

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА МАССООТДАЧИ В ПЕРВОМ ПЕРИОДЕ СУШКИ**

Сушка твердых дисперсных материалов нашла широкое применение в химической, строительной, фармацевтической и пищевой промышленности.

В процессе сушки твердых дисперсно-пористых зернистых материалов выделяют следующие периоды сушки: достаточно быстрый период прогрева материала; период постоянной скорости сушки (первый период сушки); период падающей скорости сушки (второй период).

В периоде прогрева материала температура материала и скорость испарения влаги быстро увеличиваются со временем.

В периоде постоянной скорости сушки вся теплота, подводимая к материалу, затрачивается на испарение влаги. Температура материала остается постоянной и равной температуре мокрого термометра, а скорость сушки максимальна и определяется параметрами сушильного агента.

В периоде падающей скорости сушки интенсивность процесса испарения влаги падает, так как влагосодержание материала у поверхности испарения снижается с течением времени. Это обусловлено падением скорости внутренней диффузии влаги из глубины зерен. При этом температура материала повышается и приближается к температуре сушильного агента.

На основании уравнения материального баланса получена формула для расчета коэффициента массоотдачи ( $\beta_V$ ) в 1-м периоде сушки слоя дисперсно-пористого зернистого материала:

$$\beta_V = \frac{G_{с.в.}}{V} \cdot \frac{x_k - x_n}{\Delta x_{ср}}, \quad (1)$$

где  $G_{с.в.}$  — массовый расход сухого воздуха, кг/с;  $V$  — объем слоя частиц, м<sup>3</sup>;  $x_k$  — влагосодержание сушильного агента на выходе из слоя, кг/кг сухого воздуха;  $x_n$  — влагосодержание сушильного агента на входе в слой, кг/кг сухого воздуха;  $\Delta x_{ср}$  — средняя движущая сила массоотдачи, кг/кг сухого воздуха.

Для расчета коэффициента теплоотдачи в 1-м периоде сушки также были предложены следующие обобщенные критериальные зависимости, полученные на основании обработки экспериментальных данных:

$$Nu_d = 0,026 \cdot Re^{0,926} \cdot Pr^{0,33} \text{ при } 20 < Re < 50; \quad (2)$$

$$\text{Nu}_d = 0,048 \cdot \text{Re}^{0,77} \cdot \text{Pr}^{0,3} \text{ при } 50 < \text{Re} < 80, \quad (3)$$

где  $\text{Nu}_d = \frac{\beta_V \cdot d_{\text{ч}}}{D \cdot \alpha \cdot \rho}$  — диффузионный критерий Нуссельта;  $\beta_V$  — объемный коэффициент массоотдачи,  $\text{кг}/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$ ;  $d_{\text{ч}}$  — диаметр частиц, м;  $D$  — коэффициент диффузии,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  $\alpha$  — удельная поверхность частиц,  $\text{м}^2/\text{м}^3$ ;  $\rho$  — плотность воздуха,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\text{Re} = \frac{4W_G}{\alpha \cdot \mu}$  — критерий Рейнольдса;  $W_G$  — массовая скорость сушильного агента,  $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ;  $\mu$  — коэффициент динамической вязкости сушильного агента,  $\text{Па} \cdot \text{с}$ ;  $\text{Pr} = \frac{c \cdot \mu}{\lambda}$  — критерий Прандтля;  $c$  — удельная теплоемкость высушиваемого материала,  $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ ;  $\lambda$  — коэффициент теплопроводности воздуха,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ .

Расчеты по уравнениям (2) и (3) показали хорошую сходимость результатов.

### Источник

1. *Протасов, С. К.* Исследование кинетики сушки слоя капиллярно-пористого дисперсного материала / С. К. Протасов, Н. П. Матвейко, А. А. Боровик // Хим. пром-сть. — 2019. — Т. 96, № 2. — С. 87–94.