

А. М. Чванкина, Е. В. Гусев

Ивановский государственный энергетический университет,

г. Иваново

sasha-chvankina@mail.ru

ЗАКОНОМЕРНОСТИ КИНЕТИКИ МАССОПЕРЕНОСА КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ЗОЛОТВАЛОВ ТЭС

В работе рассмотрены основные зависимости внутреннего массопереноса в глинозольной керамике. Рассмотрена методика определения коэффициента влагопроводности внутри высушиваемого тела на основе кинетических кривых сушки. Описан метод их оптимизации с получением обобщенной кривой сушки и зависимости влагопроводности от влагосодержания материала.

Ключевые слова: сушка; влагопроводность; влагосодержание; температура; толщина; пластина; скорость; теплоноситель.

A. M. Chvankina, E. V. Gusev

Ivanovo State Power University, Ivanovo

KINETIC REGULARITIES OF MASS TRANSFER OF CONVECTION DRYING OF CERAMICS BASED ON ASH-DISPOSAL AREAS OF A THERMAL POWER PLANT

In article the main dependences of internal mass transfer in alumina ceramics are considered. The method for determining the hydraulic conductivity coefficient inside the dried body based on kinetic curves of drying is considered. Their optimization method with resulting a generalized curve of drying and the dependence of the hydraulic conductivity from the moisture content of the material is described.

Key words: drying; hydraulic conductivity; moisture content; temperature; thickness; plate; speed; heat carrier.

Сушка капиллярно-пористых тел при конвективном подводе теплоты во многих отраслях промышленности является одной из определяющих и энергоемких технологических стадий производства, от которой зависит качество готовой продукции. Интенсификация процесса сушки при соответствующем качестве глинозольной керамики во многом определяется массопроводными свойствами высушиваемого материала, позволяющие рассчитать интенсивность подвода влаги из внутренних слоев к его поверхности и соизмерить потоки внутреннего и внешнего влагообмена [1-2].

$$q_m = a_m \rho_o \nabla U = a_m \rho_o \frac{2(U_c - U_n)}{R} = -\beta_m \Delta P, \quad (1)$$

где q_m – плотность потока влаги, кг/(м²с); a_m – коэффициент влагопроводности; ρ_o – плотность сухого материала, кг/м³; $R=0,5h$ – половина толщины пластины h , м; ∇U – градиент влагосодержаний тела, м⁻¹; β_m – коэффициент влагоотдачи, с/м; ΔP – разность парциальных давлений водяных паров над поверхностью материала и в сушильном агенте, Па.

Основным параметром массопереноса во влажных материалах в условиях изотермической сушки является коэффициент влагопроводности a_m , для определения которого был применен кинетический метод на основе расчета локальных влагосодержаний по толщине материала и выражение [1]:

$$a_m = \frac{R^2}{K_{i_m} \bar{U}} \frac{\partial U}{\partial \tau} = \frac{R}{\Gamma \operatorname{tg} \varphi} \frac{\partial U}{\partial \tau}, \quad (2)$$

где $K_{i_m} = \Gamma (R \operatorname{tg} \varphi / \bar{U})$ – массообменный критерий Кирпичева ($K_{i_m}=0 \div 2$); $\Gamma=3$ – коэффициент для пластины; $\operatorname{tg} \varphi = \nabla U / \partial R$ – тангенс угла наклона прямой, построенной на кривых сушки для приведенных толщин h при текущем времени τ и влагосодержании U .

Для получения зависимости коэффициента влагопроводности от влагосодержания материала (глинозольного образца-сырца пластического формования состава, %: $\Gamma:3 = 60:40$) $a_m=f(U)$ были получены экспериментальные кривые сушки для различных его

толщин при следующих параметрах сушильного агента (воздуха): температура 110 °С, скорость вдоль обеих поверхностей образца 3 м/с, относительная влажность воздуха 5 %, приведенных на рис. 1.

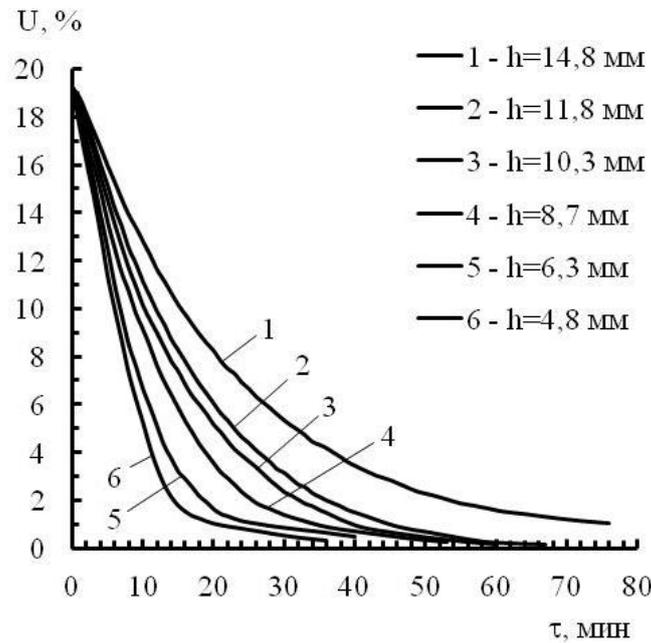


Рис. 1. Кривые сушки глинозольных образцов-сырцов

С целью оптимизации экспериментальных кинетических кривых сушки (рис. 1) была получена обобщенная кривая сушки [2], представленная на рис. 2, которую можно описать выражением:

$$(U - U_k) / U_n = \left[0,0995 - 1,527 \tau / \tau_k + 0,591 (\tau / \tau_k)^2 \right]^2. \quad (3)$$

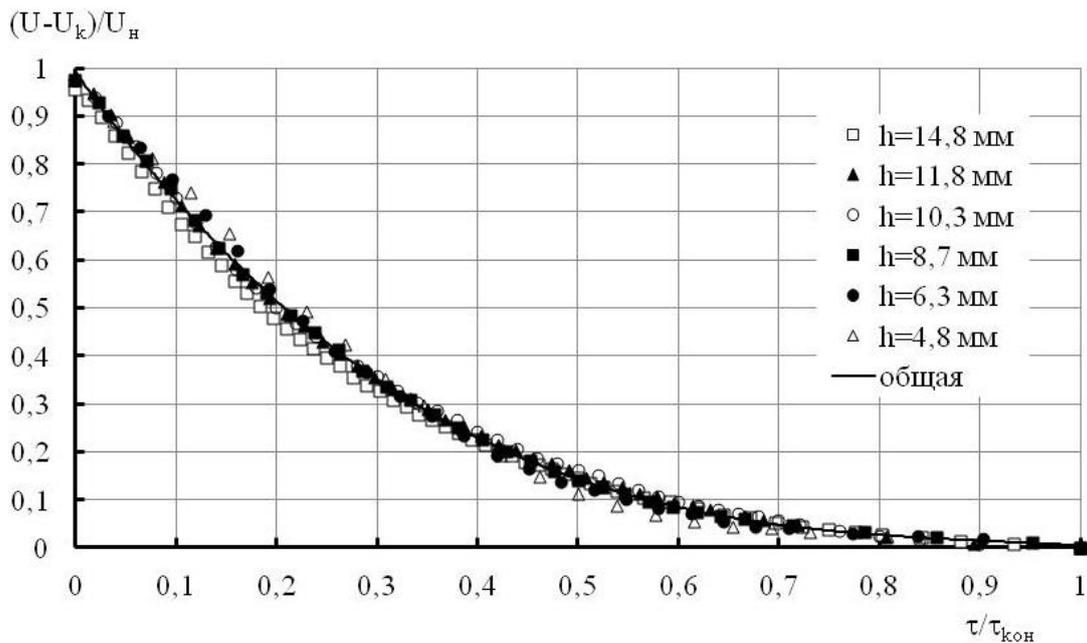


Рис. 2. Обобщенная кривая сушки глинозольных образцов-сырцов для различных толщин

В результате обработки экспериментальных данных по кинетике сушки глинозольных образцов различных толщин с использованием выражения (2) были получены зависимости $\text{tg}\varphi=f(\tau)$ и $a_m=f(U)$

$$\text{tg}\varphi = 0,038 + 0,148\tau - 9,1 \cdot 10^{-3}\tau^2 + 2,1 \cdot 10^{-4}\tau^3 - 1,67 \cdot 10^{-6}\tau^4. \quad (4)$$

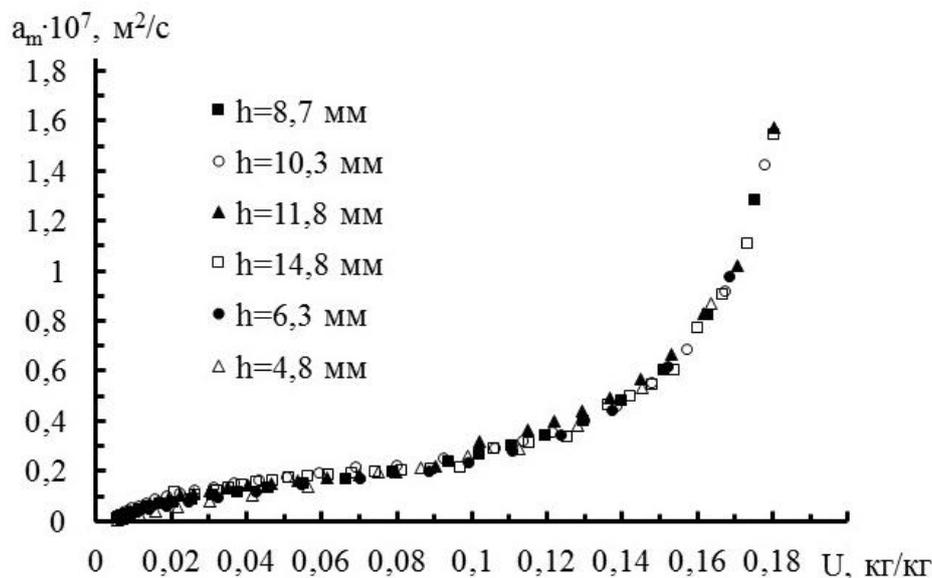


Рис. 3. Зависимость коэффициента влагопроводности от влагосодержания материала

Увеличение коэффициента влагопроводности с повышением влагосодержания (рис. 3) показывает, что перенос влаги внутри высушиваемого материала осуществляется в основном в виде жидкости с малоинтенсивным парообразованием [1].

Полученные данные позволяют образцы глинозольной керамики отнести к группе капиллярно-пористых материалов [1] и определить интенсивность перемещения влаги и градиент влагосодержания внутри тела, а также соизмерить потоки внутреннего и внешнего влагообмена на поверхности высушиваемого материала, и как следствие, способствовать выбору оптимальных режимов сушки без проявления негативных структурно-деформационных изменений.

Список использованных источников

1. Лыков А. В. Тепломассообмен : справочник. М. : Энергия, 1971. 560 с
2. Красников В. В. Кондуктивная сушка. М. : Энергия, 1973. 288 с.