

Куксов Дмитрий Юрьевич, младший научный сотрудник
ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
г. Воронеж, РФ

Силютинна Екатерина Владимировна, кандидат химических наук,
научный сотрудник ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
г. Воронеж, РФ

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВОЛОКОН В ПОЛОВОЛОКОННОМ МЕМБРАННОМ МОДУЛЕ

Аннотация: В работе рассмотрена мембранная технология, как перспективная альтернатива традиционным газоразделительным процессам. Технология получения пермеата и отсеивания ретентата предполагает наличие существенной мембранной поверхности.

Ключевые слова: Газоразделение, пористое полимерное волокно, мембрана.

В настоящее время количество работ, посвященных применению мембранных технологий в газоразделении неуклонно растет. Прежде всего это связано с производством азота из воздуха или, наоборот, обогащение воздуха кислородом [1-3].

Конструктивное исполнение мембранных технологий зависит от цели процесса разделения. Например, при производстве азота целью является удаление большого количества кислорода из подаваемого на разделение воздуха. Так как эффективность разделения в мембранных процессах определяется проницаемостью и селективностью, то наряду с кислородом, азот также может поступать через мембрану. Следовательно, для достижения нужной чистоты азота необходимо увеличить поток пермеата, то есть увеличить долю отбора. Для обеспечения таких условий протекания процесса необходима большая площадь поверхности мембраны.

Современная газоразделительная мембрана представляет собой пористое полимерное волокно (половолоконная мембрана) с нанесенным на внешнюю поверхность тонкого газоразделительного слоя с толщиной до

0,1 мкм. В совокупности с новейшими технологиями, половолоконная мембрана компонуется в форме цилиндрического картриджа, представляющего собой катушку с намотанным на него особым образом полимерным волокном. За счет такого конструктивного исполнения возможно достичь высокой площади укладки полимерного волокна равной 20000-30000 м²/м³.

Для расчета необходимого количества волокон, из которых состоит мембрана, рассмотрим пористость как отношение объема пространства между волокнами к объему всего пространства мембраны:

$$m = \frac{V_n}{V} = \frac{V - V_B}{V} = \frac{\pi R^2 l - N \pi r_1^2 l}{\pi R^2 l} = 1 - N \left(\frac{r_1}{R} \right)^2 \quad (1)$$

$$N = (1 - m) \left(\frac{R}{r_1} \right)^2 \quad (2)$$

где m – пористость; V_n – объем пустотного пространства мембраны;

V_B – объем пространства, занятого волокнами мембраны; V – объем пучка волокон мембраны; R – радиус пучка волокон мембраны; L – длина волокна мембраны; N – число волокон в пучке мембраны.



Список литературы:

1. Habib M.A., Nemitallah M.A., Afaneh D., Mezghani K. Characteristic of air separation in hollow-fiber polymeric membrane for oxygen enriched air clean combustion applications // Journal of Cleaner Production. 2017. Vol. 143. p. 960 – 972.
2. Meriläinen A., Seppälä A., Kauranen P. Minimizing specific energy consumption of oxygen enrichment in polymeric hollow fiber membrane modules // Applied Energy. 2012. Vol. 94. p. 285 – 294.
3. Belaisaoui B., Moullec Y. Le, Hagi H., Favre E. Energy efficiency of oxygen enriched air production technologies: Cryogeny vs membranes // Separation and Purification Technology. 2014. Vol. 125. p. 142 – 150.

