УДК 519.6

М. Петрик, Д. Михалик, О. Петрик
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ МАСОПЕРЕНЕСЕННЯ В МУЛЬТИКОМПОЗИТНИХ ПЛІВКАХ

Перспективним напрямом розвитку в галузі ресурсозбереження є підвищення технологічних характеристик матеріалів за рахунок застосування наноплівок та нанопокриттів, при цьому постає проблема аналізу та прогнозування дифузійних процесів перенесення в таких багатошарових покриттях.

На сьогодні широко застосовуються багатошарові оксиди, до складу яких входять такі компоненти, як Cr, Al, Si та інші. Проте особливу цікавість викликають сплави системи залізо-хром, що використовують як конструкційний матеріал в атомній енергетиці, при виробництві мінеральний волокон.

Задачі вивчення дифузії в багатошарових плівках вимагають розроблення нових методів моделювання і математичних моделей для опису явищ, що враховують наявність переходів (інтерфейсів) між суміжними шарами. Для опису фізичної задачі і математичної моделі процесу дифузійного переносу в багатошарових плівках розглянуто багатошарове середовище, що складається з n шарів (рис. 1).

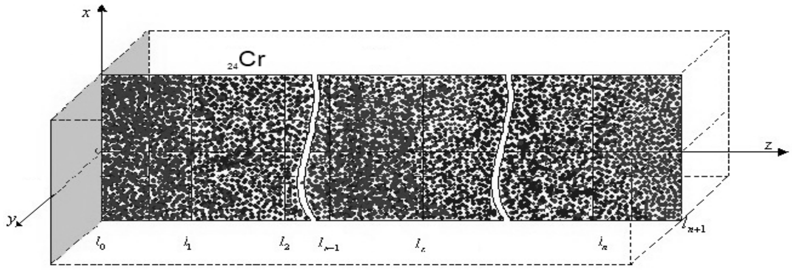

Рис. 1. Конструктивна схема багатошарових наноплівок

Математична модель системи переносу описується у вигляді змішаної крайової задачі: побудувати розв'язок системи диференціальних рівнянь переносу параболічного типу для напівобмеженого n–складового неоднорідного середовища при нестаціонарності масообміну на межах масообміну.

$$\frac{\partial u_m(t,x,z)}{\partial t} = D_R \frac{\partial^2 u_m(t,x,z)}{\partial x^2} + D_h \frac{\partial^2 u_m(t,x,z)}{\partial z^2} + f_m(t,z), z \in (l_{m-1}, l_m), m = \overline{1,n+1} \qquad (1)$$

за початкових умов

$$u_m(t,x,z)\big|_{t=0} = g_m(x,z), z \in (l_{m-1}, l_m), l_{n+1} = \infty, m = \overline{1,n+1}, \qquad (2)$$

крайових умов по змінній z

$$\left[\alpha_{11}^0 \frac{\partial}{\partial z} + \beta_{11}^0\right] u_1(t,x,z)\Big|_{z=l_0} = u_{l_0}(t,x); \qquad \frac{\partial u_{n+1}(t,x,z)}{\partial z}\Big|_{z=\infty} = 0; \qquad (3)$$

інтерфейсних умов по змінній z

$$\left\{\left[\alpha_{j1}^m \frac{\partial}{\partial z} + \beta_{j1}^m\right] u_{m+1}(t,x,z) - \left[\alpha_{j2}^m \frac{\partial}{\partial z} + \beta_{j2}^m\right] u_{m+1}(t,x,z)\right\}\Big|_{z=l_m} = 0; \;\; j = \overline{1,2}; \;\; m = \overline{1,n} \qquad (4)$$

та крайових умов по змінній x

$$\frac{\partial u_m(t,x,z)}{\partial x}\Big|_{x=0} = 0; \qquad \frac{\partial}{\partial} u_m(t,x,z)\Big|_{x=h} = 0, \;\; x \in (0,h), m = \overline{1,n+1}. \qquad (5)$$