

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГАЗОСТРУЙНОЙ ПЫЛЕОЧИСТКИ В КОНВЕРТЕРЕ

Кожухов А. А., Меркер Э. Э.,

Карпенко Г. А., Бондарчук А. А.

Старооскольский технологический институт

(филиал) МИСиС

Старый Оскол,

Кислородно – конвертерный процесс с комбинированным дутьем для выплавки стали характеризуется высокой степенью [1, 2] запыленности отходящих из зоны продувки технологических газов [3, 4].

В целях существенного снижения пылеуноса из конвертера предложили [5] на корпусе типовой кислородной фурмы на расстоянии 1,5 – 2,0 м от многослойной продувочной головки применить многослойный узел отдува с помощью которого осуществляется дополнительная подача струй кислорода навстречу потоку отходящих газов через слой шлака до поверхности металла.

Этим самым, создаваемая система встречных газовых потоков (ВГП) турбулизирует шлаковую ванну, что способствует разрушению пыленесущих пузырей СО и дополнительной утилизации пылегазового потока с дожиганием в нем оксида углерода (СО) над поверхностью металла.

Степень очистки технологических газов струями системы ВГП в шлаковой ванне и в атмосфере агрегата оценивается следующей зависимостью:

$$\theta = 1 - \frac{G_{\infty}}{G_0} = 1 - \left[\frac{G_{\infty}}{\xi \cdot I_{O_2}^{0.3}} \right]$$

где I_{O_2} – интенсивность продувки металлической ванны кислородом, $m^3/(t \cdot \text{мин})$; G_0 и G_{∞} – начальная и конечная запыленность отходящих газов kg/m^3 . Величина $G_0 = \xi \cdot I_{O_2}^{0.3}$ пропорциональна эмпирической величине ξ (kg/m^3), численно равная количеству железистой пыли в тот или иной период плавки стали в конвертере.

Количество подсосанной пыли (G_s) струями кислорода в системе ВГП равно

$$G_s = \varphi \cdot \Delta G = \left(\frac{G_0}{V_{(co+co_2)}} \right) \cdot \Delta G = \left(\frac{G_0}{V_{(co+co_2)}} \right) \cdot q_m \cdot I_{O_2}^{\text{дож}}$$

, где φ – доля пыли в объеме потоков присоединенной струями ВГП; $\Delta G = q_m \cdot I_{O_2}^{\text{дож}}$ – количество присоединенной массы потока в струи кислорода, m^3/c ; $I_{O_2}^{\text{дож}}$ – расход кислорода в струях системы ВГП, m^3/c .

Величина $V_{(co+co_2)} = 0,2 \cdot v_c \cdot G_m$ есть общее количество СО и CO_2 при данной скорости обезуглероживания (v_c) металла, а G_m – масса металла в конвертере.

Для основного участка струй ВГП величину q_m находим по выражению:

$$q_m = 0.45 \cdot \sqrt{\rho} \cdot \left(\frac{L_c}{d_0} - 1 \right),$$

где $\rho = \rho_0 / \rho_{\infty}$ - отношение плотностей потока (G_0) и струи в системе ВГП; L_c / d_0 – безразмерная величина дальности струй в системе ВГП при начальном их диаметре d_0 . С учетом изложенного величину G_s находим:

$$G_s = \begin{cases} \frac{G_0}{V_{(co+co_2)}} \cdot I_{O_2}^{\text{дож}} \cdot \left(0.45 \cdot \sqrt{\rho} \cdot \frac{L_c}{d_0} \right), \\ \text{при } I_{O_2}^{\text{дож}} = 0.785 \cdot d_0^2 \cdot u_0 \cdot n_i \end{cases},$$

$$\text{где } u_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot k}{k-1} \cdot R \cdot T \cdot \left(1 - \frac{P}{P_d} \right)^{\frac{k-1}{k}}}.$$

Здесь u_0 – скорость истечения струй кислорода в системе ВГП, влияющих на степень турбулизации шлака и утилизацию пыли в нем, m/c ; n_i – число струй.

Однако чрезмерный расход кислорода $I_{O_2}^{\text{дож}}$ на утилизацию и дожигание СО ограничивается содержанием окислов железа в шлаке пыли в нем (ΣFeO) и процессом v_c , т.е. $I_{O_2}^{\text{дож}} = < I_{O_2}^{\text{опт}}$ и тогда для определения оптимального расхода кислорода в системе ВГП используем равенство:

$$I_{O_2}^{\text{дож}} = \begin{cases} 0.5 \cdot V_{co} \cdot \psi, & \text{для } V_{co} = g_{co} \cdot (22.4 / 12) \cdot \left(\frac{t_m}{273} \right) \\ \text{а для } g_{co} = 0.141 \cdot G_e \cdot v_n / 100 \text{ и } v_n = K_o \cdot [C] \cdot (\Sigma FeO) \end{cases}$$

Здесь V_{co} и g_{co} – объемный (m^3/c) и массовый (kg/c) расход СО на выходе из зоны продувки, конвертера; t_m – температура металла, K ; ψ - доля сжигаемого СО в струях кислорода; $[C]$ - содержание углерода в металле, %; K_o – константа скорости v_c .

Таким образом, для определения параметров эффективности утилизации пыли (θ и G_{∞}/G_0) находим значения G_{∞} , G_0 и G_s , а также дополнительно еще диаметр зоны продувки $D_6 = K \cdot (I_{O_2} \cdot L_c)^{2/7} \cdot g^{-1/7}$, поверхность зоны продувки $S_{p,3} = 1.2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_c^2 + (d_x/2)^2}$ и $I_{O_2}^{\text{дож}}$, которые входят в структуру модели газоструйной пылеочистки. Модель для 250 т конвертерной ванны реализована на алгоритмическом языке «Турбо Паскаль» при различных параметрах процесса выплавки стали с применением новой кислородной фурмы в конвертере.

Выводы. Экспериментальным путем установлено, что применение внутриагрегатной газоструйной пылеочистки позволяет в среднем на 50-70% снизить пылеунос из конвертера. Это обстоятельство позволяет в существенной мере облегчить работу пылеочистной установки, улучшить энерго-экологические и технико-экономические показатели кислородно-конвертерного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арсентьев П.П., Яковлев В.В., Комаров С.В. Конвертерный процесс с комбинированным дутьем. М.: Металлургия, 1991. – 176с
2. Меркер Э. Э. Проблема дожигания оксида углерода и утилизации пыли в конвертере. – М.: Металлургия, 1996. – с.191
3. Баптизманский В. И., Бойченко Б. М., Черевко В. П. Тепловая работа кислородных конвертеров. М.: Металлургия, 1988. – 174с.