

**РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕЖИМА ПОДАЧИ ВОДЫ В ПРОМЫШЛЕННЫЙ РЕАКТОР
ДЕГИДРИРОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ**

К.О. Фефелова

Научный руководитель: профессор Е.Н. Ивашкина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Процесс дегидрирования высших парафинов становится все более востребованным с каждым годом. Высшие олефины C_{10} - C_{13} (продукты процесса) – это сырье для получения линейных алкилбензолов (ЛАБ), которые, в свою очередь, являются одним из основных компонентов в производстве синтетических моющих средств (СМС).

Показатели производительности процесса определяются технологическим режимом и составом перерабатываемого сырья, а также активностью катализатора. Эти показатели влияют на длительность сырьевого цикла и качество получаемой продукции.

Длительность сырьевого цикла работы катализатора определяется большим количеством показателей: температура, давление, содержание кокса на поверхности катализатора, которое может быть скорректировано регулированием мольного соотношения водород/сырье и расхода воды в реактор.

Авторами [1] был разработан способ управления активностью катализатора процесса дегидрирования высших n-парафинов при заданном мольном соотношении водород/сырье, равном 7/1, который заключается в регулировании активности катализатора за счет подачи оптимального количества воды в реактор дегидрирования. Применение указанного способа на практике позволило увеличить длительность сырьевого цикла работы катализатора с 280 до 310–320 суток (на 14,3 %) при концентрации олефинов в продуктивном потоке после реактора дегидрирования около 9,3 % мас. [2].

Однако этот способ управления активностью катализатора дегидрирования не может быть применим при изменении мольного соотношения водород/сырье в системе. При уменьшении мольного соотношения водород/сырье до 6/1 необходимо увеличивать расход воды в реактор дегидрирования, что обеспечит сохранение срока службы катализатора и увеличение выхода олефинов за счет смещения равновесия обратимой реакции дегидрирования высших n-парафинов в сторону образования целевого продукта.

Использование вышеописанных рекомендаций для катализатора процесса дегидрирования были апробированы на промышленной установке получения олефинов. Выданные рекомендации по подаче воды от 4 до 9–12 л/час в зависимости от температуры проведения процесса и состава сырья позволили снизить концентрацию кокса на поверхности катализатора при уменьшении мольного соотношения водород/сырье до 6/1 и увеличить выход олефинов на 3–5 % [3].

Вместе с тем, нерешенным оставался вопрос о граничных условиях увеличения расхода воды к концу сырьевого цикла работы платиносодержащего катализатора дегидрирования. В ходе данного исследования были проанализированы основные показатели производительности сырьевых циклов работы катализатора 2013-2014 гг., 2014-2015 гг., 2015-2016 гг. (табл. 1).

Таблица 1

Сырьевые циклы катализатора дегидрирования и их показатели производительности

Показатели производительности	13-14 гг.	14-15 гг.	15-16 гг.
Мольное соотношение l	(7÷7,5)/1	(6÷7)/1	(6÷6,5)/1
Температура T , °C	468..487	470..489	470..490
Длительность цикла, сутки	384	432	403
Содержание кокса на конец цикла (расчет на модели), % мас.	0,82	6,15	4,91
Расход воды, л/час	4÷9	4÷14	4÷16
Среднесуточная выработка ЛАБ, т/сутки	175,5	176,4	176
Суммарная выработка ЛАБ, т	66717	74568	70160

Для увеличения продолжительности рабочего цикла необходимо произвести регулирование уровня подачи воды в реактор дегидрирования. Подача воды в реактор способствует частичной деструкции образовавшегося на поверхности катализатора кокса. Повышение объема подачи воды связано с ростом температуры сырья на входе в реактор дегидрирования. Рост значений этих двух показателей способствует повышению скорости реакций гидрокрекинга, что, в свою очередь, приводит к увеличению выхода углеводородных газов [4].

По данным мониторинга сырьевого цикла 2015-2016 гг. установки получения олефинов была получена зависимость, отображающая выход газа в зависимости от объема подачи воды в реактор при повышающейся температуре (рис. 1).

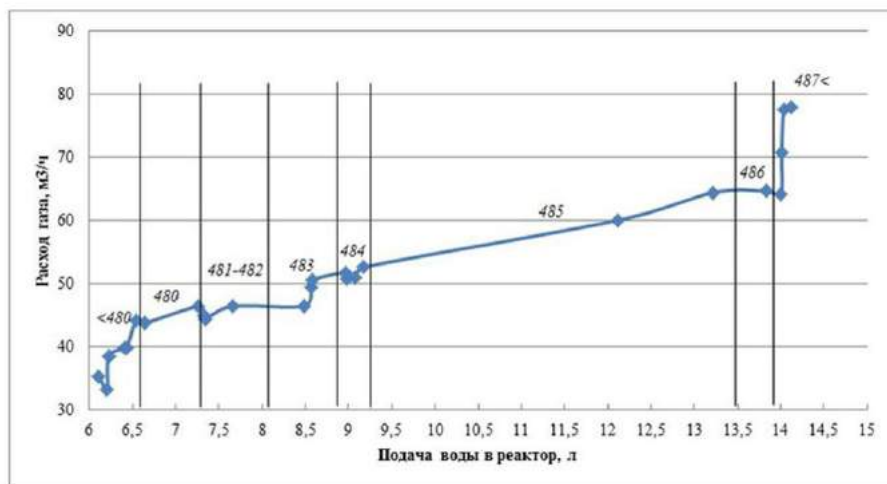


Рис. Зависимость выхода газа от объема подачи воды при различных температурах

Из данной зависимости следует, что определенной температуре соответствует определенные диапазоны выхода газа и подачи воды в реактор, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Выход углеводородного газа и расход воды в реактор дегидрирования

Температура на входе в реактор, °C	Выход газа, м³/ч	Расход воды, л
<480	35-45	6-6,6
480	45-47	6,6-7,3
481-482	47	7,3-8,1
483	47-51	8,1-8,9
484	51-53	8,9-9,3
485	53-63	9,3-13,5
486	63	13,5-13,9
487<	63-79	13,9-14,3

Проведенные исследования показали, что при небольших температурах объем подачи воды минимален, а, соответственно, выход газа тоже незначителен. Наибольший выход газа достигается к концу цикла – при максимальной температуре и большом объеме подачи воды – наблюдается резкое возрастание выхода газа. Таким образом, верхнюю границу уровня подачи воды можно определить на уровне 14,5-15,0 л.

Литература

1. Kravtsov A.V., Ivanchina E.D., Ivashkina E.N., Frantsina E.V., Kiseleva S.V., Romanovskii R.V., Thermodynamic stability of coke-generating compounds formed on the surface of platinum dehydrogenation catalysts in their oxidation with water // Petroleum Chemistry, 2013. – № 53. – С. 267-275.
2. Frantsina E.V., Ivashkina E.N., Ivanchina E.D., Romanovskii R.V. Decreasing the hydrogen-rich gas circulation ratio and service life extension of the C₉-C₁₄ alkanes dehydrogenation catalyst // Chemical Engineering Journal, 2015. – №282. – С. 224-232.
3. Иванчина Э. Д., Ивашкина Е. Н., Козлов И. А., Андреев А. Б., Платонов В. В., Глик П. А. Мониторинг работы установки получения олефинов в условиях пониженного мольного соотношения водород/сырьё с использованием математической модели // Нефтепереработка и нефтехимия, 2016 – №. 4. – С. 17-22.
4. Дж. Х. Гэри, Г.Е. Хэндверк, М.Дж. Кайзер. Технологии и экономика нефтепереработки. – СПб: Профессия, 2013.– 440 с.