

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ BÀN RUNG 2 PHƯƠNG CỘNG HƯỚNG ĐỂ CHẾ TẠO KÊNH MÁNG XI MĂNG LƯỚI THÉP

Trương Quốc Bình^{1,*}, Trần Văn Tuấn²

¹Khoa Công trình, Trường Đại học Thủy lợi 75 Tây Sơn, Đống Đa, Hà Nội

²Trường Đại học Xây dựng, 55 Đường Giải Phóng, Quận Hai Bà Trưng, Hà Nội

*Email: quocbinhstr@gmail.com

Đến Tòa soạn: 23/11/2013; Chấp nhận đăng: 23/5/2014

TÓM TẮT

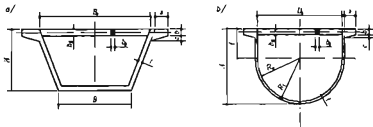
Kết cấu xi măng lưới thép (XMLT) dạng mỏng đã và đang được sử dụng trong các công trình xây dựng, thủy lợi, giao thông. Trong công nghệ chế tạo bằng phương pháp rung hầu hết chúng được sản xuất bằng máy rung theo một phương thẳng đứng. Trong bài viết, các tác giả lần đầu tiên sử dụng máy rung theo 2 phương chế tạo kênh máng XMLT. Lực ma sát của hỗn hợp bê tông được tuyến tính hóa khi tham gia chuyển động theo 2 phương để từ đó các thông số dao động chủ yếu của hỗn hợp như vận tốc, gia tốc chuyển động được thiết lập. Những thông số được khảo sát này là cơ sở để nghiên cứu và thiết kế máy rung 2 phương cộng hướng chế tạo kết cấu XMLT vỏ mỏng nói chung và kênh máng XMLT nói riêng.

Từ khóa: xi măng lưới thép, cốt liệu, vữa bê tông, kết cấu vỏ mỏng, thông số dao động.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Kênh máng xi măng lưới thép (XMLT) là một loại hình vận chuyển nước được dùng phổ biến trong công trình thủy lợi phục vụ tưới tiêu nông nghiệp, hoặc các đường dẫn trong hệ thống xử lý nước thải, chúng có kích thước khác nhau cũng như hình dạng mặt cắt khác nhau như: hình thang, nửa tròn (hình 1).

Hiện nay phương pháp rung toàn khối - mô hình bàn rung theo phương thẳng đứng được dùng khá phổ biến để chế tạo loại kênh máng này [1, 2]. Để đạt được kết quả tối ưu về chất lượng của kênh máng XMLT cần phải nghiên cứu sâu hơn nữa về các vấn đề như: công nghệ



Hình 1. Hình dạng mặt cắt kênh máng XMLT.

rung đúc kết cấu, cấp phối của vật liệu, ảnh hưởng của các chất phụ gia... Các chỉ tiêu về cường độ, độ thấm... quyết định chất lượng của sản phẩm kênh máng XMLT khi đem vào sử dụng, các

chi tiêu đó bị ảnh hưởng chủ yếu bởi sự lèn chặt. Lèn chặt bằng chấn động là một trong các phương pháp lèn chặt bê tông phổ biến nhất [3, 4].

Độ thấm của hỗn hợp bê tông đông cứng phụ thuộc chủ yếu vào sự phân bố của các micro lỗ rỗng trong bê tông và tỉ lệ nước trên xi măng (N/XM). Sự lèn chặt làm giảm độ rỗng trong bê tông, mặt khác khi rung tích cực như đã phân tích ở trên để lèn chặt bê tông, có thể giảm tỉ lệ N/XM, nhưng vẫn đảm bảo ma sát giữa các thành phần hạt giảm dẫn đến tăng hiệu quả đầm chặt và làm cho tính chống thấm tăng lên [3, 10]. Các máy rung theo 1 phương đứng đã được đưa vào thực tế sản xuất cầu kiện kênh XMLT thay cho phương pháp thủ công là trát bằng tay và sản phẩm này đã có những đóng góp nhất định trong việc cung cấp nước tưới cho nông nghiệp trong thời gian qua. Tuy nhiên trong quá trình chế tạo, dù kênh máng đặt rung ở trạng thái úp hoặc ngửa, thì trong quá trình làm chặt, vữa bê tông chỉ chuyển động theo chiều thẳng đứng theo phương dao động do máy rung tạo ra. Nghiên cứu về quy luật ứng xử của hỗn hợp bê tông khi rung [6] Davis đã phân tích và chỉ ra rằng: bàn rung thẳng đứng cho sản phẩm có cường độ cao hơn bàn rung ngang 10 %. Dao động theo một phương thẳng đứng sản phẩm nhận được có cường độ giảm 15 % so với rung hai phương.

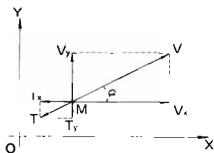
Ở đây, trong khuôn khổ có hạn của bài báo, chúng tôi đề cập đến mô hình dao động cơ học của bài toán rung chế tạo loại kênh máng XMLT, đề xuất áp dụng một mô hình rung theo 2 phương cộng hưởng theo 1 phương hoàn toàn mới để tăng hiệu quả đầm chặt hơn nữa, nhằm tăng cường chất lượng của sản phẩm.

2. MÔ HÌNH RUNG THEO 2 PHƯƠNG ĐỀ CHẾ TẠO KÊNH MÁNG XMLT

Dao động theo 2 phương một phương thẳng đứng, một phương nằm ngang với tốc độ khác nhau, chẳng hạn phương ngang có tốc độ lớn hơn so với phương đứng sẽ làm ma sát theo phương đứng giảm [7] do quá trình tuyến tính hóa ma sát nhờ trọng lượng bản thân, các hạt trượt lên nhau theo phương ngang do vận tốc lớn và chìm xuống do trọng lượng bản thân trong môi trường đã bị giả lỏng do tính lưu biến của hỗn hợp, không khí và nước bị đẩy ra và quá trình làm chặt hình thành hiệu quả hơn.

2.1. Chuyển động của hỗn hợp bê tông trong mặt phẳng có ma sát

Có thể xem xét hiệu quả đầm chặt trên quan điểm phân tích về sự giảm ma sát khi hỗn hợp tham gia vào dao động như sau: Xét chuyển động của chất điểm M trong mặt phẳng có ma sát XOY (hình 2). Ngoài thành phần vận tốc V_x còn có thành phần vận tốc V_y nhỏ so với V_x , V là véc tơ tổng, tạo với OX góc α xác được xác định như sau:



Hình 2. Mặt phẳng có ma sát.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{V_y}{V_x} \quad (1)$$

Khai triển Tay lo và dùng ở bậc nhất (tuyến tính hóa)

$$\text{Nhận được} \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{V_y}{V_x} \approx \alpha \quad (2)$$

góc α cho phép xác định phương của lực ma sát T .

Chiếu lực ma sát tổng T lên các trục và lấy đến giá trị bậc nhất:

$$T_x = -T \cos \alpha \approx -T$$

$$T_y = -T \sin \alpha \approx -T \cdot \alpha = -T \frac{V_y}{V_x} \quad (3)$$

Đặt :

$$\frac{T}{V_x} = k \rightarrow T_y = -kV_y \quad (4)$$

Để thấy là giả thiết $T = \text{const}$, từ (4) ta thấy V_x tăng thì k giảm, có nghĩa là T_y giảm, dẫn đến nhận xét là: *trong các cặp chuyển động có ma sát, chuyển động theo một phương nào đó càng nhanh thì càng làm giảm lực ma sát theo phương khác.*

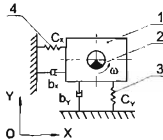
Như vậy, sử dụng mô hình rung theo 2 phương, một phương thẳng đứng, một phương nằm ngang, theo kết quả và nhận xét ở trên sẽ đem lại hiệu quả đầm chặt tốt hơn so với chỉ rung theo một phương thẳng đứng hoặc là phương nằm ngang.

2.2. Mô hình động lực học máy rung theo 2 phương

Hệ phương trình vi phân chuyển động:

$$\begin{cases} (m_0 + m_1) \ddot{x} + b_x \dot{x} + C_x x = m_0 r \omega^2 \cos \omega t & (a) \\ (m_0 + m_1) \ddot{y} + b_y \dot{y} + C_y y = m_0 r \omega^2 \sin \omega t & (b) \end{cases} \quad (5)$$

trong đó: m_0 : tổng khối lượng cơ cấu gây rung (kg); m_1 : tổng khối lượng dao động (không kể m_0) (kg); C_x, C_y : tổng độ cứng của lò xo theo 2 phương; (N/m); b_x, b_y : Hệ số giảm chấn theo 2 phương (N.s/m); ω : Vận tốc góc của khối gây rung (rad/s); r : độ lệch tâm khối gây rung (m); t : thời gian (s).



Hình 3 Mô hình máy rung 2 phương

1. Bàn rung 2. Cơ cấu gây rung; 3. Lò xo đứng 4. Lò xo ngang.

2.2.1. Phân tích dao động theo phương ngang OX

Đặt $M = m_0 + m_1$, từ (5a) có thể viết lại như sau:

$$\ddot{x} + 2h_x \dot{x} + \omega_{ox}^2 x = \frac{F_x}{M} \cos \omega t \quad (6)$$

trong đó : $F_a = m_0 \cdot r \cdot \omega^2$: Biên độ lực gây rung, (N); $\omega_a = \sqrt{\frac{C_s}{M}}$: Tần số dao động riêng theo phương ngang, (1/s); $h_x = \frac{b_x}{2M}$: Hệ số tắt dần dao động, (1/s). Với điều kiện đầu: $t = 0$; $x = x_0$, $\dot{x} = \dot{x}_0$ nghiệm của (5a) có dạng sau:

$$x = e^{-h_x t} \left\{ x_0 \cos \omega_1 t + \frac{x_0 h_x + \dot{x}_0}{\omega_1} \sin(\omega_1 t) \right\} - \frac{F_a e^{-h_x t} [(\omega_{ox}^2 - \omega^2) \cos \omega t + \frac{h_x}{\omega} (\omega_{ox}^2 + \omega^2) \sin \omega t]}{M[(\omega_{ox}^2 - \omega^2)^2 + 4h_x^2 \omega^2]} + \frac{F_a \cdot \cos(\omega t - \varphi)}{M \sqrt{(\omega_{ox}^2 - \omega^2)^2 + 4h_x^2 \omega^2}} \quad (7)$$

trong đó: $\omega_1 = \sqrt{\omega_{ox}^2 - h_x^2}$

Thành phần thứ nhất của nghiệm (7) là dao động riêng phụ thuộc vào điều kiện đầu, thành phần dao động riêng cưỡng bức thứ hai chỉ phụ thuộc vào lực kích động. Hai thành phần này sẽ tắt dần do tồn tại hệ số $e^{-h_x t}$. Thành phần dao động cưỡng bức thứ ba được gọi là dao động cưỡng bức bình ổn, được viết dưới dạng sau:

$$x = x_a \cos(\omega t - \varphi_x)$$

trong đó: φ_x - góc lệch pha giữa lực kích thích và dịch chuyển.

Biên độ dao động ngang :

$$x_a = \frac{m_0 r \omega^2}{M \sqrt{(\omega_{ox}^2 - \omega^2)^2 + 4h_x^2 \omega^2}} \quad \text{tg } \varphi_x = \frac{2h_x \omega}{(\omega_{ox}^2 - \omega^2)} \quad (8)$$

Giải tương tự, với phương trình (5b) ta được nghiệm $y = y_a \sin(\omega t - \varphi_y)$

Với :

$$y_a = \frac{m_0 r \omega^2}{M \sqrt{(\omega_{oy}^2 - \omega^2)^2 + 4h_y^2 \omega^2}} \quad ; \quad \text{tg } \varphi_y = \frac{2h_y \omega}{(\omega_{oy}^2 - \omega^2)} \quad (9)$$

2.2.2. Xác định tần số cộng hưởng theo phương ngang OX

$$x_a = \frac{m_0 r \omega^2}{M \sqrt{(\omega_{ox}^2 - \omega^2)^2 + 4h_x^2 \omega^2}} \quad ; \quad \text{với} \quad \left(\omega_{ox} = \sqrt{\frac{C_s}{M}} ; h_x = \frac{b_x}{2M} \right)$$

Để xác định tần số cộng hưởng ω_{ch} , tiến hành đạo hàm X_a theo ω và cho triệt tiêu, giải tiếp ta được:

$$\omega_x^{ch} = \frac{\omega_{ox}^2}{\sqrt{\omega_{ox}^2 - 2h_x^2}} \quad (10)$$

$$x_x^{ch} = \frac{m_{ox} \cdot \omega_{ox}^2}{2M h_x \sqrt{\omega_{ox}^2 - h_x^2}} \quad (11)$$

Như vậy, sau khi giải hệ (5), các kết quả theo (8) (9), (10) có thể xác định các thông số cơ bản để tính toán thiết kế máy rung và cho máy làm việc ở chế độ cộng hưởng theo phương ngang để giảm ma sát, tăng hiệu quả đầm chặt, nâng cao chất lượng. Với kích thước kết cấu xác định, máy rung 2 phương được thiết kế phù hợp với các thông số dao động được khống chế bởi các yêu cầu công nghệ.

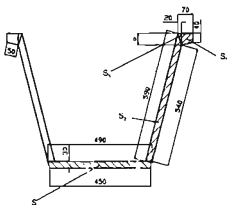
3. THIẾT KẾ VÀ KHẢO SÁT BÀN RUNG 2 PHƯƠNG ĐỂ CHẾ TẠO KÊNH MÁNG XMLT

Vữa XMLT là dạng bê tông hạt mịn, cốt liệu nhỏ, đường kính hạt lớn nhất $\leq 0,5$ cm nên trọng lượng khá nhỏ để thắng lực ma sát, làm giảm hiệu quả đầm chặt. Do đó cần sử dụng biện pháp giảm ma sát bằng máy rung 2 phương.

3.1. Chọn sơ bộ một số thông số của máy rung

Máng XMLT có nhiều hình dạng mặt cắt và kích thước khác nhau tùy theo yêu cầu cung cấp nước. Để tính toán thiết kế cho một loại bàn rung, có thể chọn một loại mặt cắt hay dùng cho một mức lưu lượng yêu cầu của cấp nước. Mặt cắt được chọn như hình 4.

Ở trên, dựa vào (8) và (9) ta có các thông số biên độ của dao động, nó ảnh hưởng quan trọng nhất đến độ đầm chặt bằng máy rung, nếu biên độ $A = (0,3 \sim 0,8)$ mm thì đạt được hiệu quả đầm chặt tối ưu cho bê tông, kể cả bê tông hạt mịn. Về tần số rung và mô men tĩnh gây rung phụ thuộc vào loại động cơ đã chọn. Khối lượng tham gia dao động M , ngoài bàn rung và quả nặng còn phụ thuộc kích thước mặt cắt như hình 4 được xác định theo thiết kế cầu máng.



Với một đơn nguyên cầu máng có mặt cắt như hình 4 ở trên, một số thông số đầu vào xác định như sau:

- Tốc độ quay động cơ $n_{dc} = 3000$ v/ph.
- Tần số góc làm việc $\omega_{lv} = 314$ rad/s.
- Tổng khối lượng tham gia dao động $M = 1500$ (kg).
- Biên độ dao động ngang $X_a = 0,3 - 0,8$ mm.
- Biên độ dao động đứng $Y_a = 0,3 - 0,8$ mm.
- $\frac{v_{ax}}{v_{ay}} > 1$, theo (3) thì $T_y < T_x$ ma sát theo phương đứng luôn nhỏ hơn phương ngang.

3.2. Tính dao động của máy theo phương ngang OX

3.2.1. Mômen tĩnh cần thiết m_{σ}

Mômen tĩnh m_{σ} của quả nặng là thông số quan trọng của bàn rung, nó ảnh hưởng nhiều đến các thông số làm việc của máy như biên độ, vận tốc, gia tốc, công suất. Như vậy việc tính được giá trị hợp lý của mômen tĩnh là rất quan trọng. Để tính được mômen tĩnh m_{σ} cần thiết ta xuất phát từ biểu thức (8):

$$X_a = \frac{1000 \cdot m_{\sigma} \cdot r \cdot \omega^2}{M \cdot \sqrt{(\omega_{\sigma x}^2 - \omega^2)^2 + 4h_x^2 \cdot \omega^2}} \quad (\text{mm})$$

Rút $m_{\sigma} r$ ra ngoài ta có:

$$\Rightarrow m_{\sigma} r = \frac{X_a^{tt} \cdot M \cdot \sqrt{((\omega_{\sigma x})^2 - \omega_{lv}^2)^2 + 4h_x^2 \cdot \omega_{lv}^2}}{1000 \cdot \omega_{lv}^2} \quad (\text{kg} \cdot \text{m}) \quad (13)$$

Như vậy để tính được $m_{\sigma} r$ cần thiết ta cần phải biết: X_a^{tt} , M , h_x , $\omega_{\sigma x}$, ω_{lv} . Sau đây ta sẽ lần lượt xác định giá trị của các đại lượng trên:

- a) Tổng khối lượng tham gia dao động $M = 1500$ (kg).
- b) Tần số làm việc $\omega_{lv} = 314$ (rad/s) (động cơ 3000 v/ph).
- c) Biên độ dao động ngang hợp lý nhất lấy $X_a = 0,3 - 0,8$ (mm). Như vậy trong tính toán sơ bộ ta lấy $X_a^{tt} = 0,8$ (mm) $= 8 \times 10^{-4}$ m (biên độ ngang tính toán) để tìm mômen tĩnh cần thiết m_{σ} .
- d) Theo [8, 9] thì $h_x = 10 - 100$ (1/s), giả thiết hệ số cản không đổi trong quá trình đúc và lấy $h_x = 60$ (1/s).
- e) Để máy làm việc ở gần chế độ cộng hưởng nhất theo phương ngang thì trong tính sơ bộ ta lấy $\omega_{\sigma x} = \omega_{lv} = 314$ rad/s (tức là bỏ qua các ảnh hưởng của các lò xo đứng lên phương ngang).

3.2.2. Tính toán thiết kế lò xo

3.2.2.1. Tổng độ cứng của các lò xo theo 2 phương

Tổng độ cứng tính toán của các lò xo theo phương ngang được xác định như sau:

$$\Sigma C_{\sigma x}^n = M \cdot \omega_{lv}^2 \quad (\text{N/m}) \quad (14)$$

Theo tài liệu [4, 8, 9] để máy làm việc bình ổn tại tần số làm việc thì tổng độ cứng tính toán của các lò xo theo phương đứng được xác định theo công thức sau :

$$\Sigma C_{oy}^t \leq \frac{M \cdot \omega_e^2}{e_{zn}^2} \quad (N/m) \quad (15)$$

với e là hệ số kinh nghiệm $e_{zn} = 8 \div 12$, trung bình lấy $e_{zn} = 10$.

3.2.2.2. Sơ bộ chọn các lò xo

Từ kết quả của các biểu thức (14), (15) cho phép chọn được các bộ lò xo cho phù hợp.

Bảng 1. Các thông số của lò xo .

Thông số Phương	Đường kính dây lò xo d (m)	Đường kính trung bình D_{tb} (m)	Số vòng làm việc của lò xo n (vòng)	Chiều dài tự nhiên L_0 (m)	Độ cứng l lò xo thực $C_o^t = G \cdot d^4 / (8n \cdot D_{tb}^3)$ (N/m)	Số lượng m (chiếc)
Ox	d_x	$D_{tb(x)}$	n_x	L_{ox}	C_{ox}^t	m_x
Oy	d_y	$D_{tb(y)}$	n_y	L_{oy}	C_{oy}^t	m_y

G: là mô đun trượt của vật liệu làm lò xo, $8 \cdot 10^{10}$ (N/m²).

Chú ý : Việc bố trí số lượng lò xo phải căn cứ vào việc tính toán sơ bộ trước và nên kết hợp với khảo sát lò xo trên thực tế (để biết về số lượng, kích thước, chủng loại lò xo hiện có) và kích thước máy định chế tạo để tìm ra số lò xo hợp lý nhất. Việc này sẽ tiết kiệm thời gian tính và kiểm tra lại.

3.2.2.3. Kiểm tra các thông số của bàn rung

a) Theo phương ngang Ox

Độ cứng của cơ hệ theo phương ngang là

$$C_x = \Sigma C_{ox}^t + \Sigma C_x^{lx(y)} \quad (N/m).$$

Do độ cứng của các lò xo đứng được chọn là rất nhỏ so với các lò xo ngang nên bỏ qua các ảnh hưởng của các lò xo đứng lên phương ngang khi tính toán độ cứng của cơ hệ, tức là tổng độ cứng của các lò xo theo phương đứng OY tác dụng lên phương ngang OX bằng không: $\Sigma C_x^{lx(y)} = 0$. Như vậy độ cứng của cơ hệ theo phương ngang C_x coi như bằng tổng độ cứng của các lò xo thực theo phương ngang ΣC_{ox}^t

$$C_x = \Sigma C_{ox}^t = m_x \cdot C_{ox}^t, \quad (N/m) \quad (16)$$

Tần số dao động riêng của cơ hệ theo phương ngang Ox:

$$\omega_{ox} = (C_x/M)^{1/2} \quad (rad/s). \quad (17)$$

Thay m_{of} , (kg.m); M , (kg); ω_{ox} , (rad/s); h_x , (1/s); ω_{bx} , (rad/s) vào (8) ta được giá trị biên độ thực của phương ngang X_s^1 , (mm) và tính tiếp được các giá trị của vận tốc và gia tốc như sau:

$$\begin{cases} V_{ax} = X_a^t \cdot \omega_{lv} & (\text{mm/s}) \\ \ddot{X}_a = X_a^t \cdot \omega_{lv}^2 / 1000 & (\text{m/s}^2) \end{cases} \quad (18)$$

$$\quad (19)$$

b) Theo phương đứng Oy

Tổng độ cứng của cơ hệ theo phương đứng Oy :

$$C_y = \Sigma C_{oy}^t + \Sigma C_y^{lx(x)} \quad (\text{N/m}) \quad (20)$$

với $\Sigma C_y^{lx(x)}$ là tổng độ cứng của các lò xo theo phương Ox tác dụng lên phương Oy, (N/m).

Theo [5] $\Sigma C_y^{lx(x)}$ được xác định theo biểu thức sau:

$$\Sigma C_y^{lx(x)} = m_x \cdot \Sigma C_y^{lx(x)} = \frac{m_x \cdot F_x}{L_x \left[\left(1 + \frac{F_x}{S_x} \right) \frac{tg \theta_x}{\theta_x} - 1 \right]} \quad (\text{N/m}) \quad (21)$$

trong đó: m_x là số lò xo theo phương ngang; F_x : là lực tác dụng lên 1 lò xo ngang, gồm lực xiết 1 lò xo ngang $F_{xiết(x)}$ và một phần lực kích rung

$$F_d = m_o r \cdot \omega_{lv}^2 \quad (\text{N}) \quad (22)$$

$$F_{xiết(x)} = C_{ox}^t \Delta X_{xiết} \quad (\text{N}) \quad (23)$$

$\Delta X_{xiết}$: Là độ biến dạng của lò xo ngang khi bị xiết. Giả thiết $\Delta X_{xiết} = 1$ (mm)

$$\Rightarrow F_x = F_d / m_x + F_{xiết(x)} \quad (\text{N}) \quad (24)$$

L_x : chiều dài làm việc của lò xo ngang.

$$L_x - L_{ox} - \frac{F_x}{C_{ox}^t} - d_x \quad (\text{m}) \quad (25)$$

B_x : độ cứng uốn của lò xo ngang được tính như sau:

$$B_x = \frac{(1+\nu) D_{tb(x)}^2 C_{ox}^t L_x}{2(2+\nu)} \quad (\text{N.m}^2) \quad (26)$$

ν : hệ số co dãn ngang, với thép $\nu \approx 0,3$.

S_x : độ cứng trượt của lò xo ngang được tính như sau:

$$S_x = 2(1+\nu) C_{ox}^t L_x \quad (\text{N}) \quad (27)$$

$$+ \theta_x = \frac{L_x}{2} \sqrt{\frac{F_x}{B_x} \left(1 + \frac{F_x}{S_x} \right)} \quad (28)$$

Tần số dao động riêng của cơ hệ theo phương đứng là

$$\omega_{oy} = \sqrt{\frac{C_y}{M}}, \quad (\text{rad/s}) \quad (29)$$

Thay $m_o r$, (kg.m); ω_{lv} , (rad/s); C_{ox}^t , (N/m); $\Delta X_{xiết}$, (m); m_x , (chiếc); L_{ox} ; d_x , (m) vào (20) đến (28) ta tính được C_y , (N/m), sau đó thay C_y , (N/m); M , (kg) vào (29) tính được ω_{oy} (rad/s).

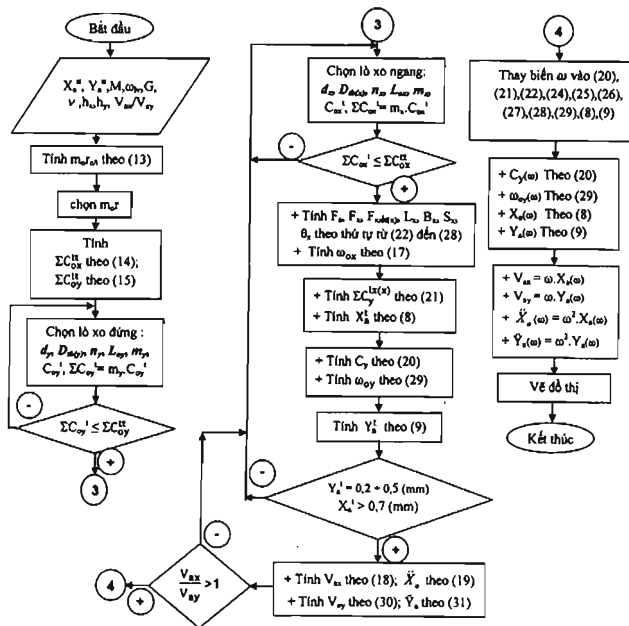
Thay $m_x r$, (kg.m); ω_{lv} , (rad/s); ω_{oy} , (rad/s); h_y , (l/s) vào (9) tính được giá trị biên độ thực của phương đứng Y_a^t , (mm).

Nếu $Y_a^1 = 0,2 \div 0,5$ (mm) là đạt yêu cầu, nếu không đạt sẽ phải chọn lại các thông số của lò xo ngang và tính toán kiểm tra lại.

Thay Y_a^1 , (mm); ω_{lv} , (rad/s) vào (30), (31) ta có biên độ của vận tốc và gia tốc :

$$\begin{cases} V_{ay} = Y_a^1 \cdot \omega_{lv} & (\text{mm/s}) \quad (30) \\ \ddot{Y}_a = Y_a^1 \cdot \omega_{lv}^2 / 1000 & (\text{m/s}^2) \quad (31) \end{cases}$$

3.3. Sơ đồ quy trình tính có trợ giúp của máy tính

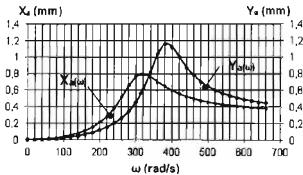


Chú ý: Trong sơ đồ quy trình tính toán ở trên, các thông số được tô đậm nghiêng là biến số.

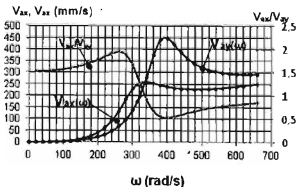
Sử dụng phần mềm Microsoft Excel khảo sát cơ hệ theo các bước trong sơ đồ khối tại mục 3.3 thu được một số kết quả trong Bảng 2 dưới đây :

Bảng 2. Các giá trị thông số của lò xo.

Thông số Phương	Đường kính dây lò xo D (m)	Đường kính trung bình D_{tb} (m)	Số vòng làm việc của lò xo n (vòng)	Chiều dài tự nhiên L_0 (m)	Độ cứng 1 lò xo thực $C_0 = G \cdot d^4 / (8n \cdot D_{tb}^3)$ (N/m)	Số lượng m (chiếc)
Ox	0,03	0,13	3,5	0,155	1053384,49	132
Oy	0,02	0,18	6	0,4	45724	30



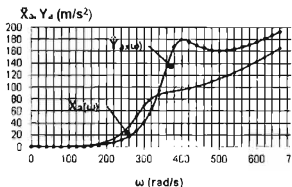
Hình 5. Đồ thị biên độ - tần số,



Hình 6. Đồ thị vận tốc - tần số,

Từ hình 5 ta nhận thấy tại trạng thái làm việc $\omega_N = 314$ rad/s biên độ theo phương ngang $X_a = 0,7944$ mm, theo phương đứng $Y_a = 0,4869$ mm phù hợp với công nghệ đầm chất hỗn hợp bê tông

Qua hình 6 ta thấy: để tạo được tuyến tính hóa ma sát làm cho cốt liệu chìm xuống nhanh hơn, tăng cường khả năng đầm chặt, đồ thị cho thấy từ tần số 255 rad/s đến khi đạt tần số làm việc $\omega_N = 314$ rad/s, tại điểm cộng hưởng vận tốc theo phương ngang lớn gấp $249,44/152,87 > 1,63$ lần phương đứng, rất tốt cho hiệu quả và tốc độ đầm chặt, giảm được thời gian rung.



Hình 7. Đồ thị gia tốc-tần số.

Hình 7 cho thấy: tỉ số gia tốc phương ngang tại tần số làm việc $\omega_{lv} = 314$ rad/s theo phương đứng $\ddot{X}_a / \ddot{Y}_a = 78,32/48$ làm tăng lực tác dụng cho bê tông khi đầm, màng XMLT có thành mỏng, diện tích ván khuôn vách hướng ngang lớn, gây rung lắc mạnh theo phương ngang tác động vào bê tông làm tăng hiệu quả đầm chất.

Tại tần số làm việc $\omega_{lv} = 314$ rad/s, ta có:

$$\begin{aligned} X_a &= 0,7944 \text{ mm} & \dot{X}_a = V_x &= 249,44 \text{ mm/s} & \ddot{X}_a &= 78,32 \text{ m/s}^2 \\ Y_a &= 0,4869 \text{ mm} & \dot{Y}_a = V_y &= 152,87 \text{ mm/s} & \ddot{Y}_a &= 48 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

Các giá trị động lực học hệ rung theo 2 phương rất phù hợp với công nghệ đầm lên hỗn hợp bê tông.

Nhận xét

Từ đồ thị hình 5, 6 và 7 ta thấy:

a) Nếu sử dụng chế độ làm việc gần điểm cộng hưởng theo phương đứng, tại đó $\omega = 380$ rad/s

$$\begin{aligned} X_a &= 0,646 \text{ mm} & \dot{X}_a = V_x &= 245 \text{ mm/s} & \ddot{X}_a &= 93 \text{ m/s}^2 \\ Y_a &= 1,16 \text{ mm} & \dot{Y}_a = V_y &= 442 \text{ mm/s} & \ddot{Y}_a &= 168 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

Tuy nhiên $\ddot{X}_a / \ddot{Y}_a < 1$ sẽ không có hiệu quả giảm ma sát khi lên chặt cốt liệu, hơn nữa tại tần số này cần phải trang bị thêm biến tần cho máy, làm tăng vốn đầu tư.

b) Nếu sử dụng chế độ làm việc gần điểm cộng hưởng theo phương ngang, tại đó $\omega = 314$ rad/s, các giá trị

$$\begin{aligned} X_a &= 0,7944 \text{ mm} & \dot{X}_a = V_x &= 249,44 \text{ mm/s} & \ddot{X}_a &= 78,32 \text{ m/s}^2 \\ Y_a &= 0,4869 \text{ mm} & \dot{Y}_a = V_y &= 152,87 \text{ mm/s} & \ddot{Y}_a &= 48 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

$V_x / V_y = 249,44 / 152,87 = 1,63$ có hiệu quả tốt khi lên chặt do hiệu ứng giảm ma sát.

c) Có thể sử dụng chế độ làm việc hợp lý khi các thông số động lực học của máy như sau:

- Về tần số: $270 \text{ rad/s} < \omega_{lv} < 314 \text{ rad/s}$ (không cần biến tần)

$270 \text{ rad/s} < \omega_{lv} < 700 \text{ rad/s}$ (nếu có biến tần), nhưng động cơ chạy nhanh quá sẽ có hại vì dễ hỏng.

- Về biên độ: $0,3 \text{ mm} < X_a < 0,8 \text{ mm}; \quad 0,3 \text{ mm} < Y_a < 0,58 \text{ mm}$

- Vận tốc: khi $V_x / V_y \geq 1$ thì lợi dụng được tuyến tính hóa ma sát, tăng hiệu quả lên chặt

- Về gia tốc: khi gia tốc tại càng lớn, lực tác động lên quá trình làm chặt bê tông càng tăng, nhưng cần đảm bảo độ bền của máy và khuôn vì có thể bị phá hoại khi lực tác dụng vượt quá khả năng chịu đựng của vật liệu chế tạo máy.

4. KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu mô hình dao động theo 2 phương để thiết kế chế tạo máy rung sản xuất kết cấu vỏ mỏng XMLT nói chung và kênh máng nói riêng, nhóm tác giả đã nghiên cứu đề xuất mô hình rung hoàn toàn mới so với các mô hình mới nhất ở Việt Nam và thế giới về sử dụng hiệu ứng rung để chế tạo kết cấu bê tông và bê tông hạt mịn nói chung, đặc biệt lần đầu tiên sử dụng được hiệu ứng tuyến tính giảm ma sát trong quá trình đầm chặt bê tông và cho kết quả tốt hơn hẳn so với các máy rung đúc bê tông thông thường hiện nay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trương Quốc Bình, Do Văn Hua, Duong Ba Hien, Nguyen Hoang Ha - Some problems on calculation and manufacture of ferrocement canal, Proceedings of The ICCMC/IBST 2001 international conference on advanced technologies in design, construction and maintenance of concrete structures, Construction Publishing House, 2001.
2. Trương Quốc Bình - Applying of ferrocement structures for construction of waste water system in traditional industrial village, Proceedings of The International Symposium on "Recent Technology for Infrastructure Development in Japan and Vietnam", Saitama University-Japan, Sept., 2009
3. Trương Quốc Bình, Trần Văn Tuấn - Kết quả thực nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của bản rung cộng hưởng 2 phương khi đúc hỗn hợp bê tông cốt liệu nhỏ, Tạp chí Cơ khí Việt Nam (9) (2013) 112-119
4. Trần Văn Tuấn - Cơ sở kỹ thuật rung trong xây dựng và sản xuất vật liệu xây dựng, Nhà xuất bản Xây dựng, 2005.
5. Franz Holzweibig, Hans Dresig. Lehrbuch der Maschinendynamik - Giáo trình động lực học máy, Vũ Liêm Chính, Phan Nguyên Di, Nguyễn Văn Khang (dịch và hiệu đính) Hà Nội, 2002.
6. Quy luật ứng xử của hỗn hợp bê tông khi rung, ACI-309R-93. Viện bê tông Mỹ, (American Concrete Institute., USA), 1998.
7. Panovko I.A. G., Gubanova I. I. - Ổn định và dao động của các cơ hệ đàn hồi, Moscow, 1987 (tiếng Nga).
8. Silenok S. G., Borchevski A. A. - Máy và thiết bị sản xuất vật liệu và cấu kiện xây dựng, Moscow, 1990 (tiếng Nga).
9. Pheodorov G. Đ., Ivanov A. N., Savtrenko A. G. - Máy và thiết bị sản xuất vật liệu và cấu kiện xây dựng Vichra trkola, 1986 (tiếng Nga).
10. Bazenov I.U. M. - Công nghệ bê tông, Kiev, 2003 (tiếng Nga).

ABSTRACT

STUDY AND DESIGN OF TWO-DIRECTION RESONANCE VIBRATION TABLE TO PRODUCT FERROCEMENT CANALS

Truong Quoc Binh^{1,*}, Tran Van Tuan²

¹ *Civil Engineering Faculty, Water Resources University (WRU), No175 Tay Son street,
Dong Da District, Hanoi*

² *Hanoi Civil Engineering University, No55 Giai Phong Road, Hai Ba Trung District, Hanoi*

*Email: quocbinhstr@gmail.com

Thin wall of ferrocement structures have been being used in the construction of civil, hydraulic and transportation structures. In the production technology, almost all of ferrocement structures are made by the vertically direction vibration machine. In this paper, for the first time the authors use the two-directions vibration machine to manufacture ferrocement canal. The friction force of the aggregate moving in concrete mortar is considered to be linearization while taking part to two moving direction so that its primary vibration parameters are established such as the velocity and amplitude of the moving mix during vibration. These investigated parameters are the base for study and design of two- directions resonance vibration machine to product ferrocement thin-wall structures in general and ferrocement canals in particular.

Keywords: ferrocement, aggregate, concrete mix, thin-wall structure, vibration parameters.