

## УЗАГАЛЬНЕННЯ АЛГОРИТМІЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ РОБОТИ РУДНОТЕРМІЧНОЇ ПЕЧІ

Міщенко В.Ю

*Національний університет «Запорізька політехніка», Україна*

**Вступ.** Руднотермічні печі (РТП) є печами прямого нагріву і використовуються для отримання феросплавів, карбідів, кремнію, фосфору і інших матеріалів. Технологічні процеси, що відбуваються в її ванні енергоємні і дуже різноманітними. Метою даної роботи є їх узагальнення та встановлення взаємозв'язків між ними в умовах безперервної роботи печі.

**Основний матеріал.** В працях [1-4] розглядаються складові розробленої алгоритмічної моделі протікання різних окремих процесів в руднотермічній печі. Тому стає можливим представити її повний узагальнений алгоритм, що враховує взаємозв'язки між ними (рисунок 1).

З рисунку 1 видно, що модель складається з багатьох основних блоків, які, в свою чергу, теж мають більш детальний опис. Алгоритм має також одноразові та циклічні дії, які враховують всю динаміку отримання феросплавів.

До перших дій відносяться введення початкових параметрів для технологічного процесу в РТП, розбиття внутрішньої області печі на елементарні об'єми та визначення шляхів розтікання струму в ньому. Вхідними даними для моделі є: геометричні параметри печі – радіус ванни та висота заповнення її шихтою, діаметр електродів та їх глибина занурення в останню, радіус на якому вони розташовані відносно центру печі; електричні – вхідна напруга; компонентний склад шихти. Ванну РТП можна представити у вигляді циліндра та розділити її на однакові об'єми в системі циліндричних координат, тобто за радіусом, кутом та глибиною. Всі математичні розрахунки будуть здійснюватися в отриманих елементарних об'ємах, кількість яких можна змінювати. Шляхи розтікання струму представляються як дуги, що проходить через центри електродів в напрямку до країв, центру та подини ванни печі [1].

Завдяки циклічності алгоритму модель дозволяє в динаміці відслідковувати параметри плавки на заданих проміжках часу. Розрахунок енергії, що виділяється внаслідок проходження струму через шихту

здійснюється на основі її електричного опору [2], а температурне поле ванни визначається з урахуванням зміни теплоємності [3]. Знаючи миттєві значення температур в кожному елементарному об'ємі, враховується додатково самозаймання коксика та виділення теплоти за рахунок цього, і робиться перерахунок температурного поля. Далі, модель відслідковує процеси теплопередачі між елементарними об'ємами [3]. Після знаходження остаточного значення температури на даному кроці розрахунків стає можливим визначити обсяг утвореного розплаву та розрахувати кількість шихти, що необхідно підсипати [4]. Після чого виводяться параметри печі на даному кроці розрахунків. Далі цикл розрахунків повторюється.

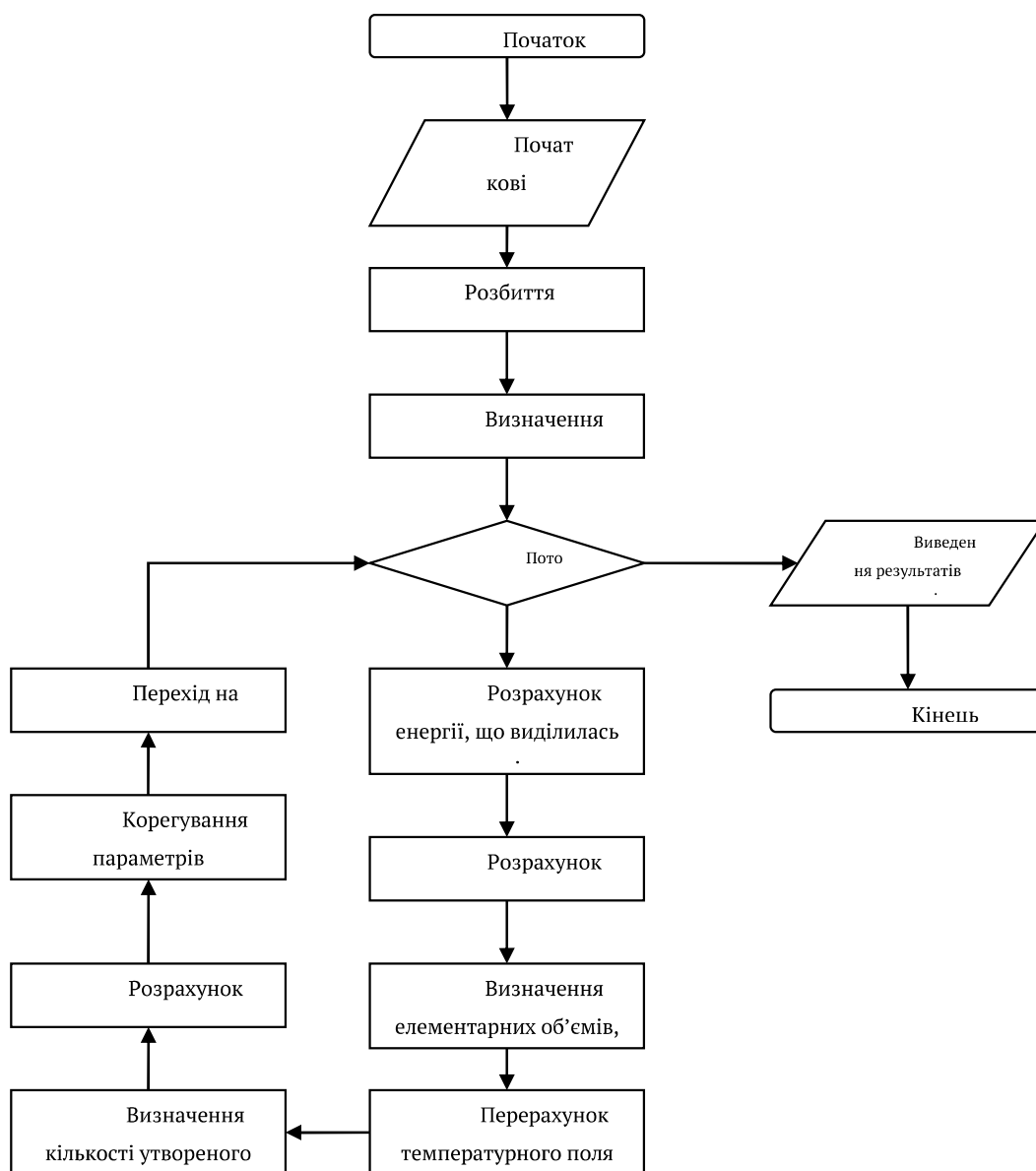


Рисунок 1 – Загальна алгоритмічна модель роботи руднотермічної печі

**Висновки.** Універсальність наведеного алгоритму полягає у можливості проведення циклу розрахунків за різних поставлених умов, наприклад, таких: визначення за перебігом процесу витраченої кількості електричної енергії, утвореного розплаву та інше. Також модель переналаштовується при зміні параметрів шихти, в залежності від її компонентного складу та значення температури. Такими як: - питомий електричний опір; - масова теплоємність; - питома щільність; - коефіцієнт теплопровідності.

#### Література

1. Mishchenko V.Yu. Definition ways of the current spreading process in the internal volume of the ore-thermal furnace./ V.Yu. Mishchenko, Yu.H. Kachan// Electrical Engineering And Power Engineering. – №2. – 2019. – 51-57.
2. Kachan Yu. H. Determination of distribution of introduced energy by volume of ore-thermal furnace. / Yu.H. Kachan, V.Yu. Mishchenko// Naukovyi Visnyk NHU. – 2019. – № 3. – 138-145.
3. Качан Ю.Г. Алгоритм розрахунку температурного поля ванни руднотермічної печі /Ю.Г. Качан, Ю.Б. Ліуш, В.Ю. Міщенко // Вісник ХНУ. – 2018. – № 3 (261). – С. 19-22.
4. Качан Ю.Г. Визначення обсягів розплаву та шлаку під час плавки в феросплавній печі / Ю.Г. Качан, В.Ю. Міщенко// СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ МЕТАЛУРГІЇ. Наукові вісті. №23, (2020). – Дніпро: НМетАУ –ІВК «Системні технології», 2020. – с. 53-62.

### GENERALIZATION OF ALGORITHMIC MODELS FOR ORE SMELTING FURNACE OPERATION

Mishchenko Vladyslav

**Abstract.** This article establishes the relationship between the various processes that take place in the furnace. Specifically: - heating of the charge due to its electrical resistance; - introduction of additional heat due to coke burning; - heat transfer processes in the volume of the furnace bath; - formation of melt and slag due to chemical reactions. The complete algorithm of operation of the ore-thermal furnace is presented. By means of which it becomes possible to model in dynamics the technological process of obtaining ferroalloys. Literature sources are presented, where a more detailed mathematical description of modeling the ferroalloy smelting process is presented. The model is reconfigured when changing the parameters of the charge, depending on its component composition and temperature value. Such

as: - electrical resistivity; - mass heat capacity; - specific density; - thermal conductivity. The described algorithmic model is universal for obtaining different brands of ferroalloys.

**Keywords:** ore-thermal furnace, algorithm, model, elementary volume, charge.

### References

1. Mishchenko V.Yu. Definition ways of the current spreading process in the internal volume of the ore-thermal furnace./ V.Yu. Mishchenko, Yu.H. Kachan// Electrical Engineering And Power Engineering. – №2. – 2019. – 51-57.
2. Kachan Yu. H. Determination of distribution of introduced energy by volume of ore-thermal furnace. / Yu.H. Kachan, V.Yu. Mishchenko// Naukovyi Visnyk NHU. – 2019. – № 3. – 138-145.
3. Kachan, Yu.H. Algorithm for calculating the temperature field of a bath of an ore-thermal furnace./ Yu.H. Kachan, Yu.B. Liush, V.Yu. Mishchenko// Herald of Khmelnytskyi National University. – 2018 – №3(261) – 19-22.
4. Kachan Yu.H. Determination of melt and slag volumes during smelting in ore-thermal furnace/ Yu.H. Kachan, V.Yu. Mishchenko// Modern problems of metallurgy. Scientific news. №23, (2020). – Dnipro: NMAofU – “System technologies”, 2020. – 53-62.