

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

де α_{Σ} – сумарний коефіцієнт тепловіддачі від поверхні кладки, Вт/(м²·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_{δ} – 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 $t_{изол}^{дон} \geq t_{стик}$.

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

стендів для теплової підготовки ковшів забезпечується високий ККД, реалізація температурного режиму будь-якої складності, зниження загазованості робочого майданчика [1]. Однак виникають проблеми з експлуатацією нагрівальних елементів і силового електричного обладнання.

Для моделювання процесу розігріву сталерозливного ковша прийнято, що ківш має форму полого циліндра з плоским дном і плоскою кришкою (рис. 1). Стінка циліндра має внутрішній радіус R_1 і зовнішній радіус R_2 . Висота внутрішнього простору - H . Дно і кришка циліндра мають, відповідно, товщину S_1 і S_2 . На кришці розташований електронагрівач, який представляє собою ряд однакових циліндрів діаметром d і висотою h , рівномірно розташованих по колу радіусом R_3 в центрі кришки.

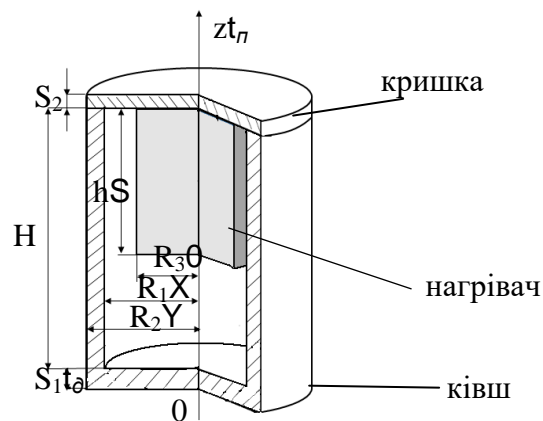


Рисунок 1 – Схема сталерозливного ковша с електричним нагрівачем

Для розрахунку теплообміну випромінюванням всередині ковша застосовується зональний метод. Для розв'язання задачі теплопровідності застосовується метод кінцевих різниць.

За допомогою математичної моделі був розрахований розігрів футеровки сталерозливного ковша ємністю 50 тон. При цьому були прийняті наступні основні розміри ковша: середній внутрішній радіус ковша $R_1 = 1,04$ м; висота внутрішнього простору $H = 2,5$ м; товщина бокової стінки футеровки і днища $S = 0,22$ м і $S_1 = 0,4$ м відповідно; товщина кришки $S_2 = 0,22$. Було прийнято, що робочі поверхні ковша виконана з шамоту, а кришка футерована волокнистими вогнетривкими блоками. На кришці були встановлені 10 U-образних карбідокремнієвих нагрівальних елементів, розташованих по колу радіусом $R_3 = 0,5$ м. Приймали, що нагрівачі мали температуру поверхні 1550 К. Розігрів тривав 2 години. Зміна щільності теплового потоку і температури поверхні футеровки на різних ділянках бічної стінки показано на рисунку 2.

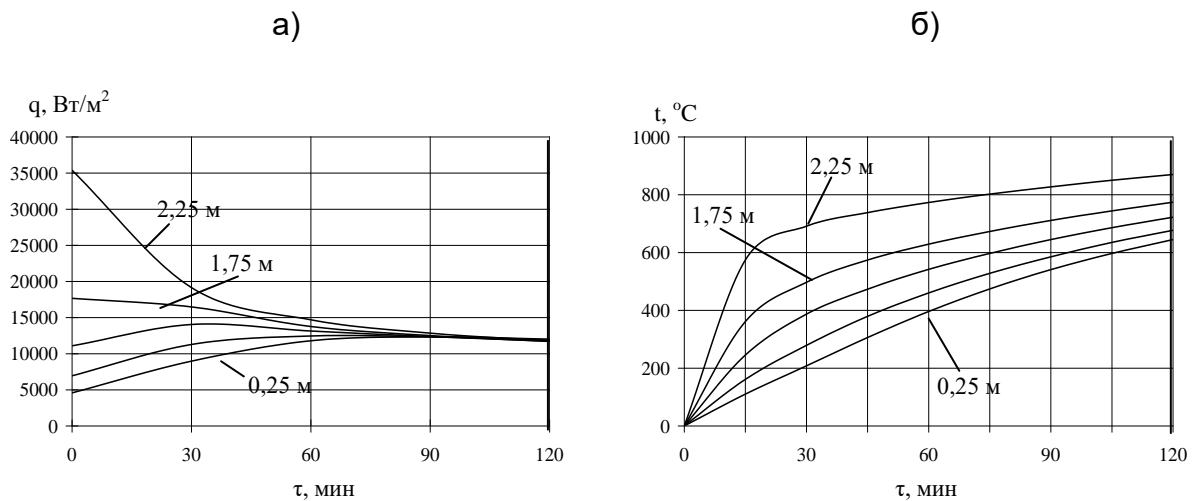


Рисунок 2 – Зміна щільності теплового потоку (а) і температури поверхні футеровки (б) на різних ділянках бічної стінки

Список літератури

1. Бершицкий И.М. Энергосберегающие и экологически безопасные установки для электрической сушки и подогрева футеровки ковшей / И.М. Бершицкий, А.В. Тарарышкин // Сталь. – 2010, №2. – С. 24 – 25.

УДК 669.184

В. О. Рубан, О. М. Стоянов, К. Г. Нізяєв, Є. В. Синегін
 Національна металургійна академія України, м. Дніпро

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУВКИ МЕТАЛУ НА УСТАНОВЦІ «КІВШПІЧ» ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ВІДСОТОК ВИДАЛЕНИХ НЕМЕТАЛЕВИХ ВКЛЮЧЕНЬ

На підвищення якості та властивостей металопродукції масового призначення і ресурсозбереження в металургії впливає достатньо велика кількість факторів, одним з яких є проведення позапічної обробки сталі на установці «ківш-піч». Основним засобом, для зниження матеріало- та енергоємності металу при обробці на УКП, є дотримання встановлених режимів продувки, що значно впливають на формування барботажної зони, яка в свою чергу впливає на відсоток видалених неметалевих вклю-