

не менее 96 % масс., содержание несulfурируемых соединений не более 2 % масс.), на основе прикладного использования разработанной математической модели процесса сульфирования ЛАБ. В основу исследований лег анализ технологических данных и результаты, полученные с помощью математической модели.

В предыдущих работах была установлена непосредственная связь между содержанием нежелательных ароматических соединений в исходном сырье и качеством конечного продукта [1]. Поэтому была выдвинута гипотеза, что для нормального протекания процесса сульфирования линейного алкилбензола серным ангидридом в реакторе при большом содержании побочных ароматических компонентов в исходном сырье необходимо повышать подачу серы

на сжигание с целью увеличения концентрации серного ангидрида в реакторе сульфирования. Данное предположение подтверждается анализом данных с производства, представленных на рис. 1.

Далее с помощью математической модели были рассчитаны оптимальные значения серы, которая направляется на сжигание в зависимости от той или иной концентрации ароматических соединений в сырье, с целью поддержания выхода ЛАБСК на постоянно высоком уровне (рис. 2).

Установлено, что полученные данные по оптимальному расходу серы позволяют повысить содержание ЛАБСК в продуктивном потоке на 0,5%.

### Список литературы

1. *Ivanchina E.D., Ivashkina E.N., Dolganova I.O., Dolganov I.M., Krutey A.A. Application of Mathematical Modeling for Optimization of*

*Linear Alkylbenzenes Sulphonation Modes in Film Reactor // Procedia Engineering, 2016.– Vol.152.– P.73–80.*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКТОРА ГИДРООЧИСТКИ С ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ КАТАЛИЗАТОРА

М.С. Курзаева, А. Татаурщикова

Научный руководитель – к.т.н., доцент М.А. Самборская.

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

В настоящее время все большую популярность набирают аппараты, в которых слой катализатора контактирующим газом переводится в состояние псевдооживления.

Благодаря активному движению частиц катализатора в псевдооживленном слое, реактора характеризуются интенсивным тепло- и массообменом, низким гидравлическим сопротивлением слоя катализатора, возможностью непрерывного отвода и подачи частиц катализатора в слой, что позволяет регенерировать катализатор без остановки процесса.

В псевдооживленном слое проводят каталитический крекинг, синтез Фишера-Тропша, адсорбцию, сушку, обжиг и ведется активная работа по организации других процессов [1]. Процесс гидроочистки дизельных фракций один из наиболее масштабных в нефтепереработке. Это связано как с включением в топливные смеси продуктов переработки тяжелых остатков, так и с постоянным ужесточением требований к

дизельному топливу. Повышение эффективности гидроочистки возможно за счет повышения эффективности контакта реакционной смеси с частицами катализатора и организации непрерывной регенерации. Добиться этого можно осуществлением гидроочистки с псевдооживленным слоем катализатора.

Целью работы были расчеты конструкций и внутренних устройств реакторов гидроочистки с неподвижным и псевдооживленным слоем катализатора, сравнение их эффективности.

Авторами был выполнен анализ возможных режимов псевдооживления промышленных катализаторов гидроочистки на основе классификации Гелларда [2].

Выбран катализатор ГКД-202 Новокуйбышевского завода, для которого определен интервал скоростей устойчивого псевдооживления. Для оптимизации размеров аппарата рассчитаны скорости, обеспечивающие интенсивное перемешивание и подвижность частиц при мини-

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

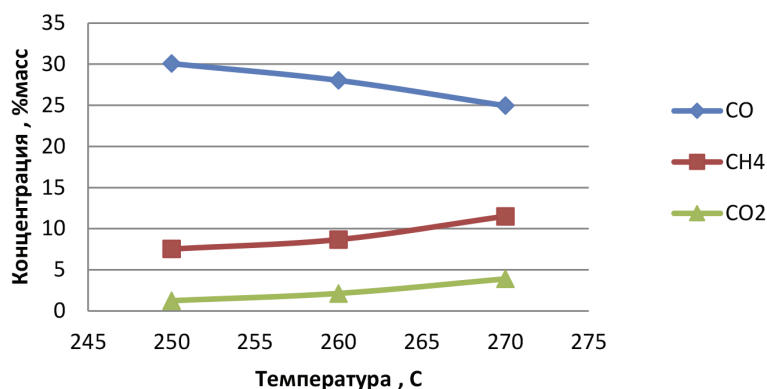


Рис. 1. Содержание компонентов газозобразных продуктов синтеза