

УДК 621.326

А. Довбуш, Т. Довбуш

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ РАМИ ПРТ-10

A.Dovbush, T. Dovbush

### METHOD OF CALCULATION OF FRAME PRT-10

Розрахунок рамних конструкцій методом сил чи переміщень методикою викладеною в курсах "Опір матеріалів" фактично неможливо у сучасній інженерній практиці, в зв'язку з розвитком комп'ютерної техніки та розробкою універсальних прикладних програм, використовуються розрахункові моделі побудовані за методом кінцевих елементів (МКЕ). Такі розрахунки з визначення напружено-деформованого стану (НДС) складних конструктивних структур суттєво прискорюються. Все це робить метод кінцевих елементів найбільш універсальним, що відповідає, в значній мірі, вимогам до розрахунку будь-яких базових несучих систем. Однак, поглиблений аналіз отриманих результатів приводить до висновків, що МКЕ забезпечує отримання значень внутрішніх силових факторів, переміщень та інших характеристик у вузлах кінцевих елементів локально, але не враховує вплив змін перепадів жорсткостей на деформовану несучу систему в цілому.

Переваги МКЕ порівняно з традиційними числовими методами полягають у простоті алгоритмізації, можливості повної автоматизації складання рівнянь і отримання результатів для будь-яких складних комбінованих систем. В роботах [1], [2] проведено дослідження напружено-деформованого стану у рамних конструкціях методом кінцевих елементів і експериментальним (тензометричним). Результати в деяких випадках відрізняються на 30–40%.

Тому є необхідність проводити перевірку результатів розрахунків які отримані МКЕ класичними аналітичними дослідженнями. Для розрахунку таких систем є більш доступний метод мінімуму потенціальної енергії деформації (ММПЕД) [3], хоча без його спрощення (модифікації) використовувати складно. У загальному випадку потенціальна енергія деформації плоских просторово-навантажених конструкцій рам запишеться:

$$U_0 = U_K + U_{M_y} + U_{M_z} + U_{Q_y} + U_{Q_z} + U_N,$$

Розрахункова схема рами розкидача твердих добрив зображена на рис. 1, яка представляє собою плоску систему з просторовим зовнішнім навантаженням. На дану раму діють зовнішні навантаження:  $q$  викликане вагою добрив та рами, а також сили реакцій  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ . В цьому випадку її можна привести до вигляду один раз статично невизначеної нерозрізної балки рис. 2. [4]. Розрахунок конструктивної системи розпочинаємо із визначення опорних реакцій  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ . Далі приступаємо до розрахунків внутрішніх силових факторів, що виникають у елементах рами. Дана конструктивна система складається з восьми замкнутих контурів, тобто є 24 рази статично невизначеною системою (рис. 1). Умовно розрізаємо рамну конструкцію на три частини (рис. 1). Розглядаємо випадок симетричного навантаження, внаслідок чого в кожному поперечному елементі рами виникають рівні за величиною та протилежні за напрямками внутрішні силові фактори, а саме  $M_i$  – згинальні моменти,  $K_i$  – крутні моменти,  $Q_i$  – поперечні сили. Таким чином рамна конструкція стає 12-ть раз статично

невизначеною. Для розкриття статичної невизначеності використовуємо метод мінімуму потенціальної енергії деформації.

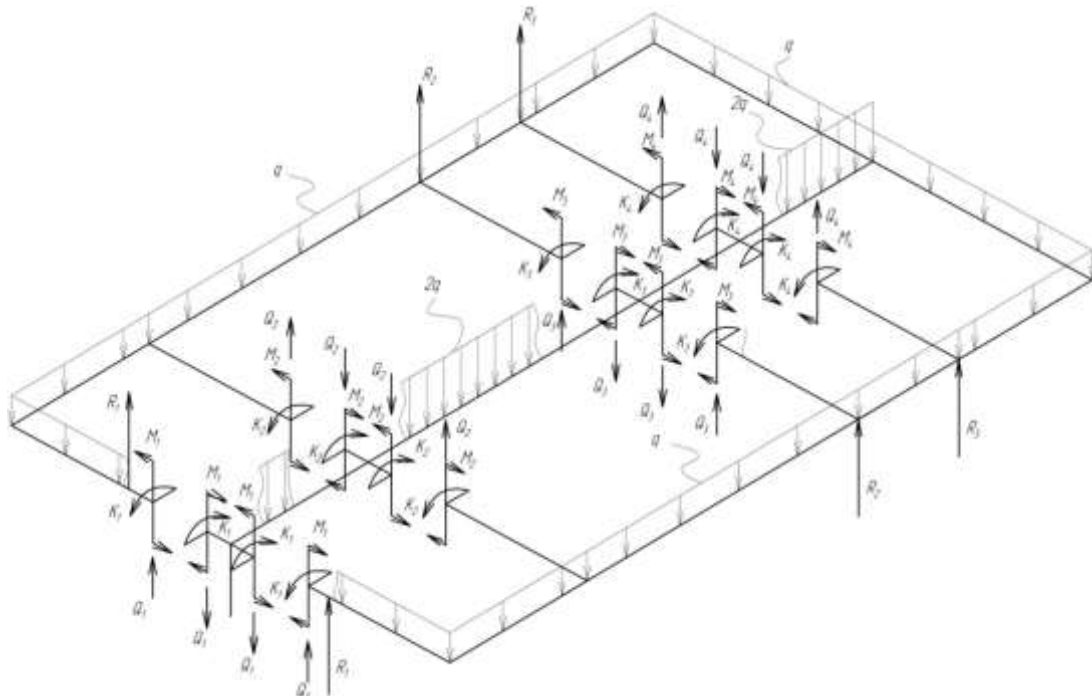


Рисунок 1. Розрахункова схема рами розкидача.

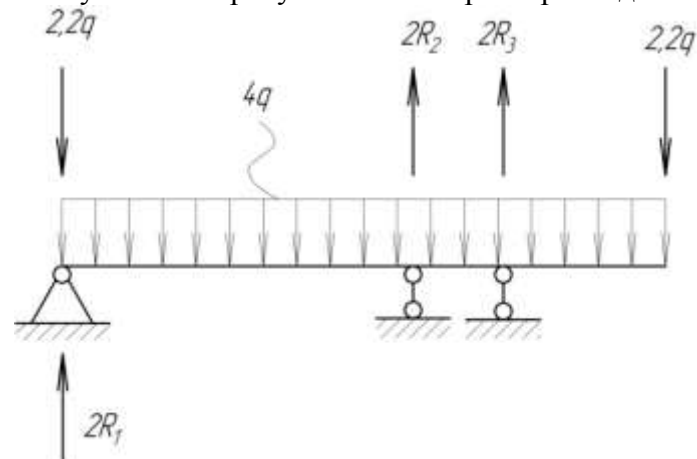


Рисунок 2. Зведена схема розкидача.

### Література

1. Черников С.А., Садчиков К.В. О достоверности расчетных оценок НДС рамы грузового автомобиля / Проблемы машиностроения и надежность машин, 1998. – N3. – С. 117–121.
2. Вырский А.Н. Исследование нагруженности рамных конструкций / Тракторы и сельхозмашины, 1990. – № 11. – С. 26 – 27.
3. Рибак Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. – Тернопіль: Збруч, 2002. – 332 с.
4. Волков П.М. Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин на прочность и надежность. – Москва: Машиностроения 1977. – 310 с.