

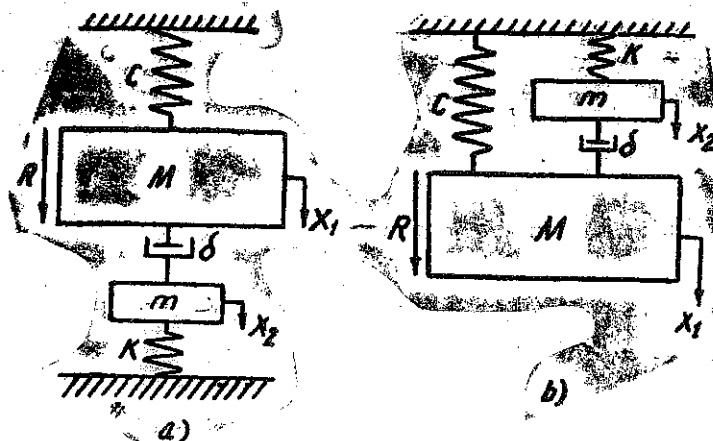
VỀ MỘT CÁCH GHEP BỘ TẮT CHẤN ĐỘNG LỰC CHO HỆ TỰ CHẤN

NGUYỄN VĂN ĐẠO

Trong các bài báo trước đây bộ tắt chấn động lực gắn bởi liên kết đàn hồi với vật chính mà dao động của nó cần dập tắt [1, 2]. Dưới đây sẽ trình bày một cách ghép bộ tắt chấn động lực với khối lượng chính không bằng liên kết đàn hồi, mà thông qua cơ cấu cần. Sẽ nghiên cứu hai trường hợp khác nhau: bộ tắt chấn yếu khi khối lượng và độ cứng của bộ tắt chấn là nhỏ và bộ tắt chấn mạnh khi các thông số của nó có giá trị hữu hạn. Trong trường hợp bộ tắt chấn mạnh, tăng ma sát của cơ cấu cần là biện pháp có hiệu quả để dập tắt tự dao động của vật chính, còn trong trường hợp bộ tắt chấn yếu cần phải lựa chọn hệ số ma sát của cơ cấu cần một cách thích hợp.

§1. BỘ TẮT CHẤN MẠNH

Xét hệ dao động biểu diễn trên hình 1. Trong đó M là khối lượng chính bị dao động dưới ảnh hưởng của lực $R = \alpha X - \beta \dot{X}^3$ trong đó α, β là các hằng số dương. Bộ tắt chấn (m, K) tác động tới khối lượng chính thông qua cơ cấu cần δ .



Hình 1

Trong trường hợp m, K hữu hạn, các phương trình vi phân của hệ khảo sát có dạng:

$$\begin{aligned} M\ddot{X}_1 + CX_1 &= -\epsilon\delta(\dot{X}_1 - \dot{X}_2) + \epsilon R(X_1), \\ m\ddot{X}_2 + KX_2 &= \epsilon\delta(\dot{X}_1 - \dot{X}_2). \end{aligned} \quad (1.1)$$

Đặt $\frac{C}{M} = \Omega^2, \frac{K}{m} = \omega^2$ và giả thiết rằng trong hệ (1.1) không có hiện tượng nội cộng hưởng, nói cách khác giữa Ω và ω không có hệ thức dạng $N_1\Omega + N_2\omega \approx 0$, trong đó N_i là những số nguyên, ta có thể biểu diễn nghiệm của hệ (1.1) dưới dạng.

$$\begin{aligned} X_1 &= a \cos \Phi, \quad \Phi = \Omega t + \psi; \quad X_2 = b \cos \theta, \quad \theta = \omega t + \varphi \\ \dot{X}_1 &= -a\Omega \sin \Phi, \quad \dot{X}_2 = -b\omega \sin \theta \end{aligned} \quad (1.2)$$

Thay (1.2) vào (1.1) ta có các phương trình sau đây đối với a, b, ψ, φ :

$$\begin{aligned} \Omega \frac{da}{dt} &= \frac{e}{M} [\delta(\dot{X}_1 - \dot{X}_2) - R(\dot{X}_1)] \sin \Phi, \\ \Omega a \frac{d\psi}{dt} &= \frac{e}{M} [\delta(\dot{X}_1 - \dot{X}_2) - R(\dot{X}_1)] \cos \Phi, \\ \omega \frac{db}{dt} &= -\frac{e\delta}{m} (\dot{X}_1 - \dot{X}_2) \sin \theta, \\ \omega b \frac{d\varphi}{dt} &= -\frac{e}{m} \delta(\dot{X}_1 - \dot{X}_2) \cos \theta. \end{aligned} \quad (1.3)$$

Thực hiện việc trung bình hóa về phải của (1.3) ta có các phương trình xấp xỉ sau đây:

$$\begin{aligned} \Omega \frac{da}{dt} &= -\frac{e\Omega a}{2M} \left\{ \delta - \alpha + \frac{3}{4} \beta (\Omega a)^2 \right\}, \\ \Omega a \frac{d\psi}{dt} &= 0, \quad \omega \frac{db}{dt} = -\frac{e\delta}{2m} b\omega, \quad \Omega b \frac{d\varphi}{dt} = 0. \end{aligned} \quad (1.4)$$

Từ phương trình đầu của hệ (1.4) ta tìm được các nghiệm dừng

1. $a = 0$, ổn định nếu $\delta > \alpha$, không ổn định nếu $\delta < \alpha$.

2. $a \neq 0$, $\frac{3}{4} \beta \Omega^2 a^2 = \alpha - \delta$, ổn định nếu $\delta < \alpha$ (1.5)

Do vậy, để dập tắt tự dao động của khối lượng chính, ta cần chọn hệ số cản δ sao cho $\delta > \alpha$. Nói cách khác, tăng ma sát của cơ cấu cản là biện pháp có hiệu quả để dập tắt tự dao động của vật chính và bộ tắt chấn động như một cơ cấu cản đơn thuần. Trường hợp xét tiếp theo có những đặc điểm thú vị hơn.

§ 2. BỘ TẮT CHẤN YẾU

Giả thiết rằng m và K nhỏ cấp ϵ . Thay cho các phương trình chuyển động (1.1) ta có hệ:

$$M\ddot{X}_1 + cX_1 = -\delta(\dot{X}_1 - \dot{X}_2) + cR(\dot{X}_1), \quad m\ddot{X}_2 + KX_2 + \delta\dot{X}_2 = \delta\dot{X}_1 \quad (2.1)$$

Nghiệm của hệ này được tìm dưới dạng

$$\begin{aligned} X_1 &= a \cos \Phi, \quad \Phi = \Omega t + \psi, \quad \dot{X}_1 = -a\Omega \sin \Phi, \\ X_2 &= a(M \cos \Phi + N \sin \Phi), \quad \dot{X}_2 = a\Omega(-M \sin \Phi + N \cos \Phi), \end{aligned} \quad (2.2)$$

$$\text{Trong đó: } M = \frac{\Omega^2 \delta^2}{\Omega^2 \delta^2 + (K - m\Omega^2)^2}, \quad N = \frac{-\Omega \delta (K - m\Omega^2)}{\Omega^2 \delta^2 + (K - m\Omega^2)^2} \quad (2.3)$$

Thay (2.2) vào (2.1) rồi thực hiện các phép biến đổi ta sẽ có các phương trình sau đây đối với a và ψ :

$$\begin{aligned} \Omega \frac{da}{dt} &= \frac{e}{M} [\delta(\dot{X}_1 - \dot{X}_2) - R(\dot{X}_1)] \sin \Phi, \\ \Omega a \frac{d\psi}{dt} &= \frac{e}{M} [\delta(\dot{X}_1 - \dot{X}_2) - R(\dot{X}_1)] \cos \Phi. \end{aligned} \quad (2.4)$$

Thực hiện trung bình hóa về phải (2.4) ta được:

$$\Omega \frac{da}{dt} = \frac{\epsilon_a \Omega}{2M} \left[\delta(M-1) + \alpha - \frac{3}{4} \beta \Omega^2 a^2 \right], \quad \Omega a \frac{d\psi}{dt} = \frac{-\epsilon}{M} \cdot \frac{\delta \Omega a N}{2} \quad (2.5)$$

Hệ phương trình (2.5) có các nghiệm dừng:

1. $a = 0$, ổn định khi $\delta(M-1) + \alpha < 0$, không ổn định khi $\delta(M-1) + \alpha > 0$.

$$2. a \neq 0, \quad \frac{3}{4} \beta \Omega^2 a^2 = \alpha + \delta(M-1), \quad (2.6)$$

$$\text{ổn định khi} \quad \alpha + \delta(M-1) > 0 \quad (2.9)$$

Đường biên độ (2.6) cho sự phụ thuộc của biên độ a vào hệ số cản δ đạt cực tiểu tại $\delta = \delta_* = \frac{1}{s}$ và có điểm uốn

$$\text{tại } \delta = \delta_{**} = \frac{\sqrt{3}}{s} = \sqrt{3} \cdot \delta_*$$

$$s = \Omega / [K - m\Omega^2].$$

Do vậy, để đạt hiệu quả tắt chấn cao cần chọn các thông số sao cho:

$$\delta = \delta_* = \frac{1}{s} \quad \text{và} \quad \alpha \leq \frac{1}{2s}$$

§3. KẾT LUẬN

Tiếp tục các nghiên cứu trước đây, trong bài báo này đã xét kỹ trường hợp khi bộ tắt chấn động lực (m, K) được gắn với khối lượng chính (M) thông qua cơ cấu cản (δ). Kết quả khảo sát cho thấy:

1. Trong trường hợp bộ tắt chấn mạnh (m, K hữu hạn), tăng ma sát của cơ cấu cản (δ) là biện pháp có hiệu quả để dập tắt tự dao động của vật chính (M). Biên độ dao động dừng cho bởi biểu thức (1.5).

2. Với bộ tắt chấn yếu (m, K nhỏ) biên độ tự dao động của vật chính (M) cho bởi công thức (2.6) và do vậy cần lựa chọn hệ số ma sát δ một cách thích hợp mới có thể giảm có hiệu quả dao động của (M).

Địa chỉ:
Viện Cơ học Viện KHVN

Nhận ngày 20-3-1987

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. NGUYỄN VĂN ĐÌNH. Bộ tắt chấn trong hệ tự chấn á tuyến. Tạp chí Cơ học, số 3, 1979
2. NGUYỄN VĂN ĐẠO. Về bộ tắt chấn động lực. Tạp chí Cơ học số 2, 1982

РЕЗЮМЕ О ГАШЕНИИ АВТОКОЛЕБАНИЙ

Рассматривается динамический гаситель, который непосредственно связан с главной массой демпфирующим механизмом. Показано, что для гашения автоколебания главной массы следует увеличить коэффициент трения демпфирующего механизма в случае сильного гасителя (его параметры конечны §1) и выбрать подходящее значение этого коэффициента в случае слабого гасителя (его параметры малы §2).