

УДК 519.6

М. Петрик, Д. Михалик, О. Петрик

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

## ПРОГРАМНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС ІДЕНТИФІКАЦІЇ КОЕФІЦІЄНТІВ КОНСОЛІДАЦІЇ НЕОДНОРІДНИХ ДИСПЕРСНИХ СЕРЕДОВИЩ ВОЛОГОВМІСТКИХ ЧАСТИНОК

На основі методології ідентифікації кінетичних параметрів складних середовищ, теоретично обґрунтованого та виконано процедуру відновлення коефіцієнтів консолідації в *interparticle spaces* та мікропорах *intraparticle spaces*  $k$ -го шару неоднорідного дисперсного середовища вологовмістких пористих частинок біологічної структури.

Математична модель для неоднорідного середовища вологовмістких мікропористих частинок розглядається пряма неоднорідна змішана крайова задача

$$\frac{\partial}{\partial t} \begin{bmatrix} P_1(t, z) \\ P_2(t, z) \\ \dots \\ P_{1_{n+1}}(t, z) \end{bmatrix} = \frac{\partial}{\partial z} \begin{bmatrix} b_{1_1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & b_{1_2} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & b_{1_{n+1}} \end{bmatrix} \frac{\partial}{\partial z} \begin{bmatrix} P_1(t, z) \\ P_2(t, z) \\ \dots \\ P_{1_{n+1}}(t, z) \end{bmatrix} + \beta_{2_k} \frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial t} \int_0^R \begin{bmatrix} P_2(t, x, z) \\ P_2(t, x, z) \\ \dots \\ P_{2_{n+1}}(t, x, z) \end{bmatrix} dx, \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} P_{2_k}(t, x, z) = \frac{\partial}{\partial x} \left( b_{2_k} \frac{\partial}{\partial z} P_{2_1}(t, x, z) \right), \quad (2)$$

$$\text{з початковими умовами } P_k(t, z)|_{t=0} = P_{E_k}(z); P_{2_k}(t, x, z)|_{t=0} = P_{E_{2_k}}(x, z), \quad (3)$$

крайовими та  $n$ -інтерфейсними умовами по змінній  $z$

$$P_{1_1}(t, z)|_{z=0} = 0; \quad \frac{\partial P_{1_{n+1}}}{\partial z} \Big|_{z=l} = 0 \quad (4)$$

$$\left[ P_{1_k}(t, z) - P_{1_{k+1}}(t, z) \right]_{z=l_k} = 0; \quad \frac{\partial}{\partial z} \left[ P_{1_k}(t, z) - \zeta_k P_{1_{k+1}}(t, z) \right]_{z=l_k} = 0; k = \overline{1, n}; \quad (5)$$

$$\text{крайовими умовами по змінній } x \quad \frac{\partial P_{2_k}}{\partial x} \Big|_{x=0} = 0; \quad P_{2_k} \Big|_{x=R} = P_{1_k}(t, z). \quad (6)$$

Тут  $P_k, P_{2_k}$  - безрозмірні розподіли тисків в *interparticle spaces* та мікропорах *intraparticle spaces*  $k$ -го шару неоднорідного дисперсного середовища;  $b_{1_m}, b_{2_m}$  - коефіцієнти консолідації.

Для моделі (1)-(6) побудовано її аналітичний розв'язок з використанням матриці впливу Коші неоднорідностей системи.

Далі, для кожного наближення  $b_{1_m}^n, b_{2_m}^n$ , розв'язку  $b_{1_m}, b_{2_m}$  вводиться неоднорідна спряжена крайову задачу з відповідними крайовими та інтерфейсними умовами.

Вирази градієнтів функціоналів для відновлення коефіцієнтів консолідації:

$$\nabla J_{b_1} = \int_0^T \sum_{m=1}^{N+1} \int_{l_{m-1}}^{l_m} \phi_m(t, z) \frac{\partial^2 P_{1_m}(t, z)}{\partial z^2} dz dt, \quad \nabla J_{b_2} = \frac{1}{R} \int_0^T \sum_{m=1}^{N+1} \int_{l_{m-1}}^{l_m} \int_0^R \psi_{s_m}(t, r, z) \frac{\partial^2}{\partial x^2} P_{2_m}(t, x, z) dx dz dt. \quad (7)$$

Здійснено параметричну ідентифікацію кінетичних коефіцієнтів консолідації  $b_{1_k} / b_{2_k}$  з урахуванням системи вологопереносу „мікропори частинок та макропори скелету» (міжчастинковий простір) та отримані їх залежності від значень тиску та часу.