

Данилов Артем Андреевич,
студент гр. ХТм-24, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: artemd764@gmail.com

Истомина Алена Андреевна,
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
email: alenaist@ya.ru

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ДИМЕРИЗАЦИИ ЭТИЛЕНА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БУТЕНА-1

Danilov A.A., Istomina A.A.

FEATURES OF THE PROCESS OF ETHYLENE DIMERIZATION TO PRODUCE BUTENE-1

Аннотация. В работе рассмотрены различные способы получения бутена-1. Рассмотрены основные технологические параметры димеризации этилена, влияющие на выход и селективность продуктов. Предложено возможное решение проблемы замены катализатора.

Ключевые слова: этилен, бутен-1, димеризация, катализатор

Abstract. The paper considers the current production problem of obtaining butene-1. The main process parameters influencing the yield and selectivity of products are considered. A possible solution to the existing problem is proposed.

Keywords: ethylene, butene-1, dimerization, catalyst

Полимеры играют ключевую роль в современном мире благодаря своей универсальности и широкому применению в различных отраслях. Полиэтилен, в частности, является одним из распространенных и важных полимеров [1].

Бутен-1 является важным мономером для производства полиэтилена низкой и высокой плотности. При введении бутена-1 в структуру полиэтилена улучшаются его характеристики, механические свойства, а также функциональность [2].

Целью данной работы является решение, которое поможет без замены уже закупленного оборудования и больших финансовых затрат эффективно решить вопрос, связанный с запретом на ввоз катализатора димеризации этилена от лицензиара. Для этого необходимо глубоко исследовать процессы димеризации этилена с акцентом на получение бутена-1. В работе будет произведен анализ известных технологий получения бутена-1, различных катализаторов, которые применяются для димеризации этилена, их механизмы действия, а также условия реакции, влияющие на выход и селективность продукта.

Рассмотренные технологии получения бутена-1 [3]:

- дегидрирование н-бутана в присутствии алюмохромовых катализаторов;
- олигомеризация этилена в присутствии триэтилалюминия;
- выделение бутена-1 из С 4 фракций нефтехимических производств;
- димеризация этилена с использованием каталитических систем на основе металлоорганических соединений.

Выбор метода получения бутена-1 зависит от доступных сырьевых материалов, экономической целесообразности и требований к качеству конечного продукта. Наиболее распространенным методом является димеризация этилена, поскольку он позволяет эффективно производить большие объемы химического соединения.

Исходным сырьем является этилен, вспомогательными материалами являются катализатор LC2254 и триэтилалюминий.

Катализатор LC2254 ($C_4H_8AlO_2$)Ti – раствор комплекса титана в тетрагидрофуране, комплекс титана с добавкой модифицирующего агента (промотора) для стабилизации катализатора.

Триэтилалюминий (ТЭАЛ) - $(C_2H_5)_3Al$ (23,7 масс.% алюминия) представляет собой бесцветную жидкость, которая самовоспламеняется на воздухе.

Газообразный этилен димеризуется с получением бутена-1. При рабочих значениях температуры и давления продуктовый бутен-1 находится в жидкой фазе, в которой протекает реакция с растворенным катализатором. До протекания димеризации газообразный этилен поглощается жидкой фазой бутена. Процесс характеризуется высокой селективностью по бутену-1 (таблица1, 2) [3].

Таблица1

Состав продуктов димеризации этилена

Компонент	Содержание, %масс.
бутен-1	90-95
гексен-1	0,3-0,6
3-метилпентен-1	1,5-3,0
2-метилбутен-1	3,0-6,0
полимеры	0,001-0,04

Таблица2

Состав продуктового потока после колонны отделения бутена-1

Соединение	Значение	Единицы измерения
бутен-1	99,84	масс. %
н-бутан	0,16	масс. %

Условия димеризации, такие как температура, давление и концентрация реагентов, играют критическую роль в выходе и селективности продуктов.

Температура протекания реакции в диапазоне от 50°C до 53°C. При высокой температуре снижается селективность по отношению к бутену-1 и увеличивается выход более тяжелых соединений и полимера. При низкой температуре выигрыша в селективности нет, однако снижается активность, что ведет к повышению потребления катализатора.

Давление для протекания реакции должно быть близким к 2,3 МПа. При низком давлении происходит снижение селективности, т.е. увеличиваются вы-

ходы более тяжелых соединений и полимера. При высоком давлении отсутствует выигрыш в селективности и увеличивается объем капиталовложений [4].

Концентрация этилена в реакторе должна быть максимальной, чтобы увеличить до максимума производство бутена-1.

Решением производственной проблемы может стать замена лицензионного импортного катализатора на аналогичный. Возможным вариантом решения может стать устройство дополнительного узла приготовления катализатора непосредственно на производственной площадке.

Приготовление раствора тетрабутоксититана (ТБТ) и тетрагидрофурана (ТГФ) в н-гексане осуществляется периодически в аппаратах (таблица 3). Один аппарат является расходным, а другой – резервным. Загрузка компонентов ТБТ и ТГФ, а также растворителя н-гексана осуществляется последовательно. Разбавление ТБТ и ТГФ в емкости проводится до достижения концентрации ТБТ в н-гексане 60-120 г/л. Операция подачи раствора катализатора в реактор димеризации этилена осуществляется непрерывно, посредством насосов.

Таблица 3

Материальный баланс узла приготовления катализаторного комплекса

Наименование	Содержание, %масс.	Расход, кг/ч
Тетрабутоксититан	14,7	2,5
Тетрагидрофуран	3,1	0,53
Н-гексан	82,2	13,97
Итого	100	17

ЛИТЕРАТУРА

1. **Максанова, Л.А.** Полимерные соединения и их применение: Учебное пособие / Л.А. Максанова, О.Ж. Аюрова.– Улан-Удэ: изд. ВСГТУ, 2005 – 356 с.
2. Электронный архив ТПУ [Электронный ресурс] // earchive.tpu.ru. URL: <https://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/29106/1/TPU185243.pdf>
3. **Сафина, Ф.Ф.** Состояние промышленных технологий получения бутена-1 «полимеризационной чистоты» / Ф.Ф.Сафина, Х.Э. Харлампиди. // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – С. 20-25.
4. Dynamic simulation of a reactor to produce 1-Butene by dimerization of ethylene [электронный ресурс] //www.ijser.org[сайт]. URL: <https://www.ijser.org/paper/Dyna-mic-simulation-of-a-reactor-to-produce-and-Butene-by-dimerization-of-ethylene.html>.
5. **Писаренко, Е.В.** Перспективы развития процессов и производств получения олефинов на основе легких алканов / Е.В. Писаренко, А.Б. Пономарев, А.В. Смирнов [и др.] // Теоретические основы химической технологии – 2022.– Т.56, вып.5. – С. 505-660.