

## TÍNH TOÁN TỐI ƯU THIẾT BỊ TMD GIẢM CHẤN CHO HỆ KẾT CẤU CÓ 01 BẬC TỰ DO

ThS. NGUYỄN XUÂN ĐẠİ, ThS. VƯƠNG TUẤN HẢI, ThS. NGUYỄN VĂN CÔNG  
Học viện Kỹ thuật Quân sự

Tóm tắt: *Thiết bị giảm chấn TMD (Tuned – Mass – Damper) là thiết bị giảm chấn thụ động, bằng chuyển động tương đối của khối lượng bản thân so với hệ chính, TMD có hiệu quả trong việc làm tiêu tán năng lượng dao động của hệ chính. Các nội dung tính toán thiết kế tối ưu thiết bị TMD tập trung vào nhiệm vụ làm biên độ dao động của hệ chính giảm đạt giá trị nhỏ nhất. Bài báo này tác giả phân tích tính toán thông số tối ưu của TMD thông qua giá trị hệ số khuếch đại dao động của kết cấu chính bằng phép giải tích và tính toán số.*

### 1. Đặt vấn đề

Thiết bị điều chỉnh khối lượng TMD (Tuned Mass Damper) thực chất là một hệ tích hợp giữa khối lượng, lò xo và thiết bị cản (đàn nhớt). Nguyên lý hoạt động của TMD là dựa vào khối lượng bản thân để tạo ra chuyển động tương đối với hệ kết cấu chính, từ đó làm tiêu tán năng lượng dao động của hệ kết cấu chính. Do đó, khi sử dụng TMD không làm thay đổi những tính chất cơ học của kết cấu. Thông thường, thiết bị TMD có hiệu quả giảm dao động rõ rệt khi hệ dao động chính có hệ số cản thấp.

Thực tế, hiệu quả của thiết bị TMD thường được điều chỉnh thông qua khối lượng của TMD. Khi khối lượng của TMD tăng sẽ làm tăng chuyển động tương đối giữa TMD và hệ chính. Mặt khác, khối lượng TMD quá lớn sẽ gây ảnh hưởng xấu đến hệ kết cấu chính. Do đó, quá trình tính toán

thiết kế cần có các giải pháp lựa chọn thiết bị TMD cho phù hợp.

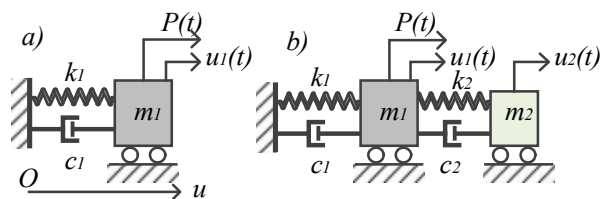
Tính toán tối ưu thiết bị TMD được Nguyễn Đông Anh trình bày một số phương pháp tiêu biểu trong tài liệu 0, với các hàm mục tiêu được tác giả đề cập gồm chuyển vị, vận tốc, hoặc gia tốc chuyển động của hệ chính. G.C.Marano, R.Greco trình bày giải pháp tính toán tối ưu thiết bị TMD cho kết cấu tháp [4], với hàm mục tiêu là tỷ số giữa chuyển vị của hệ khi có TMD và khi không có TMD đạt giá trị cực tiểu.

Nhìn chung, trong các nội dung tính toán tối ưu TMD, các tác giả thường hướng đến mục tiêu giảm biên độ dao động của hệ chính về nhỏ nhất. Tuy nhiên, năng lượng dao động của TMD được lấy từ dao động của hệ chính. Vì vậy, khi hệ chính giảm biên độ dao động thì dao động của TMD càng tăng. Việc tính toán thiết kế do đó cần phải quan tâm tới dao động của TMD đảm bảo dao động này không vượt quá giới hạn cho phép.

### 2. Nguyên lý làm việc của TMD

Xét hệ dao động một bậc tự do được mô hình hóa bằng khối lượng  $m_1$ , được giữ cố định bởi liên kết đàn hồi tuyến tính có hệ số độ cứng  $k_1$ , liên kết đàn nhớt tuyến tính có hệ số cản  $c_1$  như hình 1a.

Hệ được gắn thêm thiết bị TMD mô hình hóa bằng khối lượng  $m_2$ , liên kết với hệ chính bởi liên kết đàn hồi tuyến tính có hệ số độ cứng  $k_2$  và liên kết đàn nhớt tuyến tính có hệ số cản  $c_2$  như hình 1b.



Hình 1. Hệ dao động 01 bậc tự do sử dụng thiết bị TMD

Không mất tính tổng quát, giả thiết tải trọng tác dụng có dạng hàm điều hòa theo thời gian  $P(t) = P \sin \omega t$ .

Phương trình vi phân dao động của hệ kết cấu có dạng:

$$\begin{cases} m_1 \ddot{u}_1 + (c_1 + c_2) \dot{u}_1 + (k_1 + k_2) u_1 - c_2 \dot{u}_2 - k_2 u_2 = P \sin \omega t \\ m_2 \ddot{u}_2 + c_2 \dot{u}_2 + k_2 u_2 - c_2 \dot{u}_1 - k_2 u_1 = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Lời giải trong giai đoạn dao động ổn định của hệ có dạng:

$$u_1(t) = P \sqrt{\frac{(k_2 - m_2 \omega^2)^2 + c_2^2 \omega^2}{A^2 + B^2 \omega^2}} \sin(\omega t + \varphi) \quad (2)$$

$$u_2(t) = P \sqrt{\frac{k_2^2 + c_2^2 \omega^2}{A^2 + B^2 \omega^2}} \sin(\omega t + \gamma) \quad (3)$$

Trong đó:

$$A = (k_1 - m_1 \omega^2)(k_2 - m_2 \omega^2) - k_2 m_2 \omega^2 - c_2 c \omega^2 \quad (4)$$

$$B = c_2 (k_1 - m_1 \omega^2) + c_1 (k_2 - m_2 \omega^2) - c_2 m_2 \omega^2$$

$$\varphi = \tan^{-1} \left\{ \frac{[-(k_2 - m_2 \omega^2)B + c_2 A] \omega}{(k_2 - m_2 \omega^2)A + c_2 B \omega^2} \right\} \quad (5)$$

$$\gamma = \tan^{-1} \left[ \frac{(c_2 A - k_2 B) \omega}{k_2 A + c_2 B \omega^2} \right] \quad (6)$$

Gọi  $\omega_1, \omega_2$  lần lượt là tần số dao động riêng của hệ chính và hệ phụ;

$\mu$  - tỷ số khối lượng giữa hệ chính và hệ phụ;

$r_1, r_2$  - lượt là tỷ số giữa tần số lực kích thích và tần số dao động riêng của hệ phụ đối với hệ chính;

$\xi_1, \xi_2$  lần lượt là tỷ số cản của hệ chính và hệ phụ.

Mối quan hệ giữa các đại lượng được định nghĩa như sau:

$$\omega_1^2 = \frac{k_1}{m_1}; \omega_2^2 = \frac{k_2}{m_2}; \mu = \frac{m_2}{m_1}; r_1 = \frac{\omega}{\omega_1}; r_2 = \frac{\omega_2}{\omega}; c_1 = 2m_1 \xi_1 \omega_1; c_2 = 2m_2 \xi_2 \omega_1 \quad (7)$$

Nghiệm dao động của hệ khi đó được viết lại thành:

$$u_1(t) = P \sqrt{\frac{(r_2^2 - r_1^2)^2 + (2\xi_2 r_1)^2}{m_1^2 \omega_1^4 C}} \sin(\omega t + \varphi) \quad (8)$$

$$u_2(t) = P \sqrt{\frac{r_2^4 + (2\xi_2 r_1)^2}{m_1^2 \omega_1^4 C}} \sin(\omega t + \gamma) \quad (9)$$

Trong đó:

$$C = [(1 - r_1^2)(r_2^2 - r_1^2) - \mu r_2^2 r_1^2 - 4\xi_2 \xi_1 r_1^2]^2 + 4r_1^2 [\xi_2 (1 - r_1^2 - \mu r_1^2) + \xi_1 (r_2^2 - r_1^2)]^2 \quad (10)$$

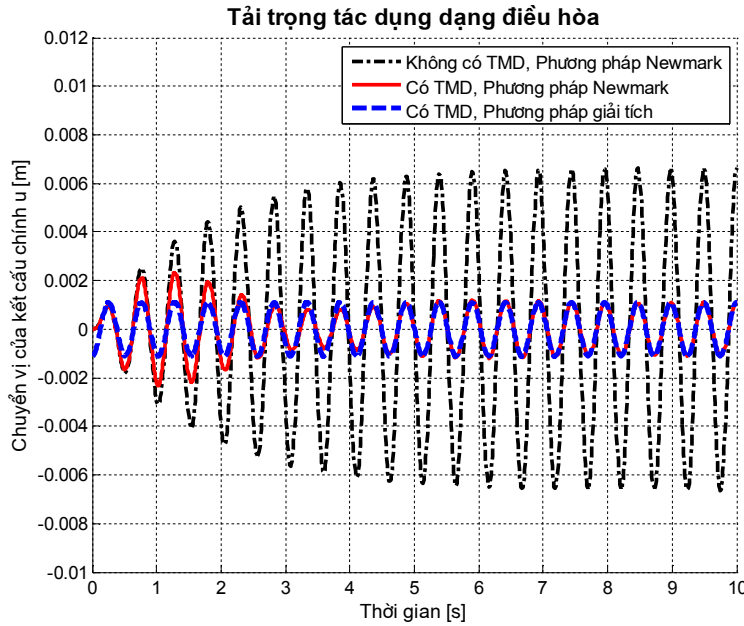
Khảo sát hiệu quả giảm dao động của TMD bằng ví dụ số, với các số liệu cụ thể như sau:

Thông số dao động của hệ chính:  $m_1 = 1 \text{ kNm/s}^2$ ;  $k_1 = 150 \text{ kN/m}$ ;  $\xi_1 = 0.05$ ;

Thông số của hệ TMD được xác định thông qua các hệ số:  $\mu = 0.05$ ;  $r_2 = 1$ ;  $\xi_2 = 0.05$ ;

Tải trọng tác dụng:  $P = 100 \sin \omega t$  (N), với tần số lực kích thích được chọn  $\omega = \omega_1$  thỏa mãn trường hợp nguy hiểm nhất: hệ chính xảy ra cộng hưởng.

Phân tích hiệu quả của TMD bằng 2 trường hợp: phương pháp giải tích và phương pháp phân tích theo bước thời gian Newmark.



Hình 2. Khảo sát hiệu quả giảm dao động của TMD

Kết quả khảo sát cho thấy: TMD có hiệu quả giảm dao động rõ rệt cho kết cấu chính, biên độ dao động của hệ chính giảm được khoảng 80% so với khi không lắp TMD. Kết quả phân tích dao động bằng hai phương pháp: giải tích và phân tích theo bước thời gian Newmark nhận thấy, trong giai đoạn dao động ổn định, lời giải bằng 2 phương pháp cho kết quả tương đồng nhau thể hiện độ tin cậy của kết quả tính.

**3. Tính toán tối ưu thiết bị TMD**

Thực tế, để tính toán các thông số của TMD trực tiếp từ phương trình vi phân dao động rất khó khăn. Do đó, nội dung tính toán TMD được tiến hành thông qua các hệ số trung gian – hệ số khuếch đại biên độ dao động  $K_{MF}$ , được định nghĩa

bằng tỷ số giữa chuyển vị động cực đại và chuyển vị tĩnh.

Hệ số khuếch đại của hệ chính và hệ TMD được tính toán lần lượt theo công thức:

$$K_{MF} = \sqrt{\frac{(r_2^2 - r_1^2)^2 + (2\xi_2 r_1)^2}{C}} \tag{11}$$

$$K_{MF\_TMD} = \sqrt{\frac{(r_2^2)^2 + (2\xi_2 r_1)^2}{C}} \tag{12}$$

Trong đó, C là hệ số trung gian được trình bày trong công thức (13).

**3.1 Trường hợp không xét đến các yếu tố cản**

Xét lời giải trong giai đoạn dao động ổn định, nghiệm của hệ phương trình vi phân dao động có dạng:

$$u_1(t) = \frac{(r_2^2 - r_1^2)}{(1 - r_1^2)(r_2^2 - r_1^2) - \mu r_1^2 r_2^2} \cdot \frac{P}{k_1} \sin \omega t$$

$$u_2(t) = \frac{r_2^2}{(1 - r_1^2)(r_2^2 - r_1^2) - \mu r_1^2 r_2^2} \cdot \frac{P}{k_1} \sin \omega t$$
(14)

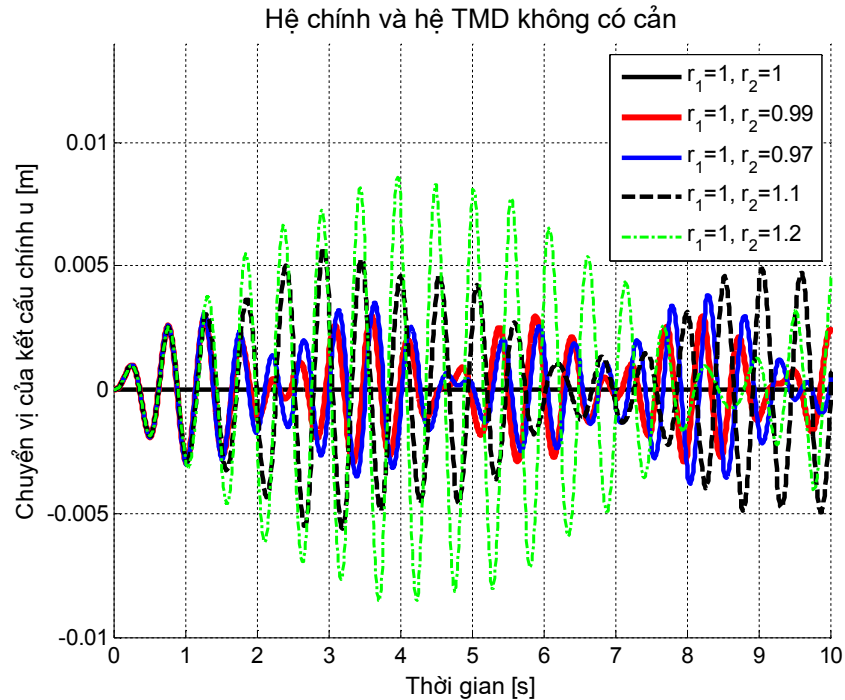
Hệ số khuếch đại của hệ chính và hệ TMD khi đó được viết lại thành:

$$K_{MF} = \sqrt{\frac{(r_2^2 - r_1^2)^2}{[(1 - r_1^2)(r_2^2 - r_1^2) - \mu r_2^2 r_1^2]^2}}$$

$$K_{MF\_TMD} = \sqrt{\frac{(r_2^2)^2}{[(1 - r_1^2)(r_2^2 - r_1^2) - \mu r_2^2 r_1^2]^2}}$$
(15)

Tiến hành điều chỉnh thông số thiết bị TMD ta nhận thấy: khi  $r_1 = r_2$  từ công thức (14) và (15) ta thu được  $u_1(t) = 0$  và  $K_{MF} = 0$ , có nghĩa là khi đó, hệ kết cấu chính sẽ không dao động. Tiến hành khảo sát

ảnh hưởng của  $r_2$  đến biên độ dao động của hệ kết cấu chính trong trường hợp tải trọng tác dụng có dạng điều hòa và thỏa mãn trường hợp xảy ra cộng hưởng. Kết quả khảo sát như đồ thị hình:



Hình 3. Khảo sát hiệu quả giảm dao động của TMD

Từ đồ thị hình 3 ta nhận thấy, trong hệ dao động không có cản, khi thông số TMD được lựa chọn theo tính toán tối ưu thỏa mãn  $r_2 = r_1$ , biên độ dao động của kết cấu chính bằng 0, nghĩa là hệ không dao động. Biên độ dao động của hệ chính càng gần giá trị 0 khi  $r_2$  càng gần giá trị  $r_1$ .

### 3.2 Trường hợp chỉ xét hệ số cản của TMD

Khi hệ chính không có cản ( $\xi_1 = 0$ ), chỉ xét tới cản của thiết bị TMD ( $\xi_2 \neq 0$ ), nghiệm của hệ phương trình vi phân dao động có dạng:

$$u_1(t) = P \sqrt{\frac{[(r_2^2 - r_1^2)^2 + (2\xi_2 r_1)^2]}{m_1^2 \omega_1^4 C_1}} \sin(\omega t + \varphi_1) \quad (16)$$

$$u_2(t) = P \sqrt{\frac{[r_2^4 + (2\xi_2 r_1)^2]}{m_1^2 \omega_1^4 C_1}} \sin(\omega t + \gamma_1) \quad (17)$$

Trong đó:

$$C_1 = \left[ (1 - r_1^2)(r_2^2 - r_1^2) - \mu r_2^2 r_1^2 \right]^2 + 4r_1^2 \left[ \xi_2 (1 - r_1^2 - \mu r_1^2) \right]^2 \quad (18)$$

Hệ số khuếch đại biên độ dao động của hệ chính khi đó được viết lại theo công thức:

$$K_{MF} = \sqrt{\frac{(r_2^2 - r_1^2)^2 + (2r_1 \xi_2)^2}{\left[ (1 - r_1^2)(r_2^2 - r_1^2) - \mu r_2^2 r_1^2 \right]^2 + \left[ 2r_1 \xi_2 (1 - r_1^2 - \mu r_1^2) \right]^2}} \quad (19)$$

Biến đổi biểu thức hệ số khuếch đại về dạng:

$$K_{MF} = \left| \frac{1}{1 - r_1^2(1 + \mu)} \right| \sqrt{\frac{\left[ \frac{r_2^2 - r_1^2}{2r_1} \right]^2 + \xi_2^2}{\left[ \frac{(1 - r_1^2)(r_2^2 - r_1^2) - \mu r_2^2 r_1^2}{2r_1(1 - r_1^2 - \mu r_1^2)} \right]^2 + \xi_2^2}} \quad (20)$$

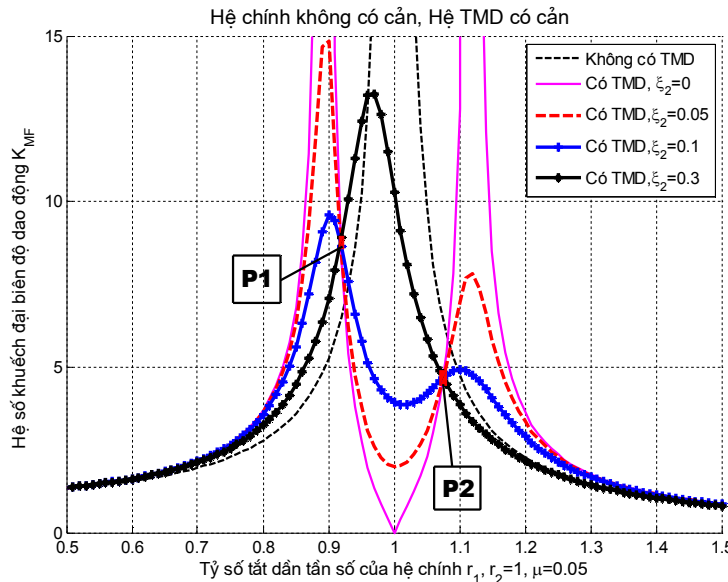
Từ phương trình (20), nhận thấy, hệ số  $K_{MF}$  không phụ thuộc vào  $\xi_2$  khi:

$$\left| \frac{r_2^2 - r_1^2}{2r_1} \right| = \left| \frac{(1 - r_1^2)(r_2^2 - r_1^2) - \mu r_2^2 r_1^2}{2r_1(1 - r_1^2 - \mu r_1^2)} \right| \quad (21)$$

Viết lại phương trình (21) ta được:

$$r_1^4 - \frac{2r_2^2(1 + \mu) + 2}{2 + \mu} r_1^2 + \frac{2r_2^2}{2 + \mu} = 0 \quad (22)$$

Phương trình (22) là phương trình trùng phương. Giải phương trình (22) ta thu được hai nghiệm dương  $r_1$  không phụ thuộc vào tỷ số cản của TMD, chỉ phụ thuộc vào  $r_2$  và  $\mu$ , nghĩa là khi đó với mỗi giá trị của  $\mu$  đồ thị hàm  $K_{MF}$  phụ thuộc  $r_1$  luôn đi qua 2 điểm cố định với mọi giá trị của  $\xi_2$ .



**Hình 4.** Hệ số khuếch đại dao động hệ chính,  $\xi_1=0$

Giá trị tối ưu của các thông số thiết bị TMD tương ứng với vị trí cực tiểu của biên độ dao động của hệ chính, nghĩa là giá trị hàm khuếch đại  $K_{MF}$  đạt giá trị nhỏ nhất. Từ đồ thị hình 4 ta nhận thấy, ứng với mỗi giá trị tỷ số cản  $\xi_2$  khác nhau của thiết bị TMD, ta có đường đồ thị hàm khuếch đại  $K_{MF}$  khác nhau, tuy nhiên, các đồ thị này đều đi qua 2 điểm  $P_1$  và  $P_2$  nằm trong vùng biên độ dao động cực đại của kết cấu chính. Để

xác định được thông số tối ưu của thiết bị TMD, cần điều chỉnh sao cho  $P_1$  và  $P_2$  có cùng giá trị tung độ trên đồ thị hàm khuếch đại, và giá trị này phải thỏa mãn nhỏ nhất.

Nhận thấy, khi phương trình (21) được thỏa mãn, giá trị tối ưu của thiết bị TMD đảm bảo điều kiện giá trị hàm khuếch đại  $K_{MF}$  tại  $P_1$  và  $P_2$  bằng nhau, từ biểu thức (20) ta có:

$$K_{MF}^{P1} = K_{MF}^{P2} \Rightarrow \left| 1 - r_{1P1}^2(1 + \mu) \right| = \left| 1 - r_{1P2}^2(1 + \mu) \right| \quad (23)$$

Từ phương trình (22) và (23), bằng biến đổi toán học đơn giản, ta xác định được tham số tối ưu  $r_2$  phụ thuộc vào tỷ số khối lượng:

$$r_2^{opt} = \frac{1}{1 + \mu} \quad (24)$$

Thay giá trị  $r_2^{opt}$  trong công thức (24) vào biểu thức nghiệm từ phương trình (22) ta xác định được giá trị của  $r_1$ :

$$r_{1(P_1, P_2)}^{opt} = \sqrt{\frac{1 \mp \sqrt{\frac{\mu}{2 + \mu}}}{1 + \mu}} \quad (25)$$

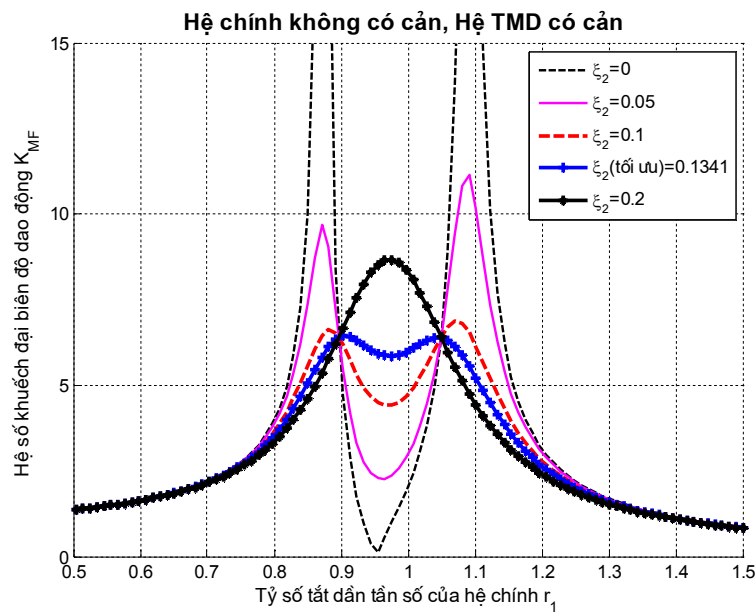
Giá trị hàm khuếch đại tối ưu khi đó được biểu diễn thông qua tỷ số khối lượng  $\mu$  có dạng:

$$K_{MF}^{opt} = \sqrt{1 + \frac{2}{\mu}} \quad (26)$$

Biểu diễn tỷ số cản tối ưu của thiết bị TMD dưới dạng hàm của tỷ số khối lượng có dạng:

$$\xi_2^{opt} = \sqrt{\frac{\mu(12 - \sqrt{\mu})}{16(1 + \mu)(2 - \mu)}} \quad (27)$$

Đồ thị biểu diễn giá trị hàm khuếch đại  $K_{MF}$  khi thông số cản của TMD được lựa chọn tối ưu có dạng như hình 5.



Hình 5. Hệ số khuếch đại khi tối ưu thiết bị TMD

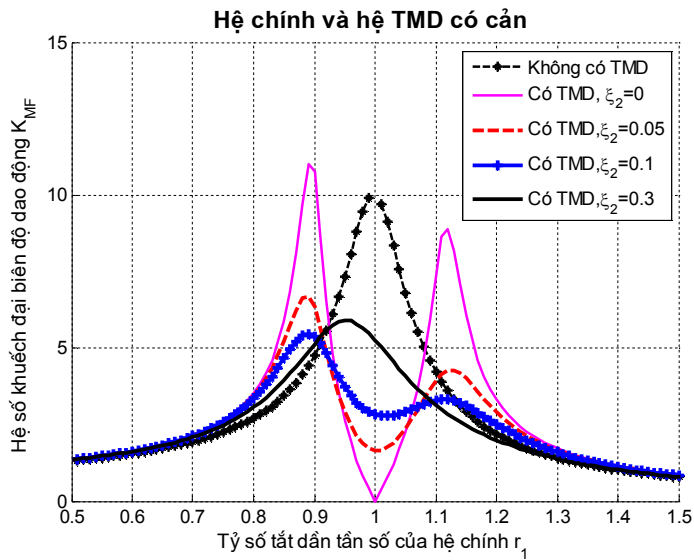
Từ biểu thức (25) ta nhận thấy, trong trường hợp hệ kết cấu là xác định, tải trọng tác dụng xác định (khi đó xác định được  $r_1$ ) giá trị tối ưu của tỷ số khối lượng giữa hệ chính và hệ phụ hoàn toàn xác định được thông qua giá trị  $r_1$ , các thông số khác của TMD xác định được thông qua biểu thức (24) và (27).

### 3.3 Trường hợp xét đến yếu tố cản trên cả hệ chính và TMD

Khi xét đến yếu tố cản cả trên hệ chính và của thiết bị TMD, nghiệm của hệ phương trình vi phân dao động có dạng như công thức (8) và (9). Hệ số khuếch đại biên độ dao động được viết lại có dạng:

$$K_{MF} = \sqrt{\frac{(r_2^2 - r_1^2)^2 + (2\xi_2 r_1)^2}{\left[ (1 - r_1^2)(r_2^2 - r_1^2) - \mu r_2^2 r_1^2 - 4\xi_1 \xi_2 r_1^2 \right]^2 + 4r_1^2 \left[ \xi_2 (1 - r_1^2 - \mu r_1^2) + \xi_1 (r_2^2 - r_1^2) \right]^2}} \quad (28)$$

Đồ thị biểu diễn quan hệ giữa  $K_{MF}$  và  $r_1$  được thể hiện như hình 6.

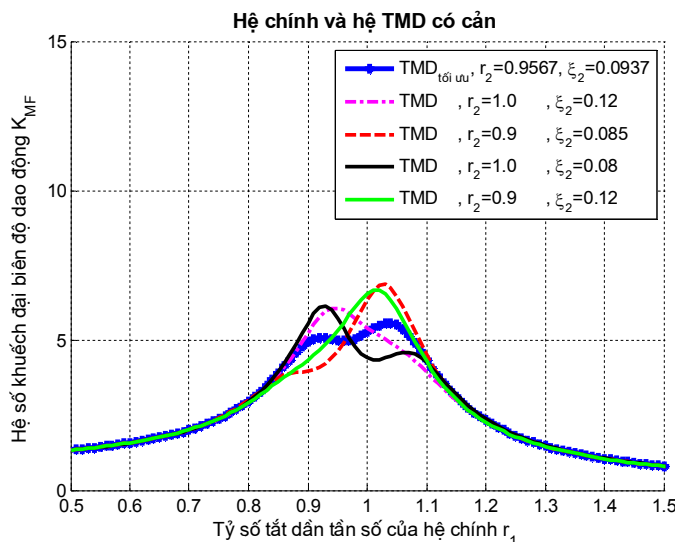


Hình 6. Hệ số khuếch đại dao động hệ chính

Từ kết quả khảo sát trên hình 6 ta nhận thấy, việc đưa ra lời giải chính xác bằng phương pháp giải tích gặp rất nhiều khó khăn, vì tỷ số tắt dần tần số hệ phụ  $r_2$ , tỷ số cản của hệ phụ  $\xi_2$  luôn phụ thuộc vào tỷ số cản của kết cấu chính  $\xi_1$ . Do đó, tính toán các thông số tối ưu của thiết bị TMD trong trường hợp này thông thường cần sử dụng phương pháp giải số với các phép lặp gần đúng. Các tham số ban đầu bao gồm tỷ số giảm biên độ dao động hệ chính  $r_1$  và tỷ số cản của hệ chính  $\xi_1$ . Thông thường, tỷ số cản của hệ chính được lựa chọn thỏa mãn không quá lớn (<5%), tỷ số khối lượng giữa hệ chính và hệ

phụ nhỏ nhằm tránh tác động ngược lại của hệ TMD lên kết cấu chính. Do đó, bằng các phép tính lặp gần đúng, ta có thể tính toán các thông số của thiết bị TMD.

Khảo sát tính toán giá trị tối ưu của thiết bị TMD khi tỷ số khối lượng  $\mu=0.05$  và tỷ số cản của hệ kết cấu chính  $\xi_1 = 0.05$ , bằng các phép toán lặp dưới sự hỗ trợ của phần mềm Matlab, ta tính toán được các thông số tối ưu của thiết bị TMD:  $r_2 = 0.9567$ ;  $\xi_2 = 0.0937$ . Khi đó, đồ thị biểu diễn quan hệ giữa hệ số khuếch đại  $K_{MF}$  và tỷ số tắt dần tần số của hệ chính  $r_1$  được thể hiện như hình 7.



Hình 7. Hệ số khuếch đại dao động hệ chính khi tối ưu TMD

Khảo sát các giá trị lân cận giá trị tối ưu của TMD ta nhận thấy, giá trị hàm khuếch đại đều lớn hơn khi  $r_2$  và  $\xi_2$  được lựa chọn tối ưu.

4. Kết luận

Qua phân tích ở trên, ta có thể rút ra một số kết luận sau:

Thiết bị TMD có hiệu quả cao trong việc giảm dao động cho hệ kết cấu. Lời giải giải tích cho hệ 01

bậc tự do có lắp đặt TMD trong giai đoạn dao động ổn định và kết quả phân tích theo các bước thời gian Newmark tương đồng nhau đã thể hiện độ tin cậy của phép giải hệ phương trình vi phân dao động.

Trong tính toán thiết kế tối ưu, với hệ 01 bậc tự do ta có thể đưa ra lời giải giải tích để xác định các thông số tối ưu của bộ TMD. Trong trường hợp hệ chính không có cản, lời giải được phân tích trên cơ sở tính chất của hàm khuếch đại, các thông số tối ưu của TMD được tính toán từ điều kiện của hàm khuếch đại. Từ kết quả tính toán, với mỗi công trình cụ thể, tải trọng tác động cụ thể ta sẽ xác định được từng thông số tối ưu của TMD. Trường hợp hệ chính có cản, việc giải bằng phương pháp giải tích gặp nhiều khó khăn do mối quan hệ ràng buộc giữa các đại lượng với tỷ số cản của hệ chính, khi đó bằng phép tính toán số sử dụng phép lặp gần đúng với sự trợ giúp của máy tính ta sẽ xác định được thông số tối ưu của thiết bị TMD.

---

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

---

[1] Nguyễn Đông Anh, Lê Đức Việt (2007), *Giảm dao động bằng thiết bị tiêu tán năng lượng*, Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ.

[2] Nguyễn Đông Anh (2005), *Nghiên cứu thiết kế, chế tạo thiết bị tiêu tán năng lượng chống dao động có hại phục vụ các công trình kỹ thuật*, Đề tài nghiên cứu Khoa học và Công nghệ cấp nhà nước, KC.05.30, Viện Khoa học Công nghệ Việt Nam, tháng 12.

[3] Nguyễn Xuân Đại, Nguyễn Văn Công (2013), *Nghiên cứu hiệu quả giảm chấn bằng phương pháp TMD cho công sự*, Tạp chí Khoa học & Kỹ thuật – Học viện Kỹ thuật quân sự, số 154, tháng 4.

[4] G.C.Marano, R.Greco, *Stochastic optimum design of linear tuned mass dampers for seismic protection of high towers*, The 14<sup>th</sup> world conference on Earthquake Engineering, October 12-17, 2008, Beijing, China.

[5] Hsiang-Chuan Tsai, Guan-Cheng Lin, *Optimum tuned-mass dampers for minimizing steady-state response on support-excited and damped systems*, Earthquake Engineering and Structural dynamics, Vol 22,957-975 (1993).

[6] Wei-Chau Xie, *Differential Equations for Engineers*, Cambridge University press, 2010.

**Ngày nhận bài: 23/5/2016**

**Ngày nhận bài sửa lần cuối: 28/9/2016.**