

РЕШЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЗАДАЧИ В РАБОЧЕЙ ПОЛОСТИ КОНВЕРТЕРА МЕТОДОМ Э.М. ГОЛЬДФАРБА

Толщина сформированного гарнисажного слоя, зависит от продолжительности операции нанесения, температуры и теплоты затвердевания конечного шлака, температурного поля и теплового сопротивления футеровки. Тепловой поток через слой футеровки от стекающей по стене шлаковой суспензии обеспечивает увеличение объемной доли твердой фазы и образование твердого каркаса в объеме шлакового расплава. С увеличением толщины гарнисажного слоя повышается его собственное тепловое сопротивление и снижается тепловой поток к внешним слоям футеровки.

Если рассматривать слой, состоящий из термически тонких тел, и пренебречь контактной теплопроводностью между элементами слоя, и считать постоянными теплофизические свойства, включая коэффициент теплоотдачи, то для определения интенсивности теплообмена между отходящим газовым потоком и поверхностью футеровки можно воспользоваться решениями Э.М. Гольдфарба:

$$\text{ - для температуры газа } \vartheta_r(F, Z) = \int_0^F e^{-(Z+\eta)} \cdot I_0 \cdot (2\sqrt{Z \cdot \eta}) \cdot d\eta \quad (1)$$

$$\vartheta_r = \frac{t(z, \tau) - t_0}{\Delta t_0} \text{ - относительная температура; } F = \frac{\alpha f}{C'_r \cdot V_r} \text{ - критерий поверхности;}$$

$$Z = A_1 \cdot (\tau - \tau_0) \text{ - критерий времени; } I_0(x) \text{ - модифицированная функция Бесселя;}$$

$$\Delta t_0 = (t_n - t_0) \text{ - максимальный температурный напор, } ^\circ\text{C; } t_n \text{ - температура}$$

поверхности слоя, $^\circ\text{C}$; α – коэффициент теплоотдачи от футеровки к газу, $\text{Вт/м}^2\text{К}$;

$$C'_r = \rho_{н.у.} \cdot C_p \text{ - объемная теплоемкость газа, } \text{Дж}/(\text{м}^3\text{К}); C_p \text{ - изобарная массовая}$$

$$\text{теплоемкость, } \text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К}); f = \pi d_k z \text{ - текущая боковая поверхность слоя, } \text{м}^2;$$

z – текущая высота слоя, отсчитываемая от оси симметрии дна конвертера, м; τ – время

процесса, с; $\tau_0 = z/W$ – время тепловой обработки, т.е. время прохождения газом слоя

высотой z ; разность $(\tau - \tau_0)$ можно трактовать как время контакта газа со стенкой слоя;

$$A_1 = \frac{k\alpha}{(C \cdot \rho)_\phi \cdot l_\phi}; k \text{ - фактор геометрической формы, } k=1 \text{ - для плоского, } k=2 \text{ - для}$$

круглого канала; C_{ϕ} , ρ_{ϕ} и l_{ϕ} – теплоемкость, плотность и толщина футеровки; $V_{\Gamma}=V_0(1+\beta t)$ – объемный расход газа, пересчитанный на реальные условия (температуру); V_0 – то же при нормальных условиях, м³/с; $\beta=1/273$; $W=V_{\Gamma}/S$ – скорость течения газа, м/с; $S=\pi d_{\kappa}^2/4$ – площадь сечения полости конвертера, м²; d_{κ} – внутренний диаметр конвертера, м.

В случае линейной зависимости от температуры, средний расход газа можно найти по формуле $\bar{V}_{\Gamma} = V_0(1 + \beta t_{\text{cp}})$, (2)

где $t_{\text{cp}}=(t_n+t_0)/2$ – средняя температура газа за время продувки, °С.

Тогда средняя скорость газа будет $\bar{W} = \bar{V}_{\Gamma} / S$.

Предварительные расчеты показали, что коэффициент $A_1 < 10^{-4}$ и критерий времени $Z < 0,01$. Тогда можно воспользоваться разложением модифицированной функции Бесселя при малых аргументах $I_0(x) \approx 1 + x^2 / 4$. (3)

Подставляя (3) в уравнение (1) и интегрируя, получим

$$\vartheta_{\Gamma}(F, Z) = \int_0^F e^{-(Z+\eta)} \cdot (1 + Z\eta) \cdot d\eta = e^{-Z} [1 - e^{-F} + Z \cdot (1 - (1 + F) \cdot e^{-F})]. \quad (4)$$

По формуле (4) делаем расчет определения температуры азота в зависимости от высоты конвертера и длительности продувки, на основании которого строим график (рис 1).

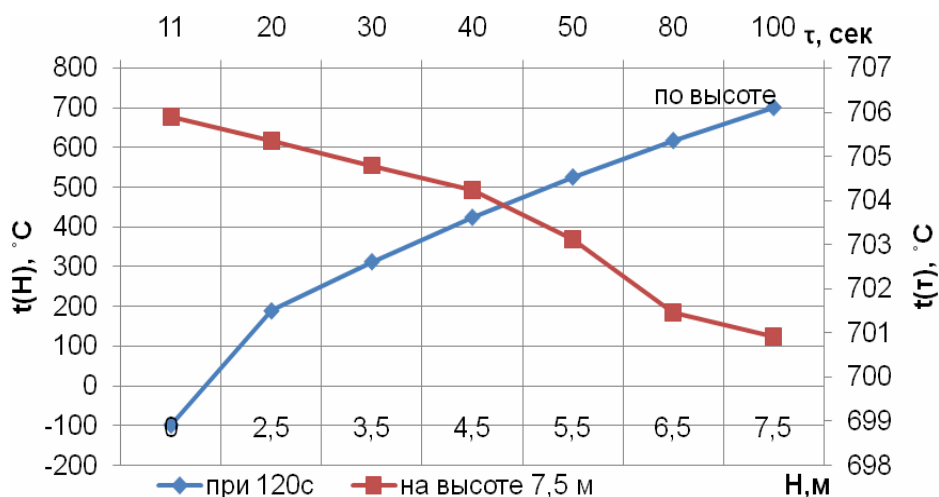


Рис.1 – Изменения температуры азота по высоте конвертера в зависимости от времени продувки.