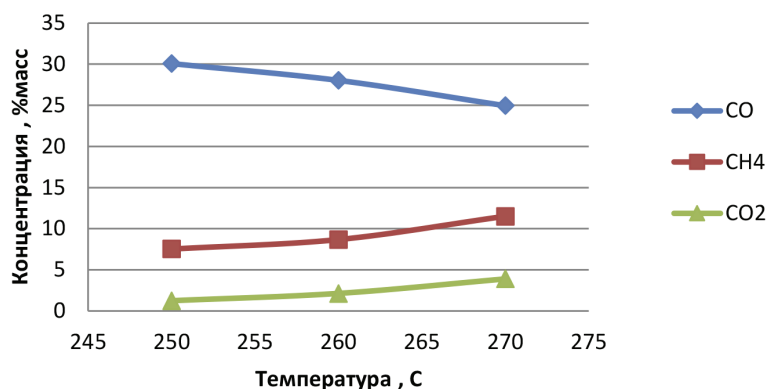


Рис. 1. Содержание компонентов газобразных продуктов синтеза

остается практически неизменным, и составляет около 25 % масс. Выход парафинов в большей степени зависит от особенностей механизма синтеза, чем от технологических параметров.

Исследование процесса синтеза углеводородов на ультрадисперсном железном катализаторе показало определенную гибкость процесса: изменение условий проведения процесса позволяет влиять на состав получаемых продуктов, и, соответственно, влиять на их эксплуатационные харак-

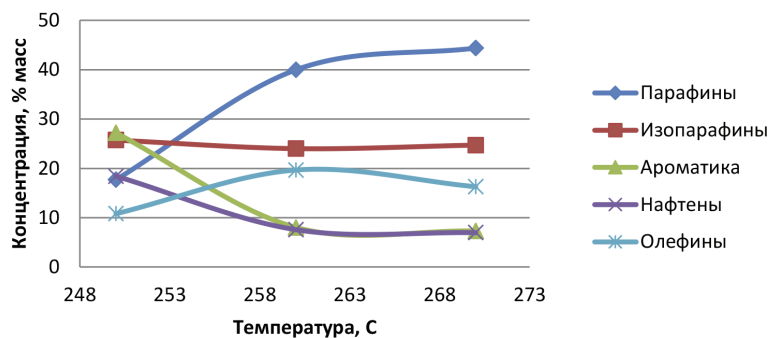


Рис. 2. Содержание компонентов жидких продуктов синтеза

теристики, что положительно сказывается на перспективах данного процесса.

### Список литературы

1. Химические вещества из угля. Под ред. И.В. Калечица. – М.: Химия, 1980. – 616с.
2. Popok E.V., Levashova A.I., Gladchenko T.M., Burlutsky N.P., Zhuravkov S.P. *Electro-explo-*

*sive iron powders as a catalyst of synthesis liquid hydrocarbons from CO and H<sub>2</sub> in Fischer-Tropsch process // Petroleum and Coal, 2016. – Vol.58. – №7. – P.721–725.*

## ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА ГИДРОДЕПАРАФИНИЗАЦИИ С ПОМОЩЬЮ НЕСТАЦИОНАРНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

А.С. Луценко, Н.С. Белинская, Е.В. Францина  
 Научный руководитель – д.т.н., профессор Э.Д. Иванчина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, Lutsenko\_A\_S@mail.ru

В настоящее время гидродепарафинизация дизельных фракций является перспективным способом получения низкозастывающего дизельного топлива, т.к.: процесс гидродепарафинизации позволяет получать низкотемпературное дизельное топливо согласно ГОСТ Р 55475-2013; в процессе используется недорогой катализатор; гидродепарафинизация хорошо интегрируется с процессом глубокого гидрообессеривания; в процесс могут вовлекаться более тяжелые средние дистилляты, что увеличивает выход дизельного топлива [1].

Актуальной проблемой процесса гидродепарафинизации, как и других каталитических процессов, является проблема увеличения срока службы катализатора, которая поглощает до 90% всех средств на разработку и эксплуатацию.

Одним из способов пролонгации активности катализатора является уменьшение скорости его дезактивации путём подбора оптимальных условий эксплуатации. Решение проблемы подбора оптимальных условий экспериментальными

методами затруднено вследствие высоких материальных и временных затрат. Принципиальное сокращение сроков и ресурсов для поиска способов снижения скорости дезактивации промышленных катализаторов, а также подбор оптимальных условий эксплуатации катализатора в зависимости от состава сырья и требований к качеству получаемых продуктов, становится возможным при применении метода математического моделирования.

В настоящем исследовании изучили влияние соотношения расход ВСГ к расходу сырья (ВСГ/сырьё  $\text{нм}^3/\text{м}^3$ ) на скорость дезактивации катализатора депарафинизации, выход дизельной фракции и низкотемпературные свойства, используя математическую модель [2].

Поскольку задача является многофакторной и для того, чтобы изучить влияние соотношения ВСГ/сырьё за постоянные величины приняли: расход сырья – 180  $\text{м}^3/\text{ч}$ , температура процесса 337 °С, соотношение ВСГ/сырьё (согласно техническому регламенту соотношение должно