

А.И. Ольшанский, канд. техн. наук,
С.Г. Ковчур, канд. техн. наук,
В.И. Ольшанский

ВЛИЯНИЕ ОБЩЕЙ ПОРИСТОСТИ МАТЕРИАЛА НА ОСНОВНЫЕ КИНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА СУШКИ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ

Основными кинетическими характеристиками процесса сушки влажных материалов являются число Ребиндера (Rb), от-носительный температурный коэффициент сушки (B) и число Коссовича (Ko). Между данными величинами существует прос-тая связь

$$B = Rb \cdot Ko = \frac{c \cdot d\bar{t}}{r \cdot d\bar{U}} \cdot \frac{r \bar{U}_0}{c \cdot T_c} = \frac{d\bar{t}/T_c}{d\bar{U}/\bar{U}_0} = b \frac{T_c}{\bar{U}_0}, \quad (1)$$

где $b = d\bar{t}/d\bar{U}$ -- температурный коэффициент сушки, c -- теплоемкость влажного тела, r -- теплота парообразования, T_c -- температура среды, \bar{U}_0 -- начальное влагосодержание (при расчете может приниматься $\bar{U}_0 = \bar{U}_{кр}$).

Перенос тепла и вещества в пограничном слое у поверхнос-ти твердого тела при испарении из него жидкости в процессе сушки нельзя рассматривать отдельно от переноса тепла и ве-щества внутри тела и, следовательно, от его капиллярно-по-ристой структуры. В связи с этим представляет интерес вопрос исследования влияния пористой структуры тела на основные кинетические характеристики процесса сушки, что приобретает определенное значение для практического использования ре-зультатов эксперимента.

Большое значение здесь имеет закон распределения пор по радиусам. Однако в процессе изучения закономерностей изме-нения среднего влагосодержания \bar{U} и средней температуры \bar{t} материала не менее необходимой является и другая характе-ристика капиллярно-пористого тела -- его общая пористость

(П), представляющая отношение объема всех пор и пустот (V_n) к объему всего пористого тела (V).

$$П = \frac{V_n}{V} \quad (2)$$

Общая пористость может быть функцией координат и времени, если материал в процессе сушки деформируется [1,2]. Поэтому важным является вопрос выбора пористого материала для изготовления опытных образцов. Остановились на пористой керамике, ибо она в процессе увлажнения и сушки сохраняет свою пористую структуру и не деформируется.

Размеры пор и занимаемые ими объемы в настоящее время определяют различными методами -- адсорбции газов, паров и растворенных веществ; электронной микроскопии; рассеяния рентгеновских лучей под малыми углами; радиоактивных изотопов; вдавливания ртути [1].

Нами был выбран метод вдавливания ртути, как более простой и вместе с тем позволяющий с достаточной точностью определять требуемую характеристику. Исследование проводилось на порометрической установке типа ПА-3М.

Известно, что жидкость, не смачивающая твердое тело (в нашем случае ртуть), может быть введена в его капилляры-поры только под давлением. Объем вдавленной в тело ртути и представляет собой V_n .

Расчет объема пор испытываемого образца производился на основании данных, получаемых при измерении сопротивления электрической цепи. Омметром замерялось сопротивление электрической цепи поромера при данной величине давления и с учетом константы дилатометра определялся объем ртути, вдавленной в поры испытываемого образца:

$$V = \frac{K(R_n - R_0) - \Delta V}{m} \quad (3)$$

где K -- константа дилатометра; R_0 -- начальное сопротивление цепи; R_n -- сопротивление цепи при данном равновесном давлении, ом; m -- навеска твердого тела; ΔV -- поправка на сжатие всего объема ртути в дилатометре.

Объем пор образца рассчитывался на основании разности сопротивления в начале и конце опыта. Давление в бомбе поромера в опытах составляло 2600 кг/см^2 , что являлось вполне достаточным для определения средней общей пористости.

Для получения образцов различной пористости использовался молотый черепок и сырой керамический порошок различной степени помола. Способ приготовления пористой керамики подробно описан А.С. Беркманом, И.Г. Гуревичем и Б.Н. Федоровым [1, 3, 4], а принцип работы поромеров высокого давления — Т.Г. Плаченовым, И.М. Камакиным, Н. Риттером и С. Дрейком [5--7].

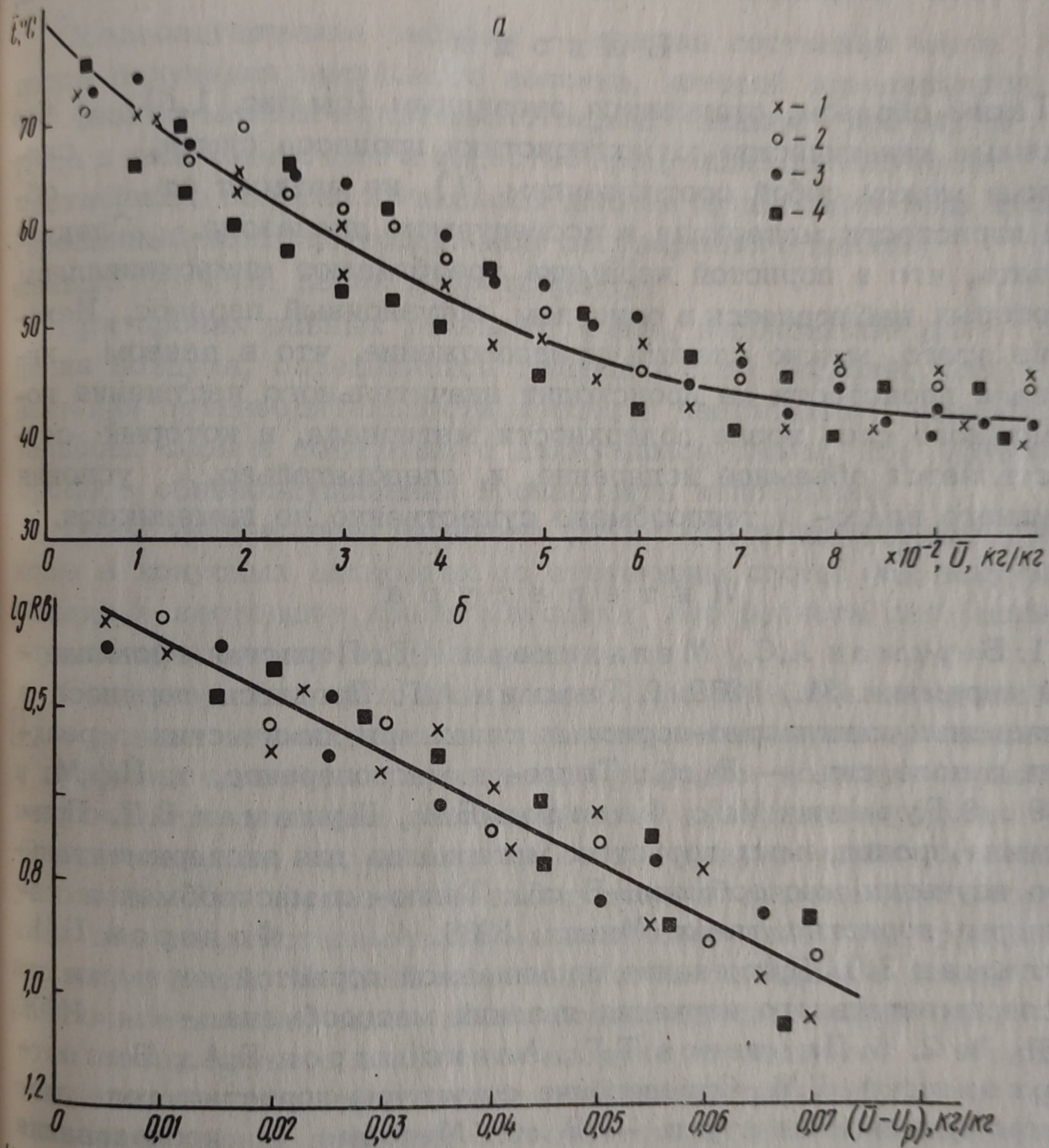


Рис. 1. Зависимость в процессе конвективной сушки влажной строительной керамики между: а -- средней температурой и влажностью; б -- $\lg Rb$ и \bar{U} . Общая пористость: 1--10%, 2--25, 3--31, 4--37%.

С целью получения надежных результатов каждый эксперимент проводился трижды в широком интервале изменения режимных параметров процесса сушки ($t_c = 80-120^\circ\text{C}$; $v =$

= 3—20 м/с; $\varphi = 5\%$). На рис. 1,а приведена температурная кривая $\bar{t} = f(\bar{U})$, на рис. 1,б — зависимость между $\lg Rb$ и \bar{U} для пористой керамики при режиме сушки $t_c = 80^\circ\text{C}$, $v = 4$ м/с, $\varphi = 5\%$. Из рис. 1,а видно, что температурный коэффициент сушки (b), определяемый как тангенс угла наклона температурной кривой к оси влагосодержания, не зависит от пористости материала в интервале его изменения от 10 до 37%.

В ы в о д ы

Таким образом, становится очевидным (см.рис. 1,б), что основные кинетические характеристики процесса сушки, связанные между собой соотношением (1), не зависят от пористости материала в исследуемом диапазоне. Следует указать, что в пористой керамике преобладают микрокапилляры, в которых наблюдается в основном эффузионный перенос. Исходя из этого, можно сделать предположение, что в данном интервале пористости не происходит значительного нарушения пограничного слоя возле поверхности материала, в который осуществляется объемное испарение, и, следовательно, условия внешнего влаго- и теплообмена существенно не изменяются.

Л и т е р а т у р а

1. Беркман А.С., Мельникова И.Г. Пористая проницаемая керамика. М., 1969.
2. Темкин А.Г. Процессы переноса в коллоидных капиллярно-пористых телах при химических реакциях в поле сил. — В сб.: Тепло- и массоперенос, т. II, М., 1969.
3. Гуревич И.Г., Федоров Б.И., Шульман З.П. Применение проницаемых пористых материалов для экспериментального изучения массообмена. — В сб.: Тепло- и массообмен в капиллярно-пористых телах. Минск, 1965.
4. Федоров Б.И., Шульман З.П. Применение проницаемой пористой керамики для экспериментального изучения явлений массообмена. — ИФЖ, 1961, № 2.
5. Плаченков Т.Г., Александров В.А., Белоцерковский Г.М. Определение структуры пористых тел методом вдавливания ртути. — В сб.: Методы исследования структуры высокодисперсных и пористых тел, М., 1953.
6. Камакин Н.М. Метод вдавливания ртути и его приложение для характеристики пористой структуры адсорбентов. — В сб.: Методы исследования структуры высокодисперсных и пористых тел, М., 1953.
7. Ritter H.L. Drake L.C. Ind. Eng. Chem. Annals, 1945, 17, 782.