

Я. С. Глазков, Р. А. Кокоренко, А. А. Боровик
БГЭУ (Минск)

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 выделяются 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 (β_V) в 1-м периоде сушки слоя дисперсно-пористого зернистого материала:

$$\beta_V = \frac{G_{c,v}}{V} \cdot \frac{x_k - x_h}{\Delta x_{cp}}, \quad (1)$$

где $G_{c,v}$ — массовый расход сухого воздуха, кг/с; V — объем слоя частиц, м³; x_k — влагосодержание сушильного агента на выходе из слоя, кг/кг сухого воздуха; x_h — влагосодержание сушильного агента на входе в слой, кг/кг сухого воздуха; Δx_{cp} — 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:

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

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

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