

УДК 661.531 (56)

<sup>1</sup>Г.К. Лавренченко, доктор техн. наук; <sup>2</sup>А.В. Копытин, канд. техн. наук<sup>1,2</sup>ООО «Институт низкотемпературных энерготехнологий», а/я 188, г. Одесса, Украина, 65026e-mail: <sup>1</sup>lavrenchenko.g.k@mail.ru; <sup>2</sup>av-kopytin@yandex.ruORCID: <sup>1</sup>http://orcid.org/0000-0002-8239-7587; <sup>2</sup>http://orcid.org/0000-0003-3514-0989

## ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАМЕНЫ АДСОРБЕНТОВ В КРИОГЕННЫХ ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Блоки комплексной очистки (БКО) воздуха входят в состав современных воздуходелительных установок (ВРУ). Качество очистки воздуха от примесей существенно влияет как на характеристики ВРУ, так и на обеспечение их безопасной эксплуатации. Конструкции БКО постоянно совершенствуются; в них находят применение новые более эффективные адсорбенты. Выполнение технологического регламента процесса регенерации адсорбента позволяет существенно продлить срок его службы. Однако наступает время, когда необходимо произвести замену существующих адсорбентов. Рассматриваются процессы адсорбции воды и диоксида углерода на различных адсорбентах; отмечены факторы, снижающие их адсорбционную способность, приведены характеристики новых типов адсорбентов. На основе анализа характеристик адсорбентов, применяемых для осушки воздуха и очистки его от CO<sub>2</sub> в криогенных ВРУ выбран наиболее эффективный цеолит марки 13X APG-III, выпускаемый компанией «Honeywell UOP». Адсорбент представляет собой молекулярное сито с адсорбционной ёмкостью по CO<sub>2</sub> в 1,7 раза больше, чем у стандартного цеолита 13X. Это позволяет использовать его для замены отработанного адсорбента с одновременным достижением ряда преимуществ.

**Ключевые слова:** Адсорбент. Адсорбат. Молекулярное сито. Цеолит. Силикагель. Активная окись алюминия. Адсорбция. Десорбция. Вода. Диоксид углерода. Гидротермальное старение. Адсорбционная ёмкость. Осушка. Очистка. Изотерма адсорбции. Изобара адсорбции. Влажосодержание.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

В современных воздуходелительных установках (ВРУ) очистка воздуха от влаги, диоксида углерода и углеводородов производится с использованием процессов адсорбции. Для этого широко применяются различные типы промышленных адсорбентов: силикагель, активная окись алюминия и синтетические цеолиты.

Цеолит марки NaX является одним из основных адсорбентов, используемых в блоках комплексной очистки воздуха (БКО). Работа БКО влияет не только на эффективность установки, но и на её надёжность и взрывобезопасность. Характеристики и свойства цеолита NaX широко известны и описаны в технической литературе.

В связи с появлением более эффективных цеолитов и созданием ТУ для их производства необходимо располагать данными об адсорбционных статических и динамических характеристиках адсорбентов при различных рабочих давлениях и температурах в системах адсорбент-адсорбтив.

Особенно важна такая информация при подготовке к замене старого адсорбента новым. В настоящее время на рынке можно видеть большое разнооб-

разие выпускаемых адсорбентов. Из-за этого потребителю очень трудно сделать обоснованный выбор необходимого эффективного адсорбента для его конкретного применения. Как правило, специалисты, эксплуатирующие БКО, обращаются к изготовителю оборудования для поставки нового адсорбента, который им не производится.

С целью обобщения имеющейся информации по свойствам современных адсорбентов, выпускаемых основными мировыми производителями, выполнен анализ их пригодности для осушки и очистки воздуха от CO<sub>2</sub> в БКО криогенных воздуходелительных установок.

### 2. ХАРАКТЕРИСТИКИ И СВОЙСТВА АДСОРБЕНТОВ

Для осушки и очистки воздуха в кислородной промышленности широко используются различные типы адсорбентов: силикагель, активная окись алюминия и синтетические цеолиты. При этом каждый из них имеет свою область применения. Синтетические цеолиты включают в себя целый класс промышленных адсорбентов. Для очистки воздуха применяют, в основном, цеолиты типа NaX.