УДК 539.3

ДИНАМІЧНА ПОВЕДІНКА ОРТОТРОПНОЇ ПЛАСТИНИ З ДВОМА ВКЛЮЧЕННЯМИ ЗА ВРАХУВАННЯ РОЗПОДІЛЕНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПОВЕРХНІ ПЛАСТИНИ

Ольга Тужеляк

Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача
НАН України, oliatuzheliak@gmail.com

Досліджено числовий розв'язок задачі про усталені поперечні коливання ортотропної жорстко закріпленої круглої пластини з двома масивними наскрізними круговими абсолютно жорсткими включеннями, одне з яких жорстко закріплене, а інше шарнірно оперте. На обидва включення діють різні системи гармонічних в часі зовнішніх сил, головні вектори яких є нормальними до серединної поверхні пластини, а на поверхні пластини діє гармонічне в часі розподілене навантаження. Вважаємо, що включення здійснюють переважно поступальний рух в нормальному напрямку до серединної поверхні пластини. Числовий розв'язок в рамках уточненої теорії пластин, яка враховує поперечні зсуви та всі інерційні компоненти, отримано на основі непрямого методу граничних елементів та послідовнісного представлення функцій Гріна [1].

Система лінійних алгебраїчних рівнянь відносно дискретних значень функцій густин потенціалів простого шару та амплітуд переміщень включень, використовуючи позначення робіт [1, 2], має вигляд

$$\left\{V^{(j)}\right\} = -\sum_{f=1}^{3}\sum_{r=1}^{S^{(f)}}\sum_{k=0}^{K}\sum_{m=0}^{M} C_{km}(\varepsilon)\left[\Omega_{km}^{(U)}\left(\alpha^{(j)q}\right)\right]\left[E_{km}\left(\alpha^{(f)r}\right)\right]\left\{T^{(f)r}\right\} -$$

$$-\sum_{k=0}^{K}\sum_{m=0}^{M}\left[\Omega_{km}^{(U)}\left(\alpha^{(j)q}\right)\right]\left\{P_{km}\right\},\ \alpha^{(j)q} \in L^{(j)},\ j=1,3,\ \ q=1,\ldots,S^{(j)},$$

$$\tilde{w}_0^{(2)} = -\sum_{f=1}^{3}\sum_{r=1}^{S^{(f)}}\sum_{k=0}^{K}\sum_{m=0}^{M}\sum_{i=1}^{3} C_{km}(\varepsilon)\, w_i\left(\alpha^{(2)q}\right)\Phi_{km}^{i}\left(\alpha^{(f)r}\right)T_i^{(f)r} -$$

$$-\sum_{k=0}^{K}\sum_{m=0}^{M}\sum_{i=1}^{3} w_i\left(\alpha^{(2)q}\right)P_{km}^{i},\ \alpha^{(2)q} \in L^{(2)},\ q=1,\ldots,S^{(2)},$$

$$0=-\sum_{f=1}^{3}\sum_{r=1}^{S^{(f)}}\sum_{k=0}^{K}\sum_{m=0}^{M}\sum_{i=1}^{3}C_{km}(\varepsilon)\gamma_{i\tau}\left(\alpha^{(2)q}\right)\Phi_{km}^{i}\left(\alpha^{(f)r}\right)T_i^{(f)r}-$$

$$-\sum_{k=0}^{K}\sum_{m=0}^{M}\sum_{i=1}^{3}\gamma_{i\tau}\left(\alpha^{(2)q}\right)P_{km}^{i},\ \alpha^{(2)q}\in L^{(2)},\ q=1,\ldots,S^{(2)},$$

$$0=-\sum_{f=1}^{3}\sum_{r=1}^{S^{(f)}}\sum_{k=0}^{K}\sum_{m=0}^{M}\sum_{i=1}^{3}C_{km}(\varepsilon)M_{in}\left(\alpha^{(2)q}\right)\Phi_{km}^{i}\left(\alpha^{(f)r}\right)T_i^{(f)r}-$$

$$-\sum_{k=0}^{K}\sum_{m=0}^{M}\sum_{i=1}^{3}M_{in}\left(\alpha^{(2)q}\right)P_{km}^{i},\ \alpha^{(2)q}\in L^{\varepsilon(2)},\ q=1,\ldots,S^{(2)},$$

$$P_0^{(j)}=-\sum_{p=1}^{S^{(j)}}\sum_{f=1}^{3}\sum_{r=1}^{S^{(f)}}\sum_{k=0}^{K}\sum_{m=0}^{M}\sum_{i=1}^{3}C_{km}(\varepsilon)\Psi_{in}\left(\alpha^{(j)p}\right)\Phi_{km}^{i}\left(\alpha^{(f)r}\right)T_i^{(f)r}-$$

$$-\sum_{p=1}^{S^{(j)}}\sum_{k=0}^{K}\sum_{m=0}^{M}\sum_{i=1}^{3}\Psi_{in}\left(\alpha^{(j)p}\right)P_{km}^{i}-\omega^2\tilde{m}^{(j)}\tilde{w}_0^{(j)},\ \alpha^{(j)p}\in L^{\varepsilon(j)},\ j=1,2,$$

де $\left\{V^{(1)}\right\}=\left\{\tilde{w}_0^{(1)},0,0\right\}^{\mathrm{T}}$, $\left\{V^{(3)}\right\}=\{0,0,0\}^{\mathrm{T}}$, а $\{P_{km}\}=\left\{P_{km}^{1},P_{km}^{2},P_{km}^{3}\right\}^{\mathrm{T}}$,

P_{km}^{1}, P_{km}^{2}, P_{km}^{3} – коефіцієнти розкладу функцій q, m_1, m_2 в ряди Фур'є.

1. *Шопа Т., Тужеляк О.* Поперечні коливання ортотропної пластини з множиною включень довільної конфігурації за врахування розподіленого навантаження на поверхні пластини // Сучасні проблеми термомеханіки. – Львів, 2021. – С. 161-162.
2. *Shopa T. V.* Transverse vibration of an orthotropic plate with a collection of inclusions of any configuration with different types of connections with matrix // Materials Science. – 2019. – **55**, № 1. − P. 94−104.

DYNAMIC BEHAVIOR OF ORTHOTROPIC PLATE WITH TWO INCLUSIONS TAKING INTO ACCOUNT DISTRIBUTED LOAD ON THE SURFACE OF THE PLATE

Within the refined theory, which takes into account transverse shear deformation, the solution of the problem on the steady state transverse vibration of the orthotropic clamped circular plate with two massive circular absolutely rigid inclusions, one of which is clamped to the plate and the other is simply supported, is investigated. It is assumed that inclusions perform predominantly translational motion along the normal direction to the middle surface of the plate. The solution is obtained on the basis of the indirect boundary elements method. The sequential approach to the representation of the Green's functions is used. Integral equations are solved by the collocation method.