

УДК 631.326

Піхоцький В., Довбуш Т.А., к. т. н.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

РОЗКРИТТЯ СТАТИЧНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ПЛОСКОЇ РАМИ

Pikhockiy V., Dovbush T.A., Ph.D.

THE DISCLOSURE OF THE UNCERTAINTY OF THE STATIC FLAT FRAME

Ключові слова: рама, сила.

Keywords: frame, force

Проведемо розкриття статично-невизначеної плоскої рами, навантаженої системою сил (рис. 1а) методом сил і методом мінімуму потенціальної енергії деформації (ММПЕД).

Задана система 4-3=1 раз статично невизначена. Розкриваючи статичну невизначеність методом сил: вибираємо основну систему (рис. 1б); записуємо рівняння методу сил $X_1 \delta_{11} = -\Delta_1(F)$.

Будуємо епюри згинальних моментів від зовнішніх навантажень та одиничної сили в основній системі (рис. 1в,г).

Коефіцієнт δ_{11} та вільний член рівняння $\Delta_1(F)$ визначаємо графо-аналітичним способом:

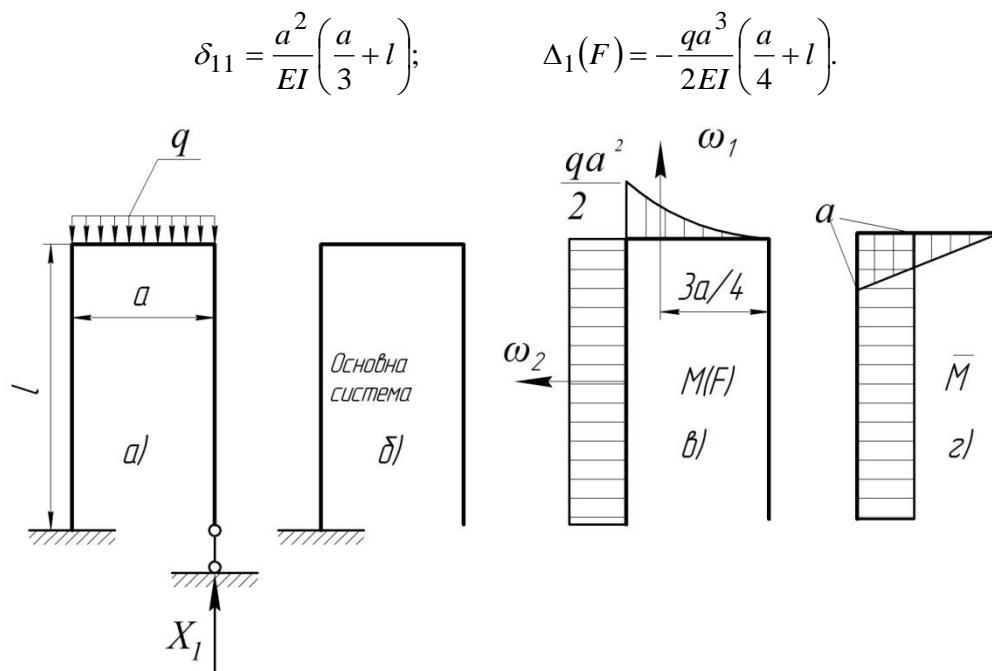


Рисунок 1. Навантажена рамна система
З рівняння методу сил, отримаємо:

$$X_1 = \frac{q \cdot a}{2} \cdot \frac{\left(\frac{a}{4} + l \right)}{\left(\frac{a}{3} + l \right)}.$$

Для розкриття статичної невизначеності ММПЕД записуємо функцію потенціальної енергії деформації системи:

$$U = \int_0^a \frac{\left(\frac{q \cdot x^2}{2} - X_1 \cdot x\right)^2}{2EI} dx + \int_0^l \frac{\left(\frac{q \cdot a^2}{2} - X_1 \cdot a\right)^2}{2EI} dx.$$

На підставі формули Лейбніца диференціюємо отриманий вираз за параметром X_1 , $\frac{\partial U}{\partial X_1}$, а потім інтегруємо по x . Отримаємо:

$$\begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial X_1} &= \frac{1}{EI} \left\{ \int_0^a \left(-\frac{qx^3}{2} + X_1 \cdot x^2 \right) dx + \int_0^l \left(-\frac{qa^3}{2} + X_1 \cdot a^2 \right) dx \right\} = \\ &= \frac{1}{EI} \left\{ X_1 \cdot a^2 \cdot \left(\frac{q}{3} + l \right) - \frac{q \cdot a^3}{2} \cdot \left(\frac{q}{4} + l \right) \right\}. \end{aligned}$$

$$\text{Застосовуючи ММПЕД } \frac{\partial U}{\partial X_1} = 0, \text{ визначаємо } X_1 = \frac{q \cdot a}{2} \cdot \frac{\left(\frac{a}{4} + l\right)}{\left(\frac{a}{3} + l\right)}.$$

Висновок. Метод мінімуму потенціальної енергії деформації дозволяє розкрити статичну невизначеність без побудови епюр згинальних моментів від зовнішніх та одиничних навантажень, що значно скорочує час розв'язку задачі.

1. Рибак Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. – Тернопіль: ВАТ ТВПК „Збруч”, 2003. – 332 с
2. Довбуш Т.А. Оцінка ресурсу роботи і обґрунтування конструкції несучої системи розкидачів добрив: дисертація на здобуття наук. ступ. к.т.н.; спеціальність 05.05.11/ Т.А. Довбуш. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – 189 с.