

скорости подачи сырья 20 мл/ч и давлениях 1,5–2,0 МПа с отбором и контролем качества жидких и газообразных продуктов после каждых 2-х часов работы.

Выявлено, что образование ароматических углеводородов, являющихся прекурсорами коксообразования, максимально при температуре 450 °С (рис. 1). С увеличением времени проведения процесса содержание ароматических углеводородов на катализаторе снижается, что говорит о начале его дезактивации, поскольку в результате протекания реакций конденсации из ароматических структур образуются полиароматические, а затем кокс (рис. 2).

Полученные результаты эксперимента по-

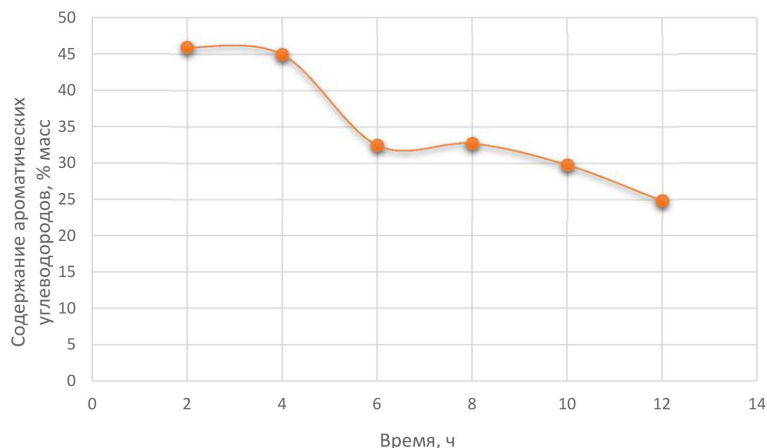


Рис. 2. Зависимость изменения содержания ароматических углеводородов от времени проведения процесса

зволили дополнить математическую модель реактора процесса цеоформинга [1] составляющей, учитывающей изменение активности катализатора.

Список литературы

1. *Optimal design of straight- run gasoline conversion on zeolite catalyst [Electronic resource] / M. A. Samborskaya [et al.] // Petroleum and Coal., 2016.– Vol.58.– Iss.7.– P.721–725.–*

Title screen.– Свободный доступ из сети Интернет. Режим доступа: http://www.vurup.sk/sites/vurup.sk/files/downloads/pc_7_2016_samborskaya_503.pdf.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АЛКИЛИРОВАНИЯ И СУЛЬФИРОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АЛКИЛБЕНЗОЛСУЛЬФОКИСЛОТЫ

А.А. Бунаев, А.А. Солопова, М.А. Пасюкова, И.О. Долганова, Э.Д. Иванчина
 Научный руководитель – к.т.н., доцент И.М. Долганов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, aiurbunaev@gmail.com*

В настоящее время растет спрос на моющие средства из синтетического сырья: при этом одним из основных компонентов, является алкилбензол с неразветвленной боковой цепью, который составляет около трети ингредиентов, во всем мире. Такое широкое использование данного класса веществ объясняется тем, что они абсолютно безопасны по отношению к окружающей среде. Таким образом, растет потребность в увеличении производства линейных алкилбензолов. Однако для таких сложных систем, как многостадийный химический процесс, необходимо большое количество различных ресурсов и временных затрат. Этот факт делает производство на современных заводах в какой-то мере неэффективным без привлечения различных си-

стем моделирования.

Программные системы, созданные в соответствии с принципами объектно-ориентированного программирования, применяются не только для разработки программного обеспечения конкретных и узконаправленных прикладных решений, но также для прогнозирования и контроля режимов работы производственных установок. В то же время, несмотря на позитивные тенденции, наблюдаемые в области компьютерного моделирования, остаются нерешенными некоторые вопросы, относящиеся, в основном, к оптимизации производства на взаимосвязанных объектах [1].

Возможность применения математической модели на нефтеперерабатывающем заводе за-

висит, в первую очередь, от ее адекватности: то есть, сходимостью расчетных величин, полученных в ходе работы с моделирующей системой, и данными эксперимента – например, данными о работе настоящей установки. Иными словами, для создания точной математической модели необходимо решение обратной математической задачи.

Таким образом, создание компьютерной модели для симуляции производственного процесса получения АБСК включает в себя следующие этапы. Во-первых, составление схемы реакции, которые протекают во время процесса, вовлекающие необходимые углеводороды. Во-вторых, необходимо проанализировать термодинамические условия проведения рассматриваемого процесса – изучение теоретических возможности проведения исследуемых реакций. В-третьих, необходимо определить, как рабочие режимы реакторов: как гидродинамические, так и тепловые. Наконец, последний шаг – создание самой математической модели, реализованной в виде законченного программного обеспечения [2].

Полученная в результате система моделирования процессов алкилирования и сульфирования реализует следующий функционал: расчет составов потоков продуктов, продолжительность межпромысловых циклов реактора сульфирования при заданном составе сырья и технических параметрах. Кроме того, была реализована функция оптимизации работы уста-

новки алкилирования углеводородов и колонны регенерации фтористого водорода – катализатора процесса [3].

Основой этой модели является следующий алгоритм:

Первый шаг заключается в том, что осуществляется поиск областей значений нужных кинетических параметров близких к оптимальным, с помощью метода сканирования. В компьютерная реализация этого этапа состоит в том, что находятся наборы локальных минимумов искомой функции, а также отклонения для найденных наборов значений кинетических параметров.

Околооптимальные диапазоны значений, полученные на предыдущем шаге, подвергаются анализу с использованием метода симплекс-оптимизации – в данном случае это метод Нелдера-Мида. Данная оптимизация проводится для всех имеющихся наборов данных со своим определенным составом сырья и продуктов. Расчет значения погрешности для каждого отдельного набора параметров проводится для всех точек, а в качестве конечного значения выбирается максимальное значение ошибки.

В случае, если расчет набора параметров, для того, чтобы описать исследуемый процесс с необходимой точностью, провести невозможно, необходимо переопределение интервалов поиска, для возобновления выполнения данного алгоритма [4].

Список литературы

1. Долганов И.М., Киргина М.В., Ивашкина Е.Н., Иванчина Э.Д., Долганова И.О. // *Известия ТПУ*, 2012. – №3. – С.84–88.
2. Долганов И.М., Францина Е.В., Афанасьева Ю.И., Иванчина Э.Д., Кравцов А.В. // *Известия ТПУ*, 2010. – №5. – С.53–57.
3. Долганова И.О., Ивашкина Е.Н., Иванчина Э.Д. // *Известия ТПУ*, 2011. – №3. – С.109–112.
4. Долганова И.О., Фетисова В.А., Шнидорова Н.О., Иванчина Э.Д. // *Известия ТПУ*, 2010. – №3. – С.117–121.