Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института
им.Г.В.Плеханова, т.ХУШ, вып. 1, 1975 г.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО КОНВЕРТЕРА

В.П.Савва, О.Н.Тихонов

Для математического моделирования динамики температурного режима горизонтального конвертера отправным пунктом берутся результаты исследований теплообмена конвертера в статических режимах [3]. Для получения простой модели динамических режимов, пригодной для инженерных приложений, все отдельные пространства теплопереноса принимаются сосредоточенными емкостями, аккумулирующими тепло [1, 2].

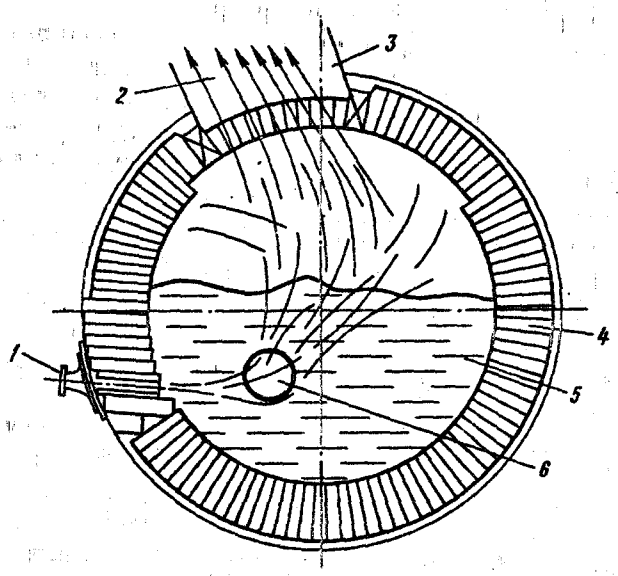


Рис. 1. Горизонтальный конвертер
1 – фурма; 2 – газы; 3 – горловина; 4 – футеровка; 5 – расплав; 6 – факел

Математическая модель образуется следующими дифференциальными уравнениями динамики теплового баланса.

1. Передача тепла от факела к расплаву (рис. 1)

$$V_\Phi C_{V\Phi} \frac{dt_\Phi}{d\tau} = H_т - \alpha_\Phi F_\Phi (t_\Phi - t_р) - V_Г C_{VГ} t_\Phi ,$$

где V_Φ – объем факела, м^3; $C_{V\Phi}$ – удельная тепло-

емкость факела, Дж/(кг·К); $t_ф = t_ф(\tau)$ – температура факела, К; τ – время, ч; $H_т$ – тепловой поток (за счет горения топлива), Вт; $\alpha_ф$ – коэффициент теплоотдачи от факела к расплаву, Вт/(м^2·К); $V_г$ – объем газов, м^3; $F_ф$ – площадь поверхности теплообмена факела, м^2; $t_р = t_р(\tau)$ – температура расплава, град; $C_{V\,г}$ – удельная теплоемкость газа при температуре $t_ф$, Дж/(кг·К).

2. Передача тепла от расплава к кладке

$$V_р C_{V\,р} \frac{dt_р}{d\tau} = \alpha_ф F_ф (t_ф - t_р) + H_{х.р} + V_г C_{V\,г} (t_ф - t_р) - \alpha_р F_р (t_р - t_к) - Ф \cdot 5{,}25 \frac{F_г^2}{F_р} \varepsilon \left(\frac{t_р}{100}\right)^4 ,$$

где $C_{V\,р}$ – удельная теплоемкость расплава, Дж/(кг·К); $V_р$ – объем расплава, м^3; $H_{х.р}$ – тепловой поток (за счет химических реакций в расплаве), Вт; $\alpha_р$ – коэффициент теплоотдачи от расплава к кладке, Вт/(м^2·К); $F_р$ – площадь поверхности теплообмена расплава с кладкой, м^2; $t_к = t_к(\tau)$ – температура внутренней поверхности кладки, К; Ф – коэффициент диафрагмирования; 5,25 – коэффициент лучеиспускания абсолютно черного тела, Вт/(м^{2}К^4); $F_г$ – площадь горловины конвертера, м^2; ε – степень черноты расплава.

3. Передача тепла от кладки к окружающей среде

$$V_к C_{V\,к} \frac{dt_к}{d\tau} = \alpha_р F_р (t_р - t_к) - \alpha_к F_к (t_к - t_0) ,$$

где $V_к$ – объем кладки, м^3; $C_{V\,к}$ – удельная теплоемкость кладки, Дж/(кг·К); $\alpha_к$ – коэффициент теплопередачи от кладки к окружающей среде, Вт/(м^2·К); $F_к$ – площадь поверхности теплообмена кладки, м^2; t_0 – температура окружающей среды, К.

Для анализа тепловых режимов конвертера на основе рассмотренной математической модели составлена структурная схема решения задачи на АВМ (рис. 2).

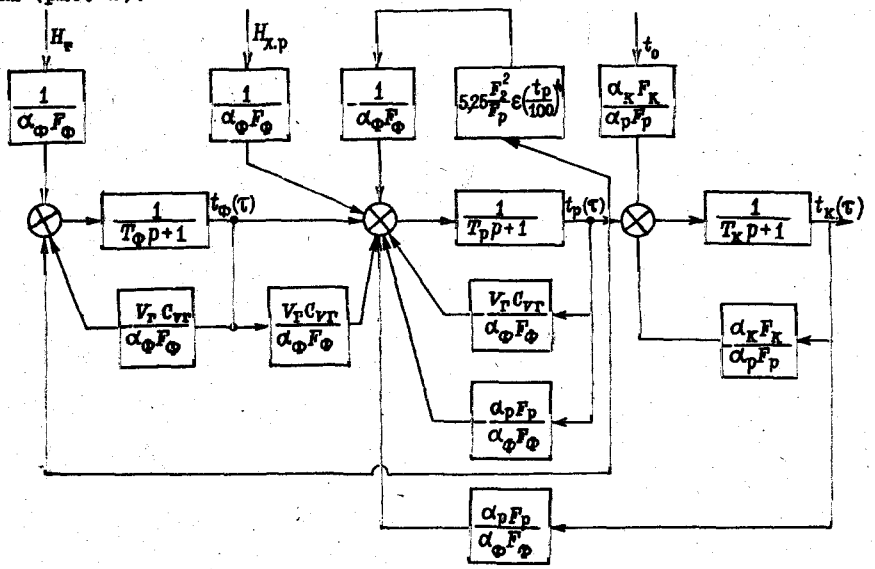


Рис. 2. Структурная схема решения задачи на АВМ

Задание начальных условий $H_т$, $H_{хр}$, t_0 , зависящих от конкретной технологии, позволяет определить изменение различных температур во времени, а соответственно и время воздействия на эти температуры известными методами (загрузка "холодных" материалов, изменение количества дутья, загрузка флюса и др.)

Литература

1. Бондарев А.Г. Математическое моделирование в химической технологии. Киев, "Вища школа", 1973.

2. Тихонов О.Н. Решение задач по автоматизации процессов обогащения и металлургии. Л., "Недра", 1969.

3. Шалыгин Л.М. Конвертерный передел в цветной металлургии. М., "Металлургия", 1965.