

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР СМЕШЕНИЯ БЕНЗИНОВ НА ОСНОВЕ ЦЕОФОРМАТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

А.М. Темирболат, А.А. Алтынов

Научный руководитель - аспирант ОХИ ИШПР ТПУ А.А. Алтынов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Сегодня в топливно-энергетическом балансе наблюдается повышенный спрос на углеводородное сырьё, при одновременном дефиците лёгкого углеводородного сырья, который будет только увеличиваться. Несмотря на неуклонное развитие нефтеперерабатывающей промышленности объёмы и качество производимого моторного топлива продолжают вызывать нарекания. Гарантия того, что автомобили заправляются качественным топливом, соответствующим требованиям современных стандартов, отсутствует на заправочных станциях даже крупных поставщиков [1]. Исходя из вышесказанного крайне актуальными для развития в области производства моторных топлив являются следующие направления:

1. Поиск источников лёгкого углеводородного сырья для производства моторных топлив;
2. Производство топлив и их компонентов, строго удовлетворяющих требованиям современных стандартов.

Стабильный газовый конденсат (СГК) это углеводородное сырьё, которое получают в качестве побочного продукта на нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождениях в процессе удаления из природного газа растворённых углеводородов C_{5+} . СГК представляет собой ценное, лёгкое углеводородное сырьё, однако, тенденция такова, что на большинстве месторождений данное сырьё используется не рационально. Одним из наиболее перспективных направлений использования СГК является его переработка в компоненты автомобильных бензинов с помощью процесса цеоформинг [2].

Целью данной работы является разработка рецептур производства автомобильных бензинов на базе СГК и продуктов его переработки на цеолитном катализаторе.

Авторами работы на лабораторной каталитической установке был реализован цеоформинг образца СГК с использованием цеолитного катализатора марки КН-30 (производство ПАО «Новосибирский завод химконцентратов»). Условия проведения испытаний приведены в Таблице 1 (ПЦФ – продукт цеоформинга).

Таблица 1

Условия реализации цеоформинга СГК

Продукт	ПЦФ 1	ПЦФ 2	ПЦФ 3	ПЦФ 4	ПЦФ 5	ПЦФ 6	ПЦФ 7	ПЦФ 8	ПЦФ 9
Температура, °С	325	350	375	375	375	375	375	400	425
Давление, МПа	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	4,5	2,5	2,5
Расход сырья, ч ⁻¹	2	2	2	3	4	2	2	2	2

Для разработки рецептур смешения автомобильных бензинов в работе использована компьютерная моделирующая система «Compounding» в основе которой лежит ранее созданная в Томском политехническом университете математическая модель для расчета октановых чисел и прочих эксплуатационных характеристик смесевых автомобильных бензинов [3].

С использованием компьютерной моделирующей системы «Compounding», были рассчитаны характеристики полученных ПЦФ (Таблица 2), кроме того на основе каждого из полученных ПЦФ были разработаны рецептуры смешения автомобильного бензина марки АИ-92 (Таблице 3).

Таблица 2

Характеристики полученных ПЦФ

Характеристика	ПЦФ 1	ПЦФ 2	ПЦФ 3	ПЦФ 4	ПЦФ 5	ПЦФ 6	ПЦФ 7	ПЦФ 8	ПЦФ 9
ОЧИ	73,7	81,7	81,7	84,1	83,0	87,4	76,5	87,6	93,0
ОЧМ	67,8	76,0	78,3	78,6	77,8	81,2	70,8	79,6	83,8
ДНП, кПа	85,8	119,6	58,2	139,8	134,6	151,1	62,7	90,8	86,1
Плотность при 15 °С, кг/м ³	684,2	696,8	713,5	694,8	692,8	706,9	724,8	741,6	767,2
Олефины, % об.	2,32	2,68	2,68	4,35	4,77	5,03	6,12	2,52	3,85
Бензол, % об.	0,25	0,63	0,63	0,06	0,07	0,06	0,60	2,67	3,92
АУВ % об.	5,99	11,93	11,93	11,29	10,06	16,02	13,28	29,00	37,32

ОЧИ – октановое число исследовательский метод; ОЧМ – октановое число моторный метод; ДНП – давление насыщенных паров; АУВ – ароматические углеводороды.

Из результатов, представленных в Таблице 2 следует, что использовать ПЦФ 8 и ПЦФ 9 для производства автомобильных бензинов нецелесообразно из-за высокого содержания в них ароматических углеводородов и бензола, а ПЦФ 4 и ПЦФ 6 из-за высокого значения ДНП.

Для разработки рецептур смешения автомобильного бензина марки АИ-92 в качестве дополнительных смесевых компонентов были вовлечены толуол и МТБЭ. Данные компоненты были выбраны на основании их доступности на рынке, относительно невысокой стоимости и эксплуатационных характеристик (высокое ОЧИ, низкое ДНП). В Таблице 4 представлены характеристики автомобильных бензинов, полученных по разработанным рецептурам.

**СЕКЦИЯ 12. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ. ПОДСЕКЦИЯ 2 – ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ.**

Таблица 3

**Рецептуры смешения для получения автомобильных бензинов марки АИ-92 с использованием ПЦФ
полученного при различных условиях**

№	Компонент, % мас.	ЦФ	СГК	Толуол	МТБЭ
1	ПЦФ 1	64,0	0,0	36,0	0,0
2	ПЦФ 2	75,0	0,0	15,0	10,0
3	ПЦФ 3	59,5	16,5	24,0	0,0
4	ПЦФ 5	69,0	7,0	24,0	0,0
5	ПЦФ 7	67,0	0,0	18,0	15,0

Таблица 4

**Характеристики автомобильных бензинов марки АИ-92, полученных по разработанным рецептурам смешения
с использованием различных смесевых компонентов**

Характеристика	ПЦФ 1	ПЦФ 2	ПЦФ 3	ПЦФ 5	ПЦФ 7	Требования [1, 4]
ОЧИ	92,4	92,4	92,7	93,2	92,4	не менее 92,0
ОЧМ	84,0	84,2	84,3	85,4	83,3	не менее 83,0
ДНП, кПа	57,7	94,9	82,1	99,2	49,4	Летний период 35,0-80,0 Зимний период 35,0-100,0
Плотность при 15 °С, кг/м ³	750,1	726,2	725,7	725,7	752,1	725,0-780,0
Олефины, % об.	1,77	2,21	5,97	5,46	4,4	не более 18,00
Бензол, % об.	0,32	0,55	1,00	0,15	0,49	не более 1,00
АУВ, % об.	34,18	21,27	32,65	27,03	24,2	не более 35,00

Как можно видеть из таблицы 4, все бензины, полученные по разработанным рецептурам, соответствуют требованиям [1, 4].

Из представленных результатов, следует, что из продуктов цеоформинга, полученных при варьировании температуры процесса (ПЦФ №№1-3, 8, 9), с точки зрения максимизации вовлечения в рецептуру смешения, наиболее предпочтительным является продукт, полученный при температуре 350 °С, его доля в рецептуре достигает 75 % мас. (Рецептура №2). При этом продукты, полученные при температурах 325 °С и 375 °С позволяют получать товарное топливо марки АИ-92 без использования дорогостоящего МТБЭ, несмотря на меньшую долю их вовлечения в рецептуру смешения (Рецептуры №№1 и 3).

Анализируя влияние увеличения давления, можно заключить следующее: при давлении процесса 2,5 МПа, доля вовлекаемого в рецептуру продукта цеоформинга составляет 75 % мас. (Рецептура №2); при давлении процесса 3,5 МПа продукт обладает наибольшим ДНП и его вовлечение в производство бензина нецелесообразно; при повышении давления до 4,5 МПа доля цеоформата в рецептуре падает до 67 % мас., кроме того растет доля вовлекаемого в смешение дорогостоящего МТБЭ (Рецептура №5).

Из полученных результатов также можно оценить влияние расхода сырья, так при расходе сырья 2 ч⁻¹ доля вовлекаемого в рецептуру смешения продукта цеоформинга составляет 59,5 % мас. Продукт цеоформинга, полученный при расходе сырья 3 ч⁻¹, использовать для производства бензина нецелесообразно из-за высокого ДНП. При этом дальнейшее повышение расхода сырья до 4 ч⁻¹ позволяет повысить долю вовлекаемого в рецептуру смешения ПЦФ до 69 % мас.

Таким образом, наиболее оптимальной является рецептура смешения автомобильного бензина марки АИ-92 на основе ПЦФ 5 (Рецептура №4), так как в данной рецептуре содержание продукта цеоформинга достигает 69 % мас., а вовлечение дорогостоящего МТБЭ не требуется вовсе, что позволяет снизить себестоимость производимого товарного бензина. Исходя из вышесказанного, оптимальными технологическими параметрами для реализации процесса цеоформинга стабильного газового конденсата с точки зрения производства автомобильных бензинов являются температура – 375 °С, давление – 2,5 МПа, расход сырья – 4 ч⁻¹.

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента Российской Федерации № МК-351.2020.3.

Литература

- ГОСТ ТР ТС-013-2011 Технический регламент Таможенного союза «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту». [Электронный ресурс] – URL: <https://www.gost.ru/portal/gost/home/presscenter/news> (дата обращения 18.10.2011).
- Алтынов А.А., Богданов И., Киргина М.В. Исследование возможностей использования стабильного газового конденсата в качестве сырья процесса цеоформинга // Химия и химическая технология в XXI веке: материалы XIX Международной научно-практической конференции имени профессора Л.П. Кулёва студентов и молодых ученых, – Томск: ТПУ, 2018. – С. 340-341.
- Киргина М.В., Иванчина Э.Д., Долганов И.М., Чеканцев Н.В., Кравцов А.В., Фан Фу Компьютерная программа для оптимизации процесса компаундирования высокооктановых бензинов // Химия и технология топлив и масел. – 2014. – № 1. – С. 12-18.
- ГОСТ 32513-2013 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия». [Электронный ресурс] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200108179> (дата обращения 15.01.2020).