

АЛГОРИТМ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГІВ РОЗПЛАВУ ТА ШЛАКУ ПІД ЧАС ПЛАВКИ В ФЕРОСПЛАВНІЙ ПЕЧІ

Мищенко В.Ю.; Качан Ю.Г. д.т.н., професор

Національний університет «Запорізька політехніка», Україна

Ключові слова: РУДНОТЕРМІЧНА ПІЧ, ФЕРОСПЛАВИ, ШИХТА, РОЗПЛАВ, ТЕМПЕРАТУРА РОЗПЛАВЛЕННЯ, ЕЛЕМЕНТАРНИЙ ОБ'ЄМ.

Вступ. Для більш точного відображення реальних фізичних процесів, що відбуваються в робочому просторі ванни, необхідно врахувати, що при нагріванні шихти змінюється її щільність і відбувається між фазовий перехід. Метою даної роботи є моделювання процесу переходу шихти у розплав з подальшою можливістю більш точного визначення деяких її параметрів у динаміці.

Основний матеріал. Ванна РТП є складною за своїм устроєм. Вона містить шихту, що знаходиться у різному фізико-хімічному стані (від твердих шматків до тістоподібної магми), шлак і метал. Щоб змодельовати процес утворення розплаву у ванні руднотермічної печі запропоновано розбити її внутрішній простір на елементарні об'єми. Нами обраний та дещо змінений метод, що базується на системі циліндричних координат [1], відповідно яким ванна печі розглядається як циліндр. Подальші розрахункові точки розташуємо в геометричних центрах цих об'ємів.

У результаті зазначених дій, стає можливим описати процес утворення розплаву та шлаку і їх переміщення до низу ванни у зону рідкого шару, з якого потім і відбувається злив. Міжфазове перетворення матеріалу з твердої фази у рідку визначається значенням температури, за якої відбувається розплавлення різних видів феросплавів. На рис. 1 представлений алгоритм для визначення кількості утвореного розплаву та шлаку в дискретні проміжки часу.

Нами використані наступні позначення: τ – час; $\Delta\tau$ – проміжок часу; R, φ, z – координати центру елементарного об'єму за трьома осями; N_φ – кількість сегментів $\Delta\varphi$ розбиття циліндра за кутом φ ; N_z – кількість проміжків Δz розбиття циліндра за висотою заповнення ванни шихтою; N_R – кількість сегментів за радіусами розбиття печі; ΔV – об'єм елементарного

сектору; $t_{\Delta V(R,\varphi,z)}$ – температура елементарного об'єму з відповідними координатами; t_f – температура утворення розплаву та шлаку; $V_{f(\Delta V(R,\varphi,z))}$, $V_{d(\Delta V(R,\varphi,z))}$ – об'єм утвореного розплаву та шлаку в елементарному об'ємі з координатами R,φ,z ; $V_{f(\tau)}$ та $V_{d(\tau)}$ – загальний об'єм утвореного розплаву та шлаку в момент часу τ відповідно; $(H_{R,\varphi})$ – рівень просідання шихти від початкового його заповнення; ΔH – гранично допустимий рівень просідання шихти; V_c та V_f – заданий та розрахунковий загальний об'єм розплаву, що утворився з початку роботи печі.

Вхідними даними для розрахунків за цим алгоритмом є значення температури в кожному елементарному об'ємі, після чого на будь-якому етапі часу за допомогою відповідних циклів відбувається перевірка кожного елементарного об'єму на досягнення в ньому температури розплавлення. Якщо це відбувається то, знаючи масу та густину рідкого розплаву та шлаку при даній температурі, розрахуємо їх реальний об'єм, одержаний в результаті зазначених фазових переходів, в одному елементарному об'ємі:

$$V_{f(\Delta V(R,\varphi,z))} = \frac{m_c \cdot \alpha_f}{\rho_f}; \quad (1)$$

$$V_{d(\Delta V(R,\varphi,z))} = \frac{m_c \cdot \alpha_d}{\rho_d}, \quad (2)$$

де $V_{f(\Delta V)}$, $V_{d(\Delta V)}$ – об'єм рідкого феросплаву та шлаку в елементарному об'ємі (M^3); m_c – маса шихтових матеріалів, що знаходиться в елементарному об'ємі (Kg); ρ_f – густина рідкого розплаву $\rho_f=7140$ (Kg/M^3); ρ_d – густина шлаку $\rho_d=2800$ (Kg/M^3); α_f – коефіцієнт отримання чистих феросплавів з шихтових матеріалів $\alpha_f=0,7$; α_d – коефіцієнт отримання шлаку з шихтових матеріалів $\alpha_d=0,3$ [2].

Після цього розраховується загальний утворений об'єм розплаву та шихти за даний проміжок часу:

$$V_{f(\tau i)} = \sum V_{f(\Delta V(R,\varphi,z))}; \quad (3)$$

$$V_{d(\tau i)} = \sum V_{d(\Delta V(R,\varphi,z))}. \quad (4)$$

При фазовому переході шихта перетворюється в розплав та шлак внаслідок чого в відповідних місцях ванни руднотермічної печі відбувається її осідання до низу. Максимально допустима величина просідання шихти поблизу електродів строго регламентується технічною документацією печі,

тому якщо розрахункова величина досягла цього значення необхідно робити підсипку шихти під електроди.

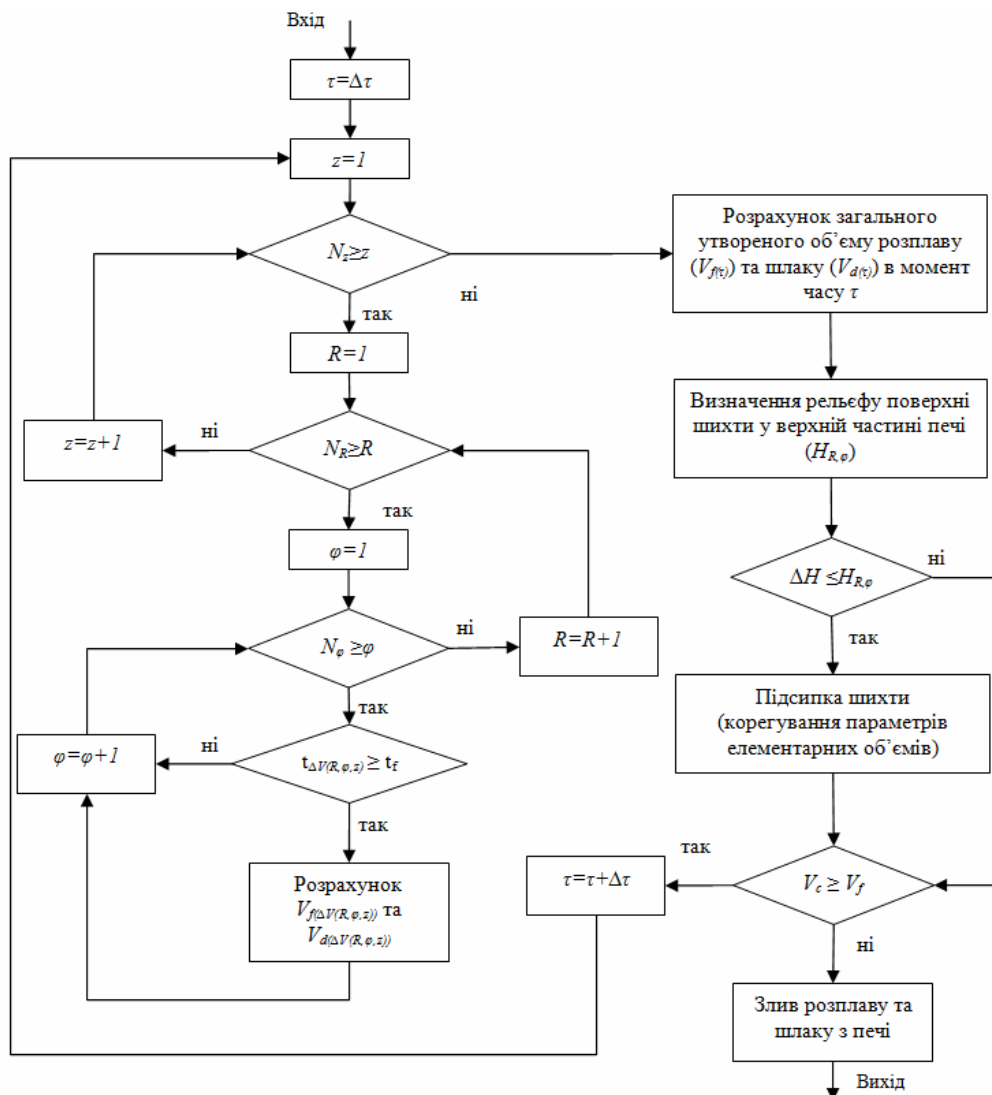


Рисунок 1 – Алгоритм для визначення кількості утвореного розплаву та шлаку в динаміці

Також стає можливим порівняння розрахункового об'єму утвореного розплаву за здійснений проміжок плавки з його заданим значенням. Якщо ці показники вже співпадають то треба зливати розплав та шлак, в іншому випадку переходимо до наступного проміжку часу і виконуємо ці розрахунки доки зазначена умова не виконається.

Висновки. При комплексному підході щодо процесу моделювання роботи РТП, однією із задач є визначення кількості розплавленого металу, що знаходиться в подині ванни. Це питання і вирішується завдяки представленим методиці та алгоритму, які дають можливість дізнатися скільки є розплаву в той чи інший момент часу роботи печі. Завдяки цьому стає можливим

контролювати технологічний процес отримання феросплавів не за показником спожитої електричної енергії (як це робиться зараз), а за необхідною чи регламентованою кількістю наявного розплаву.

Література

1. Качан Ю.Г., Баташова Н.А. Динамическая модель температурного поля в электрическом теплоаккумулирующем преобразователе // Теория и практика металлургии. Днепропетровск. – 2007. - №6 (61). – С. 63-66.
2. Мысик В.Ф. Металлургия ферросплавов: технологические расчеты : учебное пособие /В. Ф. Мысик, А. В. Жданов, В. А. Павлов. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 536 с.

ALGORITHM FOR DETERMINING VOLUMES OF MELT AND SLAG DURING SMELTING IN A FERROALLOY FURNACE

Mishchenko Vladyslav, Kachan Yurii

Abstract. This article presents a model of interfacial transition of charge materials resulting from their heating in order to determine the amount of liquid ferroalloys and slag obtained in the dynamics of the process. Methods and mathematical dependencies for calculating the amount of melt accumulated in the bottom of a bath of an ore thermal furnace are proposed. Such an indicator makes it possible to further control the technological process of draining finished products according to this indicator.

Key words: ORE-THERMAL FURNACES, FERROALLOYS, BLENDS, MELT, MELTING TEMPERATURE, ELEMENTARY VOLUME.

References

1. Kachan Yu.G., Batashova N.A. Dinamicheskaya model temperaturnogo polya v elektricheskom teploakkumuliruyuschem preobrazovatele // Teoriya i praktika metallurgii. Dnepropetrovsk. – 2007. - #6 (61). – S. 63-66.
2. Myisik V.F. Metallurgiya ferrosplavov: tehnologicheskie raschetyi : uchebnoe posobie /V. F. Myisik, A. V. Zhdanov, V. A. Pavlov. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2018. – 536 s.