



NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ CƠ BẢN CỦA CƠ CẤU MIẾT RUNG CHO MÁY TRÁT VỮA TƯỜNG

Trần Văn Tuấn¹

Tóm tắt: Khi trát miết, để tấm miết rung có thể trượt trên các lớp vữa và các lớp vữa trượt trên nhau thì áp lực pháp tuyến, tiếp tuyến và tốc độ trượt của nó có mối tương quan nhất định. Công trình này nhằm giải quyết một số vấn đề về việc tính toán, lựa chọn các thông số khả thi của tấm miết rung trong quá trình trát, làm cơ sở để thiết kế, chế tạo cơ cấu miết rung là cụm công tác chính của máy trát vữa tường một lớp và khai thác hiệu quả máy trát bán tự động.

Từ khóa: Trát; tấm rung; máy trát bán tự động.

Summary: To the vibration plate can slide on the mortar and plaster layers slide over each other, the normal pressure, the tangent pressure, sliding speed and its correlation given. This study aims to resolve some of the problems of the selection, calculation of parameters of vibration plate as a basis to design and manufacture and exploit semi - automatic plastering machines.

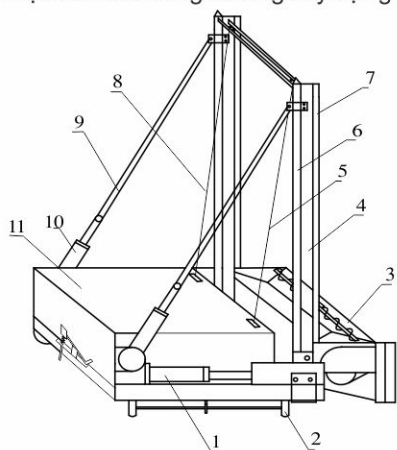
Key words: To plaster; vibration plate; the semi-automatic machine.

Nhận ngày 1/4/2014, chỉnh sửa ngày 15/6/2014, chấp nhận đăng 31/10/2014



1. Đặt vấn đề

Ở trong nước, tài liệu về tính toán, thiết kế các loại máy trát tường hầu như chưa có. Để có thể chế tạo được máy trát tường, cần nghiên cứu nguyên lý cấu tạo một số máy đã công bố nhằm đề xuất nguyên tắc tích hợp các cơ cấu, tạo thành máy kiểu mới (Hình 1), có các cơ cấu gọn nhẹ, hợp lý hơn để từ đó làm cơ sở tính toán thiết kế và chế tạo máy trát bán tự động, có giá thành hạ có thể trang bị cho từng nhóm thợ hồ làm việc trên các công trường xây dựng ở Việt Nam.



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý cấu tạo máy trát

1. Cơ cấu tăng chỉnh ngang đảm bảo chiều dày lớp cần trát
2. Bánh xe di chuyển máy khi chuyển vật trát
3. Cụm trát có lắp cơ cấu rung
4. Tháp cố định
5. Cáp nâng thiết bị trát
6. Tháp trượt
7. Thanh trượt hướng thiết bị trát
8. Cáp nâng tháp trượt phụ
9. Thanh giằng
10. Cụm tăng chỉnh góc nghiêng tháp
11. Đối trọng đặt phía dưới, phía trong chứa các cụm tời nâng

Bài toán trát miết tĩnh vữa bê tông xi măng bằng tấm miết đã được các tài liệu [5,6] nghiên cứu chỉ ra rằng: Để tấm miết khi trát có thể trượt trên các lớp vữa và các lớp vữa trượt trên nhau, thì áp lực pháp tuyến, tiếp tuyến và tốc độ trượt có mối tương quan nhất định.

Máy trát vữa tường bán tự động ZB800-2A/2B và EZ VISTA-TUPO 4 của Trung Quốc có năng suất bằng 08 thợ hồ được quảng cáo trên mạng có thông số kỹ thuật ở Bảng 1. Các máy này có sử dụng tấm miết rung thuộc cụm công tác chính của máy trát, nhưng trong bảng thông số kỹ thuật máy không đề cập tới và còn ít tài liệu liên quan được công bố. Công trình này nhằm giải quyết một số vấn đề về việc xây dựng mô hình tính toán và xác định các thông số khả thi của cơ cấu miết trong quá trình trát miết rung.

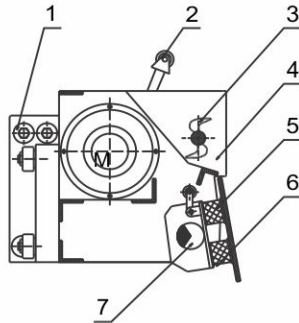
¹PGS.TS, Khoa Cơ khí Xây dựng. Trường Đại học Xây dựng. E-mail: tranvantuandhxd@yahoo.com

Bảng 1. Thông số kỹ thuật một số máy trát

Stt	Thông số kỹ thuật		
1	Model	Zb800 - 2A(2B)	EZ VISTA-TUPO 4
2	Động cơ - Điện áp	2,2KW - 220V	2,2KW - 380V
3	Năng suất	55 m ² /h	(30-60) m ² /h
4	Bề rộng vữa 1 lần trát	0,8 m	(0,6-0,8) m
5	Lượng vữa chứa	100 Kg	-
6	Độ dày vữa trát	2 - 25 mm	2 - 30 mm
7	Kích thước máy	1,35 x 0,8 x 0,5 m	0,8 x 0,65 x 0,5 m
8	Khối lượng máy	240 kg	110 kg

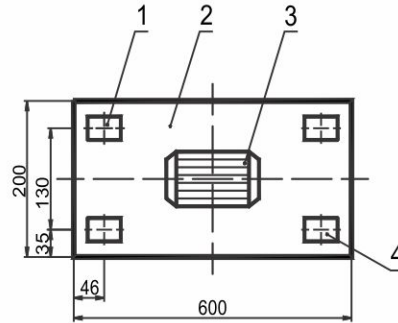
2. Mô hình và lời giải cụm trát miết rung

2.1 Mô hình nguyên lý



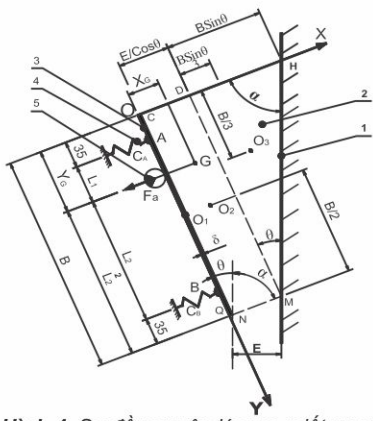
Hình 2. Sơ đồ cấu tạo cụm trát miết rung

1. Con lăn 2. Thanh chống 3. Vít san vữa 4. Buồng chứa vữa
5. Gối đàn hồi A 6. Gối đàn hồi B 7. Cơ cấu gây rung



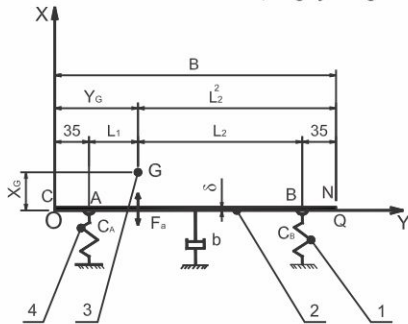
Hình 3. Cụm tấm miết

1. Gối đàn hồi A 2. Tấm miết rung
3. Động cơ gây rung 4. Gối đàn hồi B



Hình 4. Sơ đồ nguyên lý cụm miết rung

1. Tường 2. Vữa trát 3. Tấm miết
4. Phần tử đàn hồi 5. Cụm gây rung



Hình 5. Mô hình tính cụm miết rung

1. Gối đàn hồi B 2. Tấm miết rung
3. Trọng tâm G của cả hệ 4. Gối đàn hồi A

Hình 4 là mô hình nguyên lý cụm miết rung. Gối A, B vừa đỡ phần tử đàn hồi 4 vừa cho phép tấm miết 3 xoay được. O_1 là trọng tâm tấm miết, O_2 và O_3 là trọng tâm của khối vữa chứa trong vùng trát miết rung và G là trọng tâm cả hệ, tại đó đặt cơ cấu gây rung bằng khối lệch tâm có chế độ lực kích rung F_a . Tấm miết cần lắp đặt với góc nghiêng θ đảm bảo để vữa có thể tự chảy vào vùng trát miết, góc θ xem trên Hình 4.

Hình 5 là mô hình tính cụm miết rung. Tấm miết rung hình chữ nhật, được chế tạo từ thép chịu ma sát. Tấm miết lắp với 02 gối A, 02 gối B, các gối đàn hồi A, B là phần tử lò xo cao su liên kết [3], có kết cấu dạng khớp trụ hoặc dạng khối chữ nhật rỗng lõi và có bu lông, nên mô hình tính coi chúng như lò xo trụ chịu kéo nén, có nghĩa dao động theo phương OY nhỏ có thể bỏ qua. Để tấm miết chỉ có chuyển động tịnh tiến như trọng tâm G của hệ, có nghĩa tấm miết không bị xoay đảm bảo cho tường luôn phẳng, theo tài liệu [2] cần điều kiện sau:

$$(Y_G - 0,035) \cdot C_A = (L_2^2 - 0,035) \cdot C_B$$

$$L_1 \cdot C_A = L_2 \cdot C_B \quad (1)$$

Có nghĩa:

$$L_2 > L_1 \text{ thì } C_A > C_B \quad (2)$$

trong đó: Y_G , L_1 , L_2 , L_2^2 là kích thước, xem hình 5; C_A , C_B là độ cứng của gối tương ứng.

2.2 Phương trình vi phân và lời giải

Mô hình tính Hình 5, theo các tài liệu [1, 4] có phương trình vi phân chuyển động và nghiệm như sau:

$$M\ddot{x} + b\dot{x} + Cx = F_a \cos \omega t \quad (3)$$

Nghiệm bình ổn cưỡng bức:

$$x = x_a \cos(\omega t - \varphi) \quad (4)$$

$$\begin{cases} x_a = \frac{F_a}{M\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4h^2\omega^2}} & a) \\ \operatorname{tg}\varphi = \frac{2h\omega}{\omega_0^2 - \omega^2} & b) \end{cases} \quad (5)$$

trong đó: M là khối lượng rung của cả hệ, kg; b là hệ số giảm chấn, $\frac{N \cdot s}{m}$; C là tổng độ cứng của 4 gối đỡ tấm miết, $\frac{N}{m}$; ω là tần số lực kích rung, $\frac{\text{rad}}{s}$; φ là góc lệch pha giữa dao động và lực kích rung, $\frac{\text{rad}}{s}$; $h = \frac{b}{2M}$ là hệ số giảm dao động, $\frac{1}{s}$; $\omega_0 = \sqrt{\frac{C}{M}}$ là tần số dao động riêng của hệ, $\frac{\text{rad}}{s}$.

Từ điều kiện công nghệ đầm lên hỗn hợp bê tông và vữa, cũng như đáp ứng bước đầu trong công tác thiết kế máy trát miết rung, cần tính toán lựa chọn các thông số sao cho đảm bảo điều kiện:

$$0,3 \text{ mm} < x_a < 0,8 \text{ mm} \quad (6)$$

Ngoài ra, do tấm miết có dao động sẽ tạo ra lực pháp tuyến $F_n = M \cdot \ddot{x}$, trong đó M là khối lượng rung theo phương tương ứng, là gia tốc rung. Chế độ rung sẽ được lựa chọn từ thực nghiệm.

3. Tính toán và chọn sơ bộ một số thông số cụm trát miết rung

3.1 Các thông số đã biết và tính chọn một số thông số liên quan

3.1.1 Các thông số đã biết

Tốc độ trát $V \approx 5 \text{ m/ph}$ được tính chọn qua thống kê các loại máy đã áp dụng trong thực tế và kiểm tra bằng thực nghiệm, thông số này làm cơ sở để tính toán, thiết kế các cơ cấu nâng cụm trát miết rung: a) Tần số lực kích rung bằng tần số động cơ gây rung $\omega = 314 \text{ (rad/s)}$; b) Tấm miết được chế tạo từ thép: Khối lượng riêng $\gamma = 7850 \text{ (kg/m}^3\text{)}$, kích thước: Dài x Rộng x Dày = $L \times B \times \delta = (0,6 \times 0,2 \times 0,01) \text{ (m)}$, có khối lượng $m_1 = L \cdot B \cdot \delta \cdot \gamma = 0,6 \cdot 0,2 \cdot 0,01 \cdot 7850 = 9,42 \text{ (kg)}$; c) Góc $15^\circ < \theta < 45^\circ$, chọn $\theta = 20^\circ$; d) Vữa trát có khối lượng thể tích $\gamma_1 = 1500 \text{ kg/m}^3$.

3.1.2 Các thông số cần tính chọn

a) Khối lượng vữa trát có trong vùng trát (Hình 4): Khối lượng vữa trát tham gia dao động nằm trong khối lăng trụ có đáy là hình thang vuông CHMN (Hình 4). Để dễ dàng trong việc tính toán ta chia khối vữa trát thành 2 phần: phần thứ nhất có khối lượng m_2 nằm trong khối lăng trụ có đáy là hình chữ nhật CDMN thể tích là V_2 , phần thứ hai có khối lượng m_3 nằm trong khối lăng trụ có đáy là tam giác vuông DHM thể tích là V_3 .

Dựa vào các quan hệ hình học trên Hình 4 tính được các thể tích V_2 , V_3 và khối lượng vữa trát có trong vùng trát:

$$m_2 = V_2 \cdot \gamma_1 = \frac{L \cdot B \cdot E \cdot \gamma_1}{\cos \theta} \quad (\text{kg}) \quad (7)$$

$$m_3 = V_3 \cdot \gamma_1 = \frac{L \cdot B^2 \cdot \sin \theta \cdot \gamma_1}{2} \quad (\text{kg}) \quad (8)$$

$$m_v = m_2 + m_3 \quad (\text{kg}) \quad (9)$$

trong đó: $E = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ là chiều dày lớp tường cần trát; $L = 0,6 \text{ m}$ là chiều dài tấm miết (chiều dài vệt trát); $B = 0,2 \text{ m}$ là chiều rộng tấm miết; $\theta = 20^\circ$ là góc tạo bởi tấm miết và phương thẳng đứng. Thay vào (7), (8), (9) ta có $m_2 = 3,83 \text{ (kg)}$; $m_3 = 6,16 \text{ (kg)}$; $m_v = 9,99 \text{ (kg)}$.

b) Xác định tọa độ trọng tâm G của cơ hệ: Để dễ dàng trong việc tính toán, đặt vào cơ hệ một hệ trục tọa độ OXY với O (0; 0) là gốc tọa độ (Hình 4, Hình 5). Dựa vào các quan hệ hình học ta xác định được tọa độ các trọng tâm O_1, O_2, O_3 như sau:

$$O_1 = (X_{O_1}; Y_{O_1}) = (\delta/2; B/2) = (5 \cdot 10^{-3}; 0,1) \text{ m};$$

$$O_2 = (X_{O_2}; Y_{O_2}) = (E/2 \cos \theta; B/2) = (0,010642; 0,1) \text{ m};$$

$$O_3 = (X_{O_3}; Y_{O_3}) = \left(\frac{B \cdot \sin \theta}{3} + \frac{E}{\cos \theta}; \frac{B}{3} \right) = (0,441; 0,06667) \text{ m}.$$

Để tính tọa độ trọng tâm G ta dùng công thức sau:

$$X_G = \frac{\sum m_i X_{O_i}}{\sum m_i}; \quad Y_G = \frac{\sum m_i Y_{O_i}}{\sum m_i}; \quad i = 1, 2, 3 \quad (10)$$

Thay tọa độ các điểm O_1, O_2, O_3 và các khối lượng: tấm miết - m_1 ; vữa - m_2, m_3 vào công thức (10) ta có: $X_G = 0,011767 \text{ (m)} = 11,767 \text{ (mm)}$; $Y_G = 0,089426 \text{ (m)} = 89,426 \text{ (mm)}$; Vậy $L_1 = Y_G - 35 = 89,426 - 35 = 54,426 \text{ (mm)}$; $L_2 = 130 - 54,426 = 75,574 \text{ (mm)}$.

c) Xác định khối lượng rung:

$M = m_v + m_m + m_r$; trong đó khối lượng vữa trát có trong vùng trát $m_v = 9,99 \text{ (kg)}$; Khối lượng tấm miết $m_1 = m_m = (0,6 \cdot 0,2 \cdot 0,01) \cdot 7850 = 9,42 \text{ (kg)}$. Khối lượng cơ cấu gây rung $m_r = 5,3 \text{ (kg)} \Rightarrow M = 9,99 + 9,42 + 5,3 = 24,71 \text{ (kg)}$. Nếu kể thêm khối lượng các chi tiết gắn kèm theo, thì khối lượng rung chọn $M = 25 \text{ kg}$.

d) Xác định hệ số giảm dao động: $h = \frac{b}{2M}$. Theo tài liệu [1, 3] hệ số giảm dao động b được tính chọn như sau: $b = (2 \div 7) \cdot 104 \cdot L \cdot H_{tb} = 5 \cdot 104 \cdot 0,6 \cdot 0,05549 = 1664,7 \text{ (N.s/m)}$. Trong đó H_{tb} là chiều dày trung bình của vữa trong vùng trát:

$$H_{tb} = \frac{\left(\frac{E}{\cos \theta} + B \cdot \sin \theta \right) + \frac{E}{\cos \theta}}{2} = \frac{\left(\frac{0,02}{\cos 20^\circ} + 0,2 \cdot \sin 20^\circ \right) + \frac{0,02}{\cos 20^\circ}}{2} = 0,05549 \text{ m}$$

$$\text{Vậy } h = \frac{b}{2M} = \frac{1664,7}{2 \cdot 25} = 33,3 \text{ (1/s)}.$$

e) Xác định tổng độ cứng các gối đàn hồi. Từ công thức (5.a) biết $F_a; x_a; \omega; M; h$ tìm ω_0

$$x_a = \frac{F_a}{M \sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4h^2 \omega^2}}; \quad x_a = 0,0005 \text{ m}; \quad F_a = 660 \text{ N}; \quad \omega = 314 \text{ rad/s}$$

$$0,0005 = \frac{660}{25 \sqrt{(\omega_0^2 - 314^2)^2 + 4 \cdot 33,3^2 \cdot 314^2}} \Rightarrow \omega_0 = 383,5 \text{ rad/s}$$

trong đó các giá trị $F_a; x_a; \omega$ được chọn xuất phát từ công nghệ đầm lèn vữa [1,4] và các máy trát đã quảng cáo, như ZB800.

Từ công thức tính tần số dao động riêng $\omega_0 = \sqrt{\frac{C}{M}}$, biết $\omega_0 = 383,5 \text{ rad/s}$; khối lượng tham gia dao động $M = 25 \text{ kg}$, ta được $C = 3677010; \frac{\text{N}}{\text{m}}$.

Biết C, nhờ công thức $C = 2(C_A + C_B)$; tìm $C_A; C_B$. Từ biểu thức (1) ta có:

$$\frac{C_A}{C_B} = \frac{L_2}{L_1}; \quad C_A + C_B = \frac{C}{2} = \frac{3677010}{2} \text{ N/m}; \quad \frac{C_A + C_B}{C_A} = \frac{L_1 + L_2}{L_2}; \quad L_1 = 54,426 \text{ (mm)}; \quad L_2 = 75,574 \text{ (mm)}$$

Vậy tổng độ cứng của hai gối A và hai gối B là: 2. $C_A = 2137585 \text{ (N/m)}$; 2. $C_B = 1539425 \text{ (N/m)}$.

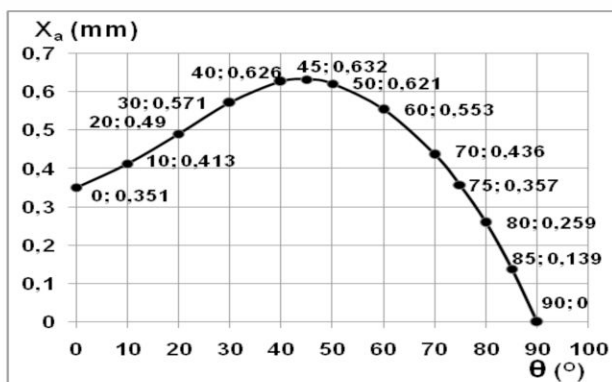
3.2 Khảo sát một số thông số

Cho thay đổi θ vẽ đồ thị $x_a(\theta)$. Khi góc θ thay đổi từ 0 độ (tấm miết song song với tường trát) đến 45 độ, biên độ rung thay đổi từ 0,351mm đến 0,632mm phù hợp với công nghệ rung làm chặt hỗn hợp bê tông.

Bảng 1. Khảo sát mối quan hệ $X_a(\theta)$, khi biết: $F_a = 660 \text{ N}$; $E = 0,02 \text{ m}$; $B = 0,2 \text{ (m)}$;

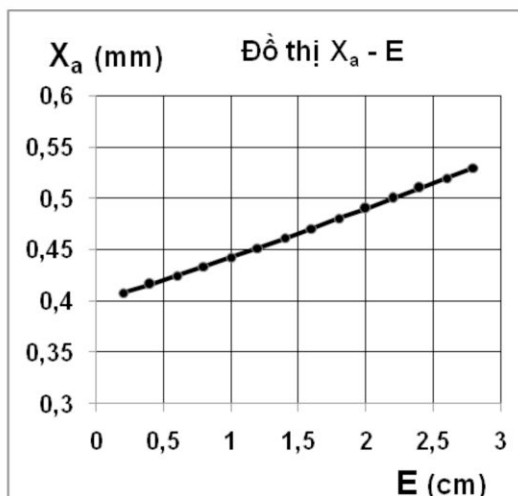
 $\gamma_1 = 1500 \text{ kg/m}^3$; $m_m = 9,42 \text{ kg}$; $\omega = 314 \text{ rad/s}$; $C = 3677010 \text{ N/m}$

TT	$\theta = \text{var}$ (°)	M (kg)	H_{ib} (m)	b (Ns/m)	h (1/s)	ω_o (rad/s)	X_a (mm)
1	0	18,32	0,02	600	16,3755	448,01	0,351
2	10	21,5012	0,03767	1130,1	26,2799	413,54	0,413
3	20	24,7074	0,05549	1664,7	33,6883	385,77	0,49
4	30	27,8769	0,07309	2192,7	39,3283	363,18	0,571
5	40	30,9896	0,09039	2711,7	43,7518	344,46	0,626
6	45	32,5391	0,09899	2969,7	45,6328	336,16	0,632
7	50	34,1094	0,10772	3231,6	47,3711	328,33	0,621
8	60	37,5085	0,1266	3798	50,6285	313,1	0,553
9	70	42,1602	0,15245	4573,5	54,2395	295,32	0,436
10	75	46,016	0,17387	5216,1	56,677	282,68	0,357
11	80	53,1781	0,21366	6409,8	60,2673	262,95	0,259
12	85	73,9569	0,32909	9872,7	66,7463	222,98	0,139
13	90	$5,88 \cdot 10^{16}$	$3,27 \cdot 10^{14}$	$9,8 \cdot 10^{18}$	83,3333	0	0


Hình 6. Đồ thị quan hệ $x_a(\theta)$
Bảng 2. Khảo sát mối quan hệ $X_a(E)$. Chọn trước từ Bảng 1 một giá trị $\theta = 20^\circ$ và chọn $F_a = 660 \text{ (N)}$;

 $B = 0,2 \text{ (m)}$; $L = 0,6 \text{ (m)}$; $\gamma_1 = 1500 \text{ kg/m}^3$; $m_m = 9,42 \text{ kg}$; $\omega = 314 \text{ rad/s}$; $C = 3677010 \text{ N/m}$

TT	F_a (N)	$E = \text{var}$ (°)	M (kg)	H_{ib} (m)	b (Ns/m)	h (1/s)	ω_o (rad/s)	X_a (mm)
1	660	0,2	21,259	0,03633	1089,9	25,6338	415,888	0,408
2	660	0,4	21,643	0,03846	1153,8	26,6553	412,182	0,4164
3	660	0,6	22,026	0,04059	1217,7	27,6423	408,582	0,4249
4	660	0,8	22,409	0,04272	1281,6	28,5957	405,076	0,4337
5	660	1	22,792	0,04484	1345,2	29,5104	401,658	0,4427
6	660	1,2	23,175	0,04697	1409,1	30,4013	398,325	0,4518
7	660	1,4	23,558	0,0491	1473	31,2633	395,074	0,4612
8	660	1,6	23,941	0,05123	1536,9	32,0977	391,901	0,4707
9	660	1,8	24,324	0,05336	1600,8	32,9058	388,803	0,4803
10	660	2	24,707	0,05549	1664,7	33,6888	385,778	0,4901
11	660	2,2	25,091	0,05761	1728,3	34,4406	382,815	0,5
12	660	2,4	25,474	0,05974	1792,2	35,177	379,926	0,51
13	660	2,6	25,857	0,06187	1856,1	35,8916	377,102	0,52
14	660	2,8	26,24	0,064	1920	36,5854	374,339	0,5299



Hình 7. Đồ thị quan hệ $X_a(E)$



Hình 8. Máy trát cùng cụm trát miết rung do nhóm tác giả bài báo thiết kế chế tạo

Từ Bảng 2 và Hình 7 thấy rằng giá trị biên độ rung không vượt quá 0,53 mm khi chiều dày lớp vữa trát tăng 2 mm đến 28mm, đảm bảo quá trình rung làm chặt vữa tường phù hợp với công nghệ rung và làm chặt hỗn hợp bê tông cốt liệu nhỏ nói chung.



4. Kết luận và kiến nghị

Từ các kết quả khảo sát và nhận xét trên cho phép tiến hành thiết kế, chế tạo và thực nghiệm cụm trát miết rung cho máy trát bán tự động (Hình 8). Máy trát tường một lớp TT-01 do tác giả cùng nhóm cộng sự chế tạo có các thông số cơ bản của tấm miết rung với kích thước chiều rộng 200mm, chiều dài 600mm, chiều dày 10mm, tốc độ nâng $V = 5$ m/ph; góc nghiêng tấm miết so với phương đứng $\theta = 20^\circ$, tần số rung $\omega = 314$ rad/s, lực kích rung $F_a = 600$ N đã trát được 02 vệt liền kề, đảm bảo độ phẳng nhẵn và độ bám tường cần thiết; máy đang tiếp tục được khảo nghiệm hoàn thiện, hợp lý hóa các thông số cơ bản nhờ các tính toán đã trình bày ở trên để sớm được ứng dụng trong cuộc sống.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Quang Quý, Nguyễn Văn Vịnh, Nguyễn Bính (2011), *Máy và thiết bị sản xuất vật liệu xây dựng*, NXB Giao thông vận tải.
2. Timôscô X.P. (1963), *Những vấn đề dao động trong kỹ thuật*, NXB Khoa học Hà Nội.
3. Franz Holzweibig, Hans Dresig, Người dịch: Vũ Liêm Chính; Phan Nguyên Di, Người hiệu đính: Nguyễn Văn Khang (2001), *Lehrbuch der Maschinendynamik - Giáo trình động lực học máy*.
4. Быховский И. И (1969), *Теория вибрационной техники*, Москва.
5. P. F. G. Banfill (2006), "Rheology of fresh cement and concrete", *Rheology Reviews*, pp 61-130.
6. Naniwa, R (1983), "Application du mortier en monocouche épaisse à la construction et à la réparation", in *Proceedings of the 9th CIB Congress*, Stockholm, 2 565-577 (in French).