

Рис. 1 Рабочее окно

На данной модели были проведены расчеты составов потоков, представленные в таблице 3.

Таблица 3

Результаты расчета

Параметры	Массовая концентрация, % масс.						
	6	5	4	7	13	15	14
CO ₂	0,10	0,02	2,26	0,02	0,03	0,00	0,90
N ₂	0,06	0,00	1,54	0,00	0,00	0,00	0,05
CH ₄	1,99	0,10	52,39	0,10	0,15	0,01	5,73
C ₂ H ₆	0,46	0,12	9,45	0,12	0,18	0,03	5,82
C ₃ H ₈	1,64	0,97	19,53	0,97	1,48	0,63	33,68
iC ₄ H ₁₀	0,53	0,43	3,21	0,43	0,65	0,42	9,30
C ₄ H ₁₀	1,78	1,55	7,86	1,55	2,36	1,72	26,68
iC ₅ H ₁₂	0,84	0,81	1,56	0,81	1,23	1,08	6,97
C ₅ H ₁₂	1,40	1,38	1,89	1,38	2,10	1,91	9,23
C ₆₊	58,35	60,54	0,01	60,54	91,78	94,19	0,08
H ₂ O	32,85	34,07	0,30	34,07	0,04	0,01	1,56
Массовый расход, кг/ч	19257,93	18563,29	694,6368	18563,29	12243,71	11930,60	313,11
ДНП, кПа						63,9501	

Таким образом, разработанная модель позволяет рассчитывать и прогнозировать составы потоков и основные регламентируемые параметры, такие как давление насыщенных паров, и содержание воды в нефти.

Литература

1. Лутошкин Г.С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды : Учебник для вузов / Г. С. Лутошкин. — 3-е изд., стер. — М. : Альянс, 2005. — 319 с.
2. Технологический регламент. Обустройство Западно-Лугинецкого месторождения. Дожимная насосная станция (ДНС), 2012г.
3. Тронов В.П. Промысловая подготовка нефти. — Казань: ФЭН, 2000. —415с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКОГО ЖИДКОГО ТОПЛИВА Фам Дай Зьонг

Научный руководитель доцент Н.В. Ушева

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Новый этап развития технологий направлен на использование альтернативных источников топлива. Одним из таких способов, является процесс под названием синтез Фишера - Тропша, с помощью которого возможно получение синтетических углеводородов. По обзору литературных данных, можно отметить, что топливо полученное из нефтяного сырья имеет ряд недостатков, таких как низкое октановое число основной массы получаемого бензина, высокое содержание ароматических углеводородов, серо- и азотсодержащих соединений, что не позволяет российскому рынку конкурировать с зарубежными производителями[3]. В свою очередь, процесс Фишера- Тропша (ФТ) дает возможность производства синтетического жидкого топлива, соответствующего по качеству европейским стандартам, путем гидрирования оксида углерода, полученного из природного газа. Продуктами данного процесса являются: углеводороды – от метана до твердых парафинов, спирты, карбоновые кислоты, эфиры, альдегиды и т.д.[4].

Целью данной работы является исследование процесса ФТ на математической модели, в результате которых можно сделать выводы о целесообразности использования данного синтеза и влияния технологических параметров на качество получаемого топлива.

В промышленности используются два основных вида катализаторов: кобальтовые и железные [1,2]. Эффективность обоих является достаточно высокой, но при разных условиях, так на железных катализаторах осуществляется процесс при температуре 523 -573 К и давлении 0,1-1 МПа, на кобальтовых – при температуре 473-513 К и давлении 0,1-1 МПа. Различия наблюдаются в выходе олефиновых фракций, если на кобальтовых катализаторах он составляет от 10-20% от общего числа C2+, то на железных – 50 и более %, при этом содержание олефинов в легких фракциях больше, чем в тяжелых [3].

В промышленности синтез ФТ осуществляется в различных типах химических реакторов, в числе которых реакторы с неподвижным и псевдооживленным слоями катализатора, барботажные колонны, реакторы с каталитическими мембранами и т.д.

При разработке математической модели, был рассмотрен процесс на железном катализаторе в трубчатом реакторе с неподвижным слоем. Математическая модель разработана с применением комбинированного подхода, когда ряд компонентов рассматриваются как индивидуальные вещества, а высокомолекулярные компоненты объединены в виде фракций товарных продуктов.

Модель реактора идеального вытеснения в стационарном режиме представлена системой уравнений материального баланса:

$$\begin{aligned} \frac{dC_{CO}}{d\tau} &= -\sum_{n=1}^{14} nW_1(n) - \sum_{n=2}^{14} nW_2(n) - W_4, \\ \frac{dC_{H_2}}{d\tau} &= -\sum_{n=1}^{14} (2n+1)W_1(n) - \sum_{n=2}^{14} 2nW_2(n) - \sum_{n=2}^{14} W_3(n) + W_4, \\ \frac{dC_{H_2O}}{d\tau} &= \sum_{n=1}^{14} nW_1(n) + \sum_{n=2}^{14} nW_2(n) - W_4, \\ \frac{dC_{C_nH_{2n}}}{d\tau} &= W_2(n) - W_3(n), \\ \frac{dC_{C_nH_{2n+2}}}{d\tau} &= W_1(n) + W_3(n), \\ \frac{dC_{CO_2}}{d\tau} &= W_4, \end{aligned}$$

где C_{CO} , C_{H_2} , C_{H_2O} , C_{CO_2} – концентрации оксида углерода, водорода, воды и диоксида углерода;

$C_{C_nH_{2n}}$, $C_{C_nH_{2n+2}}$ – распределения концентраций олефиновых и парафиновых углеводородов по числу атомов углерода в молекуле;

$W_1(n)$, $W_2(n)$ – скорости образования индивидуальных компонентов, объединенных по числу атомов углерода в молекуле: алканов и алкенов соответственно, $n=1\div 11$; при $n=12,13,14$ скорости образования соответствуют I, II дизельным и тяжелой фракциям углеводородов.

$W_3(n)$ – скорость реакции гидрирования алкенов; W_4 – скорость реакции конверсии;

Был проведен расчет на математической модели, учитывающий влияние технологических параметров на данный процесс. Интервалы варьирования параметров имеют следующие значения: давление от 0,9 до 1,8 МПа; температура от 500 до 553 К; соотношение оксида углерода к водороду от 1 до 2; диаметр трубки реактора 0,03 - 0,05 м.

В данной работе были проведены исследования влияния температуры, давления, состава сырья, и объемной скорости на выход продуктов синтеза.

Исследование влияния температуры на выход продуктов в диапазоне: 497-501К показало, что с ростом температуры бензиновая фракция, I дизельная фракция, II дизельная фракция и тяжелая фракция возрастают соответственно на 5,1%, 8,1%, 8,9%, 7,4%.

Исследование влияния соотношения $H_2 : CO$ показало, что наибольший выход продуктов достигается в диапазоне соотношений $H_2:CO$: 2:1-2,5:1 (рисунок).

Установлено, что с ростом давления происходит увеличение выхода продуктов. Так, например, количество бензиновой фракции возросло на 49,9%. При исследовании влияния объемной скорости в диапазоне: $130-160\text{ч}^{-1}$ наблюдалось увеличение выхода всех фракции продуктов синтеза.

Исследование влияния диаметра трубки на выход продуктов в диапазоне: 0,02-0,04м показало, что с ростом диаметра трубки реактора, бензиновая фракция, I дизельная фракция, II дизельная фракция и тяжелая фракция возрастают на 69,8%, 113,2%, 126,1%, 101,5%.

На основании проведенных исследований был определен оптимальный технологический режим синтеза ФТ на железном катализаторе: температура на входе в реактор 500 К, температура хладагента 479 К, давление 0,9 МПа; объем катализатора 10м³, объемная скорость 150 ч⁻¹, $CO:H_2$ 1:2, объемный расход 1500 м³/ч, диаметр трубки 0,03м, количество трубок 1415.

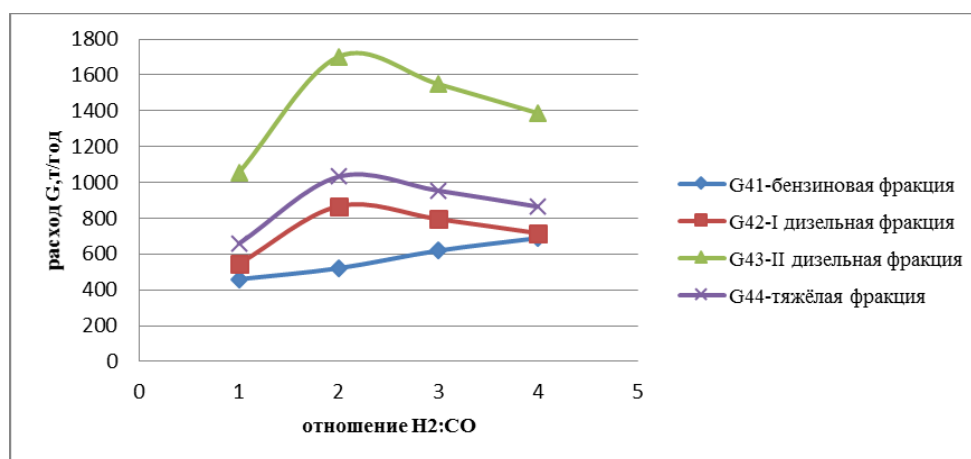


Рис. Зависимость изменения выхода углеводородных фракций от соотношения водорода - оксид углерода

Таким образом, применение математического моделирования позволяет прогнозировать протекание химико-технологического процесса при различных условиях и определять оптимальные технологические режимы.

Литература

1. Зыскин А.Г., Аветисов А.К., Кучаев В. Л., Шапатина Е. Н., Христиансен Л. Моделирование кинетики сложных гетерогенных каталитических реакций в условиях диффузионного торможения // Кинетика и катализ, 2007, — том 48. — № 3. — с. 357-364.
2. Лапидус Л. Л., Павлова В. А., Чинь Н. К, и др. Кобальтовые катализаторы на основе алюмосиликатных носителей в синтезе Фишера-Тропша// Нефтехимия, 2009 — том 49. — № 4 — с. 319-323.
3. Сливинский Е.В., Клигер Г.А., Кузьмин А.Е., Абрамова А.В., Куликова Е.А. Стратегия рационального использования природного газа и других углеродсодержащих соединений в производстве синтетического жидкого топлива и полупродуктов нефтехимии.//Ж. Рос. хим. Об-ва. Д.И. Менделеева, 2003. — т. XLVII. — б. — 12 - 29с.
4. Ушева Н.В., Левашова А.И., Мойзес О.Е., Федяева И.М., Кравцов А.В. Моделирование технологических процессов синтеза Фишера – Тропша.// Известия Томского политехнического университета, 2004. — т. 307. — №7. — 93 – 95с.

ТЕРМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЯНЫХ СИСТЕМ И ОЦЕНКА СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ИХ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПОНЕНТОВ МЕТОДОМ ПМР

Д. С. Корнеев¹

Научные руководители старший научный сотрудник Г.С. Певнева², доцент А.И. Левашова¹
¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия,
²Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия

С течением времени в нефтепереработку вовлекается все более тяжелое углеводородное сырье, такое как тяжелые нефти, природные битумы. Такое сырье содержит в своем составе значительные количества высокомолекулярных гетероатомных компонентов – смолисто-асфальтеновых веществ. Проблемы переработки тяжелого нефтяного сырья обусловлены высоким содержанием в смолах и асфальтенах гетероатомов, а также металлов (V, Ni, Fe и т.д.), являющихся каталитическими ядами в процессах нефтепереработки. Для увеличения глубины переработки такого сырья предлагаются различные подходы с использованием каталитических и термических процессов с целью получения более легкой «синтетической» нефти с уменьшенным содержанием высокомолекулярных гетероатомных соединений – смол и асфальтенов. Однако в настоящее время существует много вопросов, связанных с качественными и структурными изменениями этих компонентов в термических процессах, а также их взаимном влиянии. Особое значение в исследованиях высокомолекулярных соединений нефти имеет спектрометрический метод протонного магнитного резонанса (ПМР), позволяющий определять в молекулах смол и асфальтенов относительное содержание атомов водорода в ароматических ядрах и алкильных группах в α -, β -, γ -положениях по отношению к ароматическим, нафтеновым ядрам, а также к гетерофункциональным группам.

Целью данной работы является исследование влияния соотношения смол и асфальтенов тяжелого нефтяного сырья на состав и структуру продуктов термоллиза.

Объектами исследования явились модельные смеси, полученные смешением тяжелой нефти Барсуковского месторождения ($\rho=886$ кг/м³) и ашальчинского битума ($\rho=978$ кг/м³). Барсуковская нефть (Б)