



УДК 662.758.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОБОЧНОЙ ФРАКЦИИ 170-КК, ВЫРАБАТЫВАЕМОЙ НА КОМПЛЕКСЕ ПРОИЗВОДСТВА АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ КАК СЫРЬЯ УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА

THE POSSIBILITY OF USING THE 170-END BOILING POINT FRACTION PRODUCED AT THE AROMATIC HYDROCARBONS PRODUCTION COMPLEX AS A RAW MATERIAL FOR A CATALYTIC REFORMING UNIT

Юсупов Марсель Разифович

аспирант кафедры технологии нефти и газа,
Уфимский государственный нефтяной технический университет
marsel.yusupov.2014@mail.ru

Умуракова Карина Евгеньевна

магистр кафедры технологии нефти и газа,
Уфимский государственный нефтяной технический университет
karinaumurakova@gmail.com

Ганцев Александр Викторович

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры технологии нефти и газа,
Уфимский государственный нефтяной технический университет
a.v.ganzev@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрена возможность использования фракции 170-кк, вырабатываемой на комплексе производства ароматических углеводородов, в качестве сырья установки каталитического риформинга. Для оценки возможности добавления этой фракции и влияния её на процесс, использовали разработанную ранее математическую модель установки риформинга в ПО Aspen Hysys. Сделан вывод, что умеренное вовлечение фракции 170-кк в сырьё риформинга со стационарным слоем катализатора позволит улучшить качество высокооктанового компонента бензина и перераспределить освободившиеся гидроочищенные бензиновые фракции в сырьё комплекса производства ароматических углеводородов.

Ключевые слова: производство ароматических углеводородов, ректификация, установка каталитического риформинга.

Yusupov Marsel Razifovich

Postgraduate Student
of Department «Oil and Gas Technology»,
Ufa State Petroleum Technological University
marsel.yusupov.2014@mail.ru

Umurakova Karina Evgenyevna

Master's Degree Student
of Department «Oil and Gas Technology»,
Ufa State Petroleum Technological University
karinaumurakova@gmail.com

Gantsev Alexander Viktorovich

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of Department
«Oil and Gas Technology»,
Ufa State Petroleum Technological University
a.v.ganzev@yandex.ru

Annotation. The article considers the possibility of using the 170-end boiling point fraction produced at the aromatic hydrocarbons production complex as a raw material for a catalytic reforming unit. To assess the possibility of adding this fraction and its effect on the process, we used a previously developed mathematical model of the reforming installation in Aspen Hysys software. It is concluded that moderate involvement of the 170-end boiling point fraction in the reforming raw materials with a stationary catalyst layer will improve the quality of the high-octane component of gasoline and redistribute the released hydrotreated gasoline fractions into the raw materials of the aromatic hydrocarbons production complex.

Keywords: aromatic hydrocarbons production complex, rectification process; catalytic reforming unit.

В виду быстрого развития нефтехимической отрасли из-за повышенного спроса на полимерную продукцию, потребность в получении индивидуальных ароматических углеводородов возросла. Основным источником ароматических углеводородов на территории РФ являются установки каталитического риформинга [1–3].

На нескольких НПЗ стран СНГ присутствуют целые комплексы производства ароматических углеводородов высокой чистоты, где основой комплекса является установка каталитического риформинга. Поскольку бензиновые фракции перед проведением реакций необходимо подготовить как по химическому составу, так и по фракционному составу, прямогонный бензин на первой стадии гидроочищают, а на второй стадии разделяют на фракции, чтобы удовлетворять требованиям по началу и концу кипения сырья. При разделении гидрогенизата в ректификационных колоннах помимо получения целевых фракций риформинга 70–130 и 130–170 °С, изопентановой фракции и сырьевой фракции изомеризации (62–70 °С), образуется тяжелая бензиновая фракция 170-кк. Данную фракцию направляют в дизельный пул.



Фракционный состав фракции 170-кк представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Свойства побочной фракции 170-кк

Температура начала кипения, °С	160
Температура отгона 10 % об., °С	165
Температура отгона 50 % об., °С	169
Температура отгона 90 % об., °С	178
Температура конца кипения, °С	195

Большая часть фракции (90 % об.) представлена углеводородами, выкипающими при 180 °С. То есть фактически фракции 160–180 °С вовлекают в дизельное топливо, что негативно отражается на нормируемых показателях товарного дизельного топлива, таких как температуры вспышки и содержания фракций, выкипающих до 180 °С. Фракция 170-кк является потенциальным сырьем установки каталитического риформинга, но конец кипения фракции (195 °С) является ограничением для ее вовлечения.

Рассмотрим вариант вовлечения фракции в сырье риформинга со стационарным слоем катализатора, не допустив превышения конца кипения сырья. Для оценки возможности добавления этого потока в сырье риформинга и влияния его на процесс, использовали разработанную ранее математическую модель установки риформинга в ПО Aspen Hysys (рис. 1).

В таблице 2 представлено сравнение результатов технологического расчета на обычном сырье риформинга и при добавлении тяжелой фракции с шагом 5 % мас.

Таблица 2 – Сравнение результатов расчетов модели каталитического риформинга с добавлением фракции 170-кк в сырьё

Параметр	Значение Гидрогенизат	Добавление фракции 170-кк				
		170-кк 5 % мас.	170-кк 10 % мас.	170-кк 15 % мас.	170-кк 20 % мас.	170-кк 25 % мас.
Сырьё установки Л-35-11/300						
Температура, °С	140					
Расход, т/ч	20,2					
Начало кипения сырья, °С	76	76	76	76	81	83
Конец кипения сырья, °С	172	172	177	478	179	181
Реакторный блок						
Давление в сепараторе, кгс/см ²	24					
Температура на входе в 1 реактор, °С	476					
Температура на входе в 2 реактор, °С	476					
Температура на входе в 3 реактор, °С	476					
Перепад температур 1 реактора, °С	41,4	40,47	39,52	38,56	37,57	36,56
Перепад температур 2 реактора, °С	9,0	8,71	8,43	8,16	7,92	7,69
Перепад температур 3 реактора, °С	-0,15	-0,14	-0,14	-0,13	-0,12	-0,11
Расход ЦВСГ, нм ³ /ч	57990					
Чистота ЦВСГ, % об.	77	76,27	75,86	75,45	75,03	74,60
Продукты						
Отдувочный ВСГ, т/ч	1,26	1,26	1,25	1,24	1,23	1,23
Рефлюкс, т/ч	1,39	1,44	1,50	1,56	1,61	1,67
Газ стабилизации, т/ч	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99
Риформат, т/ч	16,60	16,50	16,45	16,41	16,36	16,32
Свойства риформата						
Содержание аренов, мас. %	54,3	55,19	56,09	56,98	57,87	58,76
Содержание парафинов, мас. %	41,27	40,49	39,71	38,93	38,15	37,36
Содержание нафтенов, мас. %	3,57	3,48	3,39	3,30	3,22	3,14
Содержание олефинов, мас. %	0,86	0,84	0,81	0,79	0,76	0,74



Продолжение таблицы 2

Содержание бензола, мас. %	2,25	2,17	2,08	2,00	1,91	1,82
Содержание толуола, мас. %	11,97	11,43	10,89	10,34	9,79	9,23
Содержание ксилолов, мас. %	18,60	17,84	17,07	16,30	15,51	14,72
Содержание ароматики C ₉ , мас. %	14,09	14,71	15,32	15,94	16,56	14,09
Содержание ароматики C ₁₀ , мас. %	6,68	7,63	8,57	9,53	10,49	6,68
Октановое число по ИМ	83,66	84,19	84,71	85,23	85,76	86,28
Октановое число по ММ	90,07	90,70	91,32	91,94	92,56	93,18

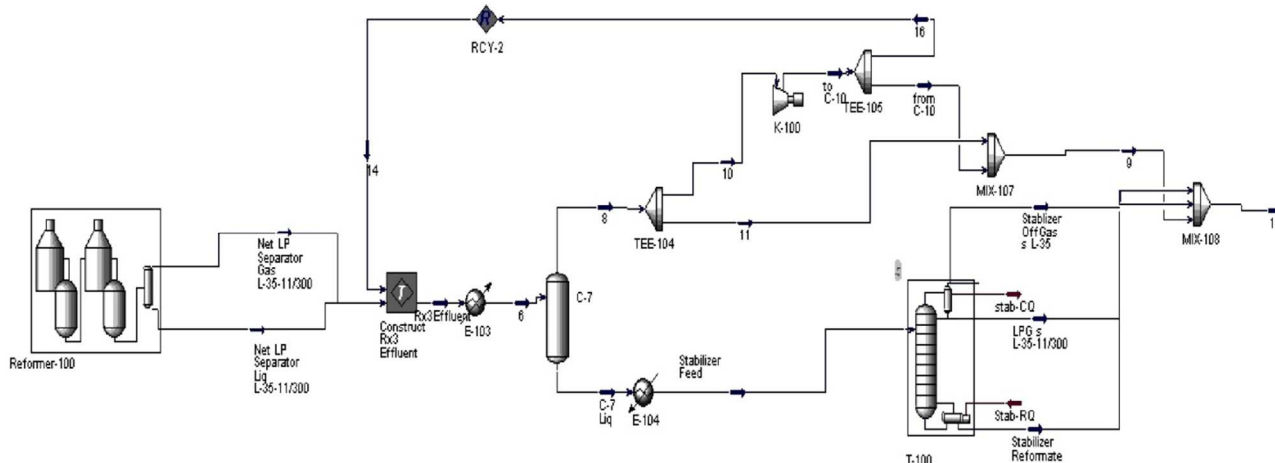


Рисунок 1 – Мнемосхема модели установки риформинга

Из полученных результатов расчетов модели, видим, что добавление фракции 170-кк выше 20 % мас. нежелательно, т.к. конец кипения сырья риформинга приближается к лимитируемому значению. При максимально допустимой доле побочной фракции в сырье, суммарный перепад температур между реакторами незначительно снижается вместе с чистотой циркулирующего ВСГ, а выход рефлюкса постепенно растет (на 0,28 т/ч), что указывает на интенсификацию реакций гидрокрекинга. Выход платформата незначительно снижается (на 0,24 т/ч), но есть ряд преимуществ утяжеления сырьевой композиции: снижение выхода бензола в платформате (на 0,34 % мас.) и увеличение октанового числа по ИМ и ММ на 2,1 и 2,49 пункта соответственно за счет увеличения доли ароматических углеводородов C₉–C₁₀.

Можно сделать вывод, что умеренное вовлечение 170-кк в сырьё риформинга позволит улучшить качество высокооктанового компонента бензина и перераспределить освободившиеся гидроочищенные бензиновые фракции в сырьё комплекса производства ароматических углеводородов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-38-90189.

Литература:

1. Хачатурян К.С., Абдулкадыров А.С., Ефимова Д.В. Российская нефтехимия: текущее состояние и перспективы развития // Инновации и инвестиции. – 2018. – № 8. – С. 183.
2. История развития и современное состояние процесса каталитического риформинга в России. Опыт промышленного производства и эксплуатации новых катализаторов риформинга серии ПР / Д.И. Кирьянов [и др.] // Российский химический журнал. – 2018. – Т. 62. – № 1. – С. 12–23.
3. Юсупов М.Р., Ганцев А.В. Оптимизация процесса ректификации гидрогенизата на комплексе производства ароматических углеводородов // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2021. – № 5. – С. 36.

References:

1. Khachatryan K.S., Abdulkadyrov A.S., Efimova D.V. Russian petrochemistry: current state and development prospects // Innovations and investments. – 2018. – № 8. – P. 183.
2. History of development and current state of the catalytic reforming process in Russia. Experience of industrial production and operation of new reforming catalysts of the PR series / D.I. Kiryanov [et al.] // Russian Chemical Journal. – 2018. – Vol. 62. – № 1. – P. 12–23.
3. Yusupov M.R., Gantsev A.V. Optimization of the process of distillation of hydrogenation product at the aromatic hydrocarbons production complex // Electronic scientific journal Oil and Gas Business. – 2021. – № 5. – P. 36.