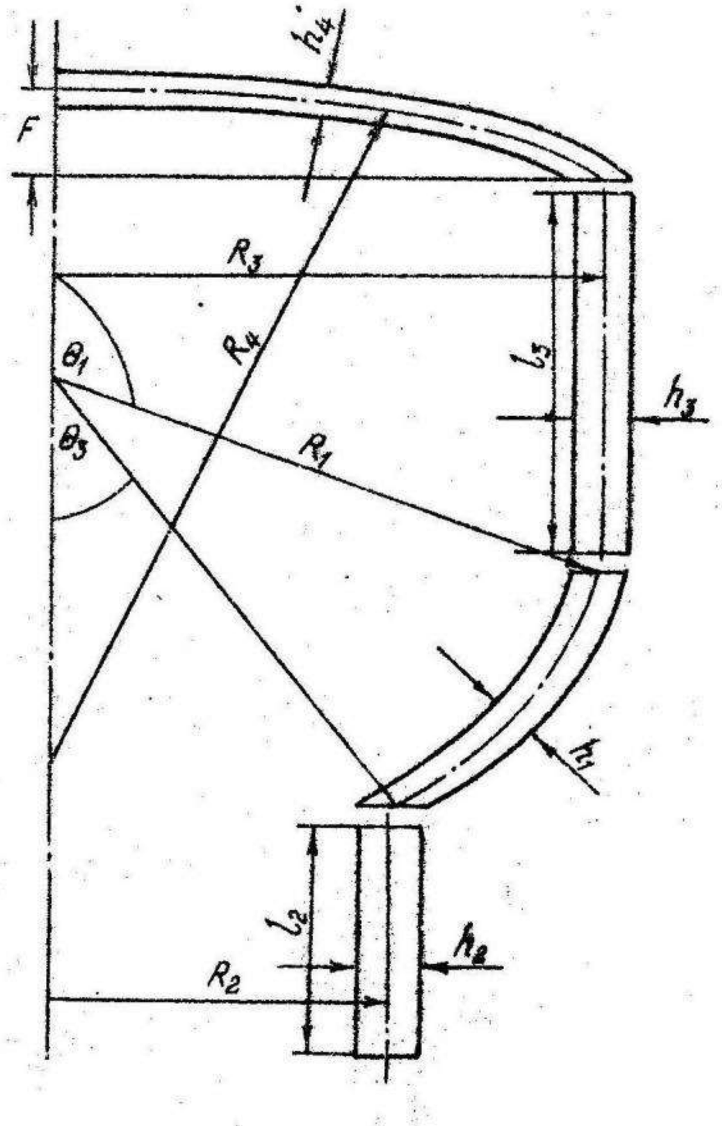
Список літератури: І. К в і т І.Д. Зворотна формула для відбиття. - Вісн. Львів.ун-ту, сер.мех.-мат., 1978, вип.13.

УДК 539.3

Л.Й.Ощипко

ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДОВИХ ОБОЛОНОК ЕЛЕКТРОВАКУУМНИХ ПРИЛАДІВ

Розглядаємо задачу мінімізації по вазі на міцність конструкції, що складається з чотирьох спряжених між собою оболонок обертання: двох сферичних і двох циліндричних /див.рисунок/. Конструкція знаходиться під рівномірним зовнішнім тиском $q=const$. Мінімум ваги /об"єму/ шукається при обмеженнях, що накладені на максимальні розтягуючі напруження і деякі геометричні параметри.



Отже, задача оптимального проектування по вазі /об"єму/ на міцність формулюється так:

знайти мінімум

$$V/\pi = 2(\cos\theta_1 + \cos\theta_3) R_1^2 h_1 + 2 R_2 \ell_2 h_2 + 2 R_3 \ell_3 h_3 + 2 R_4 F h_4 + h_4^3/6 \qquad /1/$$

при обмеженнях

$$\sigma_r^{max} \leq [\sigma]; \quad \sigma_x^{max} \leq [\sigma];$$
$$\sigma_\theta^{max} \leq [\sigma]; \quad \alpha h_2 \geq h_3; \qquad /2/$$

$$h_i > 0; \quad i = 1,2,3,4, \qquad /3/$$

де $\sigma_r, \sigma_x, \sigma_\theta$ – згинні напруження на зовнішній поверхні конструкції відповідно у сферичній оболонці товщини h_4, циліндричній оболонці товщини h_3 і сферичній оболонці товщини h_1; $[\sigma]$ – допустиме напруження.

За регульовані параметри обираються товщини оболонок h_1, h_2, h_3 і h_4.

Апроксимуючи функції одночленними позіномами [3], отримуємо таку задачу геометричного програмування [1]:

мінімізувати

$$g_0(\bar{h}) \approx V/\pi \approx C_0 h_1^{b_{22}} h_2^{b_{32}} h_3^{b_{42}} h_4^{b_{52}} \qquad /4/$$

при обмеженнях

$$g_1(\bar{h}) \approx \sigma_r^{max}/[\sigma] = C_1 h_1^{b_{23}} h_2^{b_{33}} h_3^{b_{43}} h_4^{b_{53}} \leq 1;$$
$$g_2(\bar{h}) \approx \sigma_x^{max}/[\sigma] = C_2 h_1^{b_{24}} h_2^{b_{34}} h_3^{b_{44}} h_4^{b_{54}} \leq 1; \qquad /5/$$
$$g_3(\bar{h}) \approx \sigma_\theta^{max}/[\sigma] = C_3 h_1^{b_{25}} h_2^{b_{35}} h_3^{b_{45}} h_4^{b_{55}} \leq 1;$$
$$g_4(\bar{h}) = C_4 h_2^{-1} h_3 \leq 1; \qquad /6/$$
$$h_i > 0; \quad i = 1,2,3,4;$$

де

$$b_{jk}=\left(h_{j-1}\frac{\partial g_{k-2}(\bar h)}{\partial h_{j-1}}\Big/g_{k-2}(\bar h)\right)_{\bar h=\bar h^*};$$

$$C_{k-2}=\left(g_{k-2}(\bar h)\Big/\Big(\prod_{j=2}^{5}h_{j-1}^{b_{jk}}\cdot[\sigma]\Big)\right)_{\bar h=\bar h^*};\quad j,k=2,3,4,5.$$

Ступінь важкості задачі /4/ – /6/ дорівнює нулеві.

Складена програма на алгоритмічній мові Алгол-60, що визначає точки, у яких виникають максимальні напруження, апроксимує функції одночленними позіномами, визначає оптимальні товщини і розподіл напружень в оптимальній конструкції. Для уточнення одержаного розв"язку використовували ітераційний процес [2].

Програма реалізована при таких значеннях фіксованих параметрів:

$$q=0{,}01\,кГ/мм^2;\ E=6240\,кГ/мм^2;\ [\sigma]=0{,}9\,кГ/мм^2;\ \nu=0{,}2;$$
$$R_1=100\,мм;\ R_2=40\,мм;\ R_3=\frac{\sqrt3}{2}R_1;\ R_4=(R_3^2+F^2)/2F;$$
$$\ell_2=25\,мм;\ C_4=0{,}25;\ \theta_1=\frac{2}{3}\pi;\ \theta_3=\arcsin(R_2/R_1).$$

Оптимальні товщини і об"єм конструкції:

$$\left.\begin{array}{l}\ell_3=25\,мм\\F=2\,мм\end{array}\right\}\ \begin{array}{l}h_1=5{,}74\,мм;\ h_2=2{,}74\,мм;\ h_3=9{,}88\,мм;\ h_4=6{,}17\,мм;\\ \quad v/\pi=0{,}14\cdot10^6\,мм^3;\end{array}$$

$$\left.\begin{array}{l}\ell_3=25\,мм\\F=10\,мм\end{array}\right\}\ \begin{array}{l}h_1=0{,}54\,мм;\ h_2=1{,}28\,мм;\ h_3=5{,}12\,мм;\ h_4=4{,}40\,мм;\\ \quad v/\pi=0{,}63\cdot10^5\,мм^3;\end{array}$$

$$\left.\begin{array}{l}\ell_3=10\,мм\\F=2\,мм\end{array}\right\}\ \begin{array}{l}h_1=9{,}52\,мм;\ h_2=2{,}50\,мм;\ h_3=9{,}98\,мм;\ h_4=6{,}31\,мм;\\ \quad v/\pi=0{,}15\cdot10^6\,мм^3;\end{array}$$

$$\left.\begin{array}{l}\ell_3=10\,мм\\F=10\,мм\end{array}\right\}\ \begin{array}{l}h_1=3{,}07\,мм;\ h_2=1{,}31\,мм;\ h_3=5{,}24\,мм;\ h_4=4{,}52\,мм;\\ \quad v/\pi=0{,}72\cdot10^5\,мм^3.\end{array}$$

У конструкції, циліндрична оболонка якої спряжена зі сферичною оболонкою, оптимальні товщини і об"єм конструкції значно більші, ніж у конструкції, циліндрична оболонка якої товщини h_3 спряжена з пластинкою [4].

Як і слід було чекати, оптимальні товщини оболонок і об"єм конструкції зменшуються зі збільшенням стріли підйому.

Список літератури: I. Даффин Р., Питерсон Э., Зенер К. Геометрическое программирование. - М.: Мир, I972. 2. Зенер К. Геометрическое программирование и техническое проектирование. - М.: Мир, I973. 4. Ощипко Л.Й., Іванків К.С., Юдіна Т.В. Оптимальний розрахунок деяких елементів електровакуумних приладів. - Вісн.Львів.ун-ту, сер. мех.-мат., I977, вип.I2. 4. Ощипко Л.Й., Миськів О.А. Оптимальний розрахунок складових оболонок обертання. - Вісн. Львів.ун-ту, сер. мех.-мат., I979, вип. I4.

УДК 5I7.958:68I.3.057

Г.А.Шинкаренко, С.С.Григорян, І.І.Дияк

ЧИСЕЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНОГО КОНВЕКТИВНОГО ОСЕСИМЕТРИЧНОГО ТЕПЛООБМІНУ МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Процес нестаціонарного конвективного осесиметричного теплообміну при відсутності внутрішніх джерел тепла описується рівнянням

$$\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(\lambda r\frac{\partial u}{\partial r}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(\lambda\frac{\partial u}{\partial z}\right)=c\frac{\partial u}{\partial t}, \quad (r,z)\in\Omega \qquad /I/$$

з крайовою і початковою умовами

$$-\lambda\frac{\partial u}{\partial \nu}=\alpha(u-f), \quad (r,z)\in\Gamma, \qquad /2/$$

$$u(r,z,0)=u_0(r,z), (r,z)\in\Omega . \qquad /3/$$

де Ω - меридіанний перетин тіла, віднесений до циліндричної системи координат; Γ - границя області Ω; λ, α, c - відповідно коефіцієнти теплопровідності, тепловіддачі і теплоємності; f, u_0 - відомі значення температури навколишнього середовища і початкового розподілу температури; ν - напрям зовнішньої нормалі до контуру Γ.

Варіаційна постановка задачі /I/-/3/ формулюється так [2] : знайти таку функцію $u\in W_2^1(\Omega)$, яка задовольняє варіаційне рівняння

$$(c\dot{u},v)+a(u,v)=[f,v] \qquad \forall v\in W_2^1(\Omega) \qquad /4/$$

і початкову умову /3/. Тут використано наступні позначення: