

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА СЫРЬЯ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА НА ОКТАНОВОЕ ЧИСЛО И ВЫХОД ЦЕЛЕВОГО ПРОДУКТА

Кондрашева Е.И.

Научный руководитель к.т.н., доцент Е.С. Чернякова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Целевым назначением процесса каталитического риформинга является получение [1]:

- 1) высокооктановых компонентов автомобильных бензинов;
- 2) индивидуальных ароматических углеводородов, таких как бензол, толуол, ксилол;
- 3) водородсодержащего газа для использования в других промышленных процессах с потреблением водорода (гидроочистка, гидрокрекинг, изомеризация и др.).

В качестве сырья обычно используется стабильная гидроочищенная фракция нефти, выкипающая в пределах от 85 до 180 °С. В этом широком интервале температуры распределение индивидуальных компонентов может значительно отличаться, что оказывает значительное влияние на выход и октановое число продукта.

Целью данной работы является анализ влияния сырья на качественные (содержание ароматических углеводородов и октановое число) и количественные (выход риформата) характеристики целевого продукта с использованием математической модели процесса риформинга.

В качестве исходных данных для исследования были использованы экспериментальные данные – результаты хроматографического анализа трех различных образцов сырья (нафты). Групповое распределение углеводородов в исследуемых образцах сырья представлено на рисунке 1.

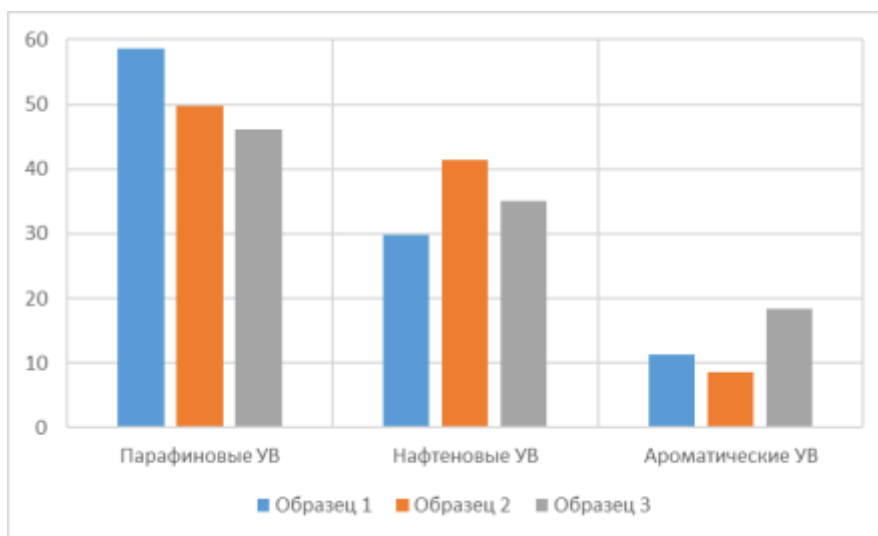


Рис. 1. Групповой состав образцов сырья, % масс.

Анализ сырья процесса показал, что наибольшим содержанием парафиновых углеводородов (58,66 % масс.) обладает образец 1, нафтенных углеводородов (41,34 % масс.) – образец 2, ароматических углеводородов (18,36 % масс.) – образец 3.

Распределение компонентов по группам парафиновые, нафтенные и ароматические углеводороды в сырье 1 составили 58,66, 29,78, 11,42 % масс., соответственно. В сырье 2 – 49,83, 41,34, 8,64 % масс., в сырье 3 – 46,07, 35,04, 18,36 % масс, соответственно.

Для того, чтобы проанализировать влияние состава сырья каталитического риформинга на основные характеристики целевого продукта были оценены экспериментальные данные хроматографического анализа трех образцов продукта (риформата), которые соответствуют приведенным выше образцам сырья (таблица).

Таблица

Характеристики риформата

Параметр	Групповой состав образцов, % масс.			ОЧИ
	Парафиновые УВ	Нафтенные УВ	Ароматические УВ	
Образец 1	38,89	2,15	57,93	95,2
Образец 2	35,95	2,06	61,14	98,0
Образец 3	33,12	2,38	63,99	99,6

Совместный анализ составов сырья и риформата (рис. 1, табл.), показывает, что при переработке сырья с высоким содержанием парафиновых углеводородов (образец 1) в риформате образуется наименьшее содержание ароматических углеводородов (57,93 % масс.) и наибольшее парафиновых углеводородов (38,89 % масс.), что приводит к низким значениям октанового числа (95,2 пункта). При переработке сырья с высоким содержанием нафтенных и ароматических углеводородов (образцы 2 и 3), в риформате образуется больше ароматических

СЕКЦИЯ 8. ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛЬНОГО И УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

углеводородов (61,14 и 63,99 % масс.), что ведет к повышению октанового числа риформата – 98,0 и 99,6 пунктов по исследовательскому методу, соответственно.

Прогнозирование режимов работы установки каталитического риформинга и разработка рекомендаций по повышению качественных и количественных характеристик риформата сложно выполнить только на основе анализа экспериментальных данных, так как в процессе эксплуатации промышленной установки состав сырья, поступающего на переработку, изменяется. Наиболее эффективно оценить эти изменения и оперативно откорректировать параметры технологического режима возможно с применением цифровых двойников, которые в настоящее время активно разрабатываются и внедряются в производство [3].

В рамках данной работы анализ показателей эффективности процесса риформирования бензиновой фракций также был выполнен с помощью математической модели, разработанной на базе Томского политехнического университета, для повышения качественных и количественных характеристик целевого продукта [2]. Данная модель позволяет учесть особенности процесса, с её помощью можно подобрать подходящий катализатор, предсказать выход и качество продукта, проанализировать влияние сырья на материальный баланс процесса.

Результаты расчета приведены на рисунке 2. Расчет выполнялся в режиме исследования влияния состава сырья с учетом следующих технологических параметров: температура процесса – 498 °С, расход сырья – 60 м³/ч, водорода в ВСГ – 80 %, кратность циркуляции ВСГ – 1365 м³/м³.

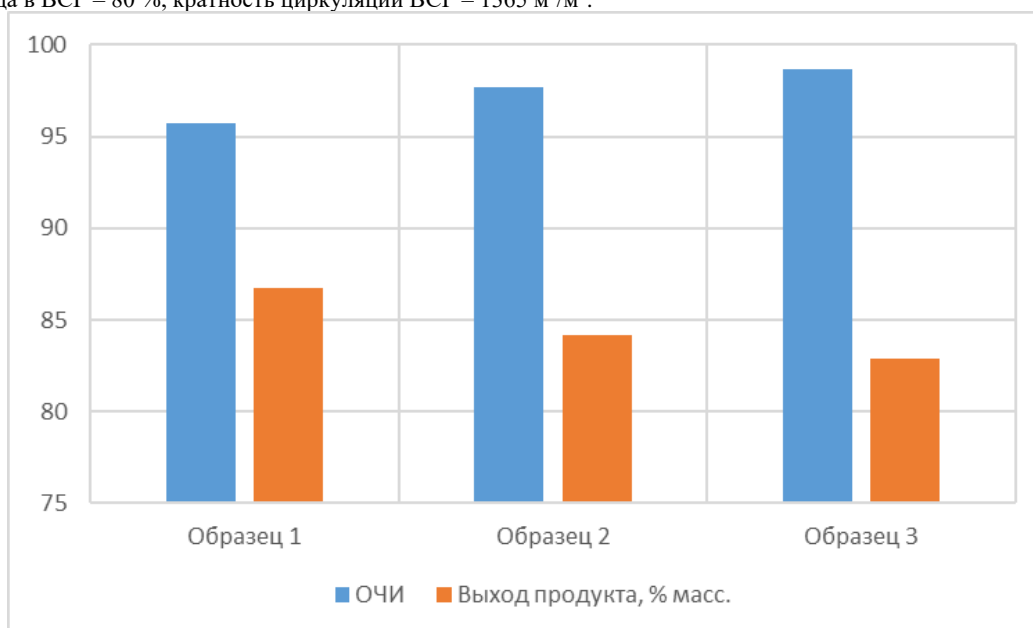


Рис. 2. Характеристики риформата (расчет на модели)

С помощью проведенных исследований по влиянию состава сырья было установлено, что использование сырья различного состава приводит к получению продукта с различным содержанием ароматических углеводородов, и, следовательно, к разным значениям октанового числа и выхода продукта. В результате исследования выявлено, что применение сырья с минимальным содержанием парафиновых углеводородов и высоким значением нафтеновых и ароматических углеводородов приводит к увеличению выхода ароматических углеводородов на 6 % масс., повышению выхода риформата на 3,8 % масс., увеличению октанового числа на 3 пункта по исследовательскому методу.

Исследования выполнены при поддержке Российского научного фонда, проект № 19-71-10015-п.

Литература

1. Заботин Л. И. Химия и технология вторичных процессов переработки нефти: Учеб. пособие // Самара: Самар. гос. техн. ун-т. – 2014.
2. Кравцов А. В. и др. Компьютерное прогнозирование работы промышленных катализаторов процессов риформинга и изомеризации углеводородов бензиновой фракции: учебное пособие/Томский политехнический университет // Томск: Изд-во Томского политехнического университета. – 2010.
3. Царев М. В., Андреев Ю. С. Цифровые двойники в промышленности: история развития, классификация, технологии, сценарии использования // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2021. – Т. 64. – №. 7. – С. 517-531.