

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ОЦІНКИ ТЕПЛОВИХ ВИТРАТ У ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ ПЕЧАХ

Студент В.В. Мадзей

Керівники – проф., доктор техн. наук В.В. Біляєва,

С.О. Мірошниченко

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

Під час проектування та експлуатації високотемпературних печей однією з найважливіших задач є мінімізація теплових втрат, що дозволяє підвищити їх енергоефективність і скоротити витрати на паливо [1]. Одним із ефективних рішень для зменшення втрат тепла є застосування футерувальних і теплоізоляційних матеріалів, а також використання додаткових конструктивних елементів, таких як фальш-кожух. Фальш-кожух являє собою металевий екран, що встановлюється з зазором від основної футеровки печі. Його основна функція полягає у зменшенні теплових втрат, перерозподілі температурних навантажень та забезпеченні більш рівномірного нагрівання зовнішніх поверхонь печі. Однак ефективність цієї конструкції безпосередньо залежить від товщини зазору між кожухом і футеровкою, що впливає на швидкість руху повітря всередині зазору, інтенсивність теплових втрат і розподіл температурних градієнтів у шарах футеровки.

Процеси теплопередачі у високотемпературних печах включають кілька механізмів, що діють одночасно [2]. У середині робочого простору печі тепло передається стінкам футеровки за допомогою конвекції та випромінювання. Далі воно поширюється через футеровку і теплоізоляційні шари завдяки теплопровідності, після чого частина енергії передається у зазор між футеровкою та фальш-кожухом. У цьому зазорі теплопередача відбувається кількома способами: випромінюванням між шарами, теплопровідністю через повітряний шар і природною конвекцією. Нарешті, тепло передається від фальш-кожуха в навколишнє середовище, що завершує процес теплообміну.

Для опису цих процесів використовуються математичні моделі, що включають рівняння теплопередачі. Передача тепла від печі до футеровки враховує вплив конвекції та випромінювання, що визначається коефіцієнтом тепловіддачі та різницею температур між газовим середовищем і внутрішньою поверхнею футеровки. Для опису поширення тепла через футеровку застосовується рівняння Фур'є, згідно з яким теплопровідність залежить від фізичних властивостей матеріалів і товщини шарів. Теплопередача у зазорі між футеровкою та фальш-кожухом розраховується за допомогою числа Нуссельта, що характеризує ефективність теплообміну залежно від числа Релея, висоти футеровки та еквівалентного розміру зазору:

$$Nu = \frac{1}{15} \cdot \left(Ra \cdot \frac{h}{D} \right)^{0.4}, \quad (1.1)$$

де h – висота футеровки та зазору; $D=2\delta$ – еквівалентний розмір, що дорівнює подвійній товщині зазору δ , прийнятому за гідравлічним розміром щілини.

Число Ra прийнято рівним:

$$Ra = \frac{g \cdot (t_c - t_2) \cdot D^3}{\nu^3 \cdot (t_2 + 273)} \cdot Pr, \quad (1.2)$$

де $t_c = \frac{t_3 + t_4}{2}$ – середня температура стінок зазору, t_3 – температура внутрішньої стінки зазору – теплоізоляції, t_4 – температура зовнішньої стінки зазору – фальш-кожуху, t_2 – середня температура повітря в зазорі, ν – кінематична в'язкість повітря за середньої температури в зазорі, Pr – число Прандтля повітря за середньої температури в зазорі.

З метою перевірки теоретичних моделей були проведені обчислювальні експерименти. Під час розрахунків вивчався вплив товщини зазору між футеровкою та фальш-кожухом на температурний розподіл і теплові втрати. У печах опору приймалися різні відстані між шарами теплоізоляції та кожухом, а також проводився аналіз температури футеровки, фальш-кожуха, швидкості руху повітря в зазорі та теплових втрат через стінку печі. Результати показали, що зі збільшенням товщини зазору швидкість повітря всередині нього зростає, що сприяє зниженню температури фальш-кожуха. Оптимальний вибір товщини зазору дозволяє досягти значного зменшення теплових втрат без збільшення розмірів печі та без необхідності застосування додаткових теплоізоляційних шарів.

Аналіз результатів також показав, що тепло, яке виноситься повітрям у зазорі, може бути використане в системах рекуперації для додаткового зниження енерговитрат.

Висновки:

1. Запропоновано алгоритм аналізу теплових витрат у високотемпературних печах з використанням фальш-кожуху як додаткового конструктивного елементу. Розрахунки, виконані за допомогою розробленого алгоритму, дають змогу визначити оптимальні параметри футеровки з урахуванням заданих температурних режимів.

2. Розроблений метод розрахунку конструкції з фальш-кожухом дозволяє оптимізувати експлуатаційні характеристики високотемпературних печей. Використання фальш-кожуха у поєднанні з інженерними розрахунками дає змогу суттєво знизити енергоспоживання, подовжити термін служби футеровки та підвищити безпеку експлуатації. Оптимальний вибір товщини зазору і матеріалів конструкції забезпечує зменшення

теплових втрат, що робить це рішення економічно виправданим і технологічно ефективним.

Посилання

1. Бойченко Б.М., Охотський В.Б., Харлашин П.С. Конвертерне виробництво сталі: теорія, технологія, якість сталі, конструкції агрегатів, рециркуляція матеріалів і технологія: Підручник. – Дніпропетровськ: РВА «Дніпро-ВАЛ», 2006.-454 с.
2. Гладких В.А., Гасик М.І., Овчарук А.М., Проїдак Ю.С. Проектування і обладнання електросталеплавильних і феросплавних цехів: Підручник – Дніпропетровськ: «Системні технології». 2004.- 692 с.

БІОСКЛО – ІННОВАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ МАЙБУТНЬОГО

Студентка Є.Р. Македонська

Керівник – доц., канд. хім. наук Л.С. Тиха

Керівник – доц., канд. техн. наук С.М. Зибайло

***УДУНТ ННІ «Український державний хіміко-технологічний
університет», м. Дніпро, Україна***

В останні десятиліття наука та технології здійснили значний прорив у розробці інноваційних матеріалів нового покоління, що здатні вирішити важливі проблеми сучасності.

Одним із таких інноваційних розробок стало біоскло - матеріал, який знаходить своє застосування в медичній практиці, біотехнології, а також у фармацевтичній галузі. Біоскло є особливим класом скла, що має не лише традиційні властивості звичайного матеріалу, але й здатне взаємодіяти з біологічними тканинами, зокрема стимулювати процеси регенерації та загоєння в організмі.

Вплив біоскла на кісткові та тканинні структури робить його перспективним для застосування у створенні імплантів, протезів і в лікуванні складних травм або захворювань. Йому притаманні висока біосумісність, відсутність відторгнення матеріалу, здатність стимулювати регенерацію кісткової тканини і створення під час взаємодії з організмом нових біологічних структур. Це відкриває численні перспективи для застосування його в лікуванні травм, операціях із заміни суглобів, відновлення кісток та навіть у лікуванні новоутворень.

Завдяки своїм властивостям, біоскло також активно використовують у стоматології та дерматології. Вивчення властивостей цього матеріалу