

Секция 4. Технология и моделирование процессов подготовки и переработки углеводородного сырья**Список литературы**

1. Кравцов А.В., Иванчина Э.Д., Галушин С.А., Полубоярцев Д.С. Системный анализ и повышение эффективности нефтеперерабатыва-

ющих производств методом математического моделирования: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 170с.

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА СЕРНОКИСЛОТНОГО АЛКИЛИРОВАНИЯ ИЗОБУТАНА ОЛЕФИНАМИ

А.С. Ушаков, С.С. Бойченко, А.Е. Нурмаканова
Научный руководитель – д.т.н., профессор Е.Н. Ивашкина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, boychenko-stanislav@mail.ru

Процесс алкилирования изобутана олефинами применяется в нефтеперерабатывающей промышленности с целью получения алкилата, важнейшего компонента экологически чистых бензинов. Он имеет высокое октановое число (ОЧ), низкое давление насыщенных паров, не содержит ароматических соединений, олефинов и серы.

Рынок российского бензина пока не соответствует оптимальным пропорциям, необходимым для производства бензина ЕВРО-5 в связи с недостатком бензина каталитического крекинга и алкилата, а также избытком риформата и нефти. Доля алкилбензина на российском рынке составляет около 5%, когда в странах Евросоюза – до 16%.

Моделирование процесса алкилирования изобутана олефинами является крайне актуальной задачей современной нефтепереработки, так как это позволяет обеспечить оптимальные ус-

ловия его проведения, а значит, найти ресурсы для увеличения производительности промышленных установок.

Но для успешного моделирования таких сложных многокомпонентных процессов необходимо глубокое понимание химизма, кинетических и термодинамических закономерностей процесса.

Целью работы стало построение математической модели процесса сернокислотного алкилирования изобутана олефинами.

Для установления количественной взаимосвязи между скоростями и параметрами химического процесса (концентрациями реагентов, температурой, временем контакта, давлением) был проведен термодинамический анализ наиболее вероятных реакций. С использованием квантово-химических расчетов, реализованных в программе Gaussian, были определены основные параметры реакций: энергия Гиббса, энтропия и

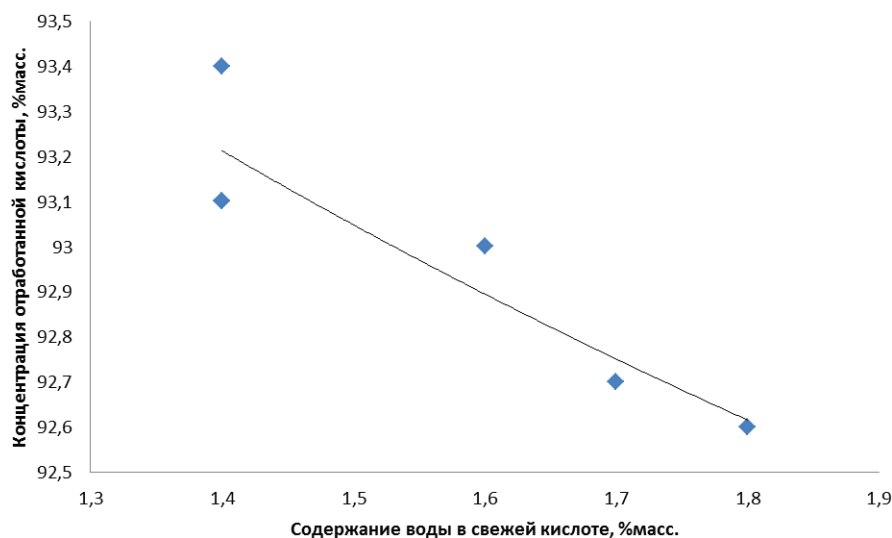


Рис. 1. Концентрация отработанной серной кислоты в зависимости от содержания воды в свежей кислоте

энтальпия. Также были выделены основные целевые и побочные реакции, на основании чего была составлена формализованная схема превращения веществ [1], составлены уравнения материального и теплового балансов реактора.

Деактивация катализатора – концентрации серной кислоты является основной причиной нестационарности процесса. Причиной деактивации является взаимодействием кислоты с непредельными высокомолекулярными углеводородами и разбавление ее влагой. При понижении концентрации кислоты ослабляется целевая реакция алкилирования и увеличивается количество полимеризующихся олефинов. Это приводит к уменьшению октанового числа алкилата и увеличению расхода кислоты.

Важным параметром, влияющем на активность кислоты является содержание воды в исходной кислоте, так как вода снижает актив-

ность катализатора в значительно большей степени, чем загрязнение углеводородными продуктами (рис. 1).

Уравнения математической модели были дополнены функциональными зависимостями концентрации серной кислоты от содержания влаги и высокомолекулярных углеводородов, что придало математическому описанию прогнозирующую способность в отношении октанового числа и выхода алкилата.

Таким образом, были определены кинетические и термодинамические закономерности реакций процесса алкилирования изобутана олефинами, которые стали основой создания математической модели. Определено, что основным фактором, определяющим снижение концентрации серной кислоты в процессе алкилирования изобутана олефинами, является концентрация свежей кислоты.

Список литературы

1. Иванчина Э.Д., Ивашкина Е.Н., Нурмаканова А.Е., Бойченко С.С., Храпов Д.В., Короткова Н.В., Есипенко Р.В. // Мир нефтепродуктов.

Вестник нефтяных компаний, 2016.– №2.– С.33–46.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЕГИДРИРОВАНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ ЦИКЛАХ

К.О. Фефелова

Научный руководитель – д.т.н., профессор Е.Н. Ивашкина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, fks@mail2000.ru*

В состав катализаторов процесса дегидрирования парафинов входят металлы платиновой группы Pt, Pd, Rh, диспергированные на носителе – оксиде алюминия в γ -модификации. Широко применяемыми и наиболее эффективными являются платиносодержащие системы, которые в процессе их промышленной эксплуатации подвержены деактивации коксом.

Целью работы стал сравнительный анализ работы Pt-катализаторов дегидрирования в различных сырьевых циклах по данным промышленной эксплуатации с применением математической модели.

Для сравнения работы катализатора в различных сырьевых циклах при различных технологических условиях были проанализированы текущий (с 30 июля 2015 г. по настоящее время) и предыдущий (18 апреля 2014 – 27 июля 2015) периоды работы Pt-катализаторов одного и того

же типа.

Из рис. 1. видно, что концентрация олефинов в первые 125 суток в текущем цикле выше, чем в предыдущем. Это можно объяснить тем, что на начало цикла 2014–2015 гг. мольное соотношение водород/сырье было равным 7/1 по сравнению с действующим 6/1 в цикле 2015–2016 гг. Резкое уменьшение концентрации олефинов в текущем цикле после 125 суток вызвано высоким давлением в реакторе (более 0,21 МПа).

На рис. 2 можно проследить тенденцию роста содержания кокса на катализаторе. В действующем цикле это содержание несколько превышает содержание кокса в предыдущем сырьевом цикле, т.к. при снижении мольного соотношения до 6,5 : 1,0 количество образующегося кокса увеличилось.

На интенсивность коксообразования можно