

УДК 621.01

Т. Довбуш, Г. Цьонь, А. Довбуш

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

МОДИФІКАЦІЯ МЕТОДУ МІНІМУМУ ПОТЕНЦІАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЕФОРМАЦІЇ (ММПЕД)

Розрахунок рамних конструкцій - це складний аналітично-графічний процес. Складність полягає в тому, що будь-яка плоска рама чи просторова складається з численних замкнутих контурів, які при довільному зовнішньому навантаженню є шість разів статично невизначеною. У деяких випадках напруження у рамних конструкціях, отримані методом кінцевих елементів і експериментальним (тензометричним) методом можуть суттєво відрізнятись (на 30-40 %), тому є необхідність перевіряти отримані розв'язки іншими методами. Використання методу мінімуму потенціальної енергії деформації (ММПЕД) для розрахунку таких конструктивних систем є доступний, хоча без його спрощення (модифікації) використовувати складно. Модифікація цього методу для плоских рамних конструкцій навантажених зовнішніми силами, які діють перпендикулярно до неї (рис.1) полягає в тому, що потенціальними енергіями від деформацій розтягу-стиску (N), зсуву (Q) та згину (M) нехтуємо.

Для прикладу: раму виготовляємо із швелера №12, $a=0,3\text{м}$, $b=0,4\text{м}$, $P_1=10000\text{Н}$, $P_1^1=7500\text{Н}$, $P_2=15000\text{Н}$, $P_2^1=12500\text{Н}$. Потенціальна енергія деформації розглядуваної конструктивної системи у такому випадку запишеться у формі суми потенціальних енергій двох її частин:

$$U = U_I + U_{II}, \quad (1)$$

де $U_I = U_{IM} + U_{IK}$ - потенціальна енергія деформації згину та кручення

Рис.1. Розрахункова схема елементів першої частини рами.

$U_{II} = U_{IIM} + U_{IIC}$ - потенціальна енергія

деформації згину та кручення елементів другої частини рами. Використовуючи ММПЕ

[1], а саме $\frac{dU}{dM} = 0$, $\frac{dU}{dK} = 0$, $\frac{dU}{dQ} = 0$, визначаємо M, K, Q. Розв'язуємо аналогічні

рівняння з урахуванням лише потенціальної енергії деформації кручення. Для порівняння результатів обчислення внутрішніх силових факторів рами проводимо розрахунок за допомогою ППП Ліра-9,2. Результати заносимо у таблицю.

| Згин + кручення | | | Кручення | | | ППП Ліра-9,2 | | |
|-----------------|--------|-------|----------|--------|-------|--------------|--------|------|
| M, Н·м | K, Н·м | Q, Н | M, Н·м | K, Н·м | Q, Н | M, Н·м | K, Н·м | Q, Н |
| 2621 | -220,5 | 378,6 | 2625 | -224 | 374,8 | 2600 | -204 | 283 |

Проведені порівняльні дослідження показали достатньо високий рівень збіжності результатів. Отже, для розрахунку типових несучих конструктивних систем з поперечним перетином відкритого профілю можна використовувати ММПЕД, тобто, при визначенні потенціальної енергії деформації враховувати лише потенціальну енергію деформації кручення елементів рами.

Перелік посилань

1. Рибак Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. - Тернопіль: "Збруч", 2002. - 332 с.