

С.В. Сомова, А.П. Несенчук, канд. техн. наук

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗОСТЕРИЧЕСКОЙ ТЕПЛОТЫ АДсорбЦИИ  
СИНТЕТИЧЕСКИХ ЦЕОЛИТОВ

Существуют два метода определения теплот адсорбции: метод непосредственного калориметрического измерения изотермической интегральной теплоты адсорбции и косвенный метод вычисления дифференциальных (изостерических) теплот адсорбции по изотермам.

Косвенный метод определения изостерических теплот адсорбции основан на общепринятых термодинамических положениях и базируется на выражении [1]

$$RT^2 \left( \frac{\partial \ln p}{\partial T} \right)_a q_d + RT = q_{из}, \quad (1)$$

где  $q_{из}$  - изостерическая теплота адсорбции;  $q_d$  - дифференциальная теплота адсорбции,  $q_d = H_\Gamma - H_a - a \left( \frac{\partial H_a}{\partial a} \right)_T$ .

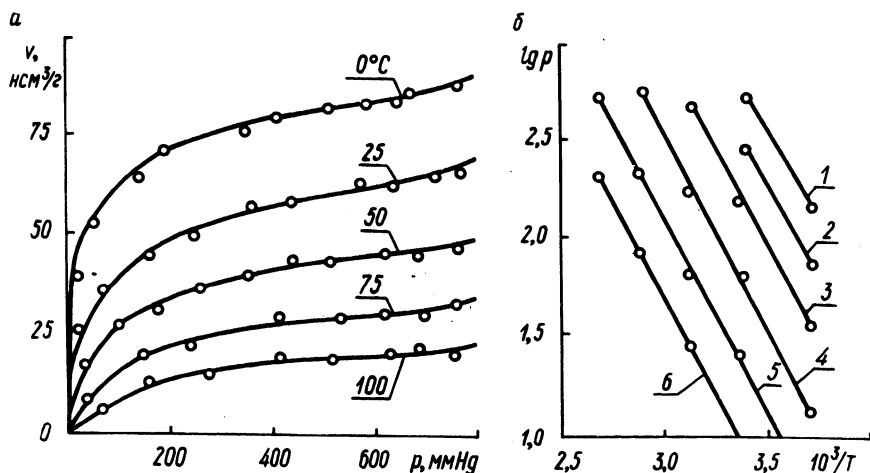


Рис. 1. Изотермы (а) и изостеры (б) адсорбции  $\text{CO}_2$  цеолитом MgA; 1 - 6 - соответственно для значений 60, 50, 40, 30, 20 и 10  $\text{нсм}^3/\text{г}$ .

Здесь  $H_\Gamma$  и  $H_a$  - соответственно теплосодержания моля газа в газовой и адсорбционной фазах;  $a$  - количество адсорбированного вещества.

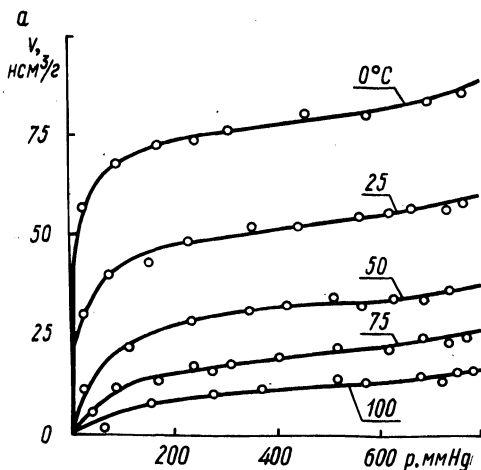


Рис. 2. Изотермы (а) и изостеры (б) адсорбции  $\text{CO}_2$  цеолитом СА. А: 1 - 7 - соответственно для значений адсорбции 60, 50, 40, 30, 20, 10 и 5  $\text{нсм}^3/\text{г}$ .

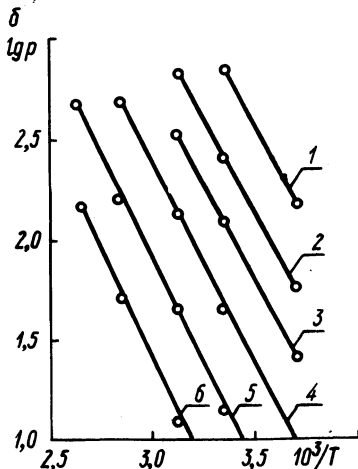
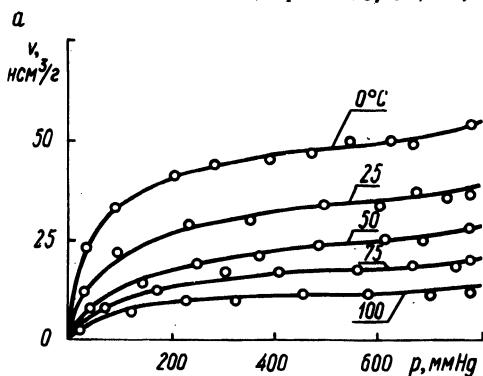


Рис. 3. Изотермы (а) и изостеры (б) адсорбции  $\text{CO}_2$  цеолитом NaA 1 - 6 - соответственно для значений адсорбции 30, 25, 20, 15, 10 и 5  $\text{нсм}^3/\text{г}$ .

Таблица 1. Изостерические теплоты адсорбции  $\text{CO}_2$  синтетическими цеолитами, кал/моль

Тип цеолита	Величина адсорбции, $\text{нсм}^3/\text{г}$								
	5	10	15	20	25	30	40	50	60
MgA	-	11050	-	10750	-	10440	10120	9810	9500
CaA	12250	11950	11620	11320	-	10680	10370	9990	9800
NaA	10750	10520	10290	10060	9830	9600	-	-	-

Интегральная форма выражения (1) для малого интервала температур и давлений будет

$$q_{\text{из}} = R \frac{2,3 \lg \frac{P_1}{P_2}}{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}} = -R \frac{\partial \ln p}{\partial \left(\frac{1}{T}\right)}, \quad (2)$$

где  $P_1$  и  $P_2$  - равновесные давления для одного и того же количества адсорбированного вещества при температурах  $T_1$  и  $T_2$ .

Выражение (2) аналогично уравнению Клаузиуса-Клапейрона, в котором теплота адсорбции занимает место теплоты конденсации.

В дальнейшем теплота адсорбции определялась по (2) в соответствии с данными эксперимента. При построении изотерм адсорбции величину последней измеряли весовым методом с использованием сорбционных весов Мак-Бэна с учетом поправки на плавучесть адсорбента [1, 2]. Опыты проводились с синтетическими цеолитами CaA, MgA, NaA. Перед опытом образцы прокаливались при температуре 673 К и давлении  $10^{-2}$  мм рт. ст. в течение шести часов. Полученные изотермы представлены на рис. 1 - 3, а; на рис. 1 - 3, б показана зависимость логарифма давления от абсолютной температуры при постоянной величине адсорбции. Угловой коэффициент этих прямых дает значение исторических теплот адсорбции.

Результаты работы сведены в табл. 1.

Резюме. Теплота адсорбции рассмотренных цеолитов имеет наибольшее значение для первых порций адсорбированного газа и постепенно уменьшается по мере увеличения адсорбции.

Полученные экспериментальные данные могут найти применение при расчете сорбционных и регенерационных колонок с твердым адсорбентом.

#### Л и т е р а т у р а

1. Мак-Бэн Д. Сорбция газов и паров твердыми телами. М., 1934.
2. Брунауэр С. Адсорбция газов и паров. М., 1948.