

ГИДРОДИНАМИКА, ТЕПЛО- И МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ, ЭНЕРГЕТИКА

УДК 622.276.031:66.061.5

Д. Д. Ахметлатыпова, В. В. Акшинская, И. М. Хайруллин,
И. Д. Ахметлатыпов

МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЧИСТОГО ОКСИДА ЭТИЛЕНА С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Ключевые слова: оксид этилена, сверхкритический диоксид углерода, колонна экстракции, колонна ректификации.

Проведен сравнительный анализ новой сверхкритической технологии с существующей «Сайнтифик Дизайн».

Key words: ethylene oxide, supercritical carbon dioxide, extraction column, distillation column.

Carried out a comparative analysis of a new supercritical technology with the existing «Scientific Design».

Современная технология получения оксида этилена многоступенчатая и связана с большими энергозатратами, вследствие использования высокопотенциального тепла. К примеру, рассмотрим технологию, применяемую в настоящее время на производстве (разработка фирмы «Сайнтифик Дизайн») рис.1, которая предусматривает получение оксида этилена методом прямого окисления этилена в присутствии серебряного катализатора. Кроме основной реакции окисления этилена в реакторе так же проходят побочные, такие как: 1) сгорание эти-

лена с образованием диоксида углерода и воды, 2) образование этиленгликоля в результате реакции оксида этилена с водой. Смесь газов, выходящая из реактора, содержит продукты всех реакций, а так же этилен, азот и кислород. Для разделения данной смеси используется абсорбция водой, которая имеет высокую поглотительную способность относительно к оксиду этилена. Кроме основного продукта вода поглощает так же часть диоксида углерода и этиленгликоля. Дальнейшее разделение проходит в ректификационной колонне 1 (при 118°C).

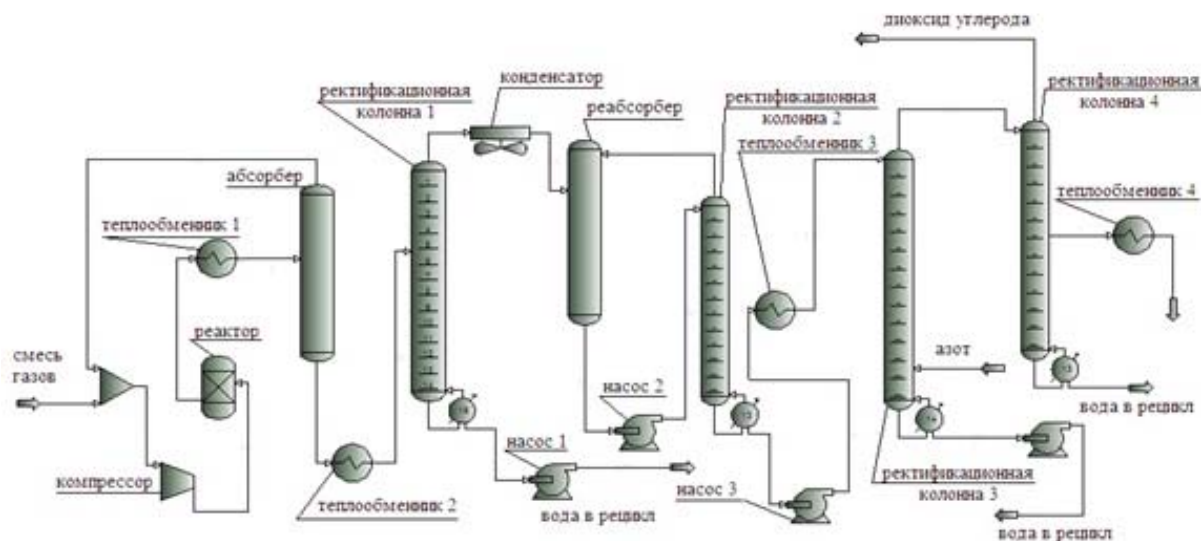


Рис.1 - Принципиальная схема классической технологии получения оксида этилена

Там смесь отделяется от водного раствора этиленгликоля. Затем пары окиси этилена, воды, двуокиси углерода, этилена поступают во второй водяной абсорбер для отделения большей части диоксида углерода и этилена. После абсорбции водный раствор оксида этилена поступает на ректификацию 2 (55°C). Полученный кубовый продукт, содержащий 12 % оксида этилена, насосом подается на питание в колонну разделения 3, предварительно подогреваясь в теплообменнике до 92°C. Затем, в следующей ко-

лонне 4 происходит окончательное отделение продукта от диоксида углерода при 149°C. Для наилучшего отделения диоксида углерода в нижнюю часть колонны добавляется газообразный азот как легколетучее вещество. Товарный оксид этилена получают только из пятой колонны разделения. Как видно из описания оксид этилена проходит много ступеней очистки и это связано с большими энергозатратами. Данная проблема является важнейшей задачей для современной химической промышленности.

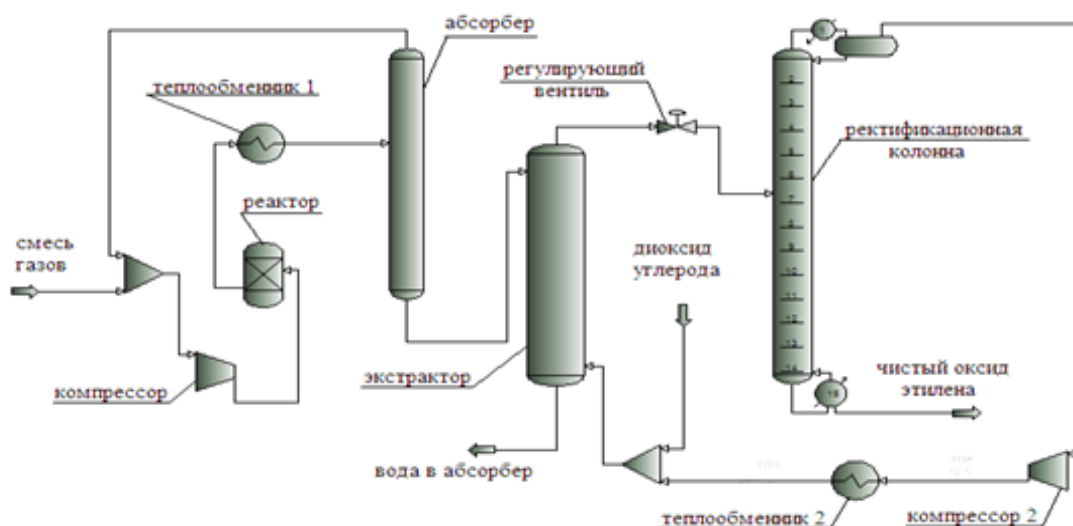


Рис.2 - Принципиальная схема технологии получения оксида этилена с использованием сверхкритического диоксида этилена

Одним из перспективных подходов решения этой проблемы является использование сверхкритического экстракционного процесса, предложенного в патентах [1,2]. Данная проблематика так же явилась предметом исследований в работах Гумерова Ф.М. и др., где представлены характеристики фазового равновесия для системы «вода - оксид этилена - диоксид углерода» [3], а так же модель сверхкритической экстракции с использованием диоксида углерода [4]. В варианте с использованием сверхкритического диоксида этилена пять колонн разделения и одна колонна абсорбции заменяется 2-мя колоннами (экстракции (45°C) и регенерации(50°C)) (см. рис.2). Смесь газов из реактора через теплообменник поступает в абсорбер, где оксид этилена и часть других газов поглощается водой. Затем полученная смесь поступает в сверхкритический экстрактор, который подробно был рассмотрен в [4]. В экстракционной колонне в противотоке контактируют сверхкритический диоксид углерода и водный раствор оксида этилена, в результате чего не менее 99% оксида этилена извлекается в фазу диоксида углерода. При этом унос воды экстрагентом не превышает 1%. Выделение оксида этилена из смеси с диоксидом углерода осуществляется путем ректификации в регенерационной колонне, подробно рассмотренной в [5]. Диоксид углерода, отделенный от оксида этилена, возвращается в экстракционную колонну предварительно достигнув нужного давления в компрессоре 2 и охладившись до температуры 45°C в теплообменнике 2. Рециркуляция диоксида углерода в схеме, а так же отсутствие необходимости применения азота при получении товарного оксида этилена позволяют уменьшить количество сжигаемого газа в печах, следовательно, уменьшают вредное воздействие технологии на производство.

Данная технология сверхкритической экстракции оксида этилена из его водного раствора была смоделирована в специализированной программе с добавлением пользовательских подпрограмм. Так же был проведен сравнительный эконо-

мический анализ с существующей технологией. Был проведен подбор основного и вспомогательного оборудования, а так же оценены энергозатраты. В обеих технологиях рассматривалась проектная мощность 200000 т/год оксида этилена. В таблице 1 представлены предположительные энергозатраты отдельно для теплообменников, насосов и компрессоров. Более высокие энергозатраты на насосы в классической схеме объясняются их большим количеством, в сравнении со сверхкритической схемой. Если в классической схеме используется четыре насоса, то в сверхкритической всего один, который обеспечивает рецикл воды из экстрактора в абсорбер. Но если рассматривать компрессора, то в сверхкритической схеме возникает необходимость в установке компрессора с высоким отношением

Таблица 1 - Энергозатраты на оборудование в мегаваттах

	Классическая технология	Сверхкритическая технология
Насосы	0,3185	0,021
Компрессора	0,02	2,1
Теплообменники	20,85	16
Всего	21,1885	18,121

давления и большой объемной производительностью, что значительно увеличивает энергозатраты в данной строке. Что касается теплообменников, то как видно из описания в классической схеме мы имеем дело с высокопотенциальным теплом, а в предложенной - температура не поднимается выше 50°C. Также во время экономического анализа была приблизительно оценена стоимость оборудования (табл. 2). При сравнительно меньшем количестве оборудования его стоимость в сверхкритической схеме оказалась выше. Это объясняется тем, что в

данной схеме поддерживаются очень высокие давления, в следствие этого к оборудованию предъявляются более высокие требования прочности, а так же его производство в наше время является единичным.

Таблица 2 - Стоимость оборудования в долларах

	Классическая технология	Сверхкритическая технология
Насосы	70800	31000
Компрессора	4000	1050000
Теплообменники	1130000	504000
Колонны	1985000	3120000
Всего	3189800	4201000

Несомненно, в каждой из рассмотренных схем есть свои плюсы и минусы. И если мы сейчас заменим существующую классическую схему на новую, то мы не получим большого экономического эффекта сразу. Однако стоит учесть, что предложенная новая технология получения оксида этилена значительно проще, компактнее, а так же, что самое

главное, экологичнее за счет меньших выбросов в окружающую среду.

Литература

1. Пат. 2110678A UK Patent GB. C07D 301/32. Proceess for separating Ethylene Oxide from Aqueous Solution/ Vijay S. Bhise, Bloomfield, N.J.; Robert Hoch, Ridgewood, N.Y.
2. Пат. 4,437,938 United States Patent. B01D 3/34; C07D 301/32. Proceess for recovering Ethylene oxide from Aqueous Solution/ Vijay S. Bhise, Bloomfield, N.J.; Robert Hoch.
3. Гумеров Ф.М., Сабирзянов А.Н., Гумерова Г.И. и др. Разделение водного раствора окиси этилена методом сверхкритической экстракции//Теорет. основы хим. технологии. 2002.Т.36.№5.С.503.
4. Ахметлатыпова Д.Д., Амирханов Д.Г., Гумеров Ф.М., Теляков Э.Ш. Моделирование процесса экстракции оксида этилена из его водного раствора сверхкритическим диоксидом углерода//Вестник Казанского технологического университета, 2011. том 14, N7.-С.46-53.
5. Ахметлатыпова Д.Д., Хайруллин И.М. Сравнительный анализ использования инертных добавок при разделении смеси оксид этилена – диоксид углерода// Вестник Казанского технологического университета, 2013. том 16, N8.-С.53-55.

© Д. Д. Ахметлатыпова – асс. каф. холодильной техники и технологий КНИТУ, daminija@mail.ru; В. В. Акшинская – асс. той же кафедры, mveronika@yandex.ru; И. М. Хайруллин – студ. той же кафедры; И. Д. Ахметлатыпов – магистр той же кафедры.