

ратуры. В ходе исследования установлено, что в одинаковых условиях  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{ZSM}$  и  $\text{CoO}/\text{ZSM}$  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  $\text{CoO}/\text{ZSM}$ , 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 (УКПП) 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:

$$l_0 = T_0 \cdot \sum_{j=1}^{12} (a_j + b_j \cdot T_0 + c_j \cdot T_0^2 + d_j \cdot T_0^3) \cdot 4,1887 \cdot C_j$$

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, м<sup>2</sup>/с;  $G$  – массовый расход газа,

**Таблица 1.** Исходные данные для расчета

Состав газа	% моль	Давление газа на входе, $P_0$	4,78, МПа
Метан	85,181	Давление газа на выходе, $P$	6,61, МПа
Этан	4,246	Массовый расход газа, $G$	32,695, кг/с
Пропан	3,697	Температура на входе, $T_0$	20,6, °C
Изо-бутан	0,774	Холодопроизводительность, $Q_0$	23,112, кВт
Бутан	0,834		
Изо-пентаны	0,005	Коэффициент, учитывающий внешние утечки, $2v$	0,98
Пентан	0,168		
$C_6+$	0,356		
Диоксид углерода	0,725		
Азот	3,373		
Метанол	0,185		
Вода	0,456		

кг/с;  $2v$  – коэффициент, учитывающий внешние утечки.

Далее определяется энтальпия газа выходного потока:  $I_k = I_0 - I$ .

По значениям давления  $P$  и энтальпии газа выходного потока  $I_k$  определяется температура

выходного потока газа.

Расчет по данному алгоритму показал удовлетворительное совпадение с экспериментальными данными, что позволяет судить о возможности его использования в моделирующей системе промышленной подготовки газа.

### Список литературы

1. *Оганесян А.В. Разработка метода расчета и проектирования водородных турбодетандеров с улучшенными эксплуатационными характеристиками.* – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2006. – 20с.
2. *Калашиников О.Д., Иванов Ю.В. Создание прикладного программного обеспечения в криогенной технике.* – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2010. – 111с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ СИНТЕЗА ФИШЕРА-ТРОПША НА УЛЬТРАДИСПЕРСНОМ КАТАЛИЗАТОРЕ

Е.В. Ефремова, М.М. Григорьева

Научный руководитель – к.х.н., доцент Н.В. Ушева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, efremove95@mail2000.ru

Синтез Фишера-Тропша является процессом переработки разнообразного углеводородного сырья с целью получения углеводородных продуктов [1, 2].

Актуальность и востребованность синтеза Фишера-Тропша, в настоящее время обусловлена поиском альтернативных источников топлива, большими запасами угля и биовозобновляемого сырья.

В настоящее время на кафедре ХТТ и ХК разработаны катализаторы синтеза Фишера-Тропша на основе ультрадисперсных по-

рошков (УДП) железа и проведены кинетические исследования.

Целью данной работы является моделирование кинетики синтеза Фишера-Тропша с учетом температурной зависимости образования продуктов синтеза.

Результаты экспериментальных исследований, которые проводились на каталитической лабораторной установке при следующих условиях: давление 1,1 МПа, расход 300 мл/мин, соотношение  $CO:H_2 = 1:2$  и варьировании температуры в интервале от 250 до 270 °C, пред-