

УДК 621.59(075.8)

В.И. Файнштейн*, Ю.Н. Кобец, Н.А. Пуртов, В.Я. Шкадов

ОАО «Криогенмаш», пр. Ленина, 67, г. Балашиха, Московская область, РФ, 143907

*e-mail: fainshtein@cryogenmash.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ АЗОТНЫХ УСТАНОВОК КОРОТКОЦИКЛОВОЙ АДСОРБЦИИ

Различные фирмы производят установки КЦА/PSA для получения газообразного азота из воздуха с помощью безнагревной короткоциклового адсорбции. Несмотря на это в литературе отсутствует необходимая информация о свойствах рекомендуемых адсорбентов, оптимальных параметрах процессов в установках. В статье рассматриваются данные, полученные на установке AdKT-0,002 с угольным молекулярным ситом марки CMS-F фирмы «Carbo Tried» (Франция). Установка работала как в напорном режиме (PSA), так и в безнапорном режиме с вакуумированием (VPSA). Результаты экспериментов использованы для разработки программ технологических расчетов азотных установок КЦА.

Ключевые слова: Короткоцикловая адсорбция. Воздух. Азот. Угольные молекулярные сита. Безнапорная схема. Испытания.

V.I. Fainshtein, Yu.N. Kobets, N.A. Purtoov, V.Ya. Shkadov

RESULTS OF EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF PSA NITROGEN PLANTS

Various firms make the plants with PSA for manufacturing of gaseous nitrogen from air without heating pressure swing adsorptions. In spite of the fact that there is no necessary information in literature on recommended properties of adsorbent, optimum parameters of processes at plants. Data received at the AdKT-0,002 plant with carbon molecular sieve, CMS-F grade, product of «Carbo Tried» (France), are studied. The plant was operated both in a pressure mode and in a non-pressure mode with evacuation (VPSA). Results of experiments were used for development of programs for process calculations of PSA nitrogen plants.

Keywords: Pressure swing adsorption (PSA). Air. Nitrogen. Carbon molecular sieves. VPSA. Tests.

1. ВВЕДЕНИЕ

Освоение процесса получения азота методом короткоциклового адсорбции (КЦА/PSA) началось фирмой «Bergbau-Forschung GmbH» (Эссен, Германия) в семидесятые годы прошлого столетия. В результате проведенных фирмой исследований было установлено, что разделение воздуха на азот и кислород на углях обусловлено главным образом различными скоростями диффузии кислорода и азота, а не различием в адсорбционных ёмкостях [1]. Поэтому совершенствование процесса получения азота методом КЦА было сосредоточено на получении углеродистого материала, имеющего структуру пор, необходимую для эффективного разделения воздуха. Это привело к созданию новых адсорбентов — так называемых углеродных молекулярных сит (carbon molecular sieve), именуемых далее как УМС/CMS.

Согласно указанной работе [1], внутренняя структура УМС характеризуется четырьмя типами пор: макропоры (>25 нм); мезопоры (от 1 до 25 нм); микропоры (от 0,4 до 1 нм); подмикропоры (<0,4 нм). Макропоры и мезопоры используются как транспортные каналы. Микропоры и особенно подмикропоры определяют эффект разделения. Молекула кислорода способна войти в эти поры значительно быстрее, чем молекула азота. Этот эффект повышает концентрацию азота вокруг зерна УМС и создает предпосылки для эффективного разделения воздуха.

Наряду с соответствующей структурой УМС (большая доля микропор и особенно подмикропор) для эффективного разделения воздуха необходимо определенное различие между адсорбционными ёмкостями по кислороду и азоту. Исследование изотерм адсорбции кислорода и азота на УМС показало, что в статических условиях этих различий практически нет.

© В.И. Файнштейн, Ю.Н. Кобец, Н.А. Пуртов, В.Я. Шкадов