

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН НА ФІЗИЧНИХ МОДЕЛЯХ

Шептун С.Ю. к.т.н., асистент

*Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка
м. Харків, Україна*

Завданням моделювання є вивчення напруженого стану елементів металоконструкції моделі, з метою вишукування раціональної натурної конструкції, яка, перш за все, вимагає вирішення наступних питань:

1. Встановлення основних закономірностей методу (критеріїв подібності, індикаторів подібності і масштабів).

2. Вибір матеріалу, технології та оптимальної точності виготовлення елементів моделей.

3. Методи дослідження напруженого стану металоконструкцій моделей і подальша оцінка міцності натурних конструкцій.

4. Попередня оцінка точності методу і завдання подальших досліджень.

Металоконструкція сільськогосподарських машин це - просторові, статичні невизначувані рами, що складаються з тонкостінних стрижнів відкритого і закритого профілю, і, розглядаючи загальний випадок навантаження тонкостінного стрижня, ми можемо знайти основні закономірності моделювання стрижнем.

Розглянемо загальне диференціальне рівняння пружної лінії стрижня при дії згинального моменту з урахуванням впливу поперечної сили:

$$EJ \frac{d^2 y}{dx^2} = M - \kappa \frac{EJ}{FG} \times \frac{d^2 M}{dx^2}; \quad (1)$$

Пружної лінії стрижня під дією поздовжніх сил:

$$EJ \frac{d^2 y}{dx^2} = -Ny; \quad (2)$$

Пружної лінії закручування тонкостінного стрижня відкритого профілю при впливі крутних моментів

$$EJ_{\omega} \theta^{IV} - GJ_{\kappa} \theta^{III} = m(x) - n'(x)\omega \quad (3)$$

Масштаби всіх вхідних в рівняннях величин:

$$C_M = \frac{M_{\kappa}}{M_{\text{н}}}; C_P = \frac{P_{\text{н}}}{P_{\text{м}}}; C_{\varepsilon} = \frac{E_{\text{н}}}{E_{\text{м}}}; C_G = \frac{G_{\text{н}}}{G_{\text{м}}}; C_{\theta} = \frac{\theta_{\kappa}}{\theta_{\text{н}}}; C_{\omega} = \frac{\omega_{\text{н}}}{\omega_{\text{м}}}; C_J = \frac{J_{\text{н}}}{J_{\text{м}}}; C_{\text{м}} = C_P C_{\varepsilon}; C_q = \frac{C_P}{C_{\varepsilon}};$$
$$C_w = \frac{C_y}{C_{\kappa}}; C_{p\alpha} = \frac{C_{\text{м}}}{C_{\alpha}}; C_i = \frac{C_{\varepsilon} C_J}{C_{\varepsilon}}.$$

з рівнянь (1),(2),(3) після групування масштабів отримуємо наступні індикатори подібності:

$$\frac{C_Q C_J C_Y}{C_X^2 C_M} = 1; \quad (4)$$

$$\frac{C_E C_J C_Y}{C_X^2 C_N} = 1; \quad (5)$$

$$\frac{C_M C_e^3}{C_E C_{J\omega} C_\theta} = 1; \quad (6)$$

$$\frac{C_K C_\omega C_e^2}{C_E C_{J\omega} C_\theta} = 1, \quad (7)$$

$$\frac{C_K C_\omega C_e^2}{C_E C_{J\omega} C_\theta} = 1 \quad (8)$$

При докладному розгляді індикатора (4) отримуємо:

$$\frac{C_E C_J}{C_e^2 C_p} = 1; C_p = \frac{C_E C_J}{C_e^2}, C_M = \frac{C_E C_J}{C_e}; C_Y = \frac{C_E C_J}{C_e^3}; C_\sigma = \frac{C_p C_e C_\alpha}{C_J} = \frac{C_E C_e}{C_e} = C_K; C_\sigma = C_t,$$

тобто подібності профілю перетину можна не дотримуватися. Рівняння (2) також дає $C_\sigma = C_e$ тобто подібності профілю можна також не дотримуватися.

Спільний розгляд рівнянь (2) і (5) дає індикатор подібності:

$$\frac{C_M C_F C_Z}{C_N C_J} = \frac{C_e C_F C_Z}{C_J} = 1, \quad (9)$$

проте $\frac{J}{F} = r^2$,

отже:

$$C_e C_l = I \quad (10)$$

При одночасній дії поздовжніх і поперечних сил в двох площинах $C_{J_y} = C_{J_z}$ тонкостінні стрижні вимагають повної геометричної подібності профілю перетинів.

Остаточні вирази для масштабів приймають вигляд:

$$C_F = C_e C_\delta, C_P = C_E C_e C_\delta; C_J = C_e^3 C_\delta; C_Y = C_L = C_n; C_\sigma = \frac{C_P}{C_F} = C_Z$$

З виразів (3), (6), (7), (8) і (10) отримуємо:

$$C_\omega = C_e^2; C_{J\omega} = C_e C_\delta; C_{JK} = C_e C_\delta^3; C_\theta = 1.$$

$\frac{C_\delta^2}{C_e^2 C_{1+\mu}} = 1$. C_δ^2 має дорівнювати C_e^2 тобто, $C_e = C_n = C_\delta$ і необхідна повна геометрична подоба профілю перетину.

Найбільш прийнятним матеріалом для виготовлення моделей тонкостінних елементів в цьому випадку є холоднокатана тонколистова сталь. Цей матеріал дешевий, має потрібну чистоту поверхні, достатню точність по товщині і забезпечує ідентичність μ і E для природи і моделі.

Обраний матеріал визначив технологію виготовлення елементів. Моделі тонкостінних елементів відкритого профілю виготовляються гнучкою. Моделі

тонкостінних елементів замкнутого профілю - з'єднанням за допомогою газового зварювання декількох елементів відкритого профілю. Технологія закладає у виготовлення елементів дві помилки: систематичну - неповну геометричну подоби гнутого модельного прокатного натурального профілю (куточки, швелери) і випадкову - похибки виготовлення. Систематична помилка може бути врахована заздалегідь і відповідними прийомами зменшена. Розрахунками була орієнтовно оцінена точність виготовлення елементів, а численними порівняльними випробуваннями натурних і модельних елементів встановлена величина сумарної реальної похибки.

При п'ятому класі точності виготовлення елементів сумарна похибка не перевищує $\pm 10\%$.

Показники жорсткості, міцності і витривалості різного виду з'єднань залежить від співвідношень основних розмірів.

Для з'єднань силовими точками умови подібності визначаються наступними співвідношеннями:

$$\left(\frac{t_z}{a}; \frac{\delta_1}{\delta_2}; \frac{\delta_1}{d}; \frac{\bar{\delta}}{\bar{l}} \right),$$

Для з'єднань виконуваних безперервним швом:

$$\left(\frac{\sqrt{\delta_n}}{l}; \frac{\delta_1}{\delta_2} \right)$$

де δ_1 і δ_2 – товщини елементів, що з'єднуються,

d – діаметри болтів,

t_z – відстані між болтами,

$\bar{\delta}, \bar{l}$ - наведені товщина і ширина поверхні контакту,

$\frac{\sqrt{\delta_n}}{l}$ - величина нахлестки.

Всі ці співвідношення виконуються при геометричній подоби конструкцій моделі і натурі, яке є неодмінною умовою подібності в нашому випадку.

Зварні з'єднання в моделях, на наш погляд, слід виконувати електрозварюванням тонким дротом в захисному середовищі вуглекислого газу.

Список літератури

1. Абліков В.А., Дрьомов Г. Г., Северин Ю. Д., Методичні вказівки, Краснодар, КГАУ, 1989.

2. Босий є. с. Теорія, конструкція і розрахунок сільськогосподарських машин. М.: Машиностроение, 1977.