

ОПТИМАЛЬНИЙ РОЗРАХУНОК СКЛАДОВИХ ОБОЛОНОК ОБЕРТАННЯ КУСКОВОЗМІННОЇ ТОВЩИНИ

Оптимальний розрахунок складових оболонок кусковопостійної товщини [2,5] показав, що деякі складові елементи мало напружені і напруження у них зменшуються по меридіану.

Пропонується деякі елементи конструкції або конструкцію в цілому розглядати кусковозмінною товщиною. Товщина h_i ($i=1,2,\dots,s$) елемента задається змінною по меридіану. Серединна поверхня конструкції фіксується, а тому шукається оптимальний розподіл матеріалу за заданою серединною поверхнею.

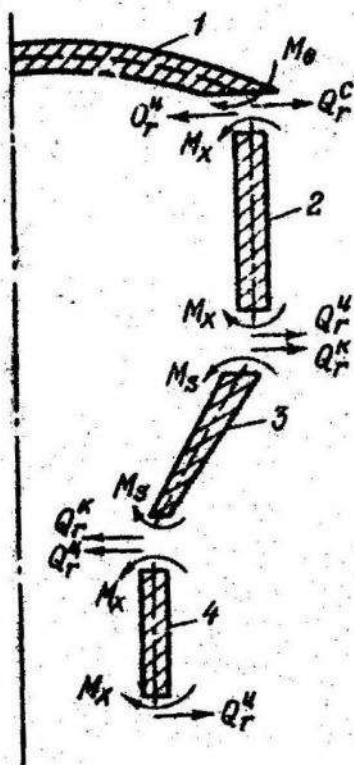
Задача оптимального проектування за вагою на міцність полягає в знаходженні мінімуму ваги конструкції при обмеженнях, що накладаються на напруження і деякі геометричні параметри: знайти вектор $\bar{h}^0$ такий, що

$$\rho(\bar{h}^0) = \min_{\bar{h} \in H} \rho(\bar{h}); \bar{h} \in H = \{\bar{h} | \sigma_k \leq \sigma_k^{max} \in [G]\}, k = \overline{1, p}. \quad /1/$$

Розрахунок пружних конструкцій типу складових оболонок обертання при осесиметричному навантаженні здійснюється за безмоментною теорією з врахуванням крайового ефекту [2,3]. Довільні постійні загального розв'язку визначаються з умов сумісної деформації елементів конструкції та граничних умов. При швидкозмінній товщині елементів треба користуватися уточненими співвідношеннями [4].

Поставлена задача оптимального проектування за допомогою числових методів зводиться до задачі геометричного програмування [2].

Як приклад розглядається скляна конструкція, показана на рисунку, товщини складових елементів якої h_i ($i=1,2,4$ / і $h_3 = \beta s$ / s - координата по твірній від вершини конуса, $\beta = const$ /). Конструкція шарнірно оперта і знаходиться під дією рівномірного зовнішнього тиску інтенсивності q .



При однорідності конструкції мінімум об'єму забезпечує мінімум ваги.

Регульованими параметрами вибираються товщини елементів $h_i (i=1,2,4)$ і параметр β .

Після зведення задачі оптимального проектування [1] до задачі геометричного програмування [1,2] отримуємо таку пряму програму: знайти мінімум

$$P(\bar{h}) \approx c_1 h_1^{a_{11}} h_2^{a_{12}} \beta^{a_{13}} h_4^{a_{14}} \quad /2/$$

при обмеженнях

$$h_i > 0, \quad i=1,2,4; \quad \beta > 0;$$

$$\frac{G_1^{max}}{[G]} \approx c_2 h_1^{a_{21}} h_2^{a_{22}} \beta^{a_{23}} h_4^{a_{24}} \leq 1; \quad \frac{G_2^{max}}{[G]} \approx c_3 h_1^{a_{31}} h_2^{a_{32}} \beta^{a_{33}} h_4^{a_{34}} \leq 1; \quad /3/$$

$$\frac{G_3^{max}}{[G]} \approx c_4 h_1^{a_{41}} h_2^{a_{42}} \beta^{a_{43}} h_4^{a_{44}} \leq 1; \quad h_4 \geq \kappa \beta \quad (\kappa = const). \quad /4/$$

Поставлена задача доведена до числа на М-222 при таких значеннях фіксованих параметрів:

$$F = 2 \pi \text{ м}, \quad R_2 = 19,45 \text{ мм}, \quad l_2 = 20 \text{ мм}, \quad \alpha_k = \pi/6, \quad l_3 = 20 \text{ мм}, \\ l_4 = 20 \text{ мм}, \quad q = 0,01 \text{ кг/мм}^2, \quad \nu = 0,2, \quad E = 6240 \text{ кг/мм}^2, \\ [G]/q = 60, \quad \kappa = 20.$$

Тут E - модуль Юнга; ν - коефіцієнт Пуассона; $[G]$ - допустиме напруження; F - стріла підйому; R_2 - радіус циліндричної оболонки; l_2, l_3, l_4 - відповідні довжини елементів; α_k - кут конусності.

При отриманих оптимальних параметрах $h_1^0 = 145 \text{ мм}$, $h_2^0 = 170 \text{ мм}$, $\beta^0 = 0.0206$, $h_4^0 = 0.44 \text{ мм}$ максимальні напруження відповідно дорівнюють $\sigma_8^{\text{max}}/q = 56$, $\sigma_x^{\text{max}}/q = 59$, $\sigma_y^{\text{max}}/q = 56$.

Розроблені алгоритми і програми можна використати як складові елементи загальної системи комплексної автоматизації процесу розрахунку і оптимального проектування ЕВП.

Список літератури: 1. Д а ф ф и н Р., П и т е р с о н Э., З е н е р К. Геометрическое программирование. М., "Мир", 1972. 2. О щ и п к о Л.И., І в а н к і в К.С., Ю д і н а Т.В. Оптимальний розрахунок деяких елементів електровакуумних приладів. - "Вісник Львів. ун-ту, сер. мех.-мат.", 1977, вип. 12. 3. Прочность. Устойчивость. Колебания. Справочник. Т.1. М., "Машиностроение", 1968. 4. Прочность. Устойчивость. Колебания. Справочник. Т.2. М., "Машиностроение", 1968. 5. Ф л е й ш м а н Н.П., І в а н к і в Е.С., О щ и п к о Л.И. К оптимальному проектуванню составных оболочек ЭВП. - В сб.: Качество, прочность, надежность и технологичность электровакуумных приборов. К., "Наукова думка", 1976.

УДК 516.6:517.944

Я.Г.Савула, канд. фіз.-мат. наук

НОВІ ОРТОГОНАЛЬНІ КРИВОЛІНІЙНІ КООРДИНАТИ

У прикладних задачах математичної фізики і механіки буває зручно визначати положення точки в просторі не трьома декартовими координатами x, y, z , а деякими іншими криволінійними $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$, які більш тісно пов'язані з досліджуванним об'єктом. При цьому, оскільки запис диференціальних виразів дивергенції, градієнта і т.п. є найпростішим в ортогональних системах координат, то вони найбільш вживані.

Побудуємо нову криволінійну систему координат, координатними поверхнями якої є різні поверхні /поверхні Монже/ [3 - 5].