

УДК 621.593

Кlaus Kёnцель

LINDE AG, Process Engineering and Contracting Division, Dept. HAP  
 Dr.-Carl-von-Linde-Str., 6 - 14, D-82049, Holtrriegelskreuth near Munich, Germany

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОРОТКО-ЦИКЛОВОЙ АДсорбЦИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АЗОТА И КИСЛОРОДА ИЗ ВОЗДУХА

В статье представлена информация о различных системах фирмы "ЛИНДЕ" с коротко-цикло-вой адсорбцией переменного давления для производства чистого азота и технического кислорода как альтернативный вариант криогенным воздухоразделительным установкам.

**Ключевые слова:** воздух; кислород; азот; адсорбция; десорбция; коротко-цикловая адсорбция; термическая регенерация.

In article the information on various systems firm "LINDE" alternative to cryogenic air separations presents the pressure swing adsorption technology for production of pure nitrogen and technical oxygen from air.

**Key words:** air; oxygen; nitrogen; adsorption; desorption; pressure swing adsorption; temperature swing adsorption.

### I. ВВЕДЕНИЕ

Термин адсорбция определяется как связывание молекул из газа или жидкости поверхностью твердого тела - адсорбента. Это связывание обусловлено физическими силами взаимодействия между молекулами газа (или жидкости) и поверхностью пористой структуры твердого тела, величина которых определяется типом молекул и физическими свойствами адсорбирующей поверхности. Промышленные адсорбенты выпускаются в виде гранул, шариков и прессованных элементов специальной формы с большой площадью поверхности. Их наружная поверхность составляет лишь малую долю общей, формирующейся большей частью за счет внутренних пор. Такие известные адсорбенты, как алюмосиликатные молекулярные сита, активированный уголь, силикагель и активированный глинозем имеют площадь поверхности пор в несколько сотен квадратных метров на грамм адсорбента.

### II. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ АДсорбЦИИ

Поглощающая способность адсорбента описывается изотермами адсорбции (см. рис. 1), характеризующими количества газа (или жидкости), которые могут быть связаны на данном адсорбенте при конкретных температурах, как функциями парциального давления этого газа.

В общем случае известно, что количество газа, поглощаемого адсорбентом, растет с ростом парциального давления газа и уменьшением температуры. Тем самым с ростом общего давления увеличивается и концентрация поглощаемого компонента.

Различия в силах взаимодействия адсорбента с разными газами можно использовать для разделения смеси газов или извлечения из неё отдельных компонентов. Пористая структура применяемых адсорбентов дополни-

тельно способствует разделению газов благодаря тому, что малые молекулы проникают в поры легче больших.

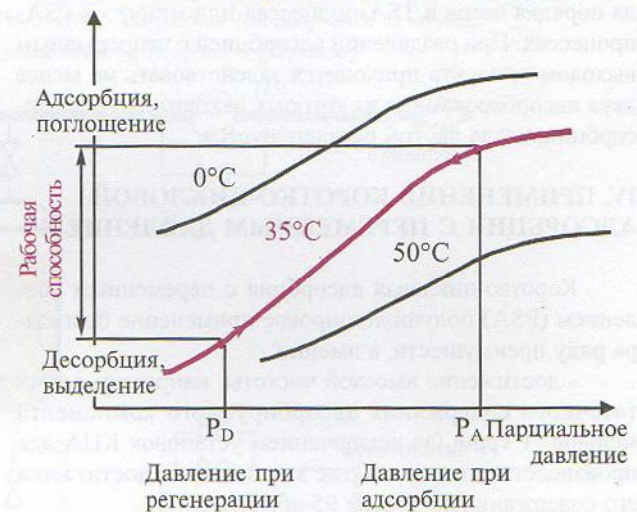


Рис. 1. Изотермы адсорбции

Наиболее часто для разделения используют различия в скорости адсорбции разных газов. Это будет подробно показано на примере выделения азота из воздуха с помощью углеродного молекулярного сита.

### III. ПРИНЦИПЫ АДсорбЦИИ ПРИ ПЕРЕМЕННОМ ДАВЛЕНИИ

Разработка технологического процесса использует тот факт, что поглощение газа адсорбентом является функцией давления и температур. Поэтому конкретный процесс адсорбции организуется так, что смесь газов подается в адсорбер при температуре внешней среды (но температура должна быть положительной) и повышенном давлении. В процессе адсорбции легко- и быстро-адсорбируемые компоненты смеси поглощаются адсорбентом, в то время как слабо- и медленно-