

Литература

1. Мчедлов-Петросян О.П., Филатов Л.Г. Расширяющиеся составы на основе портландцемента (химия и технология). – М.: Стройиздат, 1965. – 139 с.

2. Бабушкин В.И., Матвеев Г.М., Мчедлов-Петросян О.П. Термодинамика силикатов. – М.: Стройиздат, 1986. – 408 с.

УДК 669.184

Д.А. Семенова, Е.Н. Сигарев

Днепродзержинский государственный технический университет, г. Днепродзержинск

РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ АЗОТА ПРИ ПОСТОЯННЫХ И ПЕРЕМЕННЫХ СВОЙСТВАХ

Закон изменения теплового потока от струи азота к футеровке или шлаку во времени можно установить следующим образом.

$$C_v \cdot V \, dt = q \cdot F \, dt \quad (1)$$

Из-за диатермичности одно или двухатомного газа и равенства по периметру температуры поверхности футеровки t_n излучение будет отсутствовать, и теплообмен между футеровкой и газом будет определяться только конвекцией.

Для определения температуры азота относительно высоты конвертера есть несколько способов решения данной задачи. Рассчитать температурное поле газа можно при постоянных и переменных свойствах.

I. При постоянных свойствах:

В этом случае дифференциальное уравнение теплового баланса можно записать в форме:

$$C_v \cdot V \, dt = \alpha \cdot (t_n - t) F \, dt, \quad (2)$$

где $t(t)$ – среднемассовая температура азота, °С; α – коэффициент теплоотдачи от футеровки к газу, Вт/м²К; $C_v = C_p \cdot \rho$ – объемная теплоемкость азота, Дж/м³К; ρ – плотность газа, кг/м³; V – объем, занимаемый азотом; F – боковая поверхность этого объема, м³ и м². Начальное условие $t(0) = t_0$.

Решение уравнения (2) с учетом начального условия при постоянных или усредненных по температуре теплоемкости C_v и коэффициенте теплоотдачи α имеет вид:

$$\theta(St) = e^{-St}, \quad (3)$$

где $\theta=(t-t(\tau))/\Delta t_0$ – относительная температура; $\Delta t_0=(t_n-t_0)$ – максимально возможный перепад температур, °C; $St=A\tau$ – число Стентона; τ – время процесса нагрева, с; $R_{np}=V/F$ – приведенный радиус полости конвертера, м; $A= \alpha/(C_V R_{np})$, 1/с.

Для перехода от температурного поля азота в функции времени (2)-(3) к полю температур газа в зависимости от высоты конвертера $t(\tau)$ к $t(H)$ будем использовать уравнение (3) с заменой $\tau = \frac{H}{W}$, где H – высота конвертера, м; W - скорость потока газа в полости конвертера, м/с. Получим температуру газа на выходе из конвертера

$$\theta_H = e^{-A \cdot H/W} \quad (4)$$

Окончательно

$$t_H = t_n - \Delta t_0 \cdot \theta_H \quad (5)$$

II. При переменных свойствах.

Для получения решения необходимо провести ряд замен. Разделим обе части выражения (1) на F , учитывая что $V/F=R_{np}$, $dt=dH/W(t)$.

$$C_V \cdot R_{np} \cdot dt = q \cdot \frac{dH}{W(t)} \quad (6)$$

Разделим обе части уравнения на R_{np} и умножим на $W(t)$, в результате получим

$$C_V(t) \cdot W(t) \cdot dt = \alpha(t) \cdot (t_n - t) \cdot \frac{dH}{R_{np}} \quad (7)$$

Решение данного уравнения имеет вид:

$$\int \frac{C_V(t) \cdot W(t) \cdot dt}{\alpha(t) \cdot (t_n - t)} = \int \frac{dH}{R_{np}}, \quad \text{где } f(t) = \frac{C_V(t) \cdot W(t) \cdot dt}{\alpha(t) \cdot (t_n - t)}; \quad J(t) = \int_{t_0}^t f(t) dt$$

$$\frac{H}{R_{np}} = J(t) \quad (8)$$

Для определения температуры газа при переменных свойствах есть два решения: графическое – с помощью графика зависимости J от температуры газа; математическое – с помощью аппроксимационной формулы для $f(t)$.

Производя расчет температурного поля азота при переменных и постоянных свойствах. С учетом температуры поверхности футеровки перед раздувкой шлака $t_n=1500^\circ\text{C}$ и температуры струи азота на выходе из сопел Лавала $t_0=-98^\circ\text{C}$, определяем интенсивность теплообмена между азотом и футеровкой. По данным расчетов был построен график изменения температуры газа от высоты конвертера (рис. 1).

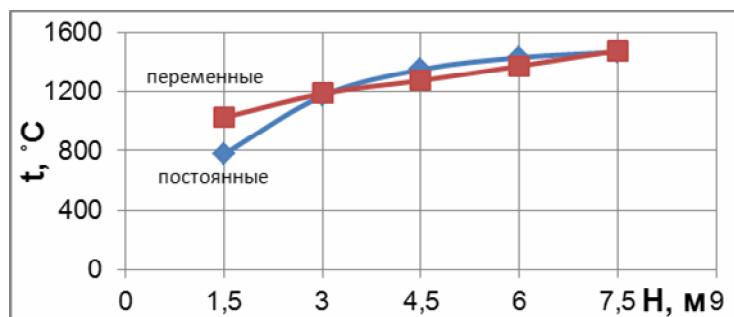


Рис.1 – Зависимость температуры азота от высоты конвертера

Анализ рисунка 1, позволяет сделать вывод, что две разные модели получили примерно одинаковое распределение температур при высотах более 3 м.

Получены эмпирические выражения для определения температуры уходящего азота в рабочем пространстве конвертера: $T_1=698,7 \cdot H^{0,402}$ ($R^2=0,940$) - при постоянных свойствах; $T_2=930,8 \cdot H^{0,221}$ ($R^2=0,990$) - при переменных свойствах.

УДК 669.14.018.44

Е.А. Сергеева, С.В. Гришко, Е.А. Дрей

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт», г. Киев

ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЖАРОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ

Жаростойкость является самым важным свойством жаропрочных сталей. Жаростойкие стали, как правило, должны быть и жаропрочными, т. е. противостоять при высокой температуре в течение заданного времени разрушению и ползучести — постепенной и усиливающейся с течением времени деформации под действием постоянной нагрузки.

В жаропрочных сталях упрочняющей фазой наряду с карбидами хрома являются карбиды ванадия, молибдена, вольфрама и других элементов, а также интерметаллидные соединения типа АгВ (в которых в качестве элемента А входят железо и хром, а молибден, вольфрам, ниобий, титан — в качестве элемента В) или соединения (Ti, Al). Добавки в жаропрочную сталь тугоплавких элементов — молибдена, вольфрама, ниобия, тантала сказывают на упрочняющую фазу стабилизирующее действие, так как эти элементы повышают температуру рекристаллизации и ослабляют диффузионные процессы. Их действие усиливается, если вводится не один, а