

Также из нижеприведенного рисунка, можно сказать, что величина отношения парафины/(нафтены+ароматические) в сырье, влияет на такие показатели, как октановое число и выход катализата. Наибольшее ОЧИ в сырье 6, а наи-

лучший выход катализата в 7 сырье.

Следовательно, приходим к такому выводу, что использование математической модели процесса и основанной на ней компьютерной программы, является очень удобным.

Список литературы

1. Кузьмина Р.И., Севостьянов В.П., Сидоров Г.М., Корякин В.А. Каталитический риформинг углеводородов / Под ред. Проф. Р.И.

Кузьминой.– Саратов: Изд-во СЮИ МВД России, 2010.– 252с.

ГИДРОГЕНИЗАЦИЯ АНТРАЦЕНА В ПРИСУТСТВИИ КОМПОЗИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

А.М. Дюсекенов¹, Ж.С. Ахметкаримова¹, А.Т. Ордабаева¹,
Ж.Х. Мулдахметов¹, М.С. Остапенко²
Научный руководитель – д.х.н., профессор М.И. Байкенов

¹Институт органического синтеза и углехимии
Казахстан, г. Караганды, Dyusekenov-artan@mail.ru

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30

Нанесение каталитически активного компонента тонким слоем, с максимально равномерным распределением его на поверхности, обеспечивает уменьшение расходов активных металлов, дает увеличение активной поверхности при невысоком содержании активного агента. Структурно цеолиты являются сложными кристаллическими неорганическими полимерами, элементарными строительными блоками в которых являются тетраэдры AlO_4 и SiO_4 (атомы Al и Si принято идентифицировать как T атомы) связанные с друг с другом общим ионом кислорода. Каждый тетраэдр AlO_4 несет отрицательный заряд, компенсирующий вне каркасными катионами. Важно отметить, что согласно Ловенштейну [1–4], смежное расположение тетраэдров AlO_4 в каркасе цеолитов невозможно из-за электростатического отталкивания отрицательных зарядов этих тетраэдров.

В качестве подложки катализаторов использовался один из наиболее современных сверхвысококремнеземных синтетических цеолитов ZSM-5 с модулем Si/Al=50. По данным [5] цеолит ZSM-5 – $Na[AlSi_{96-n}O_{192}] \cdot 16H_2O$, (n=3–5), средний размер каналов $0,51 \times 0,56 - 0,51 \times 0,55$ (3D). Цеолит ZSM-5 (zeolite «Soconil Mobil») не содержит больших полостей. Он представляет собой трехмерную пористую структуру, состоящую из прямых каналов и связывающих их зигзагообразных каналов. Диаметр 10-членных

колец, являющихся сечениями прямых каналов цеолита ZSM-5, составляет 0,55 нм.

Для получения композитного железосодержащего катализатора сульфат железа ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) растворяли в дистиллированной воде и добавили к синтетическому цеолиту, перемешивали в течение 60 минут при комнатной температуре и упарили на ротаторном испарителе. Получили цеолит с нанесенным сульфидом железа. Модифицирование полученного образца проводили в условиях термической обработки (при температуре $750^\circ C$, длительность 30 минут) с целью перевода металлов в оксидную форму. В ходе, которого происходит формирование каталитически активных центров, с образованием оксида железа (Fe_2O_3/ZSM).

Аналогично был получен композитный катализатор на основе кобальта импрегнированный на поверхность синтетического цеолита (CoO/ZSM).

Эксперименты гидрирования антрацена проводили в автоклаве высокого давления «CJF-0,05» из жаропрочной нержавеющей стали объемом 0,05 л. Предварительно перемешанные исходные компоненты помещали в реактор, герметизировали, продували водородом и закачивали водород до 4,0 МПа, нагревали до температуры $400^\circ C$ при скорости нагрева $10^\circ C$ в минуту. Продолжительность процесса составила 60 мин после достижения автоклавом рабочей темпе-

ратуры. В ходе исследования установлено, что в одинаковых условиях $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{ZSM}$ и CoO/ZSM образуют состав продуктов реакции различный по соотношению компонентов. Так, при незначительной разнице в степени конверсии антрацена – 95,02% для $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{ZSM}$ и 97,38% для CoO/ZSM , разница в содержании продуктов гидрогенолиза и гидрирования более заметна.

Таким образом, в ход проведения сравнительного анализа представленных продуктов

реакции полученных в процессе гидрирования линейного полиароматического соединения, антрацена, в присутствии цеолитного носителя, импрегнированных высокодисперсными железозо- и кобальтсодержащими добавками, можно констатировать, что синтезированные катализатор на основе кобальта проявляет высокую активность в процессах гидрирования, гидродеструкции объекта исследования.

Список литературы

1. Ахметкаримова Ж.С., Мулдахметов З.М., Мейрамов М.Г., Ордабаева А.Т., Мулдахметов Ж.Х., Байкенов М.И. // Доклады НАН РК, 2015.– №3.– С.80–87.
2. Ахметкаримова Ж.С., Байкенов М.И., Ма Фэн Юнь // Химия твердого топлива, 2016.– №5.– С.3–8.
3. Байкенов М.И., Байкенова Г.Г., Исабаев А.С., Татеева А.Б., Ахметкаримова Ж.С. // Химия твердого топлива, 2015.– №3.– С.22–28.
4. Ахметкаримова Ж.С., Мейрамов М.Г., Байкенов М.И., Мулдахметов М.З. // Известия НАН РК, 2015.– №1.– С.116–124.
5. Гудун К.А., Ахметкаримова Ж.С., Ма Фэн Юнь, Байкенов М.И. // Вестник КарГУ, 2013.– №1(69).– С.44–48.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗОЭНТРОПИЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В СХЕМЕ ПРОМЫСЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ ГАЗА

В.О. Елшин

Научный руководитель – к. т. н., доцент Е.А. Кузьменко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, yolshinvlad@sibmail.com

В настоящее время наблюдаются проблемы технологии низкотемпературной сепарации при промышленной подготовке газа, связанные с падением пластового давления в процессе эксплуатации месторождений и невозможностью, в связи с этим, обеспечить низкие температуры на второй и третьей ступенях сепарации. Требуется внедрение в традиционную технологическую схему дополнительных стадий компремирования и изоэнтروпийного охлаждения с помощью турбодетандерных агрегатов (ТДА).

Поскольку для прогнозирования и оптимизации процессов первичной подготовки газа широко используют модернизирующие системы, разработка модели изоэнтропийной технологии включение ее в моделирующую систему промышленной подготовки газа, является актуальной задачей.

Нами рассмотрены различные подходы к расчету турбодетандерных агрегатов, обеспечивающих изоэнтропийную технологию [1, 2].

Предварительно проанализированы экспериментальные данные с установки комплексной

подготовки газа (УКПГ) и подготовлен блок исходных данных для расчета температуры на выходе ТДА (табл. 1).

Предложен следующий алгоритм расчета температуры газового потока на выходе из ТДА:

По составу потока на входе в ТДА при соответствующих значениях температуры T_0 и давления P_0 определяется энтальпия газа входного потока:

$$I_0 = T_0 \cdot \sum_{j=1}^{12} (a_j + b_j \cdot T_0 + c_j \cdot T_0^2 + d_j \cdot T_0^3) \cdot 4,1887 \cdot C_j$$

где a_j , b_j , c_j , d_j – коэффициенты из уравнения мольного равновесия; C_j – концентрация газовой смеси.

По холодопроизводительности аппарата и коэффициенту, учитывающему внешние утечки, определяем действительный перепад энтальпии:

$$I = \frac{Q \cdot \mu_{\text{газа}}}{G \cdot 2\nu},$$

где Q – холодопроизводительность, кВт; $\mu_{\text{(газа)}}$ – вязкость газа, м²/с; G – массовый расход газа,