

## Математическая модель для расчёта теплообменных процессов

Студент Турахужаева А.Н.

Научный руководитель Турахужаева Ш.Н.

Ташкентский государственный технический университет  
Республика Узбекистан, г.Ташкент

При разработке математической модели для расчёта теплообменного процесса учитывалось, что процесс плавления и перегрева металла является квазистационарным, то есть в установившемся режиме: расход металла равен приходу, уровень расплава в ванне печи постоянен. Это позволило использовать при построении модели метод теплового баланса [1]. При высокой теплопроводности расплава, которая характерна для большинства сплавов, температура расплава в ванне печи будет близка к температуре плавления сплава [2]:

$$T_M'' \approx T_{пл} \quad (1)$$

Расчётная схема теплообмена в разработанной печи характеризуется следующими показателями:

$G$  – производительность, кг/с;

$M_1$  – масса металла в ванне печи, кг;

$M_3$  – масса металла в шахте, кг;

$V$  – объём шахты, м<sup>3</sup>;

$F$  – площадь поверхности шихтовых материалов в шахте, м<sup>2</sup>;

$F_{уд}$  – удельная поверхность шихты, м<sup>2</sup>/кг;

$M$  – масса металла в камере перегрева, кг;

$M_{пл}$  – масса жидкого металла в камере плавления, кг;  $M_T$  – масса твёрдого металла в камере плавления, кг.

Теплообменные процессы зависят от тепловой подготовки шихтовых материалов к плавлению, от чего зависят технико-экономические показатели работы плавильной печи [3].

Для плавильной печи значение критерия Био равно:

$$Bi = \frac{\alpha_{л+к}}{\lambda_{ж}}, \quad (2)$$

где  $\alpha_{л+к}$  – суммарный коэффициент теплопередачи, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$\lambda_{ж}$  – коэффициент теплопроводности жидкого алюминия, Вт/(м<sup>2</sup>·К).

Расчёт теплопередачи конвекцией в ванной части печи от продуктов сгорания к металлу производится по формуле:

$$Q_k = \alpha_k (T_T - T_M) F_M \quad (3)$$

Коэффициент теплопередачи конвекцией печи  $\alpha_k$  определяется из соотношений:

$$Nu = 0,018 Re^{0,8} \quad (4)$$

$$\alpha_k = \frac{Nu \lambda}{d} \quad (5)$$

где  $Nu$  – критерий Нуссельта;

$Re$  – критерий Рейнольдса;

$\omega_k$  – скорость потока, м/с;

$d$  – диаметр, м;

$\nu$  - кинематическая вязкость, м<sup>2</sup>/с;

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К).

На первом этапе система трёхфазная: корка твёрдого металла - твёрдая шихта - жидкий расплав. Описание этого этапа имеет вид:

$$\frac{\partial T_i'}{d\tau} = \frac{a_i}{x^2} \frac{\partial}{\partial x} \left( x^2 \frac{\partial T_i'}{\partial x} \right) \quad (6)$$

$$i = 1, \quad 0 \leq x \leq l; \quad i = 2, \quad l \leq x \leq x$$

$$T_1'(\tau, l) = T_2'(\tau, l); \quad \lambda_1' \frac{\partial T_1'}{\partial x}(\tau, l) = \lambda_2 \frac{\partial T_2'}{\partial x}(\tau, l); \quad \frac{\partial T_1'}{\partial x}(\tau, 0) = 0; \quad (7)$$

$$l\rho_2 \frac{\partial x}{\partial \tau} = \lambda_2' \frac{\partial T_2^1}{\partial x}(\tau, x) - q_S; \quad (8)$$

$$q_S = \alpha(T_M' - T_k); \quad T_2(\tau, x) = T_k; \quad (9)$$

$$x(0) = l; \quad T_1(0, x) = T_u \quad (10)$$

Температура нагрева шихты регулируется в зависимости от требуемых параметров. Это позволяет предотвратить попадания в агрегат шихты с содержанием влаги и других неметаллических включений [4]. Как известно, насыщение расплавов газовыми включениями, в частности водородом происходит при перегреве расплава. В этот период (при температуре 700-730<sup>0</sup>С) поверхность расплава интенсивно перемешивается с нижними слоями, диффундируя в расплав неметаллические включения, наличие которых характерно для верхних слоёв расплава.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Grachev V.A., Turakhodjaev N.D., Influence of High-Temperature Treatment of Melt on the Composition and Structure of Aluminum Alloy//Archives of foundry Engineering DOI: 10.1515/afe-2017-0131. – P.61-66.
2. Vladimir Grachev., Nodir Turakhodjaev., Influence Of Liquid Aluminum Alloy Treatment At Temperatures Up To 2000°C In Terms Of The Alloy Structure And Gas Aluminum Oxides Content//International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET) Volume 9, Issue 7, July 2018. – P.489–495.
3. Nodir D.Turakhodjaev, Shirinkhon N.Turakjodjaeva, Jamaliddin S.Kamalov. The process of melting aluminum alloys to improve the quality of castings// Processing and Fabrication of Advanced Materials XXVII International Conference, Jonkoping, Sweden 27-29/05/2019. – P.351-354.
4. Tursunbaev Sarvar, Kuchkorova Munira, Kxasanov Otabek, Baydullayev Azamat “Features of electrochemical machining of magnetic - hard materials” EPRA International Journal of Multidisciplinary Research (IJMR)|ISSN (Online): 2455-3662|SJIF Impact Factor: 5.614|ICI I.F Value: 1.188 Volume 6, Issue 2. 02/2020 India.