

DOI: 10.34185/1991-7848.itmm.2023.01.043

МЕТОДИКА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АДЕКВАТНОСТІ КОМПЛЕКСНОЇ МОДЕЛІ РУДНОТЕРМІЧНОЇ ПЕЧІ

Мищенко В.Ю.

Національний університет «Запорізька політехніка», Україна

Вступ. При створенні та апробації комплексної моделі руднотермічної печі важливим її елементом є вхідні параметри. Деякі з них відомі (геометричні та електричні), а інші необхідно визначити так як вони мають значний діапазон коливання. Дану ідентифікацію необхідно проводити для кожного виду феросплаву, оскільки ці параметри залежать від складу шихти.

Основний матеріал. Налаштовується модель за фізичними параметрами шихти, такими як: - питомий електричний опір; - масова теплоємність; - питома щільність; - коефіцієнт теплопровідності. Значення їх мають свої межі коливання в залежності від температури [1]. Враховуючи вище сказане, отримати останні для кожної конкретної плавки дуже важко. Тому пропонується здійснити їх пошук шляхом розв'язання розрахункової оптимізаційної задачі за результатами здійснених плавок.

На початку цього експерименту вибирається кількість інтервалів для розбиття значень параметрів в попередньо визначених їх діапазонах та створюється відповідні масиви даних. Далі обирається перша комбінація і проводяться всі необхідні розрахунки на імітаційній математичній моделі руднотермічної печі, результати яких порівнюються із реальними значеннями, отриманих на об'єкті та вираховується похибка прогнозу. Потім береться інша комбінація значень параметрів і проводяться ті ж самі розрахунки. Далі таким же чином робиться перебір усіх можливих варіантів значень. Після закінчення циклу перебору виводяться значення усіх параметрів при яких була отримана мінімальна похибка розрахунку. Якщо остання прийнятна з точки зору досліджень, то вважається, що комбінація значень параметрів налаштування моделі знайдена, а саме модель адекватна процесу. А це, в свою чергу, дає можливість використовувати її для подальших обчислювальних розрахунків.

У розглянутому алгоритмі оптимізація здійснюється за досить розповсюдженим у застосуванні методом повного перебору можливих варіантів [2]. Розрахунок похибки прогнозу теж виконується за відомою методикою [3], яка не викликає жодних сумнівів щодо її доцільності. Тож реалізація алгоритму й зроблена з використанням вже відомих програмних засобів щодо цього. На основі вище описаного алгоритму та реалізації його за

допомогою програмних засобів отримані наступні результати, що представлені в таблиці 1.

Значення вихідних величин, використаних для налаштування моделі, одержані в результаті реалізації тридцяти реальних плавок на печі РКЗ-2,5. Отримані при цьому значення параметрів представлені в таблиці 6. Щодо похибки прогнозу, то за величиною обсягу спожитої електричної енергії її мінімальне значення склало 2,8%, а за кількістю отриманого селікомарганцю – 2,4%. Обидві вони прийнятні для дослідження щодо технічних об'єктів, тож можна вважати, що запропонована модель є структурно й параметрично адекватною.

Таблиця 1

Отримані результати вирішення оптимізаційної задачі значень параметрів налаштування моделі руднотермічної печі типу РКЗ-2,5

Параметр	Інтервали температур, °С									
	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	900-1000	1000-1100
ρ_e Ом·м	4,599	3,336	3,246	3,026	3,472	3,066	3,162	2,763	0,846	0,309
C_m Дж/(кг·°С)	0,741	0,746	0,772	0,790	0,787	0,711	0,763	0,814	0,833	1,051
λ Вт/(м·°С)	0,843	0,960	1,065	1,121	1,221	1,437	1,450	1,240	1,327	1,332
ρ кг/м ³	1846,0									

Цікавим є і те, що при цих мінімальних похибках прогнозу отриманих за параметрами налаштування, які одержані за першою вихідною величиною за другою вони склали відповідно 3,1% й 3,3%. Ці значення теж є прийнятними для розрахункових досліджень. Тож якщо модель налаштована за однією вихідною величиною, то її можна не переналаштовувати за другою.

Висновки. Ідентифікація параметрів комплексної моделі руднотермічної печі шляхом розв'язання оптимізаційної задачі щодо величини її середньоквадратичної похибки прогнозу при всіляко можливих у допустимих межах значеннях цих параметрів дозволяє одночасно визначитися й з структурною та параметричною адекватністю самої моделі. Результати ідентифікації параметрів розглянутої моделі запропонованим оптимізаційним методом за результатами проведених реальних плавок на печі РКЗ-2,5 свідчить про її адекватність й можливість використання для проведення розрахункових

експериментів для енергоефективності технологічного процесу, який розглядається.

Література

1. Качан Ю.Г. Визначення інтервалів щодо можливих значень параметрів шихти при одержанні феросплавів/ Ю.Г. Качан, В.Ю. Міщенко // Збірник наукових праць ДДТУ № 2(41), 2022. – с. 107-114
2. Методи оптимізації та дослідження операцій [Текст] : навчальний посібник / Укладачі: Я. Б. Сікора, А.Й. Щехорський, Б.Л. Якимчук. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2019. – 148 с.
3. Основи теорії похибок фізичних величин [Текст]: Методичні матеріали для загального фізичного практикуму/ Укладачі: Т.М. Демків, О.І. Конопельник, Я.І. Шопя. – Львів: Вид-во ЛНУ ім. Івана Франка, 2008. – 40с.

PROCEDURE FOR ENSURED ADEQUACY COMPLEX MODEL OF THE ORE-THERMAL FURNACE

Mishchenko Vladyslav

Abstract. The setting parameters of the complex model of the operation of the ore-thermal furnace are determined, the search for the latter is proposed to be carried out by solving the calculation optimization problem based on the results of the performed melting. The results of the identification of the parameters of the considered model by the proposed optimization method based on the results of real melting on the RKZ-2.5 furnace indicate its adequacy and the possibility of using it to conduct calculation experiments for the energy efficiency of the technological process under consideration.

Keywords: ore-thermal fuel, charge parameters, ferroalloys, algorithmic model, optimization problem.

References

1. Kachan Yu.H. Vyznachennia intervaliv shchodo mozhlyvykh znachen parametriv shykhty pry oderzhani ferosplaviv/ Yu.H. Kachan, V.Iu. Mishchenko // Zbirnyk naukovykh prats DDTU № 2(41), 2022. – P. 107-114 (in Ukrainian)
2. Metody optymizatsii ta doslidzhennia operatsii [Tekst] : navchalnyi posibnyk / Ukladachi: Ya. B. Sikora, A.I. Shchekhorskyi, B.L. Yakymchuk. – Zhytomyr: Vyd-vo ZhDU im. Ivana Franka, 2019. – 148 p. (in Ukrainian)
3. Osnovy teorii pokhybok fizychnykh velychyn [Tekst]: Metodychni materialy dlia zahalnoho fizychnoho praktykumu/ Ukladachi: T.M. Demkiv, O.I. Konopelnyk, Ya.I. Shopa. – Lviv: Vyd-vo LNU im. Ivana Franka, 2008. – 40 p. (in Ukrainian)