

Очікуваний економічний ефект при реалізації запропонованої технології для умов конвертерного цеху ПАТ «Дніпровський меткомбінат» складає 4,3 млн. грн. на рік (2 грн./т сталі).

### Список літератури

1. Формування газометалевого потоку в умовах «хімічного» вакууму у сталевипускному каналі / А.А. Похвалітій, Є.М. Сігарьов, К.І. Чубін, В.П. Полетаєв, О.В. Похваліта // Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету. Серія: технічні науки. – Кам'янське, 2019. – №1(34). – С. 3-8.

2. High-temperature modeling of hot metal tapping from the converter with argon supply to the tap hole cavity / A.A. Pohvalatyi, A.D. Kulik, E.N. Sigarev, K.I. Chubin, M.A. Kascheev, A.N. Stoyanov // Metallurgical and Mining Industry. – 2017. – №5. – P. 46-50.

УДК 536.2

**Ю. М. Радченко, Б. Ю. Науменко**

Національна металургійна академія України, м. Дніпро

### **ДО ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ФУТЕРОВКИ ПЕЧІ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ**

Підвищення енергоефективності металургійного обладнання є одним з першочергових завдань промисловості України. В той же час зниження загальних обсягів виробництва металопрокату призвело до того, що підприємства працюють не на повну потужність, або їх робота підпорядковується замовленнями на певний сортамент. В таких умовах робота печей стає циклічною, після деякого часу роботи з проектною продуктивністю печі переводять на «тихий хід», або ж зовсім зупиняють їх роботу, таким чином футеровка печі починає працювати в перехідних режимах при яких спостерігаються її нагрів та охолодження. При цьому, на акумуляцію теплоти кладкою витрачається певна частка енергії, що вноситься до робочого простору, в подальшому вона розсіюється в навколишнє середовище, що призводить до перевитрати палива на нагрів одиниці продукції.

Метою даної роботи є визначення раціональної конструкції футеровки камерної печі для термообробки труби, за певними заданими параметрами (продуктивність, температурний та добовий режими роботи).

Відомі інженерні методики дозволяють визначити кількості теплоти, що акумулювала кладка або товщину прогрітого шару кладки. Але вони дають узагальнені результати та не враховують особливості конкретної печі. У зв'язку з цим, в роботі був використаний чисельний метод розрахунку теплопровідності кладки, який дозволяє детально визначити розподіл температур по товщині стінок та кількість теплоти, що кладка накопичила.

Теплообмін у кладці (рис. 1) визначається двохмірним диференціальним рівнянням теплопровідності при відповідних початкових та граничних умовах (далі в тексті приведені умови тільки для осі абсцис X):

$$C \cdot \frac{\partial t(x, y, \tau)}{\partial \tau} = \lambda \left( \frac{\partial^2 t(x, y, \tau)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t(x, y, \tau)}{\partial y^2} \right), \quad (1.1)$$

де  $C$  – питома теплоємність матеріалу кладки, Дж/(м<sup>3</sup>·К);

$\lambda$  – теплопровідність матеріалу, Вт/(м·К);

$$t(x, y, 0) = t_0, \quad (1.2)$$

де  $t_0$  – початкова температура кладки печі, °С;

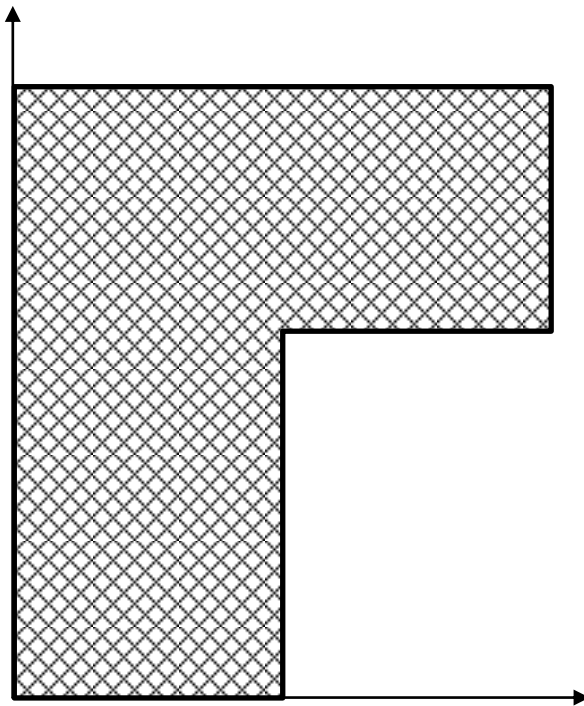


Рис. 1 – Схема однієї чверті горизонтального перерізу кладки печі  
(за умов симетрії)

$$-\lambda \cdot \frac{\partial t(x, y, \tau)}{\partial x} \Big|_{x=0} = \alpha_{\Sigma} (t(0, y, \tau) - t_n), \quad (1.3)$$

де  $\alpha_{\Sigma}$  – сумарний коефіцієнт тепловіддачі від поверхні кладки, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  
 $t_n$  – температура повітря, °С;

$$-\lambda \cdot \frac{\partial t(x, y, \tau)}{\partial x} \Big|_{x=S} = \alpha_{\Sigma} (t_{\delta} - t(S, y, \tau)), \quad (1.4)$$

де  $t_{\delta}$  – температура пічних газів, °С.

Розрахунки виконували на рівномірній сітці по явній схемі, дотримуючись умови сталості  $\Delta Fo \leq 1/(4\Delta Bi + 4)$ . Обчислення виконували на встановлення, доки не з'являлись ознаки циклічних коливань у розподілі температур кладки у часі.

За допомогою моделі, що розроблена, виконали серію розрахунків, а саме:

1) для початкових умов, коли за основу прийняті існуючі матеріали та розміри кладки, визначили розподіл температури у кладці, товщину прогрітого шару і кількість теплоти, що акумульована кладкою;

2) визначили раціональну конструкцію кладки при використанні певного виду вогнетривкого матеріалу та ізоляції, за допустимою температурою застосування ізоляції на стику шарів кладки печі  $t_{i\text{зол}}^{\text{дон}} \geq t_{\text{стик}}$ .

УДК 66.041.001.2

**Я. В. Романько, Ю.М. Радченко, А. В. Сибір**

Національна металургійна академія України, м. Дніпро

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОНАГРІВУ СТАЛЕРОЗЛИВНИХ КОВШІВ**

Як відомо, теплова обробка футеровок сталерозливних ковшів проходить на спеціальних стендах сушки і розігрівання. Останнім часом все частіше став використовуватися електронагрів для роботи цих установок. При використанні електричних