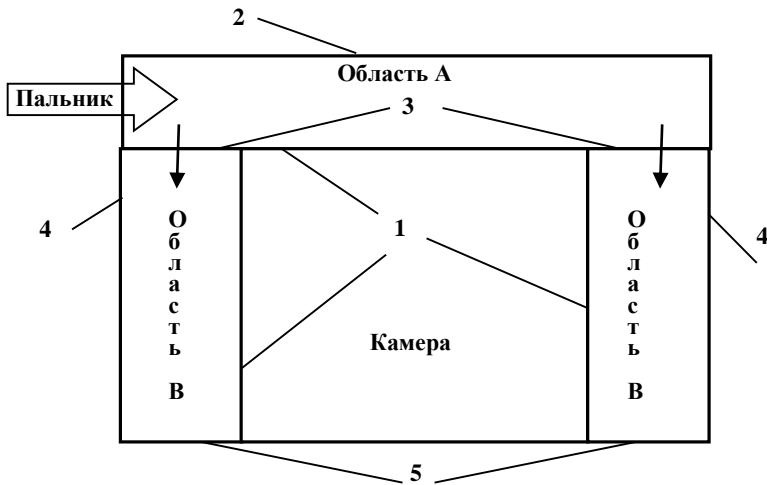


УДК 504.064.4
Рябошанка Н.Є.
старш. викл. ЗНТУ

ПОСТАНОВКА ТА АЛГОРИТМ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ЗОВНІШНЬОГО ТЕПЛООБМІНУ В ПРОЦЕСІ НАГРІВАННЯ ВУГЛЕГРАФІТОВИХ ЗАГОТОВОК В ОБПАЛЮВАЛЬНИХ ПЕЧАХ

Метою вирішення задачі зовнішнього теплообміну є визначення густин результуючих теплових потоків на поверхнях робочої камери з заготовками та її футеровки при заданих значеннях температури на цих поверхнях.



- 1 – поверхня камери (зона 1); 2 – поверхня кришки та частини вертикальної кладки печі (зона 2); 3 – умовна поверхня (зона 3);
4 – поверхня вертикальної кладки робочої камери (зона 4);
5 – поверхня поду печі (зона 5)

Рисунок 1 – Схема до розрахунку зовнішнього теплообміну

З аналізу експериментальних даних відомо, що розподіл температури в камері з засипкою практично симетричний його вісі. Тому при розрахунку

зовнішнього теплообміну в процесі нагрівання заготовок простір робочої камери печі розділено на дві області (рисунок 1):

- область А розташована в просторі під склепінням печі над камерою та обмежена реальними поверхнями склепіння печі, частиною бокової поверхні кладки печі, верхньою поверхнею камери та горизонтальною умовною поверхнею, яка відокремлює простір під склепінням від простору між камерою та вертикальною кладкою печі. В цій області відбувається виділення теплоти, що обумовлено роботою пальника. Область заповнена відносно високотемпературними продуктами згорання;

- область В обмежена реальними поверхнями вертикальної кладки печі, боковою поверхнею камери, поверхнею поду печі та умовною вищеописаною поверхнею. Область заповнена відносно низькотемпературними продуктами згорання, які надходять з області А.

Лімітуючим ланцюгом перенесення теплоти від зони генерації теплоти до зони технологічного процесу є перенесення теплоти крізь шар засипки. Тому для вирішення задачі зовнішнього теплообміну в системі газ-кладка-поверхня застосовано спрощений зональний метод радіаційного теплообміну в поглинаючому та випромінюючому середовищі.

Вихідна система поверхневих та об'ємних зон замінена сукупністю підсистем. Кожна така підсистема утворена об'ємною зоною та обмежувачами її реальними та умовними абсолютно чорними поверхнями, які стикаються з даною об'ємною зоною (поверхні, що розділюють області А та В). Температурам цих умовних зон приписують такі ефективні значення, при яких густини результуючих потоків випромінювання на межах підсистем зберігають свої дійсні значення.

Такий метод дозволяє без суттєвого зменшення похибок розрахунку значно спростити задачу визначення значень узагальнених кутових коефіцієнтів випромінювання.

Визначення ефективних температур спрощеним методом виконується шляхом розрахунку радіаційного теплообміну в окремих підсистемах та взаємного погодження результатів розрахунку методом ітерацій. Відносна похибка розрахунків порівняно з традиційним методом для простих геометричних систем не перевищує 2 %.

В межах резольвентного зонального метода система зональних рівнянь формується шляхом підстановки виразів для потоків результуючого випромінювання та конвективної тепловіддачі в рівняння теплового балансу кожної з зон.

$$Q_i^p + Q_i^k + Q_i^s = 0, \quad (1)$$

де для області А – $i = 0, 1, 2, 3$; для області В – $i = 0, 1, 2, 3, 4$;

Q_i^p – потік результуючого випромінювання в i -тій зоні;

Q_i^k – конвективний тепловий потік обумовлений теплообміном реальної поверхневої зони з об'ємною зоною;

Q_i^s – тепловий потік, що відходить або надходить в реальну зону за рахунок причин, що не пов'язані з теплообміном між зонами (генерація теплоти в об'ємній зоні області А, конвективне перенесення теплоти з області А до області В, втрати теплоти через поверхні футеровки робочої камери печі).

Достовірність результатів розрахунку, одержаних при використанні даної моделі, визначено шляхом порівняння даних обчислювального експерименту з даними прямого вимірювання температур в контрольних точках.