



Згідно теореми про найменшу роботу, Кастиліано і синтезу інших властивостей, сформульованих вище, невідомі, що увійшли до (1), визначаються з умов мінімуму потенціальної енергії депланації [2]:

$$\frac{\partial U_{\omega B}}{\partial M_1} = 0; \frac{\partial U_{\omega B}}{\partial Q_1} = 0; \frac{\partial U_{\omega B}}{\partial K_1} = 0; \frac{\partial U_{\omega B}}{\partial B_1} = 0 \quad (2)$$

Кількість лінійних алгебраїчних рівнянь, одержаних на основі (2) співпадає з кількістю невідомих, що входять в (1).

При складанні виразу  $U_{\omega B}$  розглядаємо кожен ділянку рами як балку, навантажену відповідними зовнішніми зусиллями. Умови закріплення балки моделюємо у вигляді однорідних або неоднорідних граничних умов .

Основні співвідношення модифікованого методу [3]. Враховуючи адитивність функції потенціальної енергії деформації, запишемо наступні вирази:

а) без врахування стисненого кручення

$$U = \sum_{(i)} U_M^{(i)} + \sum_{(i)} U_K^{(i)}; \quad (3)$$

б) з врахуванням стисненого кручення

$$U = \sum_{(i)} U_M^{(i)} + \sum_{(i)} U_{\omega\beta}^{(i)}; \quad (4)$$

Тут  $U_M^{(i)}, U_K^{(i)}, U_{\omega\beta}^{(i)}$  - відповідно потенціальна енергія згину, кручення, стисненого кручення, що накопичується і-м елементом рами. Потенціальними енергіями зсуву і розтягу-стиску нехтуємо через їх незначний вплив на розв'язок задачі. Тоді:

$$U_M^{(i)} = \frac{1}{2EI_{I_i}} \int M^2 dl; U_K^{(i)} = \frac{1}{2EI_{K_i}} \int K^2 dl; U_{\omega\beta} = \frac{1}{2EI_{\omega I_i}} \int (B_{\omega} + B)^2 dl; \quad (5)$$

$M, K$  - згинальний і крутний моменти;  $B_{\omega}$  - згинально-крутний бімомент;  $B$  - момент біпари (бімомент);  $EJ_i, GI_{IK}, EJ_{i\omega}$  - відповідно згинальна, крутна і секторіальна жорсткість на і-тій ділянці рами; інтегрування ведеться за довжиною і-ї ділянки.

На осі симетрії розрахункової схеми зробимо умовний переріз, замінивши дію однієї частини рами на другу прикладанням в перерізі заздалегідь невідомими силовими факторами. Внутрішні силові фактори на всіх ділянках рами, а відповідно, і потенціальна енергія системи будуть функціями цих факторів. Невідомі визначаються з умов мінімуму потенціальної енергії деформації (2). При цьому кількість алгебраїчних рівнянь буде рівна кількості невідомих.

Виконання розрахунку без врахування депланації призводить до неточного визначення невідомих силових факторів. Це веде, з одного боку, до збільшення матеріалоемкості, з іншого боку - до передчасного розвитку тріщин в елементах рам і їх руйнування. Зі сказаного вище випливає, що при розрахунку стержневих систем з відкритих профілів необхідно враховувати стиснене кручення стержнів; досить ефективним методом для рішення таких задач є метод мінімуму потенціальної енергії.

### **Література**

1. Тимошенко С. П. Сопротивление материалов - М. : Физматгиз, 1960,- т. 1. 317с.
2. Рибак Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. - Тернопіль: "Збруч", 2002. - с.94-102
3. Рыбак Т. И., Мачуга О.С.. Расчет рам сельхозмашин методом минимума потенциальной энергии с учетом эффекта депланации,- Физ.-хим. Механика материалов, 1984, № 1, с. 97-101