

УДК 621.326

Довбуш Т. - ст.гр. ХС-21

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

РОЗКРИТТЯ СТАТИЧНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ПЛОСКОЇ РАМИ НАВАНТАЖЕНОЮ ПРОСТОРОВОЮ СИСТЕМОЮ СИЛ

Науковий керівник: д.т.н., проф. Рибак Т.І.

Розкриття статичної невизначеності систем можна проводити методом сил (МС), методом мінімуму потенціальної енергії (ММПЕ) та іншими методами. Для порівняння розкриємо статичну невизначеність плоскої рами, навантаженої просторовою системою сил (рис.1а), методом сил і методом мінімуму потенціальної енергії.

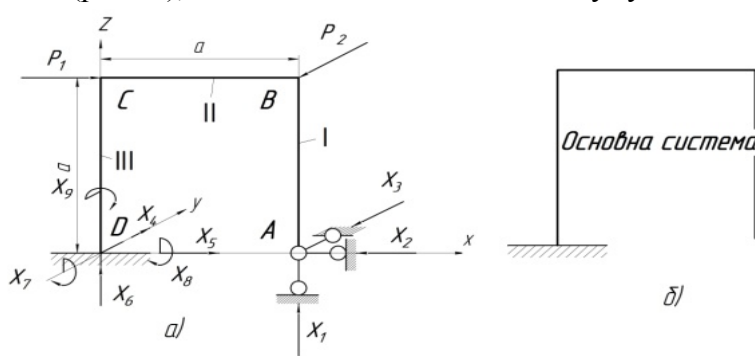


Рис. 1

$$\begin{cases} X_1 \cdot \delta_{11} + X_2 \cdot \delta_{12} + X_3 \cdot \delta_{13} = -\Delta_1(P); \\ X_1 \cdot \delta_{21} + X_2 \cdot \delta_{22} + X_3 \cdot \delta_{23} = -\Delta_2(P); \\ X_1 \cdot \delta_{31} + X_2 \cdot \delta_{32} + X_3 \cdot \delta_{33} = -\Delta_3(P). \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_1 \cdot 1,333a^3 - X_2 \cdot a^3 = 0,5P_1a^3; \\ -X_1 \cdot a^3 + X_2 \cdot 1,667a^3 = -0,167P_1a^3; \\ X_3 \cdot 3,5a^3 = -1,417P_2a^3. \end{cases}$$

Для розкриття статичної невизначеності методом МПЕ [1] записуємо рівняння потенціальної енергії системи в двох взаємно перпендикулярних площинах ZOХ і ZOУ.

Площина ZOХ,
$$U = \int_0^a \frac{(X_2 \cdot x)^2 dx}{2EI} + \int_0^a \frac{(X_2 \cdot a - X_1 \cdot x)^2 dx}{2EI} + \int_0^a \frac{(X_2 \cdot a - X_2 \cdot x - X_1 \cdot a + P_1 \cdot x)^2 dx}{2EI}$$

На основі формули Лейбніца диференціюємо отриманий вираз за параметрами X_1, X_2 ;

$$\frac{\partial U}{\partial X_1} = 0; \quad \frac{\partial U}{\partial X_2} = 0, \text{ а потім інтегруємо по } x. \text{ Отримаємо } \begin{cases} X_1 \cdot 1,333a^3 - X_2 \cdot a^3 = 0,5P_1a^3; \\ -X_1 \cdot a^3 + X_2 \cdot 1,667a^3 = -0,167P_1a^3. \end{cases}$$

Площина ZOУ

(енергія від згинальних та крутних моментів викликана силами $X_3, P_2, I_p=2I, GI_p=0,8EI$):

$$U = \int_0^a \frac{(X_3 \cdot x)^2 dx}{2EI} + \int_0^a \frac{(X_3 \cdot x + P_2 \cdot x)^2 dx}{2EI} + \int_0^a \frac{(X_3 \cdot a)^2 dx}{2GI_p} + \int_0^a \frac{(P_2 \cdot a + X_3 \cdot a)^2 dx}{2GI_p} + \int_0^a \frac{(P_2 \cdot x + X_3 \cdot x - X_3 \cdot a)^2 dx}{2EI};$$

$$\frac{\partial U}{\partial X_3} = 0; \quad 3,5X_3 = -1,417P_2.$$

Отримана система рівнянь аналогічна рівнянням методу сил. Розв'язуючи їх отримаємо: $X_1 = 1,832P_1$; $X_2 = 1,429P_1$; $X_3 = -0,405P_2$.

1.Рибак Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин.- ВАТ ТВПК «Збруч», 2003.- 332с.