

- такой, что обеспечит нахождение в однофазной, жидкой, области. После этого программа начнет вычисления, описанные выше, проверяя при этом значение общей доли пара – она должна быть больше нуля. Если этого не происходит, то температура проведения расчета увеличивается на заданный шаг. Программа остановит вычисления и вернет значение температуры кипения, если достигнет области, где разница общей доли пара и нуля равна бесконечно малой величине ϵ . Аналогично она действует и в отношении температуры конденсации. Однако, в этом случае температура постоянна, а взятое заранее низкое давление – растет. Также проверяется отличие значения общей доли пара от нуля в меньшую сторону.

Для проведения испытания с моделью был

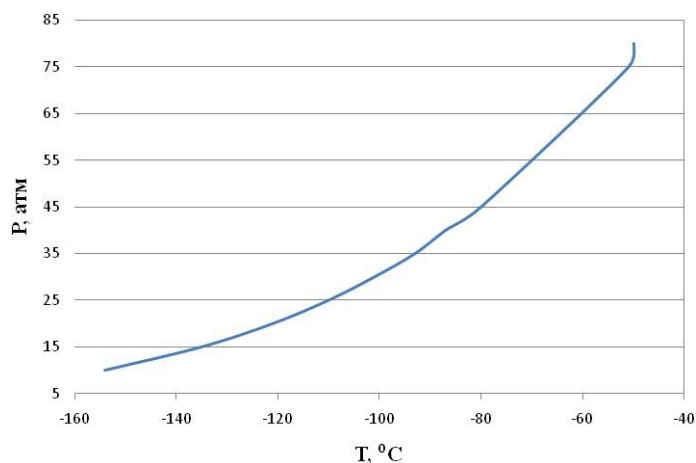


Рис. 1. Кривая кипения углеводородной смеси

взят газ, свойства которого указаны в таблице 1.

Для которых, с использованием написанной программы, была построена кривая кипения (рисунок 1).

Список литературы

1. Кобылов Х.Х., Гойбובה Д.Ф., Назарова А.П. // *Молодой ученый*, 2015.– №7.– С.153–155.
2. Peng D., Robinson D.B. // *Ind. Eng. Chem.*, 1976.– Vol.15.– Issue 1.– P.59–64.
3. Soave G. // *Chem. Eng. Sci.*, 1984.– Vol.39.– Issue 2.– P.357–369.
4. Баталин О.Ю., Брусиловский А.И., Захаров М.Ю. *Фазовые равновесия в системах природных углеводородов*.– М.: Недра, 1992.– 272с.

ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ НА КАТАЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ЖЕЛЕЗНОГО КАТАЛИЗАТОРА СИНТЕЗА ФИШЕРА-ТРОПША, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЗРЫВА

Н.П. Бурлуцкий

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

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, np-bur@mail.ru

Открытый в 1922 году процесс «Синтол» положил начало технологиям углеводородных продуктов, полученных из синтез-газа. В перспективе, с вовлечением в нефтепереработку всё более тяжёлого сырья важность GTL-технологий будет только возрастать. Синтез Фишера-Тропша является одной из технологий, позволяющих получать углеводороды из различного сырья.

В данной работе был исследован катализатор, полученный методом электрического взрыва железного в среде окиси углерода [1]. Условия опытов: соотношение $\text{CO}:\text{H}_2=2:1$, давление

1,0–1,5 МПа, температура 220–270 °С, расход синтез-газа 300–600 нмл/мин.

После получения порошка методом электрического взрыва катализатор был таблетирован в гранулы размером 1–2 мм [2]. Гранулы катализатора располагаются в реакторе, представляющим собой цилиндрическое пространство вытянутой формы, обогреваемое при помощи электрического тока. Объём реактора – 10 см³.

Часть опытов проводилась с предварительным восстановлением катализатора. Для этого образец был сначала просушен в течение часа в токе горячего азота (120 °С) при повышенном

Таблица 1.

Температура, °С	Серия №1			Серия №2		
	250	260	270	220	230	250
Конверсия CO, об. %	9,8	15,9	25,1	5,7	6,4	46,0
Содержание CH ₄ , об. %	7,5	8,7	11,5	2,8	3,8	8,7
Содержание CO ₂ , об. %	1,2	2,1	3,9	0,1	0,2	16,3

Таблица 2.

Температура, °С	Серия №1			Серия №2	
	250	260	270	240	250
Парафины, мольн. %	14,3	36,2	41,3	15,8	9,5
Изопарафины, мольн. %	22,2	21,7	23,4	22,8	23,3
Олефины, мольн. %	15,3	17,8	14,8	5,0	22,8
Оксигенаты, мольн. %	11,4	10,1	7,2	1,9	1,9
Нафтены, мольн. %	14,9	6,9	6,5	15,8	13,9
Ароматика, мольн. %	21,9	7,3	6,8	38,7	28,6
Масса жидкости, г*	0,73	0,92	0,99	1,28	2,15

* – приведена масса жидкости, полученная за один час опыта.

давлении (2 МПа), после чего подвергся собственно восстановлению в токе водорода в течение трёх часов (300 °С, 2 МПа).

Ниже представлены результаты, полученные в ходе экспериментов. Отличные условия двух разных серий опытов: №1 – без восстановления, 1 МПа, 300 нмл/мин; №2 – с восстановлением, 1,5 МПа, 600 нмл/мин.

Анализ газовых продуктов показал следующее.

Анализ жидких продуктов показал следующее.

Как видно из таблиц выше, предварительное восстановление позволяет вести синтез при более выгодных условиях: для той же степени конверсии температура реакции будет ниже, а

также снизятся доли побочных продуктов (метана и диоксида углерода).

Изменения касаются также и состава жидких продуктов. С применением предварительного восстановления зависимость выхода парафинов от температуры резко меняет вид с прямой на обратную (то же касается и олефинов). Зависимости выходов других групп веществ изменяются только количественно. Так, на восстановленном катализаторе образуется существенно меньше кислородсодержащих продуктов, но увеличивается доля циклических углеводородов (нафтенового и ароматического рядов).

Выход изопарафиновых углеводородов проявляет крайне слабую зависимость от управляющих параметров синтеза.

Список литературы

1. Яворовский Н.А., Пустовалов А.В. // Известия вузов. Физика, 2013.– №56.– С.164–169.
2. Попок Е.В., Levashova A.I., Gladchenko T.M.,

- Burlutsky N.P., Juravkov S.P. // Petroleum and Coal., 2016.– №58.– 7.– P.715–720.*