

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ УСТАНОВКИ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПОВ ВОДОРОДА

Верхорубов Д.Л.,¹ Видяев Д.Г.,² Козлов С.Е.,² Шредер А.С.²

Научный руководитель: Видяев Д.Г., д.т.н., доцент

¹ООО «Лифорс», 634050, Россия, г. Томск, ул. Вавилова, 10а

²Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: ozushnik@gmail.com

Известно, что термин «тяжелая вода» применяют к воде, у которой легкий атом, чаще водорода, заменен более тяжелым. Различают тяжелую воду, в которой дейтерий замещает протий и сверхтяжелую воду, которая содержит тритий. Так же выделяют тяжело-кислородную воду, в которой атомы кислорода O^{16} заменены более тяжелыми изотопами O^{17} и O^{18} .

Тяжелая вода нашла широкое применение в атомной отрасли в качестве теплоносителя и замедлителя нейтронов в тяжеловодных реакторах. Кроме того, перспективно использование тяжелой воды в качестве источника получения дейтерия для термоядерного синтеза [1].

В настоящее время, несмотря на то, что создано несколько промышленных методов получения тяжелой воды, ее рыночная стоимость, обусловленная высокими энергозатратами и дефицитом на рынке, остается высокая. Так, стоимость килограмма D_2O с концентрацией 99,9% достигает 72000 рублей [2]. В связи с этим остаются актуальными работы направленные на поиск новых ресурсоэффективных методов разделения изотопов водорода и оптимизацию существующих.

Анализ литературных данных по способам промышленного разделения изотопов водорода показал, что основными современными методами разделения изотопов водорода являются ректификация воды и химический изотопный обмен в (ХИО) системе вода-водород. Поэтому, цель данной работы состояла в определении и анализе основных параметров работы установок для разделения изотопов водорода методом ректификации воды и ХИО в системе вода-водород.

В процессе выполнения работы была отработана методика расчета основных параметров установки изотопного обмена и проведен расчет для двух типов разделительных установок. В результате исследований определены зависимости высоты эквивалентного теоретической ступени (ВЭТС) от удельного потока, диаметра и размера насадки в колонне, а также определены степень разделения, число равновесных ступеней и высота колонны, необходимая для получения заданной концентрации.

Анализ расчетных данных показал, что при разделении изотопов водорода методом ректификации значение пропускной способности колонны значительно превышает соответствующую величину для колонны химического изотопного обмена. Показано, что независимо от величины потоков или диаметра колонны, величина ВЭТС при ХИО в системе вода-водород примерно на порядок выше ВЭТС для ректификации воды.

Кроме того, была рассчитана стоимость одного метра рабочей насадочной части колонн исходя из стоимости катализатора и насадки. Она составила 113076,98 рублей для колонны ХИО и 8820 рублей для ректификационной колонны.

Таким образом, на основании сопоставления параметров работы колонн для ректификации и химического изотопного обмена показано, что наиболее целесообразным представляется использование для разделения изотопов водорода метода ректификации.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании установки для разделения изотопов водорода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев Б.М. Зельвенский ЯД., Катальников С.Г. Тяжелые изотопы водорода в ядерной технике. – М.: Энергоатомиздат. 1987. – 456 с.
2. Интернет-магазин Кемстор. Тяжелая вода [Электронный ресурс]. URL: <https://chemstore.spb.ru/catalog/deyterosoedineniya/voda-tyazhelaya-d2.html> (дата обращения: 01.10.2018).