

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕПЛООВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ШАРУ З ТОНКИМ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИМ ПОКРИВОМ

Бойчук Ю.В.

ІППММ ім. Я. С. Підстригача НАН України, yuronchuk@gmail.com

У доповіді розглядається система, що складається із плоского шару  $\mathbf{S} = (-\infty < x < \infty) \otimes (-h \leq y \leq h)$  товщиною  $h$  та тонкого теплоізоляційного покриття  $\mathbf{S}_{(1)} = (-\infty < x < \infty) \otimes (h \leq y \leq h + \delta)$  товщиною  $\delta \ll h$ , нанесеного на поверхню  $y = h$  шару (рис.1).

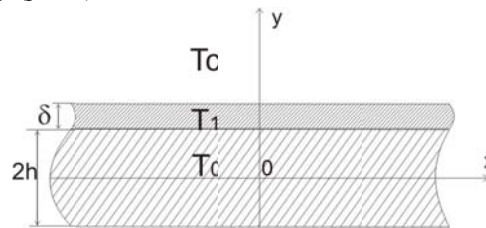


Рис. 1. Система «шар-покрив-зовнішнє середовище».

Поверхня  $y = -h$  шару  $\mathbf{S}$  перебуває в тепловому контакті з термостатом, що має температуру  $T_0$ . На поверхні контакту  $y = h$  між шаром та покриттям виконуються умови ідеального теплового контакту. Система «шар-покрив» обмінюється теплом із зовнішнім середовищем за конвективним та радіаційним механізмами.

Розглянута система моделює у певному наближенні теплообмін між розплавом металу в лотку, яким відводять цей розплав від плавильної печі, і докільям. Теплоізоляційний покрив враховує прошарок шлаку, який покриває розплав [1].

Побудована нелінійна математична модель, яка описує стаціонарний тепловий стан системи та її теплообмін із зовнішнім середовищем. Модель враховує кондуктивний теплообмін і перенесення енергії ІЧ-випромінюванням у шарі та покритті, конвективний теплообмін покриття із зовнішнім середовищем і теплове випромінювання системи в зовнішнє середовище через поверхню покриття. В рамках моделі сформульована задача

для визначення температури покриву і ІЧ-потоків, який випромінює система, за заданої температури шару.

Враховуючи високу теплопровідність  $k$  шару у порівнянні із теплопровідністю  $k_1$  покриву, наближено прийняли, що температура  $T$  шару є однорідна за товщиною координатою і дорівнює температурі  $T_0$  термостату. Для урахування радіаційного теплообміну між шаром та покривом, беручи до уваги малу товщину покриву  $\delta$ , його замінили в математичній моделі матеріальною поверхнею, температура  $\bar{T}_1$  якої дорівнює

$$\text{середній температурі шару } \bar{T}_1 = \frac{1}{\delta} \int_h^{h+\delta} T_1(y) dy.$$

Це дозволило застосувати відоме  $P_1$ -наближення [2] до опису перенесення енергії випромінюванням в шарі й отримати аналітичне представлення для густини потоку  $q$  теплового випромінювання шару  $\mathbf{S}$ , що потрапляє в покрив  $\mathbf{S}_{(1)}$ .

У доповіді обговорюється можливість застосування отриманих результатів для визначення температури розплаву  $T_0$  на основі даних вимірювання теплового випромінювання з використанням техніки ІЧ-термометрії, та температури покриву  $\bar{T}_1$  з допомогою методів контактної термометрії.

1. Фетисов Г.П. Материаловедение и технология. – Москва: Высшая школа, 2001. – 640 с.
2. Оцил М.Н. Сложный теплообмен. – Москва: Мир, 1976. – 616 с.

#### **A MATHEMATICAL MODEL FOR THERMAL RADIATION OF A LAYER WITH THIN HEAT-INSULATING COATING**

*A non-linear mathematical model describing a stationary thermal state of a homogeneously heated layer with a thin heat-insulation coating and heat exchange of the layer with environment has been considered in the paper. In the scope of the model a problem for determination of the coating temperature and thermal radiation flux has been formulated. On the base of obtained solution of the problem the influence of the layer temperature, thermal conductivity of the coating, and radiative properties of the layer and coating on the coating temperature and thermal radiation flux in environment has been studied. Possibilities for application the obtained results for non-contact determination of the layer temperature with the use of the data of thermal radiation flux and the coating temperature measuring have been discussed.*