

ỔN ĐỊNH CỦA VỎ TRỤ ĐỒNG THỜI BỊ NÉN DỌC ĐƯỜNG SINH VÀ ÁP LỰC NGOÀI THEO QUỸ ĐẠO PHỨC TẠP

ĐÀO VĂN DŨNG

Theo hướng nghiên cứu đã chỉ ra trong [1, 2, 3, 4], bài này xét sự ổn định của vỏ trụ đàn - dẻo đồng thời bị nén dọc đường sinh và áp lực ngoài theo quỹ đạo phức tạp, xây dựng phương pháp xác định lực tới hạn và chỉ ra ảnh hưởng của quá trình đặt tải phức tạp tới sự ổn định của vỏ qua một ví dụ bằng số.

1. BÀI TOÁN ỔN ĐỊNH

Xét vỏ trụ bán kính R , độ dày h , chiều dài L , chịu quá trình đặt tải phức tạp: nén dọc theo đường sinh bởi lực có cường độ $p(t)$ và áp lực ngoài với cường độ $q(t)$. Vật liệu là không nén được và không xét đến sự xuất hiện miền cắt tải trong vật thể. Chọn hệ trục tọa độ trụ sao cho trục x nằm dọc đường sinh, trục z hướng theo pháp tuyến của vỏ, trục y theo hướng tiếp tuyến vòng. Giả thiết vỏ trụ tựa bản lề tại $x = 0, x = L$.

a) Quá trình trước khi vòng

Các thành phần trước khi vòng có dạng

$$\begin{aligned} \sigma_{xx} &= -p(t); & \sigma_{yy} &= -q(t) \frac{R}{h} \equiv -q(t); & \sigma_{xy} &= 0 \\ \sigma_u &= (p^2 - pq + q^2)^{1/2} \end{aligned} \quad (1.1)$$

Các thành phần tốc độ biến dạng tương ứng được xác định theo lý thuyết quá trình biến dạng đàn - dẻo như sau:

$$\begin{aligned} \dot{\epsilon}_{xx} &= \frac{1}{N} \left(-\dot{p} + \frac{1}{2}\dot{q} \right) - \left(\frac{1}{\phi'} - \frac{1}{N} \right) \left(p\dot{p} + q\dot{q} - \frac{1}{2}p\dot{q} - \frac{1}{2}\dot{p}q \right) \cdot \frac{(p - \frac{1}{2}q)}{p^2 - pq + q^2} \\ \dot{\epsilon}_{yy} &= \frac{1}{N} \left(\frac{1}{2}\dot{p} - \dot{q} \right) - \left(\frac{1}{\phi'} - \frac{1}{N} \right) \left(p\dot{p} + q\dot{q} - \frac{1}{2}\dot{q} - \frac{1}{2}\dot{p}q \right) \cdot \frac{(q - \frac{1}{2}p)}{p^2 - pq + q^2} \\ \dot{\epsilon}_{xy} &= 0 \end{aligned} \quad (1.2)$$

trong đó $\phi' = \phi'(s)$; $N(s, \sigma_u) = \sigma_u k(s)$

Phương trình xác định độ dài cung của quỹ đạo biến dạng như sau:

$$\frac{ds}{dt} = \frac{2}{\sqrt{3}} \left(\dot{\epsilon}_{xx}^2 + \dot{\epsilon}_{xx}\dot{\epsilon}_{yy} + \dot{\epsilon}_{yy}^2 \right)^{1/2} \equiv F(s, t) \quad (1.3)$$

b) Quá trình sau khi vồng

Giả thiết rằng các lực ngoài phụ thuộc bất kỳ vào tham số tải t . Tại thời điểm t^* vỏ bị vồng, tức là xuất hiện dạng cân bằng lân cận. Khi đó hệ phương trình ổn định đàn - dẻo của vỏ có dạng

$$\begin{aligned} & \alpha_1 \frac{\partial^4 \delta w}{\partial x^4} + \alpha_3 \frac{\partial^4 \delta w}{\partial x^2 \partial y^2} + \alpha_5 \frac{\partial^4 \delta w}{\partial y^4} + \\ & + \frac{9}{h^2 N(s, \sigma_u)} \left(p \frac{\partial^2 \delta w}{\partial x^2} + q \frac{\partial^2 \delta w}{\partial y^2} - \frac{1}{R} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} \right) = 0 \end{aligned} \quad (1.4)$$

$$\beta_1 \frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^4} + \beta_3 \frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^2 \partial y^2} + \beta_5 \frac{\partial^4 \varphi}{\partial y^4} + \frac{N(s, \sigma_u)}{R} \frac{\partial^2 \delta w}{\partial x^2} = 0 \quad (1.5)$$

trong đó

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 1 - \frac{3}{4} \left(1 - \frac{\phi'}{N} \right) \frac{p^2}{p^2 - pq + q^2}, & \beta_1 &= 1 + \frac{1}{4} \left(\frac{N}{\phi'} - 1 \right) \frac{(2q - p)^2}{p^2 - pq + q^2} \\ \alpha_3 &= 2 - \frac{3}{2} \left(1 - \frac{\phi'}{N} \right) \frac{pq}{p^2 - pq + q^2}, & \beta_3 &= 2 + \frac{1}{2} \left(\frac{N}{\phi'} - 1 \right) \frac{(2p - q)(2q - p)}{p^2 - pq + q^2} \\ \alpha_5 &= 1 - \frac{3}{4} \left(1 - \frac{\phi'}{N} \right) \frac{q^2}{p^2 - pq + q^2}, & \beta_5 &= 1 + \frac{1}{4} \left(\frac{N}{\phi'} - 1 \right) \frac{(2p - q)^2}{p^2 - pq + q^2} \end{aligned} \quad (1.6)$$

Giải bài toán ổn định quy về nghiên cứu đồng thời hệ 3 phương trình (1.3), (1.4), (1.5) cùng với các điều kiện biên đã cho.

2. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Tìm nghiệm δw dưới dạng $\delta w = A \sin \left(\frac{m\pi x}{L} + \frac{ny}{R} \right)$ trong đó m và n là các số nửa sóng theo hướng trục và hướng vòng của trụ. Dễ thấy rằng cách tìm nghiệm như vậy thỏa mãn điều kiện biên tựa bản lề theo nghĩa trung bình tích phân. Thay δw vào (1.5) thu được phương trình xác định φ . Nghiệm riêng của phương trình này là

$$\varphi = B \sin \left(\frac{m\pi x}{L} + \frac{ny}{R} \right)$$

trong đó

$$B = A \frac{N(s, \sigma_u)}{R} \left[\beta_1 \left(\frac{m\pi}{L} \right)^2 + \beta_3 \left(\frac{n}{R} \right)^2 + \beta_5 \left(\frac{L}{m\pi} \right)^2 \left(\frac{n}{R} \right)^4 \right]^{-1}$$

Thay δw và φ vào (1.4) và từ điều kiện không tầm thường của nghiệm, tức là $A \neq 0$ (kéo theo $B \neq 0$), nhận được hệ thức xác định lực tới hạn của vỏ trụ.

$$\begin{aligned} \left(\frac{m\pi}{L} \right)^2 p + \left(\frac{n}{R} \right)^2 q &= N(s, \sigma_u) \left\{ \frac{h^2}{9} \left[\alpha_1 \left(\frac{m\pi}{L} \right)^4 + \alpha_3 \left(\frac{m\pi}{L} \right)^2 \left(\frac{n}{R} \right)^2 + \right. \right. \\ & \left. \left. + \alpha_5 \left(\frac{n}{R} \right)^4 \right] + \left(\frac{m\pi}{L} \right)^2 \left[\beta_1 \left(\frac{m\pi R}{L} \right)^2 + \beta_3 n^2 + \beta_5 \left(\frac{Ln^2}{m\pi R} \right)^2 \right]^{-1} \right\} \end{aligned} \quad (2.1)$$

Đặt $i = \frac{3R}{h}$; $\theta = \left(\frac{m\pi R}{nL}\right)^2$; $\psi = n^2$, khi đó (2.1) đưa về dạng

$$i^2 = \frac{N\psi^2\left(\alpha_1\theta + \alpha_3 + \frac{\alpha_5}{\theta}\right)\left(\beta_1\theta + \beta_3 + \frac{\beta_5}{\theta}\right)}{\left(p + \frac{q}{\theta}\right)\left(\beta_1\theta + \beta_3 + \frac{\beta_5}{\theta}\right)\psi - N} \quad (2.2)$$

Sau khi cực tiểu hóa i^2 theo θ và ψ ta tìm được hệ thức xác định lực tới hạn như sau [2]:

$$i = \frac{2N(s, \sigma_u)}{p + \frac{q}{\theta}} \left(\frac{\alpha_1\theta + \alpha_3 + \frac{\alpha_5}{\theta}}{\beta_1\theta + \beta_3 + \frac{\beta_5}{\theta}} \right)^{1/2} \quad (2.3)$$

trong đó θ và ψ được xác định bởi

$$\psi = \frac{2N(s, \sigma_u)}{\left(p + \frac{q}{\theta}\right)\left(\beta_1\theta + \beta_3 + \frac{\beta_5}{\theta}\right)};$$

$$\begin{aligned} & \left(\alpha_1 - \frac{\alpha_5}{\theta^2}\right)\left(\beta_1\theta + \beta_3 + \frac{\beta_5}{\theta}\right) - \left(\beta_1 - \frac{\beta_5}{\theta^2}\right)\left(\alpha_1\theta + \alpha_3 + \frac{\alpha_5}{\theta}\right) + \\ & + \frac{2q}{\theta^2\left(p + \frac{q}{\theta}\right)}\left(\alpha_1\theta + \alpha_3 + \frac{\alpha_5}{\theta}\right)\left(\beta_1\theta + \beta_3 + \frac{\beta_5}{\theta}\right) = 0; \end{aligned}$$

Hệ thức (2.3) bao quát các trường hợp đã xét trong [3, 4, 6].

Các trường hợp riêng

a) Vỏ có độ dài trung bình

Theo [6], ta có $m = 1$, $\theta^2 \ll 1$ và

$$i^2 = \frac{N(s, \sigma_u)\alpha_5\beta_5n^8}{p\left(\frac{\pi R}{L}\right)^2\beta_5n^4 + q\beta_5n^6 - N(s, \sigma_u)\left(\frac{\pi R}{L}\right)^4}$$

Công thức gần đúng xác định lực tới hạn có dạng

$$\begin{aligned} i &= 2N(s, \sigma_u) \cdot \sqrt[4]{\left[1 - \frac{3}{4}\left(1 - \frac{\phi'}{N}\right)\frac{q^2}{p^2 - pq + q^2}\right]^3} \cdot \left(\frac{\pi R}{L}\right) \cdot \\ & \cdot \left\{ p\left(\frac{\pi R}{L}\right) \sqrt[4]{1 - \frac{3}{4}\left(1 - \frac{\phi'}{N}\right)\frac{q^2}{p^2 - pq + q^2}} \sqrt[4]{1 + \frac{1}{4}\left(\frac{N}{\phi'} - 1\right)\frac{(2p - q)^2}{p^2 - pq - q^2}} + \right. \\ & \left. + \sqrt{\frac{3R}{h}} \cdot q \cdot \sqrt[4]{1 + \frac{1}{4}\left(\frac{N}{\phi'} - 1\right)\frac{(2p - q)^2}{p^2 - pq + q^2}} \right\}^{-1} \quad (2.4) \end{aligned}$$

Nhận xét: Nếu $q = 0$ từ (2.4) suy ra công thức đã có trong [1], nếu $p = 0$ công thức sai khác với công thức trong [4] một hằng số nhân bằng 0,85.

b) Vỏ dài. Khi đó $\theta \ll 1$, ta có [2]

$$i = \frac{2N(s, \sigma_u)}{p} \left\{ \frac{1 - \frac{3}{4}\left(1 - \frac{\phi'}{N}\right)\frac{q^2}{p^2 - pq + q^2}}{1 + \frac{1}{4}\left(\frac{N}{\phi'} - 1\right)\frac{(2p - q)^2}{p^2 - pq + q^2} + 4\frac{qN(s, \sigma_u)}{p^2}} \right\}^{1/2} \quad (2.5)$$

3. PHƯƠNG PHÁP SỐ XÁC ĐỊNH LỰC TỚI HẠN

Việc xác định lực tới hạn trong trường hợp đặt tải phức tạp được thực hiện theo phương pháp tham số tải. Để minh họa, giả thiết cho quy luật đặt tải phức tạp dưới dạng

$$q = q_0 + q_1 t; \quad p = \frac{(q_0 + q_1 t)^2}{q_{00}} \quad (3.1)$$

Với q_0, q_1, q_{00} là các hằng số đã biết có thứ nguyên lực. Thay quy luật (3.1) vào các hệ thức (1.1), (1.2) tìm được $\sigma_u(t), \epsilon_{ij}(t)$; phương trình (1.3) xác định $s \equiv s(t)$. Hệ thức xác định lực tới hạn cho vỏ dài dẫn về

$$i = \frac{2q_{00}N(s(t), \sigma_u(t))}{(q_0 + q_1 t)^2} \left[1 - \frac{3}{4} \left(1 - \frac{\phi'(s(t))}{N(s(t), \sigma_u(t))} \right) \cdot \left(\frac{(q_0 + q_1 t)^2}{\sigma_u^2(t)} \right)^{1/2} \cdot \left\{ 1 + \frac{1}{4} \left(\frac{N(s(t), \sigma_u(t))}{\phi'(s(t))} - 1 \right) \cdot \left[\frac{2(q_0 + q_1 t)^2}{q_{00}} - (q_0 + q_1 t) \right]^2 \sigma_u^{-2}(t) + 4N(s(t), \sigma_u(t))q_{00}^2(q_0 + q_1 t)^{-3} \right\}^{-1/2} \right] \quad (3.2)$$

trong đó

$$\sigma_u(t) = \left[\frac{(q_0 + q_1 t)^4}{q_{00}^2} - \frac{(q_0 + q_1 t)^3}{q_{00}} + (q_0 + q_1 t)^2 \right]^{1/2}$$

Việc xác định độ dài cung của quỹ đạo biến dạng $s \equiv s(t)$ từ phương trình (1.3) được thực hiện theo phương pháp Euler hoặc Runge-Kutta. Chẳng hạn theo phương pháp Euler.

$$s(t_{n+1}) = s(t_n) + \tau F(t_n, s(t_n)) \quad (3.3)$$

trong đó $\tau = t_{n+1} - t_n$.

Như vậy dựa vào các hệ thức (3.2), (3.3) ta có thể xác định được giá trị tham số tải tới hạn t_* . Các lực tới hạn p_*, q_*, σ_u^* được xác định như sau:

$$p_* = p(t_*), \quad q_* = q(t_*), \quad \sigma_u^* = (p_*^2 - p_* q_* + q_*^2)^{1/2}$$

Để so sánh lực tới hạn giữa quá trình đặt tải phức tạp với đặt tải đơn giản, với đàn hồi. Từ (2.5) ta có:

Vỏ đàn hồi $\phi' = N(s, \sigma_u) = 3G$ và

$$i = \frac{2.3G}{(p^2 + 4.3G.q)^{1/2}} \quad (3.4)$$

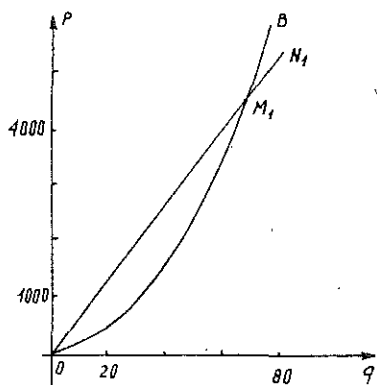
Vỏ đàn - dẻo chịu quá trình đặt tải đơn giản $\phi' \equiv \phi'(\epsilon_u)$; $N \equiv \frac{\sigma_u}{\epsilon_u}$ và

$$i = \frac{2 \frac{\sigma_u}{\epsilon_u}}{\beta q} \left\{ \frac{1 - \frac{3}{4} \left(1 - \frac{\phi'(\epsilon_u) \cdot \epsilon_u}{\sigma_u} \right) \gamma^{-2}}{1 + \frac{1}{4} \left(\frac{\sigma_u}{\epsilon_u \phi'(\epsilon_u)} - 1 \right) \frac{(2\beta - 1)^2}{\gamma^2} + \frac{4\sigma_u}{\beta^2 q \epsilon_u}} \right\}^{1/2} \quad (3.5)$$

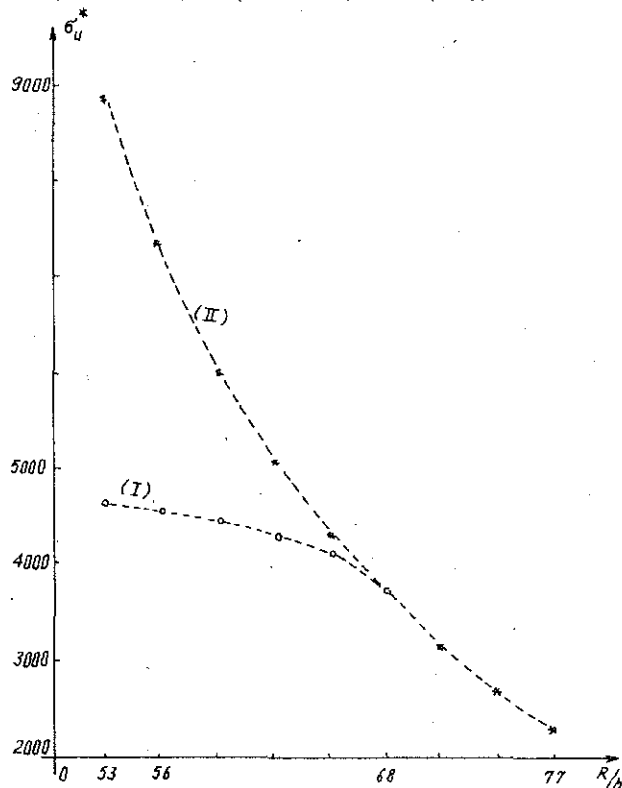
trong đó $\beta = \frac{p}{q}$; $\gamma^2 = \beta^2 - \beta + 1$

Dưới đây dẫn ra kết quả tính toán bằng số xác định lực tới hạn cho vỏ trụ bằng thép loại 30XГСА với giới hạn chảy $\sigma_s = 4000 \text{ kg/cm}^2$, $3G = 2,6 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$, $q_0 = 20 \text{ kg/cm}^2$, $q_1 = 1 \text{ kg/cm}^2$; $q_{00} = 1 \text{ kg/cm}^2$. Lấy bước $\tau = 0,01$, tỷ số R/h nhận các giá trị từ 22 đến 49 và 50 đến

77 với công sai bằng 3. Quá trình đặt tải như hình 1 theo quỹ đạo OB. Ghi nhận trạng thái mất ổn định là M_1 . Quá trình đặt tải đơn giản để so sánh là OM_1N_1 . Các kết quả tính toán được thực hiện trên máy vi tính theo ngôn ngữ Turbo Pascal, sai số nhỏ hơn năm phần nghìn, bảng 1 cho số liệu với vỏ trụ chịu quá trình đàn dẻo phức tạp (3.2), bảng 2 cho số liệu vỏ trụ đàn hồi tương ứng (công thức (3.4)). Hình 2 biểu thị đồ thị giữa σ_u^* và R/h . Đường I ứng với vỏ trụ đàn dẻo chịu quá trình tải phức tạp, đường II tương ứng với vỏ trụ đàn hồi. Các khoanh tròn o biểu thị giá trị tới hạn tương ứng vỏ trụ đàn dẻo chịu tải đơn giản (theo công thức (3.5)).



Hình 1



Hình 2

Căn cứ vào các kết quả tính toán ta rút ra các nhận xét sau:

NHẬN XÉT

a) Cũng như trường hợp bản [5], ở đây cho thấy giá trị của lực tới hạn tính theo Euler (đàn hồi) luôn luôn lớn hơn lực tới hạn tính theo các lý thuyết dẻo (cả phức tạp, lẫn đơn giản). Trên đồ thị σ_u^* và R/h cho thấy đường biểu diễn tương ứng với đặt tải phức tạp nằm dưới đường ứng với vỏ đàn hồi.

b) Lực tới hạn khi đặt tải phức tạp có xu hướng nhỏ hơn khi đặt tải đơn giản. Ở đây ít khác biệt vì độ phức tạp của quá trình xảy ra trong giới hạn đàn hồi. Điều này phù hợp với thực nghiệm và nhận xét trong [2].

c) Qua ví dụ này cho thấy khi vỏ có tỷ số $\frac{R}{h} \geq 68$ (tức là vỏ mỏng hơn $i = \frac{3R}{h} \geq 200$), tải tới hạn tính cho vỏ trụ đàn hồi và vỏ đàn dẻo trùng nhau. Vì vậy khi vỏ có độ mảnh lớn (tức là vỏ mỏng hơn) có thể sử dụng công thức Euler. Trường hợp này vỏ bị mất ổn định ngay trong giai đoạn đàn hồi.

d) Khi vỏ dày hơn ($R/h < 68$) cần phải tính lực tới hạn theo lý thuyết quá trình đàn dẻo. Vì trong trường hợp đó lực tới hạn lớn hơn so với giới hạn chảy, điều đó có nghĩa là cấu trúc đã chuyển sang làm việc trong trạng thái đàn dẻo, khi đó việc tính theo mô hình đàn hồi sẽ nảy sinh những điều không hợp lý.

Bảng 1. Võ trụ đàn dẻo chịu quá trình đặt tải phức tạp

| R/h | t^* | $s \cdot 10^3$ | p^* | q^* | σ_u^* |
|-------|-------|----------------|-------|-------|--------------|
| 22 | 55,9 | 9,0204 | 5760 | 75,9 | 5721 |
| 25 | 54,4 | 7,2046 | 5540 | 74,4 | 5501 |
| 28 | 53,3 | 6,0076 | 5380 | 73,3 | 5342 |
| 31 | 52,4 | 5,0474 | 5240 | 72,4 | 5204 |
| 34 | 51,7 | 4,0455 | 5140 | 71,7 | 5105 |
| 37 | 51,1 | 3,9367 | 5060 | 71,1 | 5020 |
| 40 | 50,4 | 3,4597 | 4950 | 70,4 | 4919 |
| 43 | 49,7 | 3,0176 | 4860 | 69,7 | 4820 |
| 46 | 49,2 | 2,7263 | 4780 | 69,2 | 4750 |
| 49 | 48,7 | 2,5007 | 4720 | 68,7 | 4685 |
| 50 | 48,5 | 2,4331 | 4700 | 68,5 | 4663 |
| 53 | 48,0 | 2,2403 | 4630 | 68,0 | 4591 |
| 56 | 47,3 | 2,0268 | 4530 | 67,3 | 4497 |
| 59 | 46,7 | 1,8829 | 4460 | 66,7 | 4422 |
| 62 | 45,9 | 1,7369 | 4350 | 65,9 | 4316 |
| 65 | 44,9 | 1,6235 | 4210 | 64,9 | 4176 |
| 68 | 40,8 | 1,4126 | 3700 | 60,8 | 3672 |
| 71 | 36,1 | 1,1990 | 3140 | 56,1 | 3117 |
| 74 | 31,8 | 1,0226 | 2680 | 51,8 | 2658 |
| 77 | 28,0 | 0,8763 | 2300 | 48,0 | 2278 |

Bảng 2. Võ trụ đàn hồi bị nén dọc đường sinh và áp lực ngoài

| R/h | t^* | $s \cdot 10^3$ | p^* | q^* | σ_u^* |
|-------|-------|----------------|-------|-------|--------------|
| 22 | 225 | 23,109 | 60200 | 245 | 60084 |
| 25 | 203 | 19,506 | 49700 | 223 | 49547 |
| 28 | 183 | 15,825 | 41200 | 203 | 41144 |
| 31 | 165 | 13,191 | 34400 | 185 | 34296 |
| 34 | 149 | 11,009 | 28700 | 169 | 28622 |
| 37 | 135 | 9,1857 | 24000 | 155 | 23883 |
| 40 | 121 | 7,6543 | 20000 | 141 | 19901 |
| 43 | 109 | 6,3678 | 16600 | 129 | 16556 |
| 46 | 97,5 | 5,2894 | 13800 | 118 | 13753 |
| 49 | 87,1 | 4,3904 | 11500 | 107 | 11415 |
| 50 | 83,8 | 4,1258 | 10800 | 104 | 10727 |
| 53 | 74,6 | 3,4261 | 8950 | 94,6 | 8907 |
| 56 | 66,3 | 2,8500 | 7450 | 86,3 | 7410 |
| 59 | 58,9 | 2,3769 | 6220 | 78,9 | 6179 |
| 62 | 52,2 | 1,9901 | 5210 | 72,2 | 5174 |
| 65 | 46,2 | 1,6730 | 4380 | 66,2 | 4349 |
| 68 | 40,8 | 1,4126 | 3700 | 60,8 | 3672 |
| 71 | 36,1 | 1,1990 | 3140 | 56,1 | 3117 |
| 74 | 31,8 | 1,0226 | 2680 | 51,8 | 2658 |
| 77 | 28,0 | 0,8763 | 2300 | 48,0 | 2278 |

KẾT LUẬN

Phương pháp giải bài toán trên đây cho ta khảo sát định tính và định lượng về sự ổn định của vỏ khi chịu quá trình đặt tải phức tạp. Các kết quả nhận được cho phép đưa ra một vài gợi ý khi ứng dụng vào thực tế. Với phương pháp tham số tải và sự trợ giúp của máy tính có thể giải quyết bài toán ổn định của hệ đàn dẻo dưới tác dụng của nhiều thành phần lực.

Tác giả chân thành cảm ơn Giáo sư tiến sĩ Đào Huy Bích đã hướng dẫn công trình này. Công trình được hoàn thành với sự tài trợ của Chương trình nghiên cứu cơ bản trong lĩnh vực khoa học tự nhiên.

Địa chỉ:
Đại Tổng hợp HN

Nhận ngày 25/9/1993

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đào Huy Bích. Influence of complex loading on the stability outside elastic limit of thin plates. Journal of Mechanics. V. 11, No 3, 1989.
2. Đào Huy Bích. Theory of elasto - plastic processes. Hanoi State University, 1993.
3. Đào Huy Bích, Đào Văn Dũng. Về sự ổn định của vỏ mỏng trong lý thuyết quá trình biến dạng đàn dẻo. Tạp chí Cơ học tập 8, số 3, 1986.
4. Đào Văn Dũng. Ổn định của vỏ mỏng chịu tải phức tạp. Tạp chí Cơ học, tập 10 số 1, 1988.
5. Đào Văn Dũng. Ổn định của bản bị nén đồng thời hai phía theo quỹ đạo phức tạp. Tạp chí Cơ học, tập 15, số 2, 1993.
6. Volmir A. S. Stability of deformable systems. Edition of Science, Moscow, 1967 (in Russian).

SUMMARY

STABILITY OF CYLINDRICAL SHELLS SUBJECTED TO AXIAL COMPRESSION AND OUTSIDE LATERAL PRESSION

The method for calculating critical forces of cylindrical shells subjected to axial compression and outside lateral pression has been presented. A numerical comparison based on the theory of elasto plastic processes, the simple loading process theory and the theory of elasticity for this problem was given.