

Ю. А. Гичёв, М. Ю. Ступак, М. Ю. Мацукевич, И.И. Карабеза

Национальная металлургическая академия Украины, Днепр

ВЫЧИСЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОТДАЧИ В КОВШЕ ПРИ ПУЛЬСАЦИОННО-РЕЗОНАНСНОМ СЖИГАНИИ ТОПЛИВА

Расчетная температура продуктов сгорания топлива на выходе из ковша вычислялась по формуле:

$$t_{nc} = \frac{T_{nc}^{adiaбат}}{M \cdot \left(\frac{5,67 \cdot \psi_{cp} \cdot F_{ст} \cdot a_k \cdot T_{nc}^{adiaбат^3}}{10^{11} \cdot \phi \cdot B_T \cdot V \cdot c_{cp}} \right)^{0,6} + 1} - 273, \quad (1)$$

где M – параметр, учитывающий характер распределения температуры по высоте ковша; $T_{nc}^{adiaбат}$ – адиабатическая температура горения топлива, К; ψ_{cp} – коэффициент тепловой эффективности лучевоспринимающей поверхности; $F_{ст}$ – площадь внутренней поверхности ковша, m^2 ; a_k – степень черноты рабочего объема ковша при сжигании газообразного топлива; ϕ – коэффициент сохранения теплоты; B_T – расход топлива, m^3/c ; $V \cdot c_{cp}$ – средняя суммарная удельная теплоемкость продуктов сгорания топлива, $кДж/кг \cdot К$.

На рис. 1 приведено сравнение результатов расчета температуры продуктов сгорания топлива на выходе из ковша с экспериментальными данными двух опытов процесса сушки.

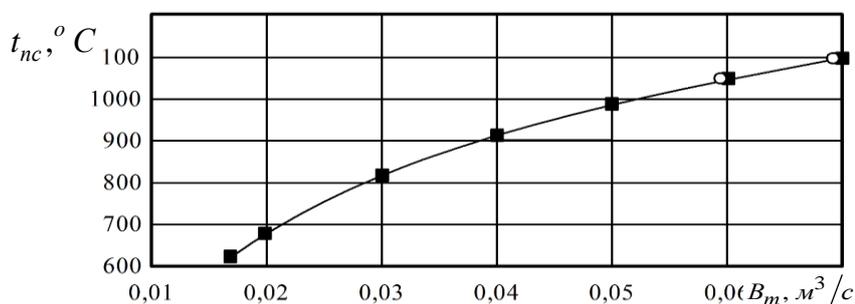


Рис. 1 – Сравнение результатов расчета (■) температуры продуктов сгорания топлива на выходе из ковша в процессе сушки с экспериментальными данными (○)

Разница между расчетными и экспериментальными значениями температуры продуктов сгорания топлива на выходе из ковша не превышает 2,2 %. Это позволяет

рекомендовать предложенную методику для расчета температуры продуктов сгорания и температуры поверхности футеровки в рабочем объеме ковша.

Вычисление коэффициента теплоотдачи выполнено при опытно–промышленном исследовании пульсационно-резонансного сжигания топлива в процессе сушки сталеразливочных ковшей.

Массовая скорость сушки составила:

$$N_{\text{суш}} = \frac{W_{\text{вл}}}{F_{\text{в}} \cdot \tau_{\text{суш}}} = \frac{2772,7}{39,22 \cdot 12} = 5,89 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч}}, \quad (2)$$

где $W_{\text{вл}}$ – масса испаряемой влаги в процессе сушки, кг; $F_{\text{в}}$ – площадь внутренней поверхности рабочей кладки ковша, м^2 ; $\tau_{\text{суш}}$ – длительность процесса сушки ковша, ч.

Массовая энтальпия продуктов сгорания топлива в рабочем объеме ковша составила:

$$I_{\text{н.с.м}} = \frac{I_{\text{н.с.в}}}{\rho_{\text{н.т}}} = \frac{21136}{0,75} = 28118 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}, \quad (3)$$

где $I_{\text{н.с.в}}$ – объемная энтальпия продуктов сгорания по результатам тестов, $\text{кДж}/\text{м}_{\text{н.т}}^3$; $\rho_{\text{н.т}}$ – плотность топлива при нормальных условиях, $\text{кг}/\text{м}_{\text{н.т}}^3$.

Температура продуктов сгорания топлива в рабочем объеме ковша по показаниям влажного термометра составила:

$$t_{\text{нс вл}} = 43,5 \cdot \lg I_{\text{н.с.т}} - 56,6 = 193,5 - 56,5 = 137^{\circ}\text{C}. \quad (4)$$

Коэффициент теплоотдачи в процессе сушки сталеразливочных ковшей составил:

$$\alpha = \frac{V_p \cdot r \cdot \rho_{\text{взо}} \cdot N_{\text{суш}}}{100 \cdot F_{\text{в}} \cdot (t_{\text{нс с}} - t_{\text{нс вл}})} = \frac{5,51 \cdot 2256500 \cdot 2500 \cdot 5,89}{100 \cdot 39,22 \cdot (1176 - 137)} = 44928 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}, \quad (5)$$

где V_p – объем рабочей кладки ковша, м^3 ; r – удельный расход теплоты на испарение влаги, $\text{Дж}/\text{кг}$; $\rho_{\text{взо}}$ – плотность высокоглиноземистого огнеупора МКС-72, $\text{кг}/\text{м}^3$; $t_{\text{нс с}}$ – температура продуктов сгорания топлива в рабочем объеме ковша по показаниям сухого термометра, $^{\circ}\text{C}$.

Приведенная методика может быть использована для оценки эффективности сушки сталеразливочных ковшей при пульсационно-резонансном сжигании топлива.