

# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA HỆ SỐ NỀN VÀ KHỐI LƯỢNG LỆCH TÂM ĐẾN BIÊN ĐỘ VÀ TẦN SỐ DAO ĐỘNG CỦA MÁY ĐẦM THƯỚC VSr.B1 KHI THI CÔNG MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG XI MĂNG

NGUYỄN BÌNH, LÊ THỊ THU HÒA

Trung tâm Nghiên cứu Thực nghiệm Máy xây dựng  
Trường Đại học Giao thông Vận tải

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của hệ số nền và khối lượng phần lệch tâm gây rung đến biên độ và tần số dao động của máy đầm thước VSr.B1 khi thi công mặt đường bê tông xi măng (BTXM) nhằm kiểm tra và hoàn thiện thông số kỹ thuật của VSr.B1.

**Từ khóa:** đầm thước, hệ số nền, lệch tâm, biên độ rung động, tốc độ góc.

STUDY ON THE IMPACT OF  
BASE COEFFICIENT AND  
ECCENTRIC WEIGHT ON THE  
OSCILLATION AMPLITUDE AND  
FREQUENCY  
OF VIBRATING SCREED  
MACHINE VSr.B1 FOR  
BUILDING CEMENT CONCRETE  
SURFACE ROAD

Summary

The article presents the research results of the impact of base coefficient and eccentric weight on the oscillation amplitude and frequency of vibrating screed machine VSr.B1 for building road with cement concrete surface to test and complete technical specifications of the machine.

**Keywords:** vibrating screed, base coefficient, eccentric, vibration amplitude, angular speed.

## Đặt vấn đề

Khi xây dựng mặt đường BTXM cần phải tạo ra bề mặt bằng phẳng theo thiết kế. Công việc này cần phải có các thiết bị như máy đầm thước, đầm ống con lăn... Máy đầm thước VSr.B1 (hình 1) là một trong các sản phẩm của đề tài khoa học công nghệ cấp Bộ Giao thông Vận tải: Nghiên cứu thiết kế chế tạo dây chuyền đồng bộ thi công mặt đường BTXM trong giao thông nông thôn,



Hình 1: thử nghiệm máy đầm thước VSr.B1 trên nền cát

mã số DT144024. Máy này có công dụng đầm và là phẳng bề mặt khi thi công mặt đường BTXM, với các thông số chính như sau [5]:

- Chiều dài bộ công tác: 1,5-2 m
- Chiều sâu đầm lên: 15-18 cm
- Công suất động cơ: 1-1,5 kW
- Tốc độ làm việc: 0,5-1 m/phút
- Năng suất: 80-100 m<sup>2</sup>/h

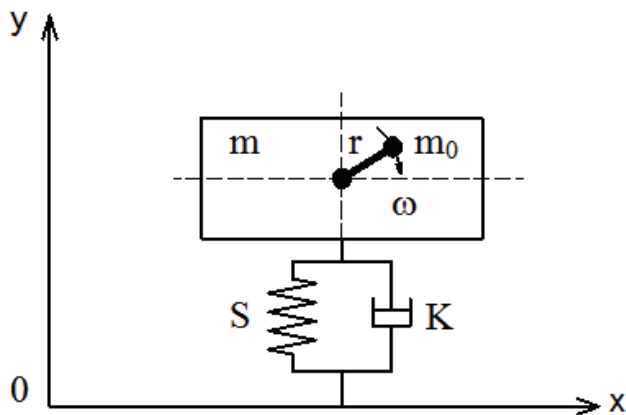
### Nội dung nghiên cứu

#### Xây dựng mô hình động lực học của đầm thước

Các giả thiết để xây dựng mô hình động lực học của máy đầm thước khi đầm lên hỗn hợp BTXM:

- Thước đầm được coi như cứng tuyệt đối;
- Khối lượng dao động của hệ thống gồm: khối lượng của bộ gây rung và kết cấu máy được coi như tập trung tại trọng tâm của máy, ký hiệu là m;
- Dao động của hỗn hợp BTXM dưới thước đầm được truyền theo phương thẳng đứng do bánh lệch tâm gây ra;
- BTXM là môi trường đàn hồi - nhớt;
- Lớp móng đường coi như không biến dạng.

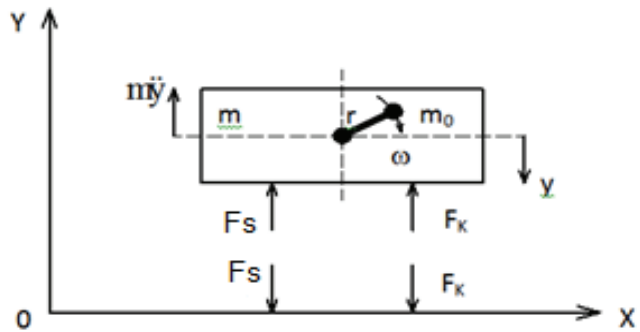
Các ký hiệu trên mô hình (hình 2): m - khối lượng dao động của hệ thống (kg); S - độ cứng đàn hồi của hỗn hợp BTXM (N/m); K - hệ số dập tắt dao động của hỗn hợp bê tông (Ns/m); m<sub>0</sub> - khối lượng lệch tâm của trục gây rung (kg); r - độ lệch tâm của bánh lệch tâm (m); ω - vận tốc góc của trục gây rung (rad/s).



Hình 2: mô hình động lực học của máy đầm thước

#### Thiết lập phương trình chuyển động

Để thiết lập phương trình chuyển động, ta thay thế lò xo S và giảm chấn K bằng các lực tác dụng F<sub>s</sub> và F<sub>k</sub>, khi đó chúng ta có được mô hình như hình 3 [4].



Hình 3: mô hình động lực học của máy với lực tác dụng F<sub>s</sub> và F<sub>k</sub>

Áp dụng nguyên lý D'alambert, ta có phương trình chuyển động như sau:

$$m\ddot{y} + F_k + F_s = m_0 r \omega^2 \cos \omega t$$

$$\text{Hay: } m\ddot{y} + K\dot{y} + Sy = m_0 r \omega^2 \cos \omega t \quad (1)$$

#### Khảo sát một số tham số chính của máy VSr.B1

Để khảo sát một số tham số chính của máy, nhóm nghiên cứu đã xây dựng sơ đồ thuật toán giải phương trình (1) trên Matlab-Simulink với các giá trị của máy VSr.B1 đã chế tạo.

m, m<sub>0</sub> và ω được thay đổi trong khoảng giá trị lựa chọn, bán kính lệch tâm không đổi r = 0,0167 (m).

Các thông số làm việc của nền S, K được xác định như sau:

- S: độ cứng đàn hồi của nền BTXM (N/m) [2]:

$$S = S_0 \cdot B \cdot L = 50 \cdot 10^6 \cdot 0,15 \cdot 1,75 = 13,125 \cdot 10^6 \text{ (N/m)}$$

Với: S<sub>0</sub> = 1.10<sup>8</sup> ÷ 2,5.10<sup>8</sup> (N/m<sup>3</sup>) - hệ số nền của bê tông [3]

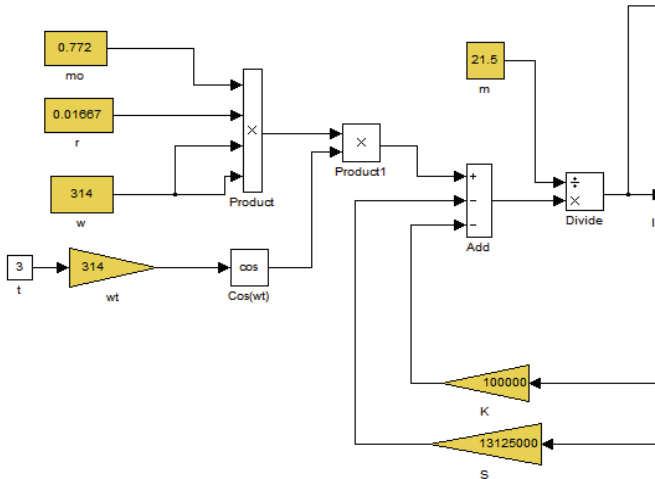
B = 0,15 (m) - chiều rộng của thước đầm

L = 1,75 (m) - chiều dài của thước đầm

- K: hệ số dập tắt dao động của hỗn hợp BTXM được lựa chọn trên cơ sở tham khảo các tài liệu chuyên ngành, các công trình nghiên cứu về đầm lên BTXM. Ứng với mác bê tông 250 thi công đường giao thông nông thôn có điều kiện thi công rất khác

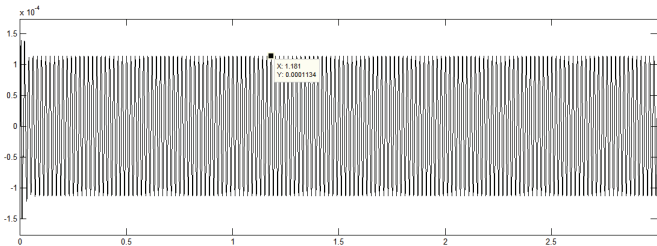
nhau thì cần khảo sát với giá trị  $K = 3.10^3 \div 20.10^3$  Ns/m [1].

Sơ đồ khối mô phỏng hệ rung động của máy khi làm việc thể hiện trên hình 4.



Hình 4: sơ đồ mô phỏng hệ rung động của máy đảm thuốc bằng Matlab - Simulink

Để khảo sát một số tham số chính của máy đã chế tạo, chúng tôi tiến hành khảo sát mối quan hệ giữa  $A$  và  $\omega$  khi thay đổi các giá trị của  $K$  và  $m_0$  trên cơ sở chạy chương trình Matlab - Simulink như hình 4 và nhận được 216 đồ thị có dạng như hình 5, từ đó xác định được 216 giá trị, sau đó tập hợp trong các bảng 1, bảng 2. Từ các bảng này, chúng tôi đã xây dựng được đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa biên độ và tần số khi thay đổi hệ số nền (hình 6) và khi thay đổi khối lượng lệch tâm (hình 7).



Hình 5: biên độ dao động của máy khi  $K = 3000$  (Ns/m),  $m_0 = 0,772$  (kg),  $m = 21,5$  (kg),  $r = 0,01667$  (m),  $S = 13,125.106$  (N/m)

**Kết quả nghiên cứu**

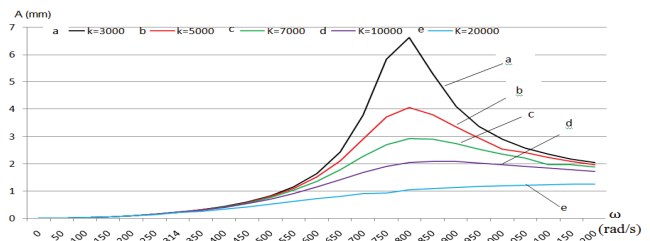
**Mối quan hệ giữa biên độ dao động  $A$  (mm) với tốc độ góc  $\omega$  (rad/s) khi thay đổi hệ số dập tắt dao động  $K$  (Ns/m)**

Tiến hành khảo sát mối quan hệ giữa  $A$  và  $\omega$  khi

$K = 3000, 5000, 7000, 10000, 20000$  (Ns/m) và giữ nguyên các thông số máy:  $m = 21,5$  (kg);  $m_0 = 0,772$  (kg);  $r = 0,01667$  (m),  $S = 13,125.10^6$  (N/m).

Bảng 1: giá trị biên độ dao động  $A$  (mm) và tốc độ góc  $\omega$  (rad/s) khi thay đổi hệ số dập tắt dao động  $K$  (Ns/m) của máy VSr.B1

TT	$\omega$ (rad/s)	Biên độ A (mm)				
		K = 3.000 Ns/m	K = 5.000 Ns/m	K = 7.000 Ns/m	K = 10.000 Ns/m	K = 20.000 Ns/m
1	50	0,004918	0,004922	0,00492	0,004896	0,0049
2	100	0,019878	0,019886	0,019872	0,019878	0,019702
...	...	...	...	...	...	...
5	250	0,13626	0,13578	0,13504	0,13356	0,12568
6	314	0,2286	0,2282	0,226	0,2214	0,2002
7	350	0,2988	0,2964	0,2926	0,285	0,25
...	...	...	...	...	...	...
13	650	2,424	2,096	1,786	1,4206	0,7986
14	700	3,782	2,896	2,276	1,6894	0,8856
15	750	5,846	3,722	2,706	1,912	0,9628
...	...	...	...	...	...	...
21	1050	2,57	2,402	2,202	1,9038	1,2068
22	1100	2,34	2,222	1,9664	1,8356	1,2202
23	1150	2,166	2,08	1,968	1,7762	1,2312
24	1200	2,038	1,9696	1,877	1,7238	1,2394



Hình 6: đồ thị biểu diễn quan hệ  $A - \omega$  khi  $K$  thay đổi

Kết quả khảo sát cho thấy:

- Với cùng một tần số, khi hệ số nền  $K$  tăng thì biên độ dao động  $A$  giảm - điều này là đúng bản chất vật lý của quá trình dao động trên nền đàn hồi của máy.

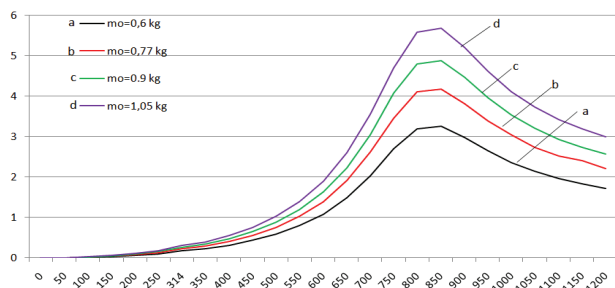
- Miền giá trị của  $K$  được khảo sát từ  $3.10^3$  đến  $20.10^3$  Ns/m nhưng ở vùng giá trị  $K = 10.10^3 \div 20.10^3$  Ns/m thì không xuất hiện vùng cộng hưởng (đường e) hoặc xuất hiện nhưng không rõ ràng (đường d). Đối với máy đảm thuốc đang nghiên cứu chỉ nên quan tâm đến miền giá trị  $K=3.10^3 \div 7.10^3$  Ns/m (đường a, b, c) ứng với  $\omega = 200 \div 400$  rad/s, vì khi đó hệ số nền ảnh hưởng không đáng kể đến giá trị biên độ dao động của máy.

**Mối quan hệ giữa biên độ dao động A (mm) với tốc độ góc  $\omega$  (rad/s) khi thay đổi khối lượng lệch tâm  $m_0$  (kg)**

Tiến hành khảo sát mối quan hệ giữa A và  $\omega$  khi thay đổi  $m_0 = 0,6 \text{ kg}, 0,77 \text{ kg}, 0,9 \text{ kg}, 1,05 \text{ kg}$  và giữ nguyên các thông số máy:  $m = 21,5 \text{ kg}; r = 0,01667 \text{ m};$  và thông số nền  $S = 13,125 \cdot 10^6 \text{ N/m}, K = 5 \cdot 10^5 \text{ Ns/m}.$

Bảng 2: giá trị biên độ dao động A (mm) và tốc độ góc  $\omega$  (rad/s) khi thay đổi khối lượng lệch tâm  $m_0$  (kg)

TT	$\omega$ (rad/s)	Biên độ A (mm)			
		$m_0 = 0,6 \text{ kg}$	$m_0 = 0,77 \text{ kg}$	$m_0 = 0,9 \text{ kg}$	$m_0 = 1,05 \text{ kg}$
1	50	0,00381	0,004918	0,005728	0,006692
2	100	0,015464	0,019896	0,02318	0,02706
...	...	...	...	...	...
5	250	0,10466	0,13472	0,15706	0,18322
6	314	0,1751	0,2254	0,2626	0,3064
7	350	0,2266	0,2914	0,3376	0,3964
...	...	...	...	...	...
13	650	1,4842	1,9092	2,226	2,598
14	700	2,018	2,612	3,046	3,552
15	750	2,684	3,452	4,026	4,694
...	...	...	...	...	...
21	1050	2,13	2,74	3,194	3,726
22	1100	1,9568	2,518	2,932	3,424
23	1150	1,8228	2,404	2,734	3,186
24	1200	1,7148	2,204	2,57	3,000



Hình 7: đồ thị biểu diễn quan hệ A -  $\omega$  khi  $m_0$  thay đổi

Kết quả khảo sát cho thấy:

- Với một máy cụ thể ở cùng một tần số dao động  $\omega$  khi tăng khối lượng lệch tâm  $m_0$  thì biên độ dao động sẽ tăng (đường a, b, c, d), điều này là hợp lý vì khi lực rung động tăng lên thì biên độ phải tăng theo.

- Hiện tượng cộng hưởng của máy chỉ xảy ra khi  $\omega = 800 \div 950 \text{ rad/s}$ , tương ứng với số vòng quay của trục lệch tâm là  $n = 7600 \div 8500 \text{ v/phút}$ . Trên thực tế, các động cơ có thể lắp trên máy đầm thước chế tạo trong nước không thể đạt được tốc độ này, do đó rất khó có khả năng xảy ra cộng hưởng khi vận hành máy.

- Với máy đầm thước khi làm việc ở chế độ bình ổn theo thiết kế với  $\omega = 314 \text{ rad/s}$  và thay đổi  $m_0 = 0,6 \div 1,05 \text{ kg}$  thì biên độ rung động của máy  $A = 0,1751 \div 0,3064 \text{ mm}$  nằm trong miền cho phép.

**Kết luận**

Từ kết quả khảo sát nêu trên bước đầu cho thấy, thông số máy VSr.B1 được chế tạo ở chế độ làm việc bình ổn với  $\omega = 314 \text{ rad/s}, m_0 = 0,772 \text{ kg}, m = 21,5 \text{ kg}$  thì máy có biên độ rung động  $A = 0,2254 \text{ mm}$  hoàn toàn thỏa mãn yêu cầu  $A \geq 0,1 \text{ mm}$  [3]. Do đó, quá trình vận hành máy với động cơ có số vòng quay tối đa nhỏ hơn 4000 v/phút là hoàn toàn đảm bảo an toàn do cách xa vùng cộng hưởng.

Kết quả nghiên cứu lý thuyết này sẽ là cơ sở quan trọng để đối chiếu với kết quả khi tiến hành khảo nghiệm máy ở các chế độ làm việc và các mức bê tông khác nhau để hoàn thiện thông số máy trước khi đưa máy VSr.B1 ra thị trường.

**Tài liệu tham khảo**

[1] Nguyễn Quang Minh, Nghiên cứu ảnh hưởng của máy đầm rung trong công nghệ đúc đầm bê tông cốt thép dự ứng lực có kích thước lớn, Luận văn thạc sỹ kỹ thuật, Trường Đại học Giao thông Vận tải, năm 2007.

[2] Trần Quang Quý, Nguyễn Văn Vịnh, Nguyễn Bình, Máy và thiết bị sản xuất vật liệu xây dựng, Nxb Giao thông Vận tải, năm 2001.

[3] Phạm Cao Thăng, Tính toán thiết kế mặt đường sân bay và đường ô tô, Nxb Xây dựng, năm 2007.

[4] Nguyễn Văn Vịnh, Bài giảng động lực học máy xây dựng, Trường Đại học Giao thông Vận tải, năm 2013.

[5] Báo cáo Hội thảo khoa học đề tài KH&CN cấp bộ "Nghiên cứu thiết kế chế tạo dây chuyền động bộ thi công mặt đường BTXM trong giao thông nông thôn", mã số DT 144024, Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông Vận tải, 12.9.2014.