

**МОНИТОРИНГ РАБОТЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО
РИФОРМИНГА БЕНЗИНОВ****Д. А. Курская, Е. С. Чернякова**

Научный руководитель, доцент Е. С. Чернякова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

Каталитический риформинг – сложный химический процесс переработки углеводородного сырья, включающий разнообразные реакции преобразования углеводородов бензиновой фракции в высокооктановые компоненты [3].

Основными технологическими параметрами, в значительной степени определяющими процесс каталитического риформинга и характеристики получаемых продуктов, являются температура, давление, кратность циркуляции водородсодержащего газа и объемная скорость подачи сырья.

Температура является основным регулируемым параметром процесса каталитического риформинга и влияет на селективность процесса, выход и октановое число продукта.

Давление – это второй по значимости технологический параметр процесса, который оказывает влияние не только на выход и состав целевого продукта каталитического риформинга бензинов, но и на скорость дезактивации катализатора, которая, в свою очередь, зависит от скорости его закоксовывания.

Средняя объемная скорость подачи сырья может корректироваться путем изменения загрузки катализатора и изменения средней производительности установки. Влияет на эксплуатационную температуру и на длительность межрегенерационного цикла [1].

Кратность циркуляции водородсодержащего газа выбирается в зависимости от фракционного состава перерабатываемого сырья, давления в системе риформинга, вида катализатора и задаваемой жесткости процесса при проектировании установки. От величины кратности циркуляции зависит интенсивность коксообразования, следовательно, срок службы и стабильность катализатора как межрегенерационного, так и общего [1].

Качество сырья (его химический и фракционный состав) оказывает существенное влияние на работу установок риформинга. Значимость сырья для риформирования тем выше, чем выше массовая доля в нем ароматических и нафтеновых углеводородов. При увеличении массовой доли этих компонентов в сырье продукт заданного качества может быть получен двумя способами:

- при более высокой объемной скорости подачи сырья;
- при более низкой средней температуре в реакторах.

При этом возрастает массовая доля водорода в циркуляционном газе и увеличивается выход риформата.

Качество сырья определяет также срок службы катализатора и стабильность: чем выше массовая доля ароматических и нафтеновых углеводородов в сырье, тем соответственно мягче режим работы установки и тем больше срок службы катализатора. [4].

Для того чтобы процесс риформинга протекал эффективно, необходимо проводить мониторинг работы промышленных установок [2]. Это позволяет анализировать качество эксплуатации установки, а также выявлять причины отклонения от оптимального режима работы. На рисунках 1 и 2 приведены результаты расчета текущей и оптимальной активности Pt-Re катализатора промышленной установки риформинга бензинов с применением компьютерной моделирующей системы.



Рис. 1. Мониторинг работы промышленной установки каталитического риформинга бензинов

Проведенные исследования работы катализатора показали, что значения текущей и оптимальной активности в начальный период времени достаточно близки (Рис. 1). Отличие в пределах 0,05-0,2 отн.ед. может говорить об изменении технологических режимов работы промышленной установки или состава перерабатываемого сырья. Полученные выводы согласуются с результатами расчета коксообразования (Рис. 2).

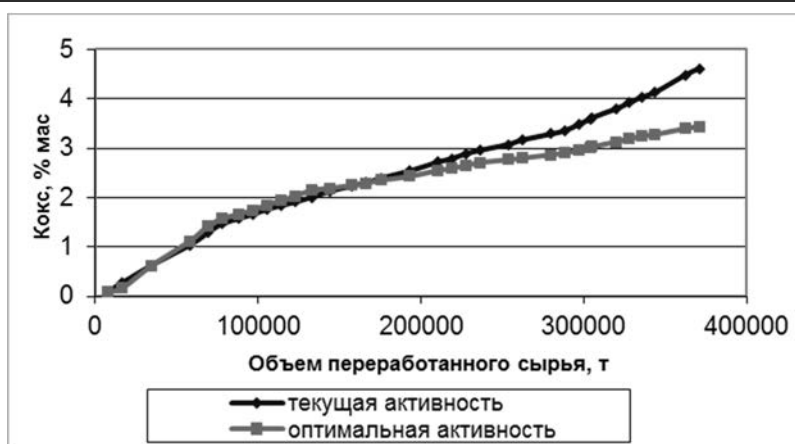


Рис. 2. Динамика коксообразования

Здесь также после 200 тыс. т по объему переработанного сырья наблюдается тенденция к отклонению коксообразования в текущем и оптимальном режимах. На конец исследуемого периода разница составляет 1,18 % мас.

Так как явных скачков в режимных параметрах не наблюдалось, то были проведены исследования по влиянию состава перерабатываемого сырья на эффективность промышленного процесса. Однако стоит также принять во внимание, что такие отклонения (Рис. 1 и 2) могут быть вызваны и режимами проведения регенерации катализатора.

Расчеты по исследованию влияния состава сырья приведены в таблице 1.

Таблица 1. Расчет на модели влияния состава перерабатываемого сырья

	Сырье 1	Сырье 2	Сырье 3	Сырье 4	Сырье 5
Выход водорода, % масс.	1,53	1,54	1,5	1,6	1,54
П/(Н+А) в сырье	0,89	0,85	0,77	0,79	0,78
н-П/и-П в сырье	0,66	0,69	0,63	0,65	0,67
Степень изомеризации	16	20	16	19	19
Степень ароматизации	13,72	12	14,27	10,95	11,8
Выход риформата, % масс.	87,84	88,39	88,1	88,93	88,9
Ароматика, % масс.	57,92	57,76	60,95	58,8	59,24
Октановое число о.ч.и.	94,2	93,7	95,6	94,2	94,9
Кокс, % масс.	4,69	4,57	4,39	4,34	4,62

Соотношение парафиновых к нафтеновым и ароматическим углеводородам – в пределах 0,77-0,89, а соотношение алканов нормального к изо-строению – в пределах 0,63-0,69. Это влечет за собой изменения октанового числа и выхода продукта, а также динамики коксообразования.

Таким образом, применение компьютерных моделирующих систем является удобным инструментом для проведения мониторинга и выполнения оптимизации производства. Определив отклонения в работе промышленной установки от оптимального режима и их причины, можно своевременно принять меры по повышению эффективности работы установки.

Литература

1. Грибоедов А.С. Оптимизация процесса каталитического риформинга бензиновых фракций / А.С. Грибоедов // Современные технологии и научно-технический прогресс. – 2004. - № 1. – С. 017-018.
2. Иванчина Э. Д. Повышение ресурсоэффективности процесса каталитического риформинга бензинов методом математического моделирования / Э.Д. Иванчина, Е.С. Шарова, И.В. Якупова // Известия вузов. Химия и химическая технология: научно-технический журнал / Министерство образования и науки Российской Федерации. — 2014. — Т. 57, № 11. — С. 87-89.
3. Кузьмина Р.И. Каталитический риформинг углеводородов / Монография под ред. Р.И. Кузьминой. – Саратов: Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Изд-во СЮИ МВД России, 2010. – 252 с.
4. Яковлев А.А. Модернизация процесса каталитического риформинга с целью повышения выхода ароматических углеводородов / А.А. Яковлев // Электронный научный журнал нефтегазовое дело. – 2006. - № 2. – С. 32.