Tạp Chí Cơ Học T.VII, 1985 Số 2 (trang 27—32)

VỀ MỘT PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CÁC ĐẶC TÍNH HÌNH—ĐỘNG HỌC ĂN KHỚP

NGUYỄN THIỆN PHÚC

Xác định những quan hệ hình — động học của các cặp bề mặt đối tiếp truyền chuyền động cho nhau theo một quy luật nhất định là một trong những nội dung chủ yếu của lý thuyết ăn khớp. Có nhiều phương pháp nghiên cứu vấn đề này. Trong vài chục năm gần đây phương pháp của Litvin [1] được sử dụng tương đối rộng rãi. Tuy nhiên, theo phương pháp này khi xác định các quan hệ hình — động học của nhiều dạng ăn khớp cụ thể thường gặp những hệ các phương trình siêu việt. Giải chúng bằng các phương pháp gần đúng dùng MTĐT cũng mất nhiều thời gian máy và đôi khi không hội tụ.

Phương pháp trình bày trong bài này cho phép nhận được những kết quả ở dạng các công thức xác định các đặc tính hình — động học ăn khớp.

§ 1. KHẢO SÁT CẶP BỀ MẶT DÙNG TAM DIỆN ĐỘNG :

Như đã biết, để nghiên cứu tính chất một bề mặt có thể dùng phương pháp Darbu Thực chất phương pháp này là : mọi tính chất hình học của bề mặt, cách này hoặc cách khác, đều phản ảnh trong quy luật chuyển động của tam diện động $T(\bar n, \bar p, \tilde p)$ khi đỉnh của nó bò trên mặt. Gọi T làm tam diện động Darbu ; $\bar n$ — Vectơ pháp tuyến đơn vị $\bar p$ và $\tilde p$ — các vectơ đơn vị theo hai phương vuông góc với nhau và cùng nằm trong mặt phẳng tiếp xúc với bề mặt. Như vậy :

$$\bar p = \tilde p \times \bar n, \quad \tilde p = \bar n \times \bar p, \quad \bar n = \bar p \times \tilde p \tag{1.1}$$

Khi điểm M chuyển dịch trên bề mặt một lượng dS theo phương $\bar p$ thì chuyển động của tam diện T như chuyển động của một vật rắn, xác định bằng [2]:

$$\begin{aligned} \dot{\bar p} &= V_r(\varkappa_p \tilde p + \sigma_p \tilde p), \\ \dot{\tilde p} &= V_r(-\varkappa_p \bar p + \tau_p \bar n), \\ \dot{\bar n} &= V_r(-\sigma_p \bar p - \tau_p \tilde p). \end{aligned} \tag{1.2}$$

Trong đó $V_r = \dfrac{dS}{dt}$ — giá trị của vận tốc chuyển dịch M trên bề mặt theo phương $\bar p$

$\varkappa_p$ — độ cong trắc địa của bề mặt trong phương $\bar p$

τ_p và σ_p — độ xoắn trắc địa và độ cong pháp của bề mặt trong phương $\bar p$.

Thông số $\varkappa_p$ phụ thuộc vào σ_p nên không xem là thông số độc lập.

Nếu dùng khái niệm vectơ Darbu $\bar\omega_r$:

$$\bar\omega_r = V_r(\varkappa_p \bar n + \tau_p \bar p - \sigma_p \tilde p). \tag{1.3}$$

Ta có:

$$\dot{\bar{p}} = \bar{\omega}_r \times \bar{p};\quad \dot{\tilde{p}} = \bar{\omega}_r \times \tilde{p};\quad \dot{\bar{n}} = \bar{\omega}_r \times \bar{n}. \tag{1.4}$$

Bây giờ ta dùng một tam diện động $T(\bar{n}, \bar{p}, \tilde{p})$ để khảo sát cặp bề mặt S_i (ở đây và sau này $i = 1, 2$) đối tiếp với nhau về truyền chuyển động cho nhau để thực hiện một quy luật tỷ số truyền nào đó. Lúc này $\bar{n}$ là pháp tuyến chung tại tiếp điểm M, $\bar{p}$ và $\tilde{p}$ nằm trong mặt phẳng tiếp xúc chung. Bề mặt S_i gắn liền với khâu i có vận tốc góc $\bar{\omega}_{e_i}$. Tỷ số truyền giữa các khâu này là:

$$i_{21} = \omega_{e_2}/\omega_{e_1}$$

Thường thường khâu chủ động $\omega_{e1} = const$ còn vận tốc góc của của khâu bị động ω_{e_2} trong nhiều trường hợp cũng mong muốn là không đổi khi cần thay đổi theo một quy luật nhất định nào đó.

Trong quá trình ăn khớp hai bề mặt chuyển động tương đối với nhau và coi tam diện động T như một vật rắn có chuyển động theo cùng với S_i và chuyển động tương đối trên các mặt S_i với vận tốc góc ω_{r_i}. Như vậy chuyển động tuyệt đối của tam diện T được xác định bởi:

$$\bar{V}_a = \bar{V}_{r_1} + \bar{V}_{e1} = \bar{V}_{r_2} + \bar{V}_{e2},$$

$$\bar{\omega}_a = \bar{\omega}_{r_1} + \bar{\omega}_{e1} = \bar{\omega}_{r2} + \bar{\omega}_{e2}$$

và từ đó các thông số của chuyển động tương đối giữa S_1 với S_2 là:

$$\bar{V} = \bar{V}_{e_1} - \bar{V}_{e_2} = \bar{V}_{r_2} - \bar{V}_{r_1}, \tag{1.5}$$

$$\bar{\omega} = \bar{\omega}_{e_1} - \bar{\omega}_{e_2} = \bar{\omega}_{r_2} - \bar{\omega}_{r_1} \tag{1.6}$$

Các vectơ vận tốc $\bar{V}_{r_i}$ đều nằm trên mặt phẳng tiếp xúc chung của hai bề mặt S_i nên theo (1.5) thì vectơ vận tốc tương đối $\bar{V}$ cũng nằm trên mặt đó. Do vậy có phương trình điều kiện ăn khớp sau đây:

$$\bar{n} \cdot \bar{V} = 0 \tag{1.7}$$

Quá trình ăn khớp xảy ra ở nhiều điểm liên tiếp trên các bề mặt, cho nên chẳng những thỏa mãn phương trình (1.7) mà cả phương trình đạo hàm của nó theo thời gian:

$$\dot{\bar{n}}\,\bar{V} + \bar{n}\,\dot{\bar{V}} = 0. \tag{1.8}$$

Xét phương trình (1.8) trong 2 trường hợp:

a) — khi $\omega_{e_i} = const$, ta có

$$\dot{\bar{V}} = (\bar{\omega}_{e_1} - \bar{\omega}_{e_2}) \times (\bar{V}_{r_1} + \bar{V}_{e_1}),\ \dot{\bar{n}} = \bar{\omega}_{e_1} \times \bar{n} + \bar{\omega}_{r_1} \times \bar{n}$$

Thay vào (1.8) nhận được

$$(\bar{\omega}_{r_1} \times \bar{n})\bar{V} - (\bar{\omega} \times \bar{n})\bar{V}_{r_1} + F_\varphi = 0 \tag{1.9}$$

với

$$F_\varphi = (\bar{\omega}_{e_1} \times \bar{n})\,\bar{V} - (\bar{\omega} \times \bar{n})\,\bar{V}_{e_1} \tag{1.10}$$

F_φ chính là đạo hàm riêng của phương trình (1.7) theo góc quay φ_1 của khâu chủ động.

b) — Khi $\omega_{e_1} = const$ và $\omega_{e_2} \neq const$, ta có

$$\dot{\bar{V}} = \bar{\omega} \times \bar{V}_a - \frac{i'_{21}}{i_{21}}\,\bar{V}_{e2}$$

Trong đó

$$i'_{21} = di_{21}/d\varphi_1$$

và thay vào (1.8) nhận được

$$(\overline{\omega}_{r_1} \times \overline{n})\,\overline{V} - (\overline{\omega} \times \overline{n})\,\overline{V}_{r_1} + F^*_\varphi = 0 \qquad (1.11)$$

với

$$F^*_\varphi = F_\varphi - Ci'_{21},\ C = \overline{V}_{e_2}.\overline{n}/i_{21}.$$

§2. HỆ PHƯƠNG TRÌNH CƠ BẢN

Từ (1.5) (1.6) và (1.9) hoặc (1.11) ta có hệ phương trình sau:

$$\begin{aligned} &\overline{V} = \overline{V}_{r_2} - \overline{V}_{r_1}, \\ &\overline{\omega} = \overline{\omega}_{r_2} - \overline{\omega}_{r_1}, \\ &(\overline{\omega}_{r_1} \times \overline{n})\,\overline{V} - (\overline{\omega} \times \overline{n})\,\overline{V}_{r_1} + F^*_\varphi = 0 \end{aligned} \qquad (2.1)$$

Hệ phương trình này đúng cho cả trường hợp $i_{21} \neq const$ và $i_{21} = const$ (lúc đó thay F^*_φ bằng F_φ)

Biểu thị $\overline{V}_{ri}$ qua các hình chiếu của chúng trên hai trục $\overline{p}$ và $\tilde{p}$:

$$\begin{aligned} &\overline{V}_{ri} = V_{rip}\,\overline{p} + V_{ri\tilde{p}}\,\tilde{p}, \\ &V_{rip} = V_{ri}\cos\theta_{ip}, \\ &V_{ri\tilde{p}} = V_{ri}\sin\theta_{ip}, \end{aligned} \qquad (2.2)$$

Ký hiệu:

$$\begin{aligned} &R_{ip} = -(\sigma_{ip}\cos\theta_{ip} + \tau_{ip}\sin\theta_{ip}), \\ &R_{i\tilde{p}} = -(\sigma_{i\tilde{p}}\sin\theta_{ip} + \tau_{ip}\cos\theta_{ip}) \end{aligned}$$

Rồi thay vào (1.3) ta có

$$\overline{\omega}_{ri} = V_{ri}\,(-R_{i\tilde{p}}\,\overline{p} + R_{ip}\,\tilde{p} + \varkappa_{ip}\,\overline{n}. \qquad (2.3)$$

Dùng (2.2) và (2.3), biến đổi hệ (2.1) thành

$$AX = B \qquad (2.4)$$

$$A = \begin{Vmatrix} K_p & T_p & O \\ T_p & K_{\tilde{p}} & O \\ a_{1p} & a_{1\tilde{p}} & C \end{Vmatrix}; \quad X = \begin{Vmatrix} V_{r1p} \\ V_{r1\tilde{p}} \\ i'_{21} \end{Vmatrix}; \quad B = \begin{Vmatrix} a_{2p} \\ a_{2\tilde{p}} \\ F_\varphi \end{Vmatrix}$$

trong đó:

$$\begin{aligned} &a_{ip} = V_p\sigma_{ip} + V_{\tilde{p}}\tau_{ip} + \omega_{\tilde{p}}, \\ &a_{i\tilde{p}} = V_{\tilde{p}}\sigma_{i\tilde{p}} + V_p\tau_{ip} - \omega_p, \end{aligned} \qquad (2.5)$$

V_p, $V_{\tilde{p}}$ và ω_p, $\omega_{\tilde{p}}$ — hình chiếu trên các trục $\overline{p}$ và $\tilde{p}$ của $\overline{V}$ và $\overline{\omega}$.

Trong lý thuyết ăn khớp dùng khái niệm mặt cong tương đương của hai bề mặt tiếp xúc với nhau (S_1 và S_2) là một mặt có các độ cong tương ứng:

$$K_p = \sigma_{1p} - \sigma_{2p},\ K_{\tilde{p}} = \sigma_{1\tilde{p}} - \sigma_{2\tilde{p}},\ T_p = \tau_{1p} - \tau_{2p}. \qquad (2.6)$$

Độ cong toàn phần của mặt cong tương đương tại tiếp điểm M là:

$$K_o = K_p K_{\tilde{p}} - T_p^2$$

Hai bề mặt S1 và S2 sẽ tiếp xúc đường khi $K_o = 0$, tiếp xúc enlip khi $K_o > 0$. Còn trường hợp $K_o < 0$ – tiếp xúc không bình thường nên tránh sử dụng.

§3. TRƯỜNG HỢP TIẾP XÚC ĐƯỜNG

Định thức của ma trận hệ số A trong hệ phương trình (2.4) là:

$$\Delta = C(K_p K_{\tilde{p}} - T_p^2) = CK_o$$

Khi tiếp xúc đường, $K_o = 0$ nên $\Delta = 0$ và hai phương trình đầu của hệ (2.4) là không độc lập và hệ (2.4) có vô số lời giải tức là V_{r1p}, $V_{r1\tilde{p}}$ không xác định. Thật vậy, từ (2.4) có thể rút các quan hệ sau:

$$\begin{aligned}
&V_{r1\tilde{p}}(a_{1p}K_{\tilde{p}} - a_{1\tilde{p}}T_p) = a_{2\tilde{p}}a_{1p} - F_\varphi^* T_p,\\
&V_{r1\tilde{p}}(a_{1\tilde{p}}K_p - a_{1p}T_p) = F_\varphi^* K_p - a_{1p}a_{2p},\\
&V_{r1p}(a_{1p}K_{\tilde{p}} - a_{1\tilde{p}}T_p) = F_\varphi^* K_{\tilde{p}} - a_{2\tilde{p}}a_{1\tilde{p}},\\
&V_{r1p}(a_{1\tilde{p}}K_p - a_{1p}T_p) = a_{2p}a_{1\tilde{p}} - F_\varphi^* T_p.
\end{aligned} \tag{3.1}$$

Điều đó chứng tỏ rằng khi tiếp xúc với đường $\overline{V}_{r1}$ không xác định. Nếu cho trước $\overline{V}_{r1}$ thì $\overline{V}_{r2}$ hoàn toàn xác định theo (1.5). Tuy nhiên hệ (2.4) phải thỏa mãn với mọi $\overline{V}_{r1}$. Như vậy các quan hệ (3.1) cũng đồng thời thỏa mãn. Muốn thế thì phải tuân theo các điều kiện sau rút từ (3.1)

$$K_p/T_p = a_{1p}/a_{1\tilde{p}}$$

hoặc

$$K_{\tilde{p}}/T_p = a_{1\tilde{p}}/a_{1p}$$

Hai điều kiện này tương đương nhau khi $K_o = 0$. Với các điều kiện đó, từ (3.1) ta nhận được những quan hệ sau về độ cong các mặt tiếp xúc:

$$\begin{aligned}
&K_p = \sigma_{1p} - \sigma_{2p} = a_{1p}a_{2p}/F_\varphi^*,\\
&K_{\tilde{p}} = \sigma_{1\tilde{p}} - \sigma_{2\tilde{p}} = a_{1\tilde{p}}a_{2\tilde{p}}/F_\varphi^*,\\
&T_p = \tau_{1p} - \tau_{2p} = a_{1p}a_{2\tilde{p}}/F_\varphi^* = a_{1\tilde{p}}a_{2p}/F_\varphi^*.
\end{aligned} \tag{3.2}$$

Dùng thêm (2.5) và (3.1) có thể suy ra:

$$\begin{aligned}
&K_p = \sigma_{1p} - \sigma_{2p} = a_{1p}^2/C_{1p}^*,\\
&K_{\tilde{p}} = \sigma_{1\tilde{p}} - \sigma_{2\tilde{p}} = a_{1\tilde{p}}^2/C_{1p}^*,\\
&T_p = \tau_{1p} - \tau_{2p} = a_{1p}a_{1\tilde{p}}/C_{1p}^*,
\end{aligned} \tag{3.3}$$

Với

$$C_{1p}^* = V_p a_{1p} + V_{\tilde{p}} a_{1\tilde{p}} + F_\varphi^* \tag{3.4}$$

Công thức tính độ cong (3.3) rất thuận lợi vì khi đó không cần biết bề mặt S_2 có thể xác định độ cong của nó ở phương bất kỳ theo độ cong tương ứng của bề mặt S_1 (thường đơn giản hơn nhiều) và theo các thông số của chyyển động tương đối giữa hai khâu. Công thức (3.3) lại có thể dùng cho cả trường hợp tỷ số truyền thay đổi (biết trước quy luật thay đổi của nó, tức là biết i'_{21}) và trường hợp tỷ số truyền không đổi.

Trong trường hợp tỷ số truyền không đổi cần thay F^*_φ bằng F_φ vào công thức (3.3) và (3.4)

$$
\begin{aligned}
K_p &= \sigma_{1p} - \sigma_{2p} = a^2_{1p}/C_{1p},\\
K_{\tilde{p}} &= \sigma_{1\tilde{p}} - \sigma_{2\tilde{p}} = a^2_{1\tilde{p}}/C_{1p}, \qquad (3.5)\\
T_p &= \tau_{1p} - \tau_{2p} = a_{1p}a_{1\tilde{p}}/C_{1p},
\end{aligned}
$$

với
$$C_{1p} = V_p a_{1p} + V_{\tilde{p}} a_{1\tilde{p}} + F_\varphi. \qquad (3.6)$$

Biểu thức (3.5) trùng với công thức tính độ cong theo phương pháp dùng tenso [3].

Ở trường hợp riêng vectơ chỉ phương bất kỳ $\bar{p}$ trùng với vectơ chỉ phương $\bar{v}$ của vận tốc trượt $\bar{V}$ thì các công thức trên trở nên đơn giản hơn vì $V_{\tilde{p}} = 0$

$$
\begin{aligned}
K_v &= \sigma_{1v} - \sigma_{2v} = a^2_{1v}/C_{1v}\\
K_{\tilde{v}} &= \sigma_{1\tilde{v}} - \sigma_{2\tilde{v}} = a^2_{1\tilde{v}}/C_{1v} \qquad (3.7)\\
T_v &= \tau_{1v} - \tau_{2v} = a_{1v}a_{1\tilde{v}}/C_{1v}
\end{aligned}
$$

với
$$C_{1v} = Va_{1v} + F_\varphi \qquad (3.8)$$

Phương $\bar{V}$ là phương duy nhất mà vectơ vận tốc dịch chuyển của đường tiếp xúc trên bề mặt $\bar{V}_{r1}$ và $\bar{V}_{r2}$ cùng trên một đường thẳng (suy từ (1.5)): Tiết diện pháp chứa chúng xem như một tiết diện đặc biệt. Trên tiết diện đó tương ứng có quan hệ ăn khớp phẳng tức thời. Nhiều tác giả đã tìm được những công thức tính độ cong các mặt trong tiết diện này. Tuy nhiên, độ cong của bề mặt ở một tiết diện chưa biểu thị đúng đắn độ cong của bề mặt đó trong ăn khớp không gian.

Từ công thức chung (3.3) cho trường hợp tiếp xúc đường và so sánh (3.6) và (3.4) ta suy ra công thức tính i'_{21} khi biết trước quan hệ độ cong của hai bề mặt:

$$C^*_{1p} = C_{1p} - Ci'_{21} = a^2_{1p}/K_p = a^2_{1\tilde{p}}/K_{\tilde{p}} = a_{1p}a_{1\tilde{p}}/T_p$$

Vậy

$$i'_{21} = \frac{1}{C}(C_{1p} - a^2_{1p}/K_p) \qquad (3.9)$$

hoặc

$$i'_{21} = \frac{1}{C}(C_{1p} - a^2_{1\tilde{p}}/K_{\tilde{p}})$$

hoặc

$$i'_{21} = \frac{1}{C}(C_{1p} - a_{1p}a_{1\tilde{p}}/T_p).$$

§ 4. TRƯỜNG HỢP TIẾP XÚC ENLIP

Trường hợp này $K_o > 0$, do đó định thức $\Delta \neq 0$ và hệ (2.4) có lời giải duy nhấ

$$V_{r1p} = B_p/K_o, \qquad (4.1)$$
$$V_{r1\tilde{p}} = B_{\tilde{p}}/K_o, \qquad (4.2)$$

$$i'_{21} = \frac{F_\varphi}{C} - \frac{1}{K_oC}(a_{1\tilde{p}}B_{\tilde{p}} + a_{1p}B_p) \qquad (4.3)$$

với

$$B_p = K_{\tilde{p}} a_{2p} - T_p a_{\widetilde{2p}},$$

$$B_{\tilde{p}} = K_p a_{\widetilde{2p}} - T_p a_{2p}.$$

Công thức (4.3) đã nêu trong bài [4] cho phép xác định sự biến động của tỷ số truyền khi ăn khớp gần đúng là dạng ăn khớp phổ biến nhất.

Dựa vào (1.5) tính ra các thành phần của $\overline{V}_{r2}$ theo các thành phần của $\overline{V}_{r1}$, tương ứng với (4.1), (4.2). Sau đó tính tổng vectơ của $\overline{V}_{r1}$ và $\overline{V}_{r2}$ là $\overline{V}_\Sigma$.

Cuối cùng ta có:

$$V_{r1} = \frac{1}{K_o}\left(B_p^2 + B_{\tilde{p}}^2\right)^{1/2}; \quad V_{r2} = \frac{1}{K_o}\left[(B_{\tilde{p}} + K_o V_{\tilde{p}})^2 + (B_p + K_o V_p)^2\right]^{1/2},$$

$$V_\Sigma = \left[(2K_o^{-1}B_{\tilde{p}} - V_{\tilde{p}})^2 + (2K_o^{-1}B_p + V_p)^2\right]^{1/2} \qquad (4.4)$$

Công thức (4.4) cho biết giá trị của các vận tốc chuyển động của điểm tiếp xúc trên các bề mặt và vận tốc lăn tổng cộng.

Đồng thời cũng xác định được phương của các vectơ vận tốc này, biểu thị qua các góc tương ứng giữa chúng với phương p.

$$tg\theta_{1p} = B_{\tilde{p}}/B_p.$$

$$tg\theta_{2p} = (B_{\tilde{p}} + V_{\tilde{p}}K_o)/(B_p + V_pK_o).$$

$$tg\theta_p = (2B_{\tilde{p}}K_o^{-1} + V_{\tilde{p}})/(2B_pK_o^{-1} + V_p). \qquad (4.5)$$

Cần biết giá trị và phương của các vectơ vận tốc này nhất là khi khảo sát sự hình thành tổng hợp vết tiếp xúc giữa hai bề mặt, màng dầu thủy động, nhiệt tiếp xúc và ma sát giữa chúng v.v...

§5. KẾT LUẬN

1. Ở bài này đã đề xuất một phương pháp nghiên cứu trong lý thuyết ăn khớp trên cơ sở khảo sát quá trình động học khi tiếp xúc giữa hai bề mặt truyền chuyển động cho nhau. Phương pháp này dùng cho cả trường hợp tiếp xúc đường hoặc tiếp xúc enlip, tỷ số truyền cố định hoặc thay đổi, ăn khớp khi làm việc hoặc khi tạo hình. Trong nhiều trường hợp ăn khớp khi làm việc có thể khảo sát từng thời điểm như một tổ hợp đồng thời nhiều quá trình ăn khớp khi tạo hình. Thường thường mặt S_1 là mặt đơn giản gắn liền với mặt dao tạo hình, còn mặt S_2 thì phức tạp hơn nhiều. Bởi thế việc xác định các đặc tính hình — động học ăn khớp không qua con đường tìm mặt S_2, tỏ ra có ưu điểm nổi bật.

2. Theo phương pháp này việc xác định các đặc tính hình — động học ăn khớp được tiến hành theo công thức chứ không phải giải các hệ phương trình phức tạp bằng các phương pháp số như trước đây nên rất thuận tiện trong việc phân tích và tổng hợp sự ăn khớp, nhất là trong thiết kế các truyền động bánh răng, trục vít và có thể dùng khi khảo sát các cơ cấu có khớp động học cấp cao khác.

Địa chỉ:

Trường Đại học Bách khoa HN

Nhận ngày 18/8/1983

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ЛИТВИН Ф. Л. Теория зубчатых зацеплений, Наука, М., 1968.
2. ФИНИКОВ С. П. Теория поверхностей, М., 1952.
3. ДУСЕВ И. И. Новый метод исследования в теории зубчатых зацеплений. Сб. « Теориа передая в машинах », Наука, 1971.
4. ДУСЕВ И. И., НГУЕН ТХЕН ФУК. Оптимальное Проектирование прибл нжённых зубчатых зацеплений. Изв. СКНЦ — ВШ — Техн. Наука. N°4, 1977.

РЕЗЮМЕ

К МЕТОДУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРО — КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАЦЕПЛЕНИЙ

В данной статье предложен метод определения геометро – кинематических характеристик зацеплений. Полученные формулы удобно использованы при анализе и синтезе зацеплений с линейными или эллиптическими контактами, с постоянными или переменными передаточными числами.

VỀ MỘT MÔ HÌNH TOÁN HỌC CỦA LÝ THUYẾT ĐỘ TIN CẬY

(Tiếp theo trang 26)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. NGUYỄN VĂN PHÓ. Ứng dụng quy hoạch toán học vào một số bài toán cơ học. Tạp chí Toán học tập 1 – số 4, 1973.
2. NGUYỄN VĂN PHÓ. Bài toán thích ứng động lực của hệ đàn dẻo. Tạp chí khoa học kỹ thuật số 1 + 2 – 1979.
3. NGUYỄN VĂN PHÓ và NGUYỄN CÔNG HỢP. Một số vấn đề của Cơ học trong điều kiện thông tin không đầy đủ. Tuyển tập công trình hội nghị cơ học toàn quốc lần thứ III – Huế – 1982.
4. БОЛОТИН В. В. Применение методов теории вероятностей и теории надежности в расчётах сооружений. Изд. По стройтельству, Москва, 1971.
5. БОЛОТИН В. В., ГОЛЬДЕНБЛАТ И. И., СМИРНОВ А. Ф. Строительная механика. Современное состояние и Перспективы развития. Изд. По строй тельству, Москва, 1972.
6. ЕРМОЛЬЕВ Ю.М. Методы стохастического программирования. Наука, Москва, 1976.
7. ЕРМОЛЬЕВ Ю. М., ЯСТРЕМСКИЙ А. И. Модели и методы в Экономическом планирований. Наука, Москва, 1978.

SUMMARY

ON A MATHEMATICAL MODEL OF THE THEORY OF RELIABILITY.

In the paper, a mathematical model of the theory of reliability for structures is considered. The problems of reliability is formulated in stochastic programming forms and corresponding algorithms are given...