

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

1. Дмитриев В.М. Среда моделирования MAPS / В.М. Дмитриев, А.В. Шутенков, Т.Н. Зайченко, Т.В. Ганджа, А.Н. Кураколов // В-Спектр, 2009.– 299с.
2. Дмитриев В.М. Автоматическое регулирование расхода метанола при абсорбционной осушке природного газа в установке комплексной подготовки газа / В.М. Дмитриев, Т.В. Ганджа, И.Я. Клепак // Приборы, 2008.– №6.– С.52–58.
3. Ганджа Т.В. Алгоритм параметризации многоуровневых компьютерных моделей эколого-экономических систем / Т.В. Ганджа, С.А. Панов, Т.Е. Григорьева // Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики: материалы XIII Международной научно-практической конференции, 21–24 апреля 2016 г., Тольятти.– Издательство: Волжский университет имени В.Н. Татищева, 2016.– Вып.5т.– Т.2.– С.157–163.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКЦИОННО-РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ СИНТЕЗА ЭТИЛ-ТРЕТ-БУТИЛОВОГО ЭФИРА (ЭТБЭ)

К.Э. Гарсия Серпас

Научный руководитель – к.т.н., доцент М.А. Самборская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, karlosenrike1@tpu.ru

Этил трет-бутиловый эфир (ЭТБЭ) – это эфир, кислородсодержащая добавка к топливам, чей недавний и постоянно возрастающий интерес [1] побуждает к исследованию методов высокой производительности, примером которых является реакционно-ректификация.

В реакционно-ректификации (РР) реакция и разделение выходных веществ происходят непрерывно в одной колонне дистилляции. Это существенно снижает капитальные затраты, и

вследствие постоянной рециркуляции реагирующих веществ в реактивную часть, обеспечивает достижение высоких степеней чистоты конечного продукта (больше 95%). Однако, взаимодействие между реакцией и разделением в одном аппарате вводит сильные нелинейные поведения и возможность множественности стационарных состояний [2].

ЭТБЭ произведен через реакцию между изобутиленом (ИБ), доступен в составе фракций

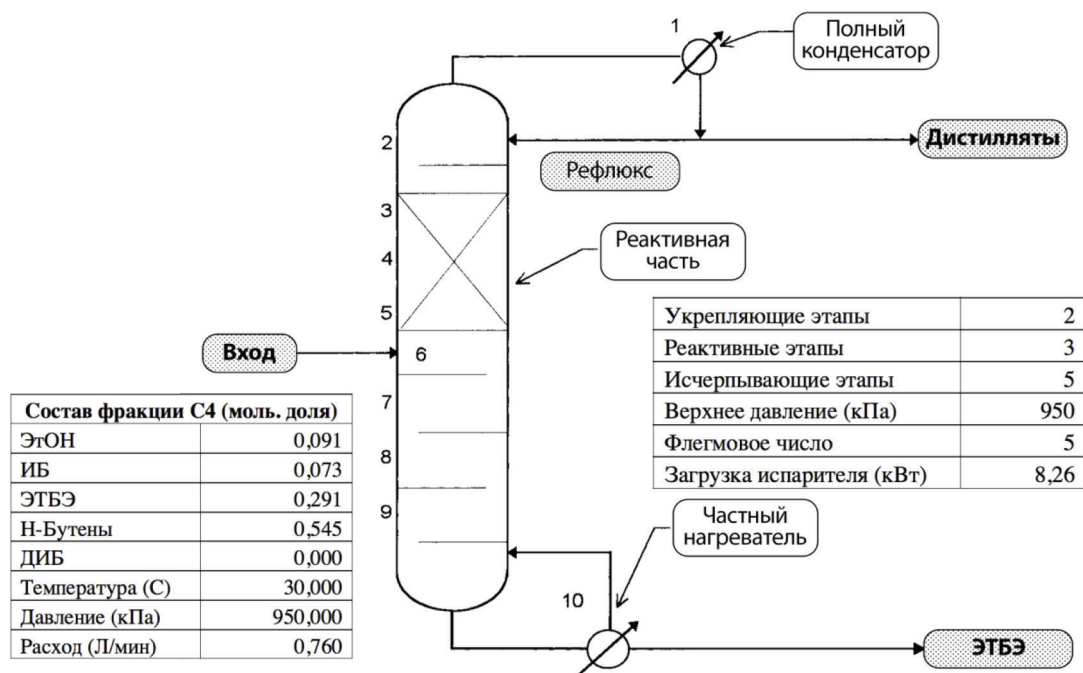


Рис. 1. Реакционно-ректификационная колонна для производства ЭТБЭ

Таблица 1. Обобщенные результаты моделирования

	Sneesby, et al.	Наст. иссл.
Температура конденсатора / испарителя (°C)	74/159	68/152
Температура реактивной части (°C)	75–81	69–77
Средняя скорость реакции (моль/мин)	0,17	0,15
Состав дистиллята / продукта (масс. доля)		
ЭтОН	0,012/0,021	0,008/0,029
ИБ	0,009/0,000	0,018/0,001
ЭТБЭ	0,000/0,961	0,001/0,959
Н-Бутены	0,979/0,017	0,973/0,010
ДИБ	0,000/0,0006	0,000/0,002

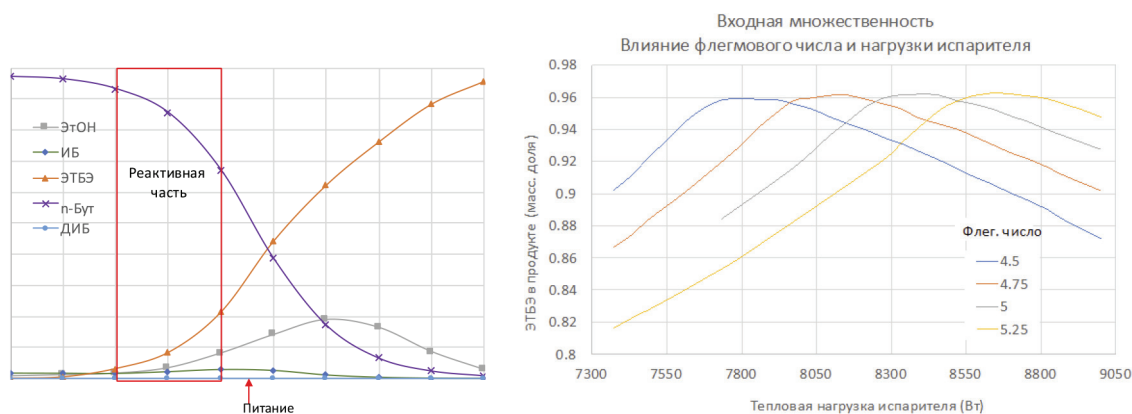


Рис. 2. Профили концентрации и обнаружены множественные состояния

C_4 и этанола (ЭтОН) в наличии кислотного катализатора (Амберлист 15), реакция экзотермическая, и сопровождается образованием диизобутилена (ДИБ) [3]. В промышленных условиях фракция C_4 реагирует со свежим этанолом в изотермическом реакторе (до 80% превращения ИБ), а затем полученную смесь подают в колонну РР, нагруженную катализатором [4].

В настоящем исследовании рассматривается реакционно-ректификационная колонна, расположена на выходе первого изотермического реактора, с настройкой и состав входящего по-

тока представлены на рисунке 1. Задачи моделирования выполняются с помощью среды Aspen Plus V8.8.

Текущие результаты находятся в достаточном согласии с существующими исследованиями, как представлено в таблице 1, а также указывают на существование множественных стационарных состояний под влиянием сочетания входных параметров флегмовое число и тепловая нагрузка испарителя, между пределами степени чистоты ЭТБЭ от 0,93 до 0,96, как показано в рисунке 2.

Список литературы

1. Yee K.F., A.R. Mohamed and S.H. Tan, A review on the evolution of ethyl tert-butyl ether (ETBE) and its future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2013.– 22.– P.604–620.
2. Khaledi R. and B.R. Young, Modeling and Model Predictive Control of Composition and Conversion in an ETBE Reactive Distillation Column. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2005.– 44(9).– P.3134–3145.
3. Sneesby, M.G., et al., ETBE synthesis via reactive distillation. 1. Steady-state simulation and design aspects. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 1997.– 36(5).– P.1855–1869.
4. Domingues L., C.I.C. Pinheiro, and N.M.C. Oliveira, Optimal design of reactive distillation systems: Application to the production of ethyl tert-butyl ether (ETBE). *Computers & Chemical Engineering*, 2014.– 64.– P.81–94.