

УДК 621.326

Господарський Я. – аспірант

Рибак Д. – ст. гр. АР-107

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Національний університет "Львівська політехніка"

РОЗКРИТТЯ СТАТИЧНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ПРОСТОРОВИХ КОНСТРУКТИВНИХ СТРУКТУР

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

Розрахунок статично невизначеної просторової системи проводимо методом мінімуму потенціальної енергії.

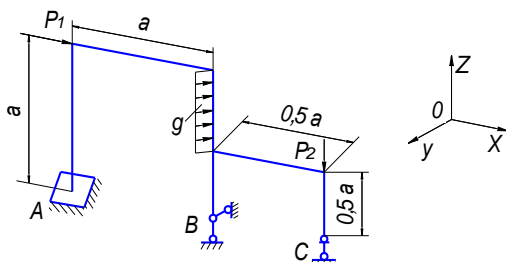


Рис. 1. Задана система

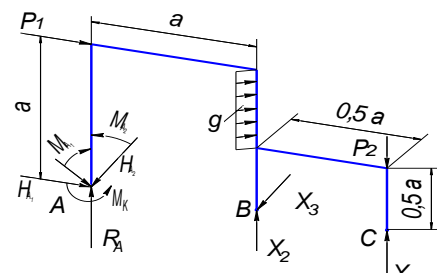


Рис. 2. Основна розрахункова схема

Відповідно до розрахункової схеми (рис. 2) складаємо вираз функції потенціальної енергії деформації

$$\begin{aligned}
 U = & \frac{1}{2EI_1} \left\{ \int_0^{0.5a} (X_1 \cdot s - P_2 \cdot s)^2 ds + \int_0^{0.5a} (X_1 \cdot 0.5a - P_2 \cdot 0.5a)^2 ds + \int_0^a \left[X_1(0.5a + s) + \right. \right. \\
 & \left. \left. + X_2 \cdot s - P_2(0.5a + s) \right]^2 ds + \right. \\
 & \left. + \int_0^a \left[X_1(0.5a + a) + X_2 \cdot a - P_2(0.5a + a) - P_1 s \right]^2 ds \right\} \frac{1}{2EI_2} \left\{ \int_0^{0.5a} (X_3 s)^2 ds + \int_0^{0.5a} \left[X_3(0.5a + s) - \frac{qs^2}{2} \right]^2 ds + \right. \\
 & \left. + \int_0^a (X_3 s - q \cdot 0.5a \cdot s)^2 ds + \right. \\
 & \left. + \int_0^a \left[X_3(a + s) - q \frac{(0.5a)^2}{2} - q \cdot 0.5a \cdot s \right]^2 ds \right\} + \frac{1}{2GI_K} \left\{ \int_0^a \left[X_3 \cdot a - q \frac{(0.5a)^2}{2} \right]^2 ds + \int_0^a (X_3 \cdot a - q \cdot 0.5a)^2 ds \right\}. \quad (1)
 \end{aligned}$$

Для визначення невідомих, що увійшли до виразу (1) система канонічних рівнянь запишеться:

$$\frac{\partial U}{\partial X_1} = 0; \quad \frac{\partial U}{\partial X_2} = 0; \quad \frac{\partial U}{\partial X_3} = 0. \quad (2)$$

Згідно умови мінімуму потенціальної енергії деформації (2) отримуємо вирази:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial U}{\partial X_1} = \frac{1}{EI_1} = \frac{a^3}{EI_1} \left[X_1 - P_2 \frac{17.75}{6} + X_2 \frac{25}{12} - P_1 \frac{1.5}{2} \right] = 0; \\
 \frac{\partial U}{\partial X_2} = \frac{1}{EI_1} = \frac{a^3}{EI_1} \left[(X_1 - P_2) \frac{12.5}{6} + X_2 \cdot \frac{4}{3} - P_1 \frac{1}{3} \right] = 0; \\
 \frac{\partial U}{\partial X_3} = \frac{1}{EI_2} = X_3 \left(\frac{17.25}{6} + 2 \frac{EI_2}{GI_K} \right) - q \cdot a \left(\frac{148.25}{128} + \frac{EI_2}{GI_K} \cdot \frac{0.25}{2} \right) = 0. \quad (3)
 \end{aligned}$$

Внаслідок проведених перетворень та обчислень системи (3) отримуємо значення шуканих параметрів: $X_1 = 310.35$ кН; $X_2 = -419.3$ кН; $X_3 = 9.3$ кН.