

## НЕЛІНІЙНА ДИНАМІКА ТІЛА З ТРІЩИНОЮ

Бурлаєнко В.М., Морачковський О.К.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто математичне формулювання зв'язаної задачі щодо лінійних коливань просторового деформованого тіла з тріщиною і нелінійної контактної взаємодії між берегами тріщини.

У межах континуальної механіки деформованого тіла та тривимірної лінійної теорії пружності при малих деформаціях за принципом Гамільтона надано варіаційне формулювання задачі нелінійної динаміки тіла з тріщиною. У даній задачі варіаційний функціонал містить дві частини: перша - це сума кінетичної і потенційної енергій тіла, а друга - відповідає внеску контактної взаємодії між берегами тріщини.

Далі побудована система нелінійних диференціальних рівнянь, яка відповідає зв'язаній задачі коливань просторового деформованого тіла з тріщиною і нелінійної контактної взаємодії між берегами тріщини. В роботі використано СЕМ (метод скінченних елементів), а матрична система рівнянь для розв'язання задачі динаміки тіла з тріщиною є системою нелінійних диференціальних рівнянь:

$$M\ddot{u} + C\dot{u} + Ku = F + F^k(u, t_N, t_T)$$

де  $M$ ,  $C$ , і  $K$  – глобальні матриці мас, демпфірування та жорсткості,  $u$  – глобальний вектор невідомих переміщень,  $F$ ,  $F^k$  – глобальні вектори зовнішніх і контактних сил.

У загальному випадку для знаходження невідомих цієї нелінійної системи рівнянь слід використовувати інкрементально - ітераційні процедури. В роботі показано, що система рівнянь ефективно інтегрується за явною схемою інтегрування у часі, а саме – обчислювальним методом із застосуванням явної центрально-різницевої схеми:

$$u^{(i+1)} = u^{(i)} + \Delta t \left[ \frac{1}{2} \ddot{u}^{(i+\frac{1}{2})} + \frac{1}{2} \ddot{u}^{(i-\frac{1}{2})} \right] = \frac{\Delta t^{(i+1)} + \Delta t^{(i)}}{2} \ddot{u}^{(i)}.$$

Запропонований на основі методу скінченних елементів підхід дає можливість досліджувати локалізовані ефекти поблизу кінця тріщини та з'ясувати вплив на динаміку тіл контактної взаємодії берегів тріщини.