

УДК 621.565

В.Л. Бондаренко

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Лефортовская наб., д.1, факультет «Энергомашиностроение», г. Москва, РФ, 105005
e-mail: nadia@iceblick.com

А.П. Чуклин

Одесская государственная академия холода, ул. Дворянская, 1/3, г. Одесса, Украина, 65082
e-mail: aleksandr.chuklin@gmail.com

РАСЧЁТ БАРОМЕМБРАННЫХ ПРОЦЕССОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ РЕДКИХ ГАЗОВ

Разделение газов на мембранах находит всё более широкое применение. Одно из перспективных направлений — использование мембран в оборудовании воздухоразделительных установок для очистки неонгелиевой смеси от азота. Это позволит отказаться от дефлегматоров, что особенно актуально в связи с появлением воздухоразделительных установок с ограниченной выдачей жидкого азота. Представленная математическая модель с высокой степенью точности предсказывает характеристики процесса баромембранного разделения многокомпонентных газовых смесей в широких диапазонах режимов работы. Приведены вычислительные алгоритмы для схем с прямоточным и противоточным способом организации потоков внутри мембраны. Рассмотрены результаты вычислений для случая разделения воздуха и многокомпонентной смеси редких газов. Проведено сравнение экспериментальных данных с результатами расчётов, подтвердившее хорошее их совпадение.
Ключевые слова: Мембрана. Волокно. Газовая смесь. Воздух. Ne-He-N₂ - смесь. Разделение. Математическая модель.

V.L. Bondarenko, A.P. Chuklin

CALCULATION OF THE BAROMEMBRANE PROCESSES OF RARE GASES EXTRACTION

Separation of gases on the membranes finds all more widely used. One of the promising directions is the use of membranes in equipment of air separation units for purification neon-helium mixture from the nitrogen. This will allow to refuse the reflux condenser that is especially actual due to the advent of air separation units with limited issuance of liquid nitrogen. The mathematical model with a high degree of accuracy predicts the process characteristics baromembrane separation of multicomponent gas mixtures over wide ranges of operation modes. The computing algorithm for schemes with direct-flow and counter-flow management process within the membrane were formulated. The results of the calculations for the case of air and the multicomponent mixture of rare gases were observed. Experimental data was compared with the results obtained, which confirmed their good coincidence.

Keywords: Membrane.Fiber. Gas mixture. Air. Ne-He-N₂-mixture. Mathematical model.

1. ВВЕДЕНИЕ

Метод разделения газов на мембранах, начиная с момента коммерческого его использования в 1980 г., приобретает все большее значение. Являясь альтернативой криогенным и адсорбционным методам разделения, а в некоторых случаях и заменяя их, баромембранная технология в ряде случаев характеризуется высокой конкурентоспособностью. В тех проектах, где на первый план выдвигаются требования к простоте в эксплуатации и отсутствию в схемах сложных машин и механизмов, газоразделительные мемб-

раны становятся их неотъемлемой частью.

Зачастую, к сдерживающим использование полимерных газоразделительных мембран факторам относятся те из них, которые связаны с определением производительности и необходимой площади мембранных модулей. Трудность расчётов обусловлена тем, что количество газа, поступившего под мембрану (пермеата), напрямую зависит от парциального давления компонента в канале высокого давления (ретентата или нонпермеата), которое, в свою очередь, изменяется по длине канала. В этом случае применение численных методов является необходимым условием для проведения расчётов и получения результатов с высо-