Параметри				Розподіл
a	b	α	β	
I	I	α	I	Експонентний
I	I	$\frac{I}{2}$	$\frac{1}{1}$	Хі – квадрат
I	I	α	N	Ерланга
I	I	α	β	Гама
I	2	α	$\frac{3}{2}$	Максвелла
$\sigma\sqrt{2}$	2	I	I	Релея
a	b	I	I	Вейбула

Таким чином, сім"я /17/ об"єднує багато розподілів, виведених раніше.

Список літератури: I. Разрушение. Т.2. Под.ред. Г.Либовиц. М., Мир, 1975. 2. Weibull, W. A Statistical Distribution Function of Wide Applicability. Journal of Mechanics. 1951, vol. 18, N3. 3. Technometrics, 1969, vol. 11. 4. Technometrics, 1975, vol. 17. 5. Fracture, N.Y. - L.

УДК 539.3

Л.Й.Ощипко, О.А.Миськів

ОПТИМАЛЬНИЙ РОЗРАХУНОК СКЛАДОВИХ ОБОЛОНОК ОБЕРТАННЯ

Розглядаємо задачу оптимального проектування складових оболонок обертання, які є елементами електровакуумних приладів. Мінімум цільової функції /маси конструкції/ шукають на допустимому підпросторі, що визначаються обмеженнями на максимальні розтягуючі напруження та деякі геометричні параметри.

Оптимізується конструкція, що складається зі сферичної оболонки радіуса R_1 і товщини h_1. Сферична оболонка на одному кінці спряжена з циліндричною оболонкою радіуса R_2, товщини h_2 і довжини l_2, а на другому – з циліндричною оболонкою радіуса R_3, товщини h_3 і довжини l_3. Циліндрична оболонка радіуса R_3 закрита круглою пластинкою товщини h_4. Конструкція перебуває під рівномірним зовнішнім тиском q.

Задача оптимального проектування за вагою на міцність зводиться до відшукання мінімуму

$$v/\pi = R_3^2 h_4 + \frac{R_3^2 h_4}{4} + 2 R_3 l_3 h_3 + 2 R_2 l_2 h_2 + 2 (\cos\theta_1 - \cos\theta_2) R_1^2 h_1 \qquad /1/$$

при обмеженнях

$$\sigma_z^{max} \leq [\sigma]; \qquad \sigma_x^{max} \leq [\sigma]; \qquad /2/$$

$$C_5 h_1^{-1} h_4 \leq 1; \quad C_6 h_2^{-1} h_3 \leq 1; \qquad /3/$$

$$\sigma_\theta^{max} \leq [\sigma]; \quad C_6 h_2^{-1} h_3 \leq 1. \qquad /3'/$$

Регульованими параметрами вибирають товщини елементів конструкції.

Розрахунок конструкції і визначення максимальних розтягуючих напружень проводять аналогічно [3].

Задача оптимального проектування /1/–/3/ /1/–/3'/ методом апроксимації функцій одночленними позіномами за допомогою числових методів [3] зводиться до такої задачі геометричного програмування[1]:

знайти мінімум

$$g_0(\bar{h}) = C_2\, h_1^{b_{22}}\, h_2^{b_{32}}\, h_3^{b_{42}}\, h_4^{b_{52}} \qquad /4/$$

при вимушених обмеженнях

$$g_1(\bar{h}) = \frac{\sigma_T^{max}}{[\sigma]} \approx C_3\, h_1^{b_{23}}\, h_2^{b_{33}}\, h_3^{b_{43}}\, h_4^{b_{53}} \;;$$

$$g_2(\bar{h}) = \frac{\sigma_x^{max}}{[\sigma]} \approx C_4\, h_1^{b_{24}}\, h_2^{b_{34}}\, h_3^{b_{44}}\, h_4^{b_{54}} \;; \qquad /5/$$

$$g_3(\bar{h}) = C_5\, h_1^{-1}\, h_4 \le 1 \;;$$

$$g_4(\bar{h}) = C_6\, h_2^{-1}\, h_3 \le 1 ; \qquad /6/$$

$$g_3(\bar{h}) = \frac{\sigma_\theta^{max}}{[\sigma]} \approx C_3'\, h_1^{b_{25}}\, h_2^{b_{35}}\, h_3^{b_{45}}\, h_4^{b_{55}} \le 1 ;$$

$$g_4(\bar{h}) = C_6\, h_2^{-1}\, h_3 \le 1 \qquad /6'/$$

і натуральних

$$h_i > 0 \qquad i = 1, 2, 3, 4. \qquad /7/$$

Ступінь важкості задач /4/–/7/ дорівнює нулеві.

Складена програма на алгоритмічній мові АЛГОЛ–60 стосовно транслятора ТА–1М, яка здійснює апроксимацію вихідних функцій одночленними позіномами, визначає оптимальні товщини та проводить розрахунок конструкції. Для уточнення отриманого розв"язку задачі /4/–/7/ використовується ітераційний процес [2].

Програма реалізована при таких значеннях фіксованих параметрів:

$$q = 0{,}01\, кг/мм^2 ;\; E = 6240\, кг/мм^2 ;\; [\sigma] = 0{,}9\, кг/мм^2 ;\; \nu = 0{,}2 ;$$

$$l_2 = l_3 = 25\, мм ;\; R_2 = 40\, мм ;\; R_1 = 100\, мм ;\; R_3 = \frac{\sqrt{3}}{2} R_1 ;$$

$$C_5 = 0{,}5 ;\; C_6 = 0{,}25 ;\; \theta_2 = \pi - arc\sin(R_2/R_1) ;\; \theta_1 = \pi/2 + \pi/6 .$$

У задачах /4/–/6/, /7/ і /4/–/6'/, /7/ отримано оптимальні товщини:

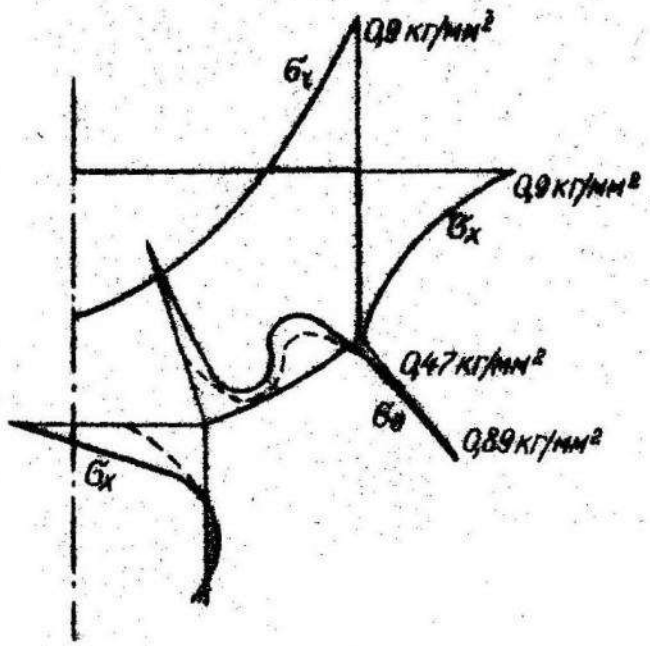
$$h_1 = 3{,}54\,мм;\ h_2 = 1{,}77\,мм;\ h_3 = 7{,}09\,мм;\ h_4 = 7{,}08\,мм;$$

$$h_1 = 1{,}97\,мм;\ h_2 = 1{,}76\,мм;\ h_3 = 7{,}04\,мм;\ h_4 = 7{,}01\,мм.$$

Значення максимальних розтягуючих напружень, що виникають у точках спряження циліндричної оболонки з пластинкою і зі сферичною оболонкою, відповідно такі:

$$\sigma_t^{max} = 0{,}89\,кГ/мм^2;\ \sigma_x^{max} = 0{,}89\,кГ/мм^2;\ \sigma_\theta^{max} = 0{,}47\,кГ/мм^2;$$

$$\sigma_t^{max} = 0{,}90\,кГ/мм^2;\ \sigma_x^{max} = 0{,}90\,кГ/мм^2;\ \sigma_\theta^{max} = 0{,}89\,кГ/мм^2.$$



Результати пружних розрахунків конструкції графічно зображені на рисунку /пунктир відповідає оптимальним товщинам при обмеженнях /2/–/3//.

При обмеженнях /2/–/3/ об"єм конструкції зменшився на 33%.

Список літератури: 1. Даффин Р., Питерсон Э., Зенер К. Геометрическое программирование. М., Мир, 1972. 2. Зенер К. Геометрическое программирование и техническое проектирование. М., Мир, 1973. 3. Ощипко Л.Й., Іванків К.С., Юдіна Т.В. Оптимальний розрахунок деяких елементів електровакуумних приладів. - Вісник Львів.ун-ту, серія мех.-мат, вип.12, 1977.

УДК 539.3

В.М.Вовк

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДО РОЗРАХУНКУ ПРОСТОРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ОСНОВІ ТРИВИМІРНОЇ ТЕОРІЇ ПРУЖНОСТІ

Аналіз напружено-деформованого стану просторових конструкцій, що перебувають під дією зовнішньої сили, проводиться на основі співвідношень тривимірної теорії пружності методом скінченних елементів.

Основні співвідношення методу скінченних елементів [4] будуються на основі узагальненого функціоналу Лагранжа

$$F(u) = \frac{1}{2}\int_{\Omega} W(u)\,d\Omega - \int_{S} u t^{\nu} ds. \qquad /1/$$

де Ω просторова область, яку займає тіло; S - частина границі області Ω, на якій задано поверхневе навантаження з вектором напружень t^{ν}, що діє по зовнішній нормалі ν до поверхні S; $W(u)$ - пружний потенціал; u - вектор переміщень.

Область Ω зображається у вигляді суми скінченних елементів - криволінійних шестигранників з 8-ма /елемент першого порядку/ або 20-ма вузлами /елемент другого порядку/ [2]. Для побудови інтерполяційних