

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УЗЛА РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗОПРЕН-ИЗОАМИЛЕНОВОЙ ФРАКЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗОПРЕНА

Рыжов Д.А., Зиятдинов Н.Н., Антонов С.В

Казанский государственный технологический университет, systech2@yandex.ru

Поиск оптимальных решений по интенсификации действующих установок ректификации является актуальной задачей энерго-, ресурсосбережения на предприятиях нефтехимической отрасли, поскольку, как известно, более 60 % энергозатрат в нефтехимии приходится именно на эти процессы. При этом, как показывает практика, одним из важнейших факторов, влияющих на режим работы установок газофракционирования, является постоянное изменение состава сырья, поступающего на разделение. Поэтому наряду с поиском энерго-, ресурсосберегающих режимов работы установок ректификации, актуальной встает и задача исследования оптимальных статических характеристик узлов газоразделения, показывающих тенденции изменения оптимального значения управляющего параметра при изменении состава перерабатываемого сырья.

Процессы ректификации являются неотъемлемой частью в производстве изопрена методом двухстадийного дегидрирования изопентана. Одной из установок, входящих в данное производство, является узел экстрактивной ректификации изоамилен-изопреновой фракции с применением в качестве экстрагента диметилформамида (ДМФА). Данный узел включает три колонны ректификации: К-1, К-1а – колонны экстрактивной ректификации, К-2 – колонна десорбции. Каждая колонна имеет несколько возможных тарелок подачи питания и ввода рециклов. Установка замкнута тремя потоками рециклов. На разделение поступают катализаты 1-й и 2-й стадий дегидрирования изопентана. Продуктовыми потоками узла являются поток изоамиленовой фракции, отбираемой с верха колонны К-1, и поток изопрена-сырца, отбираемого с верха десорбционной колонны К-2.

Со времени ввода в промышленную эксплуатацию рассматриваемого производства (середина прошлого столетия) [1] установки разделения изопрен-изоамиленовой фракции претерпевали множество реконструкций. Это являлось следствием появления новых технологических решений по организации процессов разделения, а также уточнения оптимальных параметров ведения процесса получения изопрена по результатам научных исследований и практики эксплуатации. Вместе с тем, внедрение новых технологий накладывало свой отпечаток также на состав перерабатываемых катализаторов [2]. В связи с этим стала актуальной задача исследования зависимостей качества разделения и энергозатрат от изменения значений режимных параметров и поиска на основе проведенных исследований энергосберегающих режимов работы установки. С этой целью было проведено компьютерное моделирование работы установки с целью исследования влияния управляющих переменных на критерий оптимальности. В качестве критерия оптимальности работы установки приняты суммарные удельные энергозатраты на производство одной тонны изопрена-сырца. По результатам проведенных анализов чувствительности было определено, что наиболее существенное влияние на удельные энергозатраты оказывают расход и температура ДМФА, температуры катализаторов 1,2; температура куба колонны К-1а, расходы флегмы в колонны К-1, К-2; расход рецикла из колонны К-2 в колонну К-1. Так же было установлено, что на критерий оптимальности существенное влияние оказывают номера тарелок подачи ДМФА в колонну К-1, потока питания колонны К-1а, и уровень ввода потока рецикла из колонны К-2 в К-1. Таким образом, очевидно, что имеются такие значения перечисленных режимных параметров установки, при которых суммарные удельные энергозатраты узла разделения примут минимальное значение.

Задача поиска энергосберегающего режима работы установки была поставлена следующим образом. При заданной нагрузке по изоамилен-изопреновой фракции необходимо найти такие значения перечисленных режимных параметров (принятых в качестве поисковых переменных), при которых выполняются ограничения (на качество

получаемых продуктов, максимальные температуры в кубах колонн, максимальные расходы флегмы в колонны) и критерий оптимальности, суммарные удельные затраты, примет минимальное значение. Это задача дискретно-непрерывной оптимизации, в которой номера тарелок ввода питания в колонны являются дискретными, а режимные параметры – непрерывными поисковыми переменными. Для решения поставленной задачи был использован подход предложенный ранее в [3].

С применением предложенного метода были получены оптимальные статические характеристики узла разделения изоамилен-изопреновой фракции. Построение оптимальных статических характеристик заключалось в поиске оптимальных режимов работы рассматриваемого технологического объекта при различных составах входных потоков установки.

Как показал анализ данных промышленной эксплуатации, наиболее подвержен изменениям, как по расходу, так и по составу, поток катализата второй стадии дегидрирования. Кроме того, массовый расход катализата 2 намного больше расхода катализата 1, и тем самым изменение его параметров намного существеннее сказывается на режиме работы установки. Таким образом, при построении статических характеристик в качестве варьируемого параметра было выбрано содержание изопрена в потоке катализата 2.

Из полученных оптимальных статических характеристик наибольший интерес представляют зависимости оптимальных значений расхода и температуры ДМФА от содержания изопрена в потоке катализата 2, представленные на рис. 1.

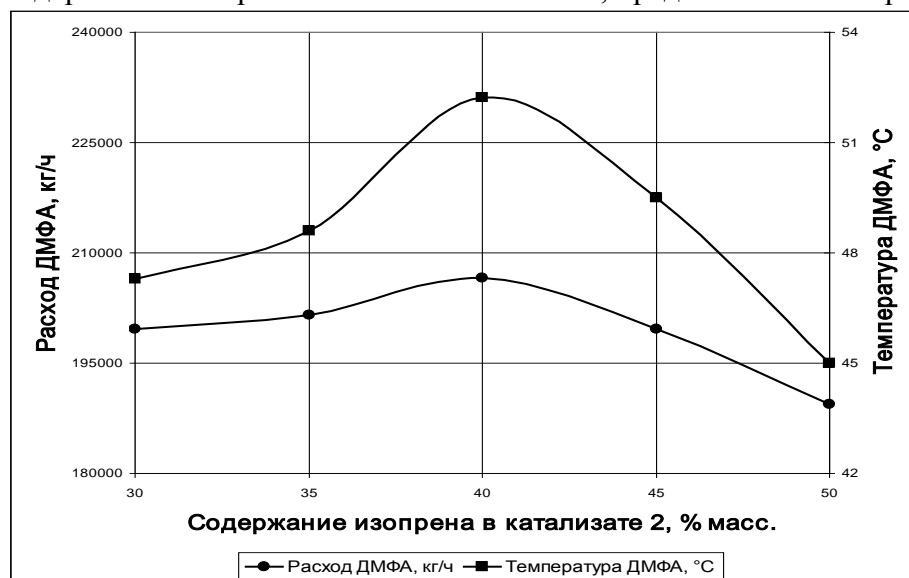


Рис. 1 Зависимости оптимальных значений расхода и температуры ДМФА от содержания изопрена в катализате 2

сырья, подаваемого на установку, необходимо меньшее количество экстрагента для получения заданного качества разделения при одинаковой нагрузке по катализатам, иначе происходит унос изоамилена с фракцией изопрена-сырца. Вместе с тем, при уменьшении расхода растворителя, его температуру необходимо понизить для улучшения сорбирующих свойств ДМФА по отношению к изопрену.

1. Кирпичников П.А. Альбом технологических схем основных производств промышленности синтетического каучука / П.А. Кирпичников, В.В. Береснев, Л.М. Попова. – Л.: Химия, 1986. – 224 с.
2. Павлов, С.Ю. Выделение и очистка мономеров для синтетического каучука / С.Ю. Павлов – Л.: Химия, 1987. – 232 с.
3. Островский, Г.М. Выбор оптимальных тарелок питания в замкнутой системе ректификационных колонн / Г.М. Островский, [и др.] // ТОХТ. – 2008. – Т. 42. – № 4. – С. 401 – 412.

Из представленных на рис.1 зависимостей видно, что изменение оптимального расхода и температуры ДМФА при изменении содержания изопрена в составе сырья имеет экстремальный характер. Это связано с тем, что диметилформамид проявляет сорбирующие свойства как к изопрену, так и к изоамилену. Таким образом, при преобладании изопрена в составе исходного