

Хрусталеv Евгений Александрович,

магистрант, Ангарский государственный технический университет

e-mail: hrystalevea@gmail.com

Сосновская Нина Геннадьевна,

к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет

e-mail:sosnina148@mail.ru

Корчевин Николай Алексеевич,

д.х.н., профессор, Ангарский государственный технический университет

e-mail: rusnatali64@yandex.ru

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ЗАМЕНЫ КАТАЛИЗАТОРА В ПРОЦЕССЕ ИЗОМЕРИЗАЦИИ НОРМАЛЬНОГО БУТАНА

Hrustalev E.A., Sosnovskaya N.G., Korchevin N.A.

THE ANALYSIS OF CATALYST CHANGE POSSIBILITY IN NORMAL BUTANE ISOMERIZATION PROCESS

Аннотация. С целью повышения активности катализатора и устранения влияния нежелательных факторов рассмотрена возможность замены катализатора изомеризации бутана фирмы UOP на катализатор СИ-3 технологии Изомалк–3.

Ключевые слова: бутан, изомеризация, катализаторы, подбор катализатора.

Abstracts. The possibility of change butane isomerization catalyst by firm UOP on catalyst for Isomalk-3 technology is considered. The aim of change is activity increased of catalyst and elimination of undesirable factors.

Key words: butane, isomerization, catalysts, choosing of catalyst.

Изомерные превращения органических соединений позволяют получить ценные продукты органического синтеза, существенно расширить сырьевую базу и, в некоторых случаях, уменьшить воздействие токсичных компонентов на окружающую среду. По этим причинам они достаточно широко используются в химической промышленности.

Изомеризация бутана используется в нефтехимической промышленности для получения изобутана – важнейшего сырьевого компонента для производства октановых оксигенатов (метилтретбутилового эфира и этилтретбутилового эфира), алкилат-бензинов [1, 2]. Изомеризация бутана – гетерогенно-каталитический процесс, в котором, как правило, используются бифункциональные каталитические системы, состоящие из металлов, обладающих окислительно-восстановительным характером, и носителя с кислотными свойствами. Металлический компонент (чаще всего платина) препятствует образованию ненасыщенных углеводородов, которые вызывают смолообразование на поверхности катализатора и даже его последующее закоксовывание. В качестве носителя, как правило, используются алюминий-содержащие кислоты Льюиса

(AlCl_3 , Al_2O_3 , алюмосиликаты и др.). Именно эта составная часть катализатора ответственна за протекание изомеризации по карбокатионному механизму [3]. Эффективность работы установки изомеризации определяется прежде всего правильным подбором катализатора.

Отделение изомеризации бутана входит в состав комплекса сернокислотного алкилирования (КСА) цеха службы эксплуатации новых объектов и является производственным подразделением АО «Ангарская нефтехимическая компания» (АО «АНХК»). Отделение предназначено для каталитической конверсии бутана нормального, поступающего из отделения алкилирования, в изобутан (фракцию изобутановую) по технологии ButamerTM компании UOP A Non-eywell Company с целью повышения ресурсов изобутана для процесса алкилирования.

Процесс протекает в паровой фазе в среде водорода над стационарным слоем бифункционального платиносодержащего катализатора на основе хлорированной окиси алюминия I-122 фирмы UOP. Для поддержания активности катализатора в реактор постоянно подается промотор – хлорорганическое соединение (перхлорэтилен) [4]. В ходе процесса хлорсодержащий промотор способствует отрыву атома водорода от бутана с образованием HCl , которая способствует формированию комплексных алюминийсодержащих кислот и карбокатионов из органических компонентов реакционной смеси. Практически отсутствие ненасыщенных соединений в зоне реакции препятствует образованию продуктов их алкилирования (тяжелых углеводородов) и снижает возможность отравления катализатора.

При каталитической конверсии бутана нормального протекают как основные реакции изомеризации бутана нормального, так и побочные реакции гидрокрекинга [1-3].

Эффективность катализатора с целью получения качественного продукта и обеспечения продолжительного срока его службы в значительной степени определяется используемым режимом работы (технологическими параметрами эксплуатации) [4, 5].

Катализатор I-122 имеет следующие характеристики: условный диаметр частиц – 1,6 мм, насыпной вес – 785 кг/м^3 , годовой расход – $0,832 \text{ м}^3$ при сроке службы 2,5 года, единовременная загрузка в реактор $2,08 \text{ м}^3$, температура плавления $400 \text{ }^\circ\text{C}$. Состав представлен хлоридом алюминия, оксидом алюминия и платиной. Катализатор стабилен при нормальных условиях. При действии воды или влаги может выделяться соляная кислота. Углеводороды и другие вещества, контактирующие с продуктом при его нормальном использовании, могут удерживаться на его поверхности. Остаточные вещества подвержены

разложению. При условии неполного сгорания, образующиеся токсичные газы могут содержать газообразный хлористый водород. Отработанный катализатор I-122 направляется на вторичную переработку с целью извлечения платины.

В бутане нормальном или в водороде могут содержаться примеси, которые отрицательно влияют на активность катализатора I-122: сера в виде меркаптана приводит к снижению степени конверсии; вода, фториды и азотистые соединения, являющиеся стойкими ядами, резко снижают продуктивное соотношение; тяжелые фракции, олефины, кислород и кислородсодержащие соединения вызывают необратимую дезактивацию [3, 5].

С целью улучшения процесса, повышения активности катализатора и устранения влияния нежелательных факторов, предлагается заменить катализатор I-122 на катализатор СИ-3 технологии Изомалк – 3.

Технология изомеризации нормального бутана в изобутан Изомалк-3 основана на многолетнем опыте ПАО «НППНефтехим» в области изомеризации легких парафиновых углеводородов.

Основа процесса Изомалк-3 – сульфатированный оксидный катализатор СИ-3, обладающий высокой устойчивостью к действию микропримесей серы, он может эксплуатироваться без предварительной гидроочистки бутановой фракции. Высокая устойчивость катализатора к микропримесям каталитических ядов обеспечивает более длительный межрегенерационный период. Кроме того, отсутствие агрессивных реагентов снижает коррозию оборудования и полностью исключает образование отходов, требующих утилизации.

Типовая установка изомеризации н-бутана Изомалк-3 состоит из следующих блоков [6]:

- узел очистки и осушки сырья изомеризации – предназначен для удаления влаги из сырья изомеризации; данная операция производится для защиты катализатора от воды, которая подавляет активность катализатора;
- реакторный блок изомеризации – предназначен для протекания реакции изомеризации нормального бутана в изобутан на активных центрах катализатора в наиболее благоприятных для основной реакции условиях;
- узел осушителей ВСГ – предназначен для удаления влаги из водородсодержащего газа, а также из азота во время регенерации катализатора;
- блок стабилизационной колонны – предназначен для удаления из полученного продукта углеводородов С1-С3 и растворенного водорода.

Технология Изомалк-3 на катализаторе СИ-3 обладает важными преимуществами по сравнению с технологиями, использующими хлорированные катализаторы:

- не требуется подача хлорсодержащих реагентов и, соответственно, отсутствует секция щелочной очистки сухого газа;
- ввиду отсутствия агрессивных реагентов не требуется применения коррозионностойких материалов, и нет отходов, требующих утилизации или захоронения;
- катализатор устойчив к проскокам серы, азота и воды, технологические нарушения не приводят к безвозвратной потере активности, что позволяет эксплуатировать его без предварительной гидроочистки сырья.
- высокая устойчивость катализатора к микропримесям каталитических ядов обеспечивает длительный межрегенерационный период, а его способность к регенерации - срок службы не менее 8 лет.

Таким образом, замена катализатора является экономически и экологически целесообразной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Капустин В.Ф., Гуреев А.А. Технология переработки нефти (ч.2). М.: Химия, 2015. 395 с.
2. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1988. 592 с.
3. Потехин В.М., Потехин В.В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки. М.: Лань, 2014. 352 с.
4. Инструкция по пуску, эксплуатации и остановке отделения изомеризации бутана, 2016. 149 с.
5. Технологический регламент изомеризации бутана, 2016. 258 с.
6. Общее руководство по эксплуатации «Процесс Бутамер», 2013. 100 с.