

## TÍNH TOÁN ĐỘNG LỰC CỦA HÀM ĐO CHỦ ĐỘNG HAI TIẾP ĐIỂM HAI BẬC TỰ DO

ĐỖ TRỌNG HÙNG, NGUYỄN VĂN KHANG,  
ĐỖ SANH, BÀNH XUÂN THỌ, HỒ ĐẮC THỌ

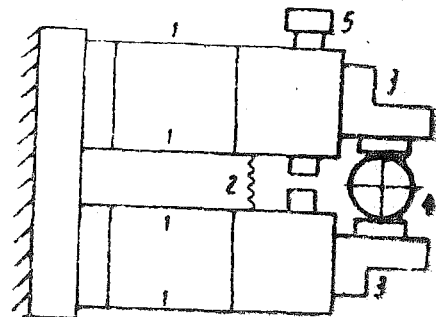
### §1. MỞ ĐẦU

Trong ngành chế tạo máy người ta sử dụng 2 loại phương tiện kiểm tra đo lường: kiểm tra bị động dùng để phân loại các chi tiết đã gia công thành thành phẩm và phế phẩm và kiểm tra chủ động dùng để kích thước chi tiết gia công trong khi đang gia công. Các phương tiện kiểm tra chủ động (KTCD) giảm bớt được ảnh hưởng của các yếu tố ngẫu nhiên và hệ thống đến kích thước đang được gia công như ảnh hưởng của độ mòn của dụng cụ cắt, biến động nhiệt độ, biến dạng đàn hồi xuất hiện do lượng dư không ổn định, do tính chất vật liệu gia công không đồng nhất, .... Vì những lý do kể trên, các phương tiện kiểm tra chủ động tỏ rõ có hiệu quả lớn trong sản xuất hàng loạt và yêu cầu độ chính xác cao (cỡ cấp 7, 8 theo TCVN 2244-77). Để làm điều đó người ta lắp trên các máy vạn năng các phương tiện kiểm tra chủ động. Các máy vạn năng có thể tự động dừng lại (hoặc người thao tác đọc chỉ thị của các phương tiện KTCD dừng máy lại) khi kích thước nằm trong phạm vi dung sai. Điều đáng chú ý là chi phí cho các phương tiện KTCD không lớn, trong nước ta có thể giải quyết được.

Việc tính toán động lực của các hàm đo chủ động đã được tiến hành trong nhiều công trình, thí dụ, trong [1] người ta chỉ đề cập đến các hàm đo chủ động một bậc tự do. Việc tính toán động lực của các hàm đo chủ động hai tiếp điểm hai bậc tự do được trình bày trong [2]. Tuy nhiên trong công trình đã nêu, nhiều vấn đề còn chưa hợp lý và sáng tỏ.

Trong bài báo này chúng tôi tiến hành tính toán loại hàm đo chủ động được kẹp trên máy mài và tiếp xúc với chi tiết trong quá trình gia công. Các chuyển dời đo lường được kẹp trên hàm đo chủ động, sơ đồ nguyên lý của nó được biểu diễn trên hình 1.

Trong quá trình gia công hàm đo chịu các tác dụng khác nhau: rung động của máy, chi tiết, tác động của các sai số hình dáng chi tiết. Trong tổng quát hàm đo là một hệ rung động phức tạp. Trong bài báo này chúng tôi tự giới hạn trong trường hợp xem hệ máy không bị rung động, chi tiết là một trụ tròn xoay có độ lệch tâm  $e$ , các lò xo làm việc trong giới hạn đàn hồi tuyến tính.



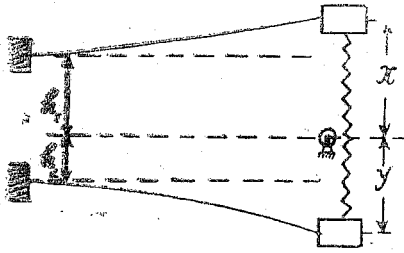
Hình 1

1. Lò xo phẳng
2. Lò xo xoắn
3. Các mỏ đo
4. Chi tiết được gia công
5. Bộ phận liên hệ với đồng hồ chỉ thị.

Công trình này được tiến hành do một nhóm cán bộ khoa học thuộc hai bộ môn Cơ học lý thuyết và máy chính xác của trường đại học bách khoa Hà Nội tham gia trong Chương trình 52.01. Việc đề xuất vấn đề và các yêu cầu của bài toán do các đồng chí trong bộ môn máy chính xác, việc xây dựng mô hình cùng với các giả thiết của nó do toàn nhóm, việc xây dựng mô hình cùng với các giả thiết của nó do toàn nhóm, việc tính toán do các đồng chí trong bộ môn Cơ học lý thuyết đảm nhận, việc xử lý và triển khai áp dụng các kết quả là công việc của toàn nhóm.

## §2. PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN CHUYỂN ĐỘNG CỦA HÀM ĐO

Giả sử các lò so là có độ cứng tương đương là  $c_1$  và  $c_2$  và độ cứng tương đương của lò xo xoắn là  $c_3$ , khối lượng của các mỏ đo là  $m_1$  và  $m_2$ , các hệ số cản nhớt là  $b_1$  và  $b_2$ , tốc độ quay của chi tiết là  $\omega$  độ dài của lò xo xoắn không bị biến dạng là  $l$ , khoảng cách từ tâm quay của chi tiết đến vị trí không biến dạng của lò so là  $h_1$  và  $h_2$ ,  $e$  là độ lệch tâm của chi tiết.



Hình 2

Để viết phương trình vi phân chuyển động của hàm đo chúng ta sử dụng phương trình Lagrange loại II.

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial L}{\partial q_i} = Q_i - \frac{\partial \Phi}{\partial q_i}$$

Trong đó hàm thế động  $L = T - \Pi$ ,  $T$  là động năng và  $\Pi$  thế năng của hàm đo,  $q_i$  là các tọa độ và vận tốc góc mở rộng,  $Q_i$  - lực mở rộng của các lực không thế,  $\Phi$  là hàm tiêu hao

Chúng ta chọn các tọa độ mở rộng như sau:  $q_1 = x$ ;  $q_2 = y$ , ở đó  $x$  và  $y$  là khoảng cách từ tâm quay của chi tiết đến các mỏ đo trên và dưới. Chúng ta dễ dàng tính được:

$$L = \frac{1}{2} m_1 \dot{x}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \dot{y}^2 - \frac{1}{2} C_2 (y - h_2)^2 - \frac{1}{2} C_1 (x - h_1)^2 - \frac{1}{2} C_3 (x + y - l)^2 - P_1 x + P_2 y.$$

$$\Phi = \frac{1}{2} b_1 \dot{x}^2 + \frac{1}{2} b_2 \dot{y}^2,$$

$Q_1 = F_1(t)$  - phản lực của chi tiết lên mỏ đo trên,

$Q_2 = F_2(t)$  - phản lực của chi tiết tác dụng lên mỏ đo dưới,

Phương trình vi phân chuyển động của hàm đo có dạng

$$m_1 \ddot{x} + b_1 \dot{x} + c_1 (x - h_1) + c_3 (x + y - l) + P_1 = F_1(t)$$

$$m_2 \ddot{y} + b_2 \dot{y} + c_2 (y - h_2) + c_3 (x + y - l) - P_2 = F_2(t)$$

ở đó  $P_1 = m_1 g$ ,  $P_2 = m_2 g$  là các trọng lượng của các mỏ đo trên và dưới.

Chúng ta đưa vào phép đổi biến sau:

$$x_1 = x - R, \quad x_2 = y - R$$

Phương trình vi phân chuyển động của hàm đo trong hệ biến mới sẽ có dạng

$$m_1 \ddot{x}_1 + b_1 \dot{x}_1 + (C_1 + C_3) x_1 + C_3 x_2 + \Phi_1 = F_1(t)$$

$$m_2 \ddot{x}_2 + b_2 \dot{x}_2 + (C_2 + C_3) x_2 + C_3 x_1 + \Phi_2 = F_2(t) \quad (2.1)$$

trong đó:  $\Phi_1 = C_1 (R - h_1) + C_3 (2R - l) + P_1$   $\Phi_2 = C_2 (R - h_2) + C_3 (2R - l) - P_2$

Dễ dàng nhận thấy rằng  $\Phi_1$  và  $\Phi_2$  là các phản lực tĩnh, nó chính là các lực siết ban đầu của các mỏ đo lên chi tiết do người công nhân điều chỉnh. Sau đây chúng ta sẽ giả thiết rằng  $\Phi_1 > 0$ ,  $\Phi_2 > 0$ . Khi  $h_1 = h_2 = h$  và  $P_1 = P_2$  thì  $\Phi_1 > \Phi_2$ . Để xác định, trong các tính toán tiếp theo chúng ta giả thiết:  $\Phi_1 > \Phi_2$

## §3. XÁC ĐỊNH CÁC ĐIỀU KIỆN KHÔNG TÁCH RỜI GIỮA CHI TIẾT VÀ CÁC MỎ ĐO

Để không có sai số khi đo thì mỏ đo và chi tiết phải luôn luôn tiếp xúc với nhau. Điều kiện đó sẽ được diễn tả như sau:

$$F_1(t) > 0, \quad F_2(t) > 0. \quad (3.1)$$

Khi các điều kiện (2.1) được thỏa mãn chúng ta có

$$x_1 = e \cos(\omega t + \beta), \quad x_2 = -e \cos(\omega t + \beta) \quad (3.2)$$

ở đó  $\beta$  là góc lệch pha ban đầu.

Đầu tiên chúng ta xét trường hợp lực cản bé có thể bỏ qua. Khi đó phương trình vi phân chuyển động của hàm đo có dạng:

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{x}_1 + (c_1 + c_3)x_1 + c_3 x_2 + \Phi_1 &= F_1(t) \\ m_2 \ddot{x}_2 + (c_2 + c_3)x_2 + c_3 x_1 + \Phi_2 &= F_2(t) \end{aligned} \quad (3.3)$$

Khi chú ý đến (3.2), điều kiện (3.1) có thể được viết như sau:

$$\left(k_1^2 - \omega^2\right) \cos(\omega t + \beta) + \Phi_1^0 > 0; \quad \left(\omega^2 - k_2^2\right) \cos(\omega t + \beta) + \Phi_2^0 > 0 \quad (3.4)$$

ở đó:  $\Phi_1^0 = \Phi_1/m_1e$ ;  $\Phi_2^0 = \Phi_2/m_2e$ ;  $k_1^2 = C_1/m_1$ ;  $k_2^2 = C_2/m_2$ ;

$\Phi_1^0$ ,  $\Phi_2^0$  đặc trưng cho lực siết ban đầu,  $k_1$ ,  $k_2$  là các tần số riêng của hàm đo.

Chúng ta hãy xét các trường hợp sau

a) Khi  $k_2^2 < \omega^2 < k_1^2$ , điều kiện (3.4) sẽ được thỏa mãn nếu

$$\max(k_2^2, k_1^2 - \Phi_1^0) < \omega^2 < \min(k_1^2, k_2^2 + \Phi_1^0) \quad (3.5)$$

b) Khi  $k_1^2 < \omega^2 < k_2^2$ , điều kiện không tách rời giữa chi tiết và mỏ đo sẽ là:

$$\max(k_2^2 - \Phi_2^0, k_1^2) < \omega^2 < \min(k_2^2, k_1^2 + \Phi_2^0) \quad (3.6)$$

c) Khi  $\max(k_1^2, k_2^2) < \omega^2$  điều kiện (3.4) được thỏa mãn nếu

$$\omega^2 < \min(k_2^2 + \Phi_2^0, k_1^2 + \Phi_1^0) \quad (3.7)$$

d) Khi  $\min(k_1^2, k_2^2) < \omega^2$  điều kiện không tách rời sẽ là

$$\omega^2 > \max(k_1^2 - \Phi_1^0, k_2^2 - \Phi_2^0) \quad (3.8)$$

Các điều kiện tìm được cho mối liên hệ giữa các tần số riêng của hàm đo, tốc độ quay của chi tiết và các đặc trưng lực siết ban đầu. Thông thường người ta tìm các lực siết ban đầu cần thiết để các điều kiện không tách rời được thỏa mãn. Cần nhấn mạnh thêm rằng trong thực tế các hàm đo được thiết kế theo trường hợp cuối cùng, tức là hàm đo có tần số riêng khá lớn so với tần số của lực kích động.

Bằng cách hoàn toàn tương tự chúng ta có thể khảo sát trường hợp có cản. Đối với trường hợp này phương trình vi phân chuyển động của hàm đo có dạng (2.1) Khi chú ý đến các hệ thức (3.2) từ điều kiện (3.1) chúng ta nhận ngay được các kết quả sau:

Khi  $\min(k_1, k_2) > \omega$  điều kiện (3.8) được thay thế bằng điều kiện

$$\begin{aligned} k_1^2 - 2b_{10}^2 - \sqrt{(k_1^2 - 2b_{10}^2)^2 + \Phi_1^{02}} - k_1^4 < \omega^2 < k_1^2 - 2b_{10}^2 + \sqrt{(k_1^2 - 2b_{10}^2)^2 + \Phi_1^{02}} - k_1^4 \\ k_2^2 - 2b_{20}^2 - \sqrt{(k_2^2 - 2b_{20}^2)^2 + \Phi_2^{02}} - k_2^4 < \omega^2 < k_2^2 - 2b_{20}^2 + \sqrt{(k_2^2 - 2b_{20}^2)^2 + \Phi_2^{02}} - k_2^4 \end{aligned} \quad (3.9)$$

ở đó  $2b_{10} = b_1/m_1$ ;  $2b_{20} = b_2/m_2$ .

Đối với trường hợp  $\max(k_1^2, k_2^2) < \omega^2$  điều kiện (3.7) được thay thế bằng điều kiện

$$\begin{aligned} \omega^2 &< k_1^2 - 2b_{10}^2 + \sqrt{(k_1^2 - 2b_{10}^2)^2 + \Phi_1^{02} - k_1^4} \\ \omega^2 &< k_2^2 - 2b_{20}^2 + \sqrt{(k_2^2 - 2b_{20}^2)^2 + \Phi_2^{02} - k_2^4} \end{aligned} \quad (3.10)$$

Trong các công thức (3.9), (3.10) nếu lấy  $b_{10} = b_{20} = 0$  chúng ta nhận được công thức (3.8), (3.9). Bằng con đường tương tự chúng ta có thể nhận được các kết quả ứng với các trường hợp  $k_1^2 < \omega^2 < k_2^2$  và  $k_2^2 < \omega^2 < k_1^2$ .

#### § 4. XÁC ĐỊNH CÁC LỰC ĐO MỎ ĐO TÁC DỤNG LÊN CHI TIẾT GIA CÔNG

Chúng ta tự giới hạn trong trường hợp các lực cân bé có thể bỏ qua. Khi các mỏ lo luôn luôn tiếp xúc với chi tiết gia công thì mỏ đo tác dụng lên chi tiết các lực ngược chiều với các lực  $F_1$  và  $F_2$ . Vì các lực  $F_1$  và  $F_2$  luôn luôn dương nên các áp lực của các mỏ lo lên chi tiết được tính theo công thức (3.3), ở đó:

$$\ddot{x}_1 = -\omega^2 \cos(\omega t + \beta); \quad \ddot{x}_2 = \omega^2 \cos(\omega t + \beta)$$

Loại các lực đó là  $N_1$  và  $N_2$ , chúng ta có:

$$N_1 = m_1 e (k_1^2 - \omega^2) \cos(\omega t + \beta) + \Phi_1; \quad N_2 = m_2 e (\omega^2 - k_2^2) \cos(\omega t + \beta) + \Phi_2$$

Chúng ta đặt  $\varphi = \omega t + \beta$ , đầu tiên chúng ta hãy xét trường hợp  $\min(k_1^2, k_2^2) > \omega^2$ :

$$(dN_1/d\varphi)_{0,\pi} = 0, \quad (d^2N_1/d\varphi^2)_0 < 0, \quad (d^2N_1/d\varphi^2)_\pi < 0;$$

$$(dN_2/d\varphi)_{0,\pi} = 0, \quad (d^2N_2/d\varphi^2)_0 > 0, \quad (d^2N_2/d\varphi^2)_\pi > 0.$$

Vậy lực  $N_1$  đạt cực đại tại  $\varphi = 0$  và đạt cực tiểu tại  $\varphi = \pi$

$$N_{1\max} = \Phi_1 + (k_1^2 - \omega^2)m_1 e; \quad N_{1\min} = \Phi_1 - (k_1^2 - \omega^2)m_1 e,$$

còn lực  $N_2$  đạt cực đại tại  $\varphi = \pi$  và đạt cực tiểu tại  $\varphi = 0$ :

$$N_{2\max} = \Phi_2 + (k_2^2 - \omega^2)m_2 e; \quad N_{2\min} = \Phi_2 - (k_2^2 - \omega^2)m_2 e.$$

Trong trường hợp  $m_1 = m_2 = m$ ,  $c_1 = c_2 = c$ , chúng ta có:

$$N_{1\max} = \Phi_1 + (k^2 - \omega^2)m e; \quad N_{1\min} = \Phi_1 - (k^2 - \omega^2)m e;$$

$$N_{2\max} = \Phi_2 + (k^2 - \omega^2)m e; \quad N_{2\min} = \Phi_2 - (k^2 - \omega^2)m e$$

Từ điều kiện  $\Phi_1 > \Phi_2$  chúng ta thấy rằng mỏ dưới đã rời chi tiết gia công hơn mỏ trên.

Bây giờ chúng ta xét đến trường hợp:  $\max(k_1^2, k_2^2) < \omega^2$

$$(dN_1/d\varphi)_{0,\pi} = 0, \quad (d^2N_1/d\varphi^2)_0 > 0, \quad (d^2N_1/d\varphi^2)_\pi < 0.$$

$$(dN_2/d\varphi)_{0,\pi} = 0, \quad (d^2N_2/d\varphi^2)_0 < 0, \quad (d^2N_2/d\varphi^2)_\pi < 0.$$

Lực  $N_1$  đạt cực đại khi  $\varphi = 0$  và đạt cực tiểu khi  $\varphi = \pi$ . Lực  $N_2$  đạt cực đại khi  $\varphi = \pi$  và đạt cực tiểu khi  $\varphi = 0$ .

$$N_{1\max} = \Phi_1 - (k_1^2 - \omega^2)m_1 e, \quad N_{1\min} = \Phi_1 + (k_1^2 - \omega^2)m_1 e;$$

$$N_{2\max} = \Phi_2 - (k_2^2 - \omega^2)m_2 e, \quad N_{2\min} = \Phi_2 + (k_2^2 - \omega^2)m_2 e.$$

Trong trường hợp  $m_1 = m_2 = m$ ,  $c_1 = c_2 = c$ ,  $k_1 = k_2 = k = c/m$

$$N_{1\max} = \Phi_1 + (\omega^2 - k^2)me, \quad N_{1\min} = \Phi_1 - (\omega^2 - k^2)me;$$

$$N_{2\max} = \Phi_2 + (\omega^2 - k^2)me, \quad N_{2\min} = \Phi_2 - (\omega^2 - k^2)me.$$

Tương tự như trên chúng ta đi đến kết luận rằng mô dưới dễ rời chi tiết hơn mô trên.

Như đã nói ở trên  $N_1$ , và  $N_2$  là những lực siết ban đầu. Vì vậy để không làm giảm chất lượng của bề mặt gia công của chi tiết chúng ta cần phải chọn các lực siết ban đầu một cách hợp lý. Vấn đề này liên quan đến bài toán chọn tối ưu các thông số, chúng ta sẽ đề cập đến trong một bài báo khác.

## § 5. TÍNH TOÁN SAI SỐ ĐỘNG LỰC CỦA THIẾT BỊ ĐO

Như đã nói ở trên, hàm đo chịu nhiều tác động động lực phức tạp và do đó các mô đo có thể bị rời khỏi chi tiết gia công và do đó xảy ra sai số động lực trong phép đo. Điều này có thể xảy ra hoặc khi các điều kiện tiếp xúc không thỏa mãn, hoặc do kích thước chi tiết gia công thay đổi liên tục trong quá trình gia công, hoặc do các tác động va đập, v.v... Chúng ta chỉ xét sai số động lực trong 2 trường hợp đầu. Vấn đề sai số động lực do các va đập sẽ được đề cập đến trong dịp khác. Chúng ta giả sử rằng phép đo có sai số là  $\xi$ :

$$\xi = x + y - 2R = (x - R) + (y - R) = x_1 + x_2$$

Rõ ràng rằng khi các mô đo không tách rời khỏi chi tiết gia công tức là các hệ thức (3.2) được thực hiện, chúng ta có ngay  $\xi = 0$ .

Chúng ta lần lượt xét các trường hợp sau: (Để đơn giản chúng ta giả thiết rằng  $m_1 = m_2 = m$ ,  $c_1 = c_2 = c$ ,  $k_1 = k_2 = k = c/m$ ).

1) Khi mô trên không rời và mô dưới đã rời khỏi chi tiết.

Trong trường hợp đã nêu chúng ta có:  $x_1 = e \cos(\omega t + \beta)$  và  $x_2$  thỏa mãn phương trình.

$$m \ddot{x}_2 + (c + c_3)x_2 + c_3 e \cos(\omega t + \beta) + \Phi_2 = 0 \quad (5.1)$$

Lúc đó chi tiết gia công chịu một áp lực được tính theo công thức

$$N_1 = m\omega^2 \cos(\omega t + \beta) - (c + c_3)e \cos(\omega t + \beta) - c_3 x_2 - \Phi_2$$

trong đó  $x_2$  là nghiệm của (5.1)

Như đã nói ở trên chúng ta loại trừ trong khảo sát của chúng ta trường hợp va đập, tức là chúng ta chỉ xét bài toán trong khoảng thời gian từ khi xảy ra sự rời của mô dưới khỏi chi tiết gia công cho đến khi mô dưới chưa quay trở lại tiếp xúc với chi tiết. Sai số động lực trong trường hợp này sẽ được tính như sau

$$\xi_1 = x_2 + e \cos(\omega t + \beta) \quad (5.2)$$

ở đó  $x_2$  là nghiệm của phương trình:

$$\ddot{x}_2 + k_0^2 x_2 = H \sin\left(\omega t + \beta - \frac{\pi}{2}\right) - \Phi_2^0$$

trong đó:  $k_0^2 = (c + c_3)/m = k^2 + c_3/m$ ;  $H = c_3 e/m$ ;  $\Phi_2^0 = \Phi_2/m$

Chúng ta đưa vào biến  $u = x_2 + \Phi_2^0/k_0^2$ , khi đó

$$\ddot{u} + k^2 u = H \sin\left(\omega t + \beta - \frac{\pi}{2}\right) - e$$

Chúng ta xét trường hợp  $k^2 > \omega^2$ . Chúng ta có

$$u = A \sin k_0 t + B \cos k_0 t + \frac{H}{k_0^2 - \omega^2} \sin \left( \omega t + \beta - \frac{\pi}{2} \right)$$

Do đó:

$$x_2 = A \sin k_0 t + B \cos k_0 t + \frac{H}{k_0^2 - \omega^2} \sin \left( \omega t - \beta - \frac{\pi}{2} \right) - \Phi_2^0 / k_0^2, \quad (5.3)$$

trong đó các hằng số A, B được xác định từ điều kiện đầu

$$x_2(t_0) = e, \quad \dot{x}_2(t_0) = 0.$$

2) Khi mỏ dưới không rời, còn mỏ trên rời khỏi chi tiết gia công:

Trong trường hợp đã nêu  $x_2 = -e \cos(\omega t + \beta)$  còn  $x_1$  thỏa mãn phương trình sau:

$$m \ddot{x}_1 + (c + c_3) x_1 - c_3 e \cos(\omega t + \beta) + \Phi_1^0 = 0 \quad (5.4)$$

Áp lực của mỏ dưới lên chi tiết gia công sẽ được tính theo công thức:

$$N_2 = -m e \omega^2 \cos(\omega t + \beta) - (c + c_3) \cos(\omega t + \beta) + c_3 x_1 - \Phi_2$$

trong đó  $x_1$  là nghiệm của phương trình (5.4).

Trong trường hợp này thiết bị đo chịu sai số được tính như sau:

$$\xi_2 = x_1 - e \cos(\omega t + \beta) \quad (5.5)$$

ở đó  $x_1$  là nghiệm của phương trình

$$\ddot{x}_1 + k_0^2 x_1 = H \cos(\omega t + \beta) + \Phi_1^0; \quad \Phi_1^0 = \Phi_1 / m \quad (5.6)$$

Tương tự như trên, chúng ta tìm được nghiệm của (5.6) trong dạng

$$x_1 = C \cos k_0 t + D \sin k_0 t + \frac{H}{k_0^2 - \omega^2} \cos(\omega t + \beta) - \Phi_1^0 / k_0^2$$

ở đó C, D là các hằng số được xác định từ điều kiện đầu  $x_1(t_0) = e, \dot{x}_1(t_0) = 0$ .

3) Khi mỏ trên và mỏ dưới đều rời khỏi chi tiết gia công.

Trong trường hợp này chuyển động của hàm đo được mô tả bằng phương trình:

$$m \ddot{x}_1 + (c + c_3) x_1 + c_3 x_2 + \Phi_1 = 0, \quad m \ddot{x}_2 + (c + c_3) x_2 + c_3 x_1 + \Phi_2 = 0.$$

Dễ dàng nhận thấy ngay rằng sai số động lực  $\xi$  thỏa mãn phương trình

$$m \ddot{\xi} + (c + 2c_3) \xi + \Phi = 0; \quad \Phi = \Phi_1 + \Phi_2 \quad (5.7)$$

Bây giờ chúng ta hãy xác định điều kiện đầu của phương trình (5.7). Giả sử tại thời điểm t mỏ dưới sẽ rời khỏi chi tiết gia công còn mỏ trên vẫn tiếp xúc với chi tiết gia công. Dễ dàng thấy rằng  $t_1$  được xác định như sau

$$\omega t_1 + \beta = 2\pi; \quad t_1 = \frac{2\pi - \beta}{\omega}$$

Khi mỏ trên chưa rời khỏi chi tiết chúng ta có

$$\ddot{x}_2 + k_0^2 x_2 = -H \cos(\omega t + \beta) - \Phi_2^0; \quad \Phi_2^0 = \Phi_2 / m \quad (5.8)$$

Giả sử  $x_2(t)$  là nghiệm của phương trình (5.8). Mỏ trên có thể rời khỏi chi tiết tại thời điểm  $t_2$ , nó thỏa mãn hệ thức sau

$$\omega t_2 + \beta = 3\pi; \quad t_2 = t_1 + \frac{\pi}{\omega} \quad (5.9)$$

Vậy điều kiện đầu của phương trình (5.7) có dạng:

$$\xi^0 = e + x_{20}(t_2); \dot{\xi}^0 = \dot{x}_{20}(t_2) \quad (5.10)$$

Gọi  $\xi_3$  là nghiệm của (5.7) thỏa mãn điều kiện đầu (5.10). Vậy chúng ta nhận được kết quả sau:

$$\xi = \max [\max \xi_1, \max \xi_2, \max \xi_3]$$

ở đó  $\xi$  là sai số động lực của thiết bị đo.

Bây giờ chúng ta áp dụng các kết quả nhận được cho hàm đo đã được sử dụng cho chương trình 52.01. Chúng ta sử dụng các số liệu tính toán và đo đạc sau:

Khối lượng các mỏ đo:  $m_1 = m_2 = 150g$ ,  $e = 0,02mm$ ,  $R = 11,5mm$ .

$h_1 = 11mm$ ,  $h_2 = 10,8mm$ ,  $c_1 = c_2 = 3000N/m$ ;  $c_3 = 15N/m$ ,  $l = 20mm$ ;  $\omega = 20$  I/sec.

Đầu tiên chúng ta tính:  $k^2 = c/m = 3000/0,150 \gg \omega^2$ . Vậy chúng ta cần kiểm tra công thức (3.8). Trước hết chúng ta tính  $\Phi_1 = c(R - h_1) + c_3(2R - l) + P = 3(11,5 - 11) + 0,015(23 - 20) + 1,5 = 3,05$

$$\Phi_2 = c(R - h_2) + c_3(2R - l) - P = 3(11,5 - 10,8) + 0,015(23 - 20) - 1,5 = 0,6N$$

Điều kiện (3.8) sẽ được thực hiện nếu

$$\omega^2 > k^2 - \Phi_2^0, \quad \Phi_2^0 = \Phi_2/me$$

$$\text{Vì } k^2 - \Phi_2^0 = 3000/0,150 - 0,6/0,150 \cdot 0,02 \cdot 10 < 0$$

Vậy điều kiện tiếp xúc giữa chi tiết và các mỏ đo được thỏa mãn về mặt lý thuyết thiết bị đo đã được thiết kế không phạm sai số đo. Tuy nhiên trong thực tế thiết bị đo vẫn vấp phải sai số đo khoảng  $3-4\mu$ . Điều đó có thể được giải thích một cách dễ dàng vì khi xây dựng mô hình tính toán do tính phức tạp của bài toán chúng ta buộc phải bỏ qua một số yếu tố khác ảnh hưởng đến kết quả của phép đo, như sự quay không đều của chi tiết, độ méo của chi tiết, độ không nhẵn của bề mặt của chi tiết gia công, độ không song song của hai mỏ đo, v.v... Tuy vậy độ chính xác mà thiết bị đo đã được thiết kế đạt được, được đánh giá là tốt. Điều đó nói lên tính đúng đắn của việc xây dựng mô hình toán trong việc kê đến những nguyên nhân cơ bản gây ra sai số động lực của phép đo.

Địa chỉ:  
Đại học Bách khoa

Ngày nhận 8/4/1982

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ДОБРЫНИН Е.М., ЧАН ЧЖУН ЧЖЕНЬ. Вопросы динамической точности приборов автоматического контроля размеров, Машгиз, Москва, 1963.
2. ПОГОРЕЛЫЙ В.С. Исследование влияния вибраций обрабатываемого изделия на динамическую погрешность измерительно управляющего устройства. Труды института машиноведения семинар по точности в машиностроении и приборостроении, вып. 19, Москва, 1965.

## SUMMARY

### SOME DYNAMICAL CALCULATIONS OF A TRANSDUCER OF TWO CONSTACT POINTS TYPE WITH TWO DEGREES OF FREEDOM

As it is known, in machine-building two methods are used for checking the size of manufacturing details: the method of active check and the method of passive check and in connection with this there are two checking remedies: that of active check and passive check

Is discussed in this paper the dynamical calculation of a transducer of type of two constact points with two degrees of freedom.

The obtained results have been used for calculating a transducer for the national program 52.01.

## THÔNG BÁO

Hội thảo quốc tế về « Các vấn đề thời sự của Cơ học » (viết tắt là HTQTCH) sẽ được tổ chức tại Hà Nội từ 6 đến 10 tháng 4 năm 1983.

Tham gia Hội thảo: Về phía khách nước ngoài dự kiến có các thành viên Ban biên tập tạp chí « Các thành tựu cơ học », cơ quan thông tin của các Viện Hàn lâm khoa học các nước xã hội chủ nghĩa về Cơ học: Viện sĩ A.Ju.Ishlinski và Viện sĩ O.M.Beloserkovski (Liên xô), Viện sĩ G.Brankov và tiến sĩ A.Anchev (Bungari). Giáo sư G.Petrasovits và Giáo sư S.Kaliski (Hunggari), Giáo sư M.Hoffmaister và Tiến sĩ A.Duda (CHDC Đức), Viện sĩ V.Novaski, Viện sĩ thông tấn V.Gutkovski và Viện sĩ thông tấn Ia.Rykhlevski (Ba lan). Viện sĩ Ia.Kozheshnik và giáo sư L.Pust (Tiệp khắc) và những người khác. Về phía Việt nam sẽ có đồng đạo đại biểu các chuyên ngành cơ học thuộc các cơ quan nghiên cứu, giảng dạy và ứng dụng cơ học của cả nước.

Trong Hội thảo các nhà Cơ học các nước tham dự sẽ giới thiệu những thành tựu và những phương hướng lớn trong nghiên cứu và ứng dụng Cơ học của nước mình. Về phía Việt nam ngoài bản báo cáo chung về tình hình và nhiệm vụ của ngành Cơ học nước ta còn các báo cáo tổng kết và các báo cáo khoa học tiêu biểu của các chuyên ngành: Cơ học đại cương, Cơ học chất lỏng và chất khí, Cơ học vật rắn biến dạng, cơ học đất, đá và môi trường rời và Cơ học máy. Qua hội thảo sẽ tiến tới thống nhất các chương trình hợp tác trong nghiên cứu và ứng dụng cơ học giữa nước ta và các nước xã hội chủ nghĩa.

Ban trụ bị Hội thảo quốc tế về Cơ học đã được thành lập gồm các đồng chí đại diện các chuyên ngành cơ học do đồng chí Nguyễn Văn Đạo làm trưởng ban. Các báo cáo dự định trình bày tại hội thảo cũng đã được phân công chuẩn bị.

Đề hội thảo thu được kết quả tốt đẹp Ban trụ bị trân trọng đề nghị;

1. Các thành viên Ban trụ bị tích cực tuyên truyền, giải thích về ý nghĩa, mục đích và nội dung của Hội thảo.

2. Các cán bộ được phân công chuẩn bị báo cáo kịp thời gửi về bộ phận thường trực: Tên báo cáo (bằng tiếng việt và một trong 3 thứ tiếng nước ngoài: Nga, Anh, Đức), trước ngày 20-12-1982.

Bản báo cáo toàn văn bằng tiếng nước ngoài (một trong ba thứ tiếng nêu trên) trước ngày 28-2-1983.

3. Các cơ quan nghiên cứu, ứng dụng và giảng dạy Cơ học nhiệt liệt ủng hộ và tạo điều kiện để cán bộ của mình có thể tham dự Hội thảo.

4. Các cán bộ nghiên cứu, giảng dạy và ứng dụng cơ học thường xuyên theo dõi các thông báo tiếp theo.

Đề biết thêm các chi tiết xin liên hệ:

*Viện Cơ học, 208 Đột Cấn, Hà Nội*  
*Số điện thoại: 5.7241*

**BAN TRỤ BỊ**