

**УДК 631.356.2**

**Тарас Довбуш, Наталія Рубінець, Анатолій Довбуш**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ НЕСУЧИХ  
КОНСТРУКТИВНИХ СИСТЕМ**

**Taras Dovbush, Nataliya Rubinets, Anatolia Dovbush**

**STRESSED-STRAINED STATE OF STATE OF COMPLEX STRUCTURAL  
SYSTEMS**

Розвиток аналітичних методів розрахунку несучих складних конструктивних систем, одночасно статично-невизначених за відношенням до зовнішніх опор і внутрішніх силових факторів, з урахуванням розходжень розрахункових і отриманих експериментально даних потребують створення нових моделей напружено-деформованого стану (надалі НДС) несучих тримких конструкцій з урахуванням реальної завантаженості. В більшості випадків зовнішні навантаження, діючі на елементи конструкції є нестационарними величинами, отже при розрахунково-аналітичних дослідженнях НДС цей фактор необхідно враховувати.

Класичними методами визначення НДС складних плоских просторово навантажених конструктивних систем дана задача розв'язується зі значними похибками. Тому приймають ряд спрощень, на основі яких розв'язують дві задачі. Перша – визначення зовнішніх силових факторів, друга – визначення внутрішніх силових факторів [1]. Розв'язують такі задачі на ПК з використанням відомих пакетів прикладних програм (ППП) у яких розрахункові моделі побудовано за методом кінцевих елементів (МКЕ) ускладнено неоднозначністю задавання зовнішнього змінного навантаження, що призводить до похибок при визначеннях внутрішніх силових факторів у металоконструкціях.

Переваги застосування МКЕ порівняно з традиційними числовими методами при визначенні НДС несучих машинобудівних металоконструкцій полягають у простоті алгоритмізації, можливості повної автоматизації складання рівнянь з отриманням результатів без будь-яких комбінованих систем [1].

Об'єкт дослідження – процеси навантаженості несучих металоконструкцій с/г машин. При складанні розрахункової моделі навантаженості несучої рами причіпного розкидача добрив ПРТ-10 аналітичним шляхом досліджуються вісім симетрично розташованих відносно поздовжньої осі замкнутих контурів. Для оптимізації аналітичних обчислень за об'ємом досліджень, конструкцію рами ПРТ-10 розбиваємо на три частини. Сумарне зовнішнє навантаження  $Q_0$ , що діє на конструкцію рами, включає вагу добрив  $Q_D=100000H$  та власну вагу металоконструкції з механізмами  $Q_M=35000H$ :

$$Q_0 = \int_0^B q_{11}(x)dx + \int_0^A q_{21}(x)dx + \int_0^A q_{31}(x)dx + \int_0^B q_{12}(x)dx + \int_0^A q_{22}(x)dx + \int_0^B q_{31}(x)dx + \int_0^B q_{32}(x)dx + \int_0^B q_{13}(x)dx = 135000H, \quad (1)$$

де  $q_{ij}(x)$  – функції інтенсивності навантаження на елементах;

$A, B$  – лінії контакту кузова машини з рамною конструкцією.

Для запису функцій згинальних моментів, визначення рівнодійних сил та моментів від довільного навантаження використаємо диференціальні залежності внутрішніх силових факторів при згині.

Розрахунок статичної невизначеності системи проводимо згідно методу мінімуму потенціальної енергії деформації [2].

Система три рази статично невизначена по відношенню до зовнішніх опорних реакцій. Для визначення внутрішніх силових факторів раму умовно розрізаємо на три частини (рис.1). В результаті чого в кожному сумісному поперечному перетині елемента виникають рівні за величиною та протилежні за напрямками внутрішні силові фактори, наприклад  $M_{11}=M_{13(1)}$ ,  $M_{12}=M_{13(2)}$  і т.д.

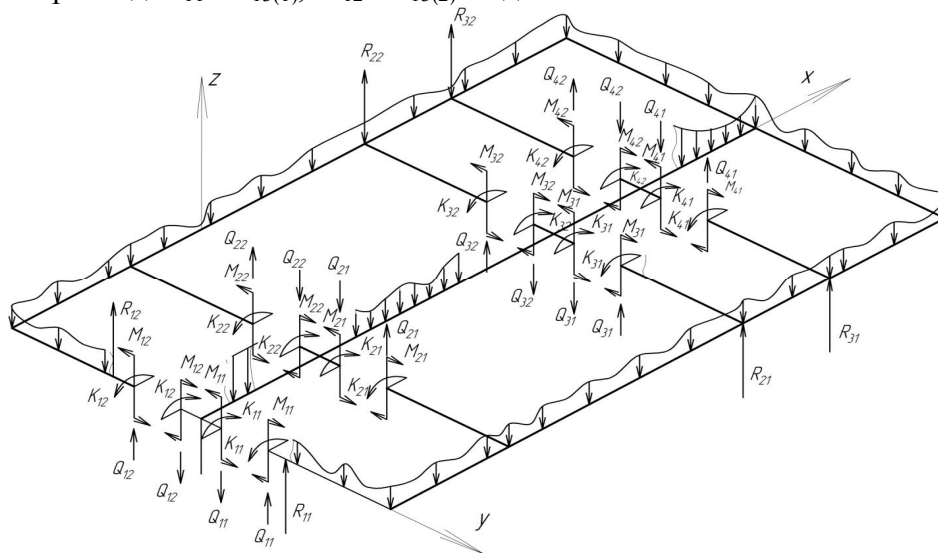


Рисунок 1. Розрахункова схема несучої системи розкидача ПРТ-10

Запис загальних функцій потенціальних енергій деформацій від крутних і згинальних моментів для рами проводимо за виокремленими частинами.

Загальна потенціальна енергія деформації конструкції

$$U = U_1 + U_2 + U_3, \quad (2)$$

де  $U_1, U_2, U_3$  – потенціальні енергії деформацій другої і третьої частини конструктивної системи.

Розрахунок несучої системи розкидача проводимо для встановлених трьох характерних випадків зовнішнього навантаження. В результаті визначено, що небезпечним перетином рамної конструкції є ділянка лонжерона рами до якої кріпиться вісь опорних коліс. Після визначень геометричних характеристик досліджуваного поперечного перетину обчислено максимальні напруження, а також коефіцієнти запасу міцності.

Запропоновано аналітичні залежності для дослідження напруженого стану рамної конструкції причепа ПРТ-10. Завантаження твердих добрив (органічних, неорганічних) необхідно проводити рівномірно по поверхні кузова. Оптимізовано розміри поперечних перетинів елементів рамної конструкції, зменшено металоємкість конструктивної системи.

#### **Перелік посилань**

1. Еременко, С.Ю. Методы конечных элементов в механике деформируемых тел [Текст]/ С.Ю. Еременко. - Харьков: Основа, 1991. - 272 с.
2. Рибак, Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин [Текст]/ Рибак Т.І. – ВАТ. "ТВПК "ЗБРУЧ". – 2003. – 332 с.