УДК 519.876.5

Андрій Олійник, Борис Незамай, Аліса Мороз (Україна, Івано-Франківськ)

КОМПЛЕКСНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АВАРІЙНОЇ СИТУАЦІЇ НА ТРУБОПРОВОДАХ ТА ОЦІНКА ЇЇ ВПЛИВІВ НА ДОВКІЛЛЯ

Проблема, що вирішується може бути розділена на три основні задачі:

1.Визначення параметрів напружено-деформованого стану досліджуваних об'єктів за відомою інформацією про зміну їх просторової конфігурації – як правило, такою інформацією є дані про переміщення точок поверхні досліджуваного тіла.

Дана методика, яка детально обґрунтована в [1], і її особливістю є те, що висновок про напружено - деформований стан об'єкта робиться на основі певних інтегральних показників – переміщень точок поверхні тіла без деталізації причин виникнення цих переміщень. На основі даних про зміну напружено – деформованого стану об'єкта вдається вислідити його потенційно небезпечні ділянки, на яких напруження приймають критичний рівень, або ж зміна напружень є такою, що може призвести до розгерметизації об'єкта, а також, і до потенційно небезпечних екологічних впливів.

2. Оцінка інтенсивності витоку речовини при порушенні герметичності об'єкта.

Задача оцінки параметрів течії у трубопроводах та в свердловинних потоках зводиться до необхідності розв'язання системи рівнянь Нав'є-Стокса [2] в двовимірній постановці:

$$\begin{cases} u\dfrac{\partial u}{\partial x} + v\dfrac{\partial v}{\partial y} = -\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p}{\partial x} + \nu\left(\dfrac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right) + g_x, \\ u\dfrac{\partial v}{\partial x} + v\dfrac{\partial v}{\partial y} = -\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p}{\partial y} + \nu\left(\dfrac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right) + g_y, \\ \dfrac{\partial u}{\partial x} + \dfrac{\partial v}{\partial y} = 0, \end{cases} \tag{1}$$

з умовами : $p=p_0-kx$; k- коефіцієнт перепаду тиску;

3. Визначення концентрації шкідливих речовин в зоні аварійної ситуації.

Для оцінки концентрації шкідливих речовин розв'язується рівняння дифузії, яке для двовимірної області записується у вигляді:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(a(x,y,t)\frac{\partial C}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(a(x,y,t)\frac{\partial C}{\partial y}\right) \cdot \tag{2}$$

Коефіцієнт $a(x,y,t)$ є коефіцієнтом, який залежить від просторових координат x,y та часу t. Рівняння дифузії (2) доповнюється граничними та початковими умовами [2]:

$$C_0(x,y) = C_0(x,y,0),$$

$$\begin{cases} C\big|_{x=0} = C_1(y,t), \\ C\big|_{x=L_1} = C_2(y,t), \\ C\big|_{y=0} = C_3(x,t), \\ C\big|_{y=L_2} = C_4(x,t). \end{cases} \tag{3}$$

При визначенні аналітичної структури $C_i(x,t)$, $C_j(y,t)$, $j=1,2$ використовуються результати розрахунків про пропорційність концентрації речовини на границі області швидкості витікання речовини.

Всі розроблені моделі доведені до чисельної реалізації. Використовуються методи скінчених різниць. Особливістю одержаного розв'язку є те, що граничні умови для (1) змінюються на кожному кроці ітераційної процедури, таким чином, у випадку збіжності ітераційного процесу, вдається визначити швидкість витікання рідин з досліджуваного об'єкта.

Література

1. Олійник А.П. Математичні моделі процесу квазістаціонарного деформування трубопровідних та промислових систем при зміні їх просторової конфігурації: Наукове видання / А.П. Олійник – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2010 – 320с.

2. Андерсон Д. Вычислительная гидромеханика и теплообмен / Д. Андерсон, Дж. Теннехилл, Р. Плетчер – в 2-х томах, перевод с англ. – М.: Мир, 1990 – 776 с.