ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ КЕРАМИЧЕСКОГО ТЕЛА В НАЧАЛЬНОМ И ПЕРВОМ ПЕРИОДАХ СУШКИ

В.А. Билык

Научные руководители – д.т.н., профессор ***С.Н. Осипов***; д.т.н., профессор ***Е.В. Коробко***

Белорусский национальный технический университет

ГНУ «ИТМО им. А.В. Лыкова НАН Беларуси»

В фундаментальных трудах А.В.Лыкова и его школы представлены общие решения систем дифференциальных уравнений тепло-влажностного режима различных тел при сушке [1,2]. Однако начальный период сушки недостаточно описан из-за отсутствия учета постепенного нарастания процесса испарения влаги с нагреваемой поверхности. Для практических целей желательны более простые решения, которые можно представить в виде номограмм аналогичных работе [3].

По результатам наших исследований и литературным данным известно, что интенсивность испарения влаги с нагреваемой поверхности керамического тела в начале сушки нарастает постепенно в соответствии с ростом температуры и закона Дальтона. Такая закономерность в первом приближении с эмпирическим коэффициентом ζ при интенсивности сушки j_1 за время τ в начальном и 1-ом периодах может быть описана выражением $j_\tau=j_1[1-\exp(-\zeta\tau)]$.

Тогда расход теплоты на испарение влаги с единицы нагреваемой поверхности составит $S_и=j_\tau r= S_1[1-\exp(-\zeta\tau)]$, где r – теплота испарения с учетом догревания влаги и фазового перехода. Величина теплового потока, затрачиваемого на нагревание, составляет $S_t=S_0\exp(-\zeta\tau)$, где S_0 – величина теплового потока, воспринимаемого нагреваемой поверхностью, Вт/см^2.

Исходя из представленных предпосылок, уравнение теплопроводности для пластины толщиной h при одностороннем нагреве можно представить в виде $a\partial^2t/\partial x^2=\partial t/\partial\tau$ с начальным и граничными условиями $t(x,0)=t_0$; $-\lambda\left.\frac{\partial t}{\partial x}\right|_{x=0}=S_0e^{-\zeta\tau}$; $\left.\frac{\partial t}{\partial x}\right|_{x=h}=0$, где t_0 – начальная температура нагреваемой поверхности, °С; a – коэффициент температуропроводности материала, см^2/с; λ – коэффициент теплопроводности материала, Вт/см·град; h – толщина пластины, см.

Найдены решения для температуры t, градиента $\partial t/\partial x$ и средней температуры $\bar{t}$ тела. Приняв $F_0=\frac{a\tau}{h^2}$, $Pd=\frac{\zeta h^2}{a}$, $\eta=\frac{x}{h}$ и $\mu_n=\pi n$, получим решение в безразмерных координатах

Для инженерного расчета температур, градиентов и средней температуры использованы соответственно безразмерные параметры θ, G и $\bar{\theta}$, для которых построены номограммы. Тогда

$$t=t_0+\Theta\frac{hS_0}{\lambda},\ \frac{\partial t}{\partial x}=-G\frac{S_0}{\lambda},\ \bar{t}=t_0+\overline{\Theta}\frac{hS_0}{\lambda}.$$

Для проверки соответствия полученных решений результатам экспериментальных определений температурных полей использованы данные П.Д.Лебедева [4].

Полученные решения позволяют рассчитать поля температур и их градиентов с необходимой для практической цели точностью в плоском керамическом теле или его стенке в начальном и первом периодах сушки, что дает возможность более точно и научно обоснованно рассчитывать оптимальные технологические режимы. В работе приведены наиболее характерные расчетные номограммы и более полный анализ полученных результатов.

Литература

1. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1966. – 600 с.
2. Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968. – 472 с.
3. Пехович А.И., Жидких В.М. Расчеты теплового режима твердых тел. – Л.: Энергия, 1976. – 352 с.
4. Лебедев П.Д. Сушка инфракрасными лучами. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1955. – 232 с.