

УДК 621.59(078)

¹⁾ В.И. Файнштейн, канд. техн. наук; Н.А. Пуртов канд. техн. наук

ОАО «Криогенмаш», пр. Ленина, 67, г. Балашиха Московской области, РФ, 143907

¹⁾ e-mail: fainshtein@cryogenmash.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ АДсорБЕРОВ КЦА-УСТАНОВОК

Эффективность адсорбционных процессов в значительной степени зависит от температуры сорбента. Повышение температуры сопровождается уменьшением адсорбционной ёмкости сорбента, а понижение температуры — её ростом. В установках, использующих короткоцикловую адсорбцию (КЦА), продолжительность адсорбционного цикла не превышает нескольких минут. Вместе с тем температура сорбента в цикле изменяется в достаточно широких пределах и может существенно отличаться от температуры входящего очищаемого газа. Это явление обстоятельно исследовано экспериментально и расчётно. Расчёты показали, что в КЦА-установках, предназначенных для очистки водорода, природного газа и получения азота, температуры в адсорберах изменяются в более узком диапазоне значений, чем в кислородных установках.

Ключевые слова: Кислород. Азот. Водород. Короткоцикловая адсорбция (КЦА). Адсорбер. КЦА-установка. Тепловой режим работы.

Особенности теплового режима сорбента в установках КЦА обуславливаются адсорбцией основных компонентов входящего газа, отсутствием подогрева регенерирующего газа, а также малой продолжительностью процесса (до 1-1,5 мин.) и его цикличностью.

При этом в реверсивном режиме реализуется теплота адсорбции, величина которой зависит от типа адсорбента. У цеолита типа NaX она составляет около 17 и 14 кДж/моль для азота и кислорода, соответственно.

В связи с малой продолжительностью процесса (порядка 1 мин.) температура сорбента в зоне массообмена к концу цикла не успевает снизиться до начальной. В результате этого прирост температуры за счёт теплоты адсорбции, зависящий от качества цеолита и максимального давления, достигает 12-15 °С.

Температура в верхней части адсорбера реальной установки может повышаться в результате адиабатного сжатия находящегося в адсорбере газа во время его заполнения.

При измерениях, проводившихся на адсорберах кислородной установки АдКт-0,007 производительностью около 10 м³/ч, максимальное повышение температуры было зарегистрировано в зоне верхних крышек адсорберов, где оно по отношению к температуре входящего воздуха достигало 12-15 °С через 6-8 ч. При этом стенки сбросных коммуникаций охлаждались до температур 5-7 °С.

На рисунках 1 и 2 представлены изменения температуры в слое цеолита, работающего в режиме КЦА с большой продолжительностью полуцикла (около 30 мин.), что позволило выполнить измерения температуры. Термопары были размещены внутри адсорбера на расстоянии 0,33 и 0,66 высоты слоя сорбента H . Сопоставление расчётных температур и

результатов измерений показывает, что используемые расчётные методики дают достаточно адекватное представление об изменении температуры в слое адсорбента в времени. Об этом упоминается и в зарубежных публикациях [1].

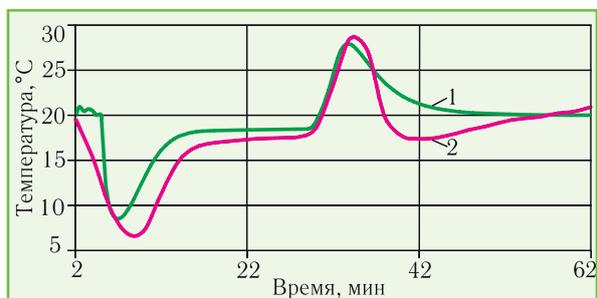


Рис. 1. Расчётное (1) и фактическое (2) изменения температуры в слое цеолита на расстоянии 0,33 H от входа воздуха в адсорбер

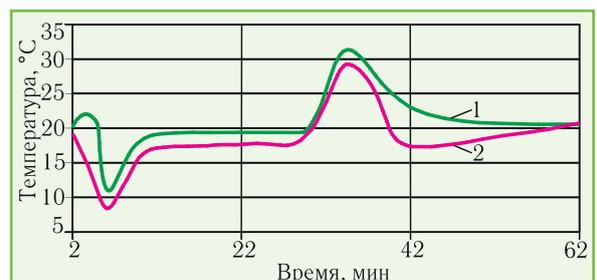


Рис. 2. Расчётное (1) и фактическое (2) изменения температуры в слое цеолита на расстоянии 0,66 H от входа воздуха в адсорбер

Изменение температуры в слое сорбента определялось, исходя из результатов расчета процесса по