

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ QUỐC PHÒNG

HỌC VIỆN KỸ THUẬT QUÂN SỰ

NGUYỄN MẠNH HÙNG

**NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH MỘT SỐ THÔNG SỐ HỢP LÝ
CỦA MÁY SÀNG RUNG VÔ HƯỚNG TRÊN TỔ HỢP
NGHIÊN SÀNG DI ĐỘNG**

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Chuyên ngành: Kỹ thuật cơ khí động lực

Mã số: 9 52 01 16

Hà Nội - 2020

CÔNG TRÌNH ĐƯỢC HOÀN THÀNH TẠI
HỌC VIỆN KỸ THUẬT QUÂN SỰ - BỘ QUỐC PHÒNG

Người hướng dẫn khoa học: 1. PGS,TS Nguyễn Viết Tân
2. TS Bùi Khắc Gầy

Phản biện 1: PGS,TS Vũ Liêm Chính

Phản biện 2: PGS,TS Nguyễn Đăng Điệm

Phản biện 3: TS Trần Hữu Lý

Luận án sẽ được bảo vệ tại Hội đồng đánh giá luận án cấp Học viện theo quyết định số 3045/QĐ-HV, ngày 15 tháng 9 năm 2020 của Giám đốc Học viện Kỹ thuật Quân sự, họp tại Học viện Kỹ thuật Quân sự vào hồi giờ ngày tháng năm 2020

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Học viện Kỹ thuật Quân sự
- Thư viện Quốc gia

NHỮNG CÔNG TRÌNH KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ

1. Nguyễn Viết Tân, Bùi Khắc Gầy, Nguyễn Mạnh Hùng

“Cơ sở khoa học xác định quan hệ hợp lý giữa khối lượng phân rung với độ cứng lò xo của máy sàng rung có hướng”. Tạp chí Cơ khí Việt Nam – Trường Đại Học Kỹ Thuật Công Nghiệp (Thái Nguyên), số tháng 3/2017. Tr 165-169.

2. Nguyễn Mạnh Hùng, Nguyễn Viết Tân

“Ứng dụng thuật toán tiến hoá vi phân để tối ưu công suất nguồn kích động và độ cứng lò xo của máy sàng rung có hướng”. Kỷ yếu Hội nghị Khoa học Công nghệ Giao Thông Vận Tải, số tháng 5/2018, tr 521-526.

3. Nguyễn Mạnh Hùng, Nguyễn Viết Tân, Bùi Khắc Gầy

“Nghiên cứu thực nghiệm xác định các thông số kết cấu hợp lý của máy sàng rung vô hướng”. Tạp chí Khoa Học và Kỹ thuật. Số 197 (4/2019). Học Viện KTQS, tr 61-69.

4. Nguyễn Mạnh Hùng, Nguyễn Viết Tân, Ngô Quang Tạo

“Xây dựng bài toán thực nghiệm xác định kích thước lưới sàng hợp lý để hiệu quả sàng lớn nhất của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiên cứu sàng di động”. Tạp chí Khoa Học Công Nghệ. Trường Đại Học Công Nghiệp (Hà Nội), số 53 (8/2019), tr 65-67.

5. Nguyễn Mạnh Hùng, Nguyễn Viết Tân, Bùi Khắc Gầy

“Nghiên cứu động lực học tổ hợp nghiên cứu sàng di động”. Tạp chí Cơ khí Việt Nam – Trường Đại Học Thủy Lợi. Số tháng 10/2019, tr 67-72.

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài:

Tổ hợp nghiền sàng di động hiện đang sử dụng trong các đơn vị quân đội Công binh được chế tạo trong nước theo kiểu ghép hai cụm máy nghiền và máy sàng có cùng năng suất. Trong khai thác sử dụng tổ hợp dạng này bộc lộ một số tồn tại như năng suất và hiệu quả làm việc chưa cao, độ tin cậy và tuổi thọ của tổ hợp còn hạn chế.

Từ những phân tích trên cho thấy việc nghiên cứu động học, động lực học (ĐLH) và kết cấu của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động nhằm phục vụ việc thiết kế chế tạo tổ hợp nghiền sàng di động tại Việt Nam là rất quan trọng. Vì vậy đề tài luận án “*Nghiên cứu xác định một số thông số hợp lý của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động*” là vấn đề có tính cấp thiết, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn. Việc làm này cần được thực hiện dựa trên các căn cứ khoa học mà đề tài luận án hướng tới.

2. Mục đích nghiên cứu:

Xác định một số thông số hợp lý của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động cỡ nhỏ do Việt Nam chế tạo để hoàn thiện kết cấu và nâng cao năng suất, hiệu quả làm việc của máy.

3. Đối tượng nghiên cứu

- Thiết bị: Tổ hợp nghiền sàng di động công suất nhỏ TNS-05.
- Vật liệu sử dụng: Đá trong khoan nổ xây dựng đường hầm quân sự khâu độ nhỏ tại khu vực miền núi phía bắc.

4. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp lý thuyết kết hợp với thực nghiệm kiểm chứng:

Về lý thuyết luận án phân tích tổng hợp có kế thừa, sử dụng phương pháp Dалаmbe để tách cấu trúc từ đó xây dựng mô hình động lực học và thiết lập hệ phương trình vi phân chuyển động của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động.

Việc giải hệ phương trình vi phân chuyển động của cơ hệ được thực hiện bằng chương trình máy tính viết trên phần mềm Matlab - Simulink.

Về thực nghiệm đo đạc một số thông số đầu cần thiết cho quá trình tính toán và kiểm tra các kết quả tính toán lý thuyết.

5. Cấu trúc của luận án

Luận án gồm phần mở đầu, bốn chương, phần kết luận chung, tài liệu tham khảo, với 131 trang thuyết minh, trong đó có 32 bảng, 104 hình vẽ, đồ thị, 52 tài liệu tham khảo.

Mở đầu: Trình bày tính cấp thiết và cấu trúc của luận án

Chương 1: Tổng quan vấn đề nghiên cứu.

Chương 2: Mô hình động lực học của máy sàng rung trên tổ hợp nghiên sàng di động.

Chương 3: Xác định một số thông số hợp lý của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiên sàng di động.

Chương 4: Nghiên cứu thực nghiệm.

Kết luận và kiến nghị

Tài liệu tham khảo

NỘI DUNG CHÍNH CỦA LUẬN ÁN

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

- Trình bày tổng hợp và phân tích điều kiện, vật liệu đá trong xây dựng công trình quân sự ở vùng rừng núi phía bắc. Nhu cầu về một thiết bị nghiên sàng vật liệu đá xây dựng với công suất nhỏ, có tính cơ động cao, hoạt động độc lập mà không cần nguồn năng lượng điện lưới là rất cần thiết, từ đó đặt ra yêu cầu thiết kế tổ hợp nghiên sàng di động công suất nhỏ để sử dụng trong xây dựng các công trình hầm quân sự.

- Giới thiệu về tổ hợp nghiên sàng di động công suất nhỏ TNS-05 phục vụ xây dựng các công trình quân sự. Trong quá trình khai thác sử dụng tại các đơn vị bộc lộ một số nhược điểm là năng suất, hiệu quả sàng chưa cao, độ bền kết cấu cũng như tuổi thọ của máy thấp, hay xảy ra hỏng hóc trong quá trình khai thác sử dụng. Do đó đặt ra yêu cầu tính toán xác định một số thông số hợp lý của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiên sàng di động theo tiêu chí hiệu quả và năng suất sàng. Đây chính là vấn đề mà đề tài cần giải quyết.

- Phân tích các công trình nghiên cứu về máy sàng vật liệu và tổ hợp nghiên sàng di động trong và ngoài nước. Từ những nghiên cứu tổng quan cho thấy tổ hợp nghiên sàng di động công suất nhỏ là một thiết bị chuyên dụng và rất cần thiết trong sản xuất vật liệu xây dựng của các công trình riêng biệt, năng suất yêu cầu không lớn, sử dụng ở các điều kiện địa hình vận chuyển khó khăn, xa trung tâm, đặc biệt là các công trình phòng thủ quốc phòng trong rừng núi mang tính bí mật do bộ đội Công binh đảm nhiệm.

*** Nhận xét:**

Việc nghiên cứu để nâng cao năng suất và hiệu quả làm việc của máy sàng rung là một nội dung nghiên cứu thu hút được sự quan tâm của các viện, trung tâm nghiên cứu và của rất nhiều các nhà khoa học trong và ngoài nước. Các công trình nghiên cứu của các tác giả trong và ngoài nước đã đề cập tương đối sâu về mặt lý thuyết của quá trình rung động, về

nguyên lý hoạt động của máy sàng rung, đồng thời đã xây dựng tương đối đầy đủ các mô hình động lực học và mô hình tính toán cho từng loại máy sàng độc lập, điều này là một lợi thế để đề tài có các cơ sở khoa học tin cậy khi nghiên cứu về máy sàng rung vô hướng độc lập cũng như trên tổ hợp nghiền sàng di động.

Các công trình nghiên cứu đã được công bố đa phần đánh giá hiệu quả sàng và năng suất sàng trên máy sàng rung độc lập bằng phương pháp thực nghiệm nên các số liệu công bố đạt được tính sát thực cao, tuy nhiên các tài liệu công bố cũng còn một vài điểm tồn tại như chưa xây dựng đầy đủ bài toán lý thuyết về mức độ ảnh hưởng của các thông số kết cấu và thông số làm việc đến năng suất, hiệu quả sàng, chưa xây dựng bài toán lý thuyết về cơ sở lựa chọn các thông số hợp lý đối với mỗi loại máy sàng rung.

Các công trình công bố đã nghiên cứu khá đầy đủ về máy sàng rung hoạt động độc lập, tuy nhiên chưa thấy công trình nào công bố kết quả nghiên cứu ĐLH cũng như xác định các thông số hợp lý của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động.

Các công trình nghiên cứu về nguyên lý làm việc, mô hình tính toán ĐLH của máy sàng rung độc lập là tương đối đầy đủ, đây là cơ sở để luận án tham khảo các tài liệu có giá trị khi nghiên cứu về máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động. Ngoài việc chưa thấy công bố về nghiên cứu ĐLH, xác định các thông số hợp lý của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động ta cũng không thấy các công trình nghiên cứu về ảnh hưởng rung động của máy nghiền, động cơ dẫn động và nền đàn hồi lên quá trình sàng vật liệu, từ đó đặt ra yêu cầu nghiên cứu đầy đủ về ĐLH làm cơ sở xác định một số thông số hợp lý của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động nhằm nâng cao năng suất, hiệu quả làm việc, đồng thời đặt ra yêu cầu hoàn thiện kết cấu để nâng cao độ bền (tuổi thọ) làm việc cho tổ hợp. Từ đó có thể xây dựng và hoàn thiện tiêu chuẩn cho tổ hợp nghiền sàng di động nhằm đạt được sự đồng bộ trong sản xuất, thiết kế.

- Từ những nội dung trên xây dựng mục tiêu và nhiệm vụ của luận án.

Kết luận chương 1

Qua nghiên cứu về điều kiện địa hình cũng như tính chất của các công trình quân sự thì việc sử dụng tổ hợp nghiền sàng di động công suất nhỏ là rất cần thiết và có tính thực tiễn.

Máy sàng rung vô hướng lắp trên tổ hợp nghiền sàng di động TNS-05 là máy sàng cùng loại (có tính chất đồng dạng) với máy rung vô hướng độc lập NLS-382/3, do đó việc nghiên cứu xác định vùng các thông số ĐLH hợp lý của máy sàng rung vô hướng hoạt động độc lập làm chuẩn để tính

toán xác định một số thông số hợp lý của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiên sàng di động là có cơ sở khoa học tin cậy.

Việc nghiên cứu nâng cao năng suất và hiệu quả sàng của tổ hợp nghiên sàng di động nói chung và của máy sàng rung vô hướng nói riêng phụ thuộc rất nhiều vào các thông số ĐLH của máy sàng. Dựa theo các tài liệu đã được công bố trong và ngoài nước từ trước đến nay của các tác giả đã nghiên cứu máy sàng rung độc lập khá đầy đủ và có độ tin cậy cao (có nhiều khảo sát thực nghiệm). Tuy nhiên có một vài tồn tại là chưa công trình nào nghiên cứu về động lực học của máy sàng rung trong một hệ tổng thể của tổ hợp. Hay nói cách khác là chỉ nghiên cứu ĐLH của máy sàng rung khi hoạt động độc lập. Do vậy, nghiên cứu xác định một số thông số hợp lý của máy sàng rung trên tổ hợp nghiên sàng di động là một hướng nghiên cứu mới vừa có tính khoa học vừa có tính thực tiễn. Để làm được điều này, luận án phải thực hiện việc nghiên cứu ĐLH của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiên sàng di động có kể đến ảnh hưởng rung động của cụm máy nghiền, cụm động cơ và độ đàn hồi của nền nơi máy làm việc, sau đó sẽ tiến hành khảo sát sự ảnh hưởng của một số thông số (tần số góc, khối lượng gây rung, góc nghiêng mặt sàng, độ cứng lò xo) đến ĐLH của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiên sàng di động dựa trên ĐLH của máy sàng rung vô hướng hoạt động độc lập (tại đó cho năng suất và hiệu quả làm việc tốt nhất), từ đó tìm ra một số thông số hợp lý của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiên sàng di động.

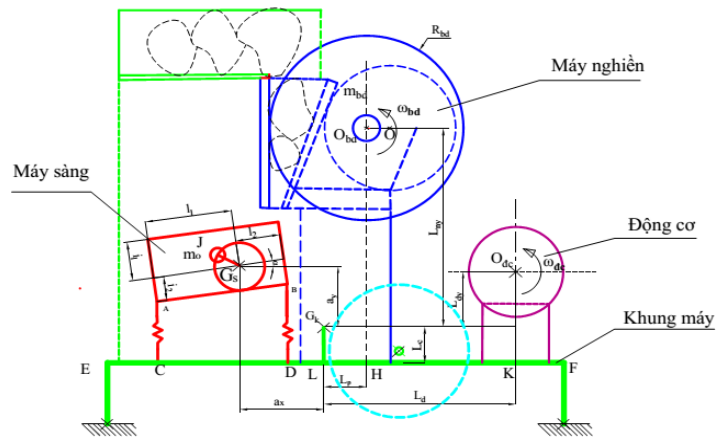
CHƯƠNG 2

MÔ HÌNH ĐỘNG LỰC HỌC CỦA MÁY SÀNG RUNG TRÊN TỔ HỢP NGHIÊN SÀNG DI ĐỘNG

2.1. Xây dựng mô hình tính toán động lực học

2.1.1 Sơ đồ nguyên lý

Từ sơ đồ kết cấu của tổ hợp nghiên sàng di động TNS-05 ta xây dựng được sơ đồ nguyên lý của máy sàng rung trên tổ hợp nghiên sàng di động như hình 2.1. Do các cụm bố trí đối xứng nên có thể xây dựng bài toán với mô hình phẳng.



Hình 2.1. Sơ đồ nguyên lý của tổ hợp nghiền sàng di động

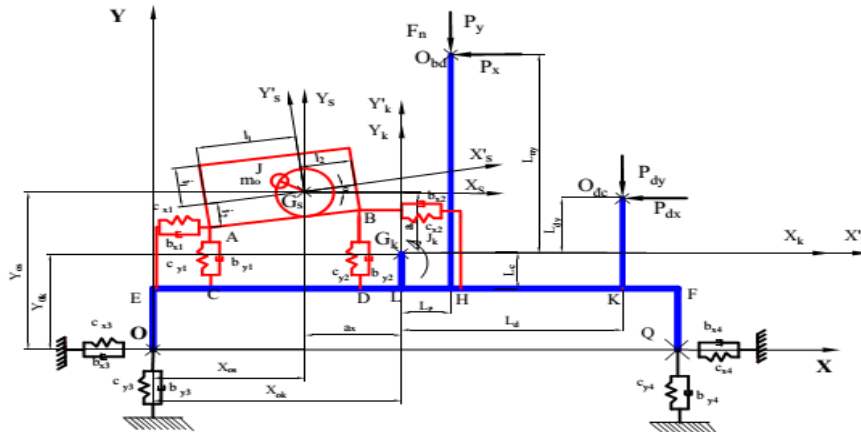
2.1.2. Các giả thiết khi xây dựng mô hình

Để đơn giản hóa mô hình và tương đối phù hợp với kết cấu thực tế, ta chấp nhận các giả thiết sau:

- Khung máy được coi là cứng tuyệt đối.
- Vật liệu các thanh khung tổ hợp là đồng nhất có khối lượng gắn cứng với thanh, từ đó cho phép qui dẫn khối lượng về các tọa độ trọng tâm thanh và máy.
- Do máy nghiền và động cơ dẫn động được gắn cứng lên khung máy nên coi hai cụm máy này như một bộ phận của khung chịu lực, trọng lực được tính vào khung máy.
- Lực quán tính rung động do quá trình nghiền và động cơ làm việc sẽ được truyền hoàn toàn vào khung máy theo hai phương x, y (hình 2 2).
- Vật liệu từ máy nghiền liên tục và ổn định.
- Trong quá trình làm việc, dây đai không xảy ra hiện tượng trượt, tốc độ vòng quay động cơ được xem là không đổi.
- Do tính tương đối đối xứng của máy sàng, máy nghiền, động cơ dẫn động và khung máy nên toàn bộ máy có thể coi đối xứng qua mặt phẳng OXY đi qua trọng tâm máy và bài toán được coi như là bài toán phẳng.
- Bỏ qua ảnh hưởng của quá trình rơi vật liệu từ máy nghiền xuống máy sàng.
- Coi 1/3 khối lượng vật liệu trên sàng dao động cùng với sàng (với máy sàng rung vô hướng theo [9], [17]).
- Máy sàng rung vô hướng lắp trên tổ hợp nghiền sàng di động chỉ đề cập đến sự ảnh hưởng của lực quán tính (lực rung động) máy nghiền và động cơ lên quá trình sàng mà không xét ĐLH của máy nghiền và động cơ dẫn động. Các lực này được qui về 2 phương x, y .

2.1.3. Mô hình tính toán động lực học

Với các giả thiết trên và từ mô hình thực của tổ hợp nghiền sàng di động, ta xây dựng được mô hình tính toán động lực học của tổ hợp nghiền sàng di động như hình 2.2. Gồm 6 tọa độ độc lập tương ứng với 6 bậc tự do.



Hình 2.2. Mô hình khảo sát động lực học của tổ hợp nghiền sàng di động

2.2. Phương pháp thiết lập phương trình vi phân chuyển động

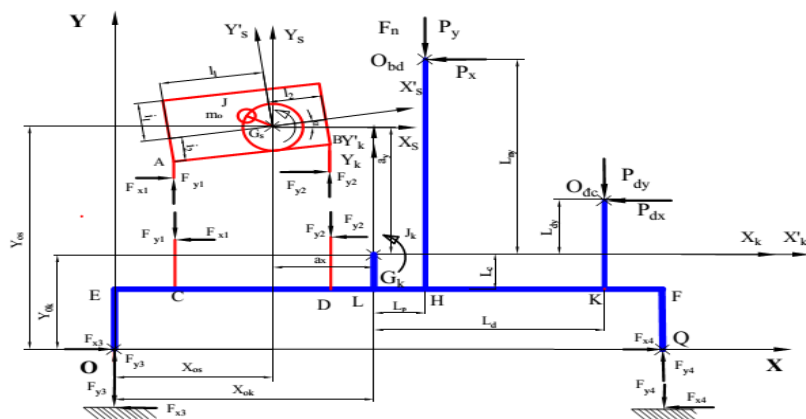
Để khảo sát được động lực học máy sàng rung trên tổ hợp nghiền sàng di động, vấn đề quan trọng nhất là phải thiết lập được phương trình chuyển động.

Từ mô hình động lực học của tổ hợp (hình 2.2) có số bậc tự do là 6, tương ứng với 6 tọa độ suy rộng, viết phương trình chuyển động đối với các tọa độ này.

Ta sử dụng phương pháp Đalambé để thiết lập phương trình vi phân chuyển động của máy sàng rung trên tổ hợp nghiền sàng di động. Với tổ hợp nghiền sàng di động (mô hình phẳng), tiến hành tách các liên kết đàn hồi tại 2 lò xo liên kết giữa máy sàng với khung máy thay bởi các liên kết lực theo phương x, y . Tương tự tại 2 chân máy đứng trên nền đàn hồi ta cũng tách liên kết và thay bởi các các lực liên kết theo hai phương x, y .

Sau khi đưa thêm các thành phần lực quán tính theo phương X, Y và mô men quán tính theo trục Z vào tổ hợp các lực tác dụng lên tổ hợp nghiền sàng di động, mô hình khảo sát động lực học của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động sẽ được thể hiện như hình 2.3.

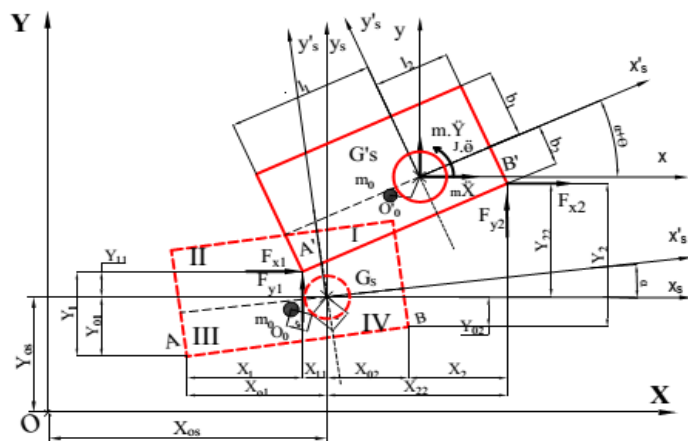
Để thiết lập hệ phương trình vi phân chuyển động của máy sàng rung trên tổ hợp nghiền sàng di động có tính đến ảnh hưởng rung động của cụm máy nghiền, động cơ và tính đàn hồi của nền đất thì trước tiên sẽ thiết lập hệ phương trình vi phân chuyển động của phần máy sàng và sau đó là phần khung tổ hợp, tổng hợp lại sẽ được hệ phương trình vi phân chuyển động của máy sàng rung trên tổ hợp nghiền sàng di động.



Hình 2.3. Sơ đồ liên kết lực trên máy sàng và khung tổ hợp

* **Viết hệ phương trình vi phân với máy sàng**

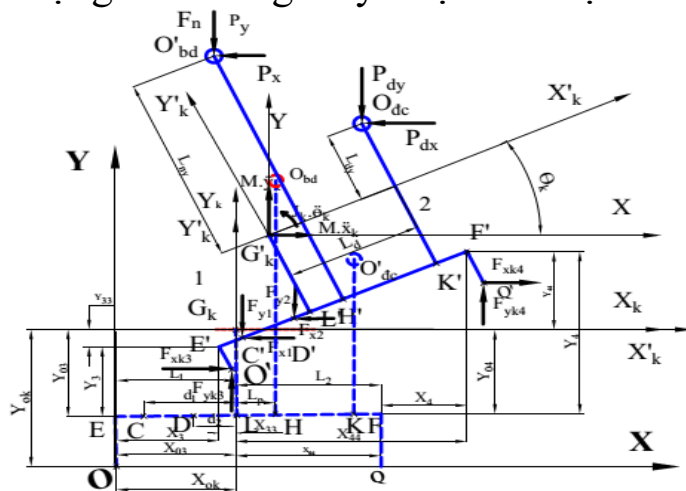
Hệ lực tác dụng lên máy sàng được thể hiện trên hình 2.4



Hình 2.4. Sơ đồ các lực tác dụng và chuyển vị máy sàng

* **Viết hệ phương trình vi phân với phần khung**

Đã Hệ lực tác dụng lên khung máy được thể hiện trên hình 2.5



Hình 2.5. Sơ đồ các lực tác dụng và chuyển vị của khung máy

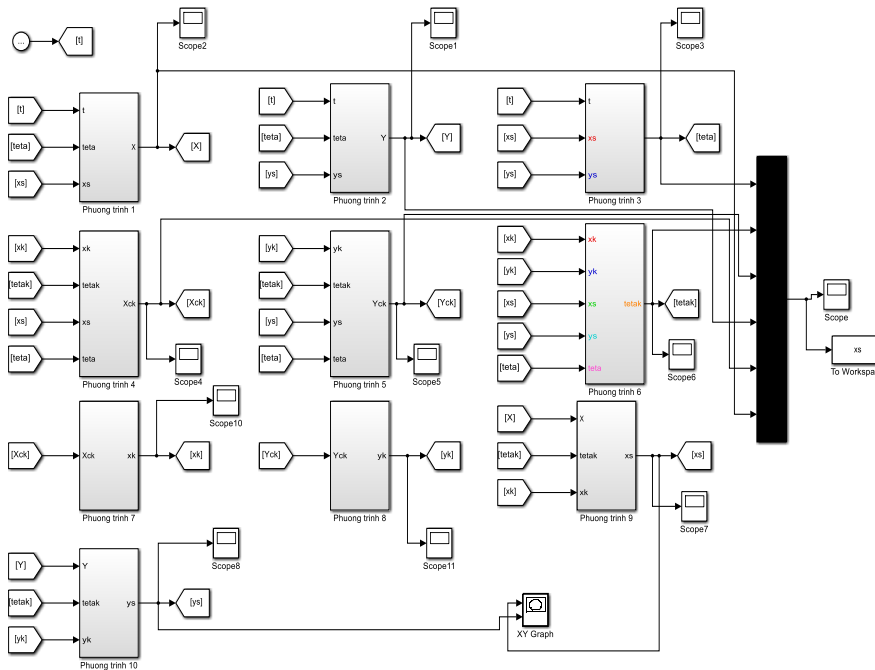
* **Hệ hệ phương trình vi phân chuyển động của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động**

Hệ phương trình vi phân chuyển động của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiên sàng di động là kết hợp hai hệ phương trình vi phân (2.1) và (2.2) ta được hệ phương trình (2.3) như sau

$$\begin{cases}
 \bullet m\ddot{X} + 2C_{xs}x_s + 2b_{xs}\dot{x}_s + C_{xs}(q_1 + q_2)\theta + b_{xs}(q_1 + q_2)\dot{\theta} = m_0r_0\omega^2 \sin(\omega t) \\
 \bullet m\ddot{Y} + 2C_{ys}y_s + 2b_{ys}\dot{y}_s - C_{ys}(q_3 - q_4)\theta - b_{ys}(q_3 - q_4)\dot{\theta} = m_0r_0\omega^2 \cos(\omega t) \\
 \bullet J\ddot{\theta} + [C_{ys}(q_3q_1 + q_4q_2) + C_{xs}(q_3q_1 - q_4q_2)]\theta^2 + \{C_{xs}(q_1^2 + q_2^2 + q_3^2 + q_4^2) \\
 - C_{ys}(q_1 - q_2)y_s + C_{xs}(q_3 - q_4)x_s + b_{ys}(q_1 + q_2)\dot{y}_s + b_{xs}(q_3 - q_4)\dot{x}_s \\
 + [b_{ys}(q_1q_3 + q_2q_4) + b_{xs}(q_1q_3 - q_2q_4)]\dot{\theta}\}\theta + (b_{xs}q_1^2 + b_{xs}q_2^2 - b_{ys}q_3^2 + b_{ys}q_4^2)\dot{\theta} \\
 + C_{xs}(q_1 + q_2)x_s + b_{xs}(q_1 + q_2)\dot{x}_s - C_{ys}(q_3 - q_4)y_s - b_{ys}(q_3 - q_4)\dot{y}_s = em_0r_0\omega^2 \sin(\omega t) \\
 \bullet M\ddot{X}_{ck} + 2C_{xk}x_k + 2b_{xk}\dot{x}_k + 2C_{xk}L_c\theta_k + 2b_{xk}L_c\dot{\theta}_k \\
 - 2C_{xs}x_s - 2b_{xs}\dot{x}_s - C_{xs}(q_1 + q_2)\theta - b_{xs}(q_1 + q_2)\dot{\theta} - \\
 - P_x \sin(\omega_{bd}t) - P_{dx} \sin(\omega_{dc}t) = 0 \\
 \bullet M\ddot{Y}_{ck} + 2C_{yk}y_k + 2b_{yk}\dot{y}_k + C_{yk}(L_2 - L_1)\theta_k + b_{yk}(L_2 - L_1)\dot{\theta}_k \\
 - 2C_{ys}y_s - 2b_{ys}\dot{y}_s + C_{ys}(q_3 - q_4)\theta + b_{ys}(q_3 - q_4)\dot{\theta} - \\
 - P_y \cos(\omega_{bd}t) - P_{dy} \cos(\omega_{dc}t) - \frac{P_n}{2} [\sin(\omega_{bd}t) + |\sin(\omega_{bd}t)|] = 0 \\
 \bullet J_k\ddot{\theta}_k + [C_{xk}(L_cL_2 + L_cL_1) - C_{yk}(L_1L_c - L_2L_c)]\theta_k^2 + \{C_{xk}(L_1 + L_2)x_k + 2C_{yk}L_cy_k \\
 + b_{xk}(L_1 + L_2)\dot{x}_k + 2b_{yk}L_c\dot{y}_k - C_{xs}(d_1 + d_2)x_s - 2C_{ys}L_cy_s - b_{xs}(d_1 + d_2)\dot{x}_s - 2b_{ys}L_c\dot{y}_s \\
 - [C_{xs}(q_1d_1 + q_2d_2) - C_{ys}L_c(q_3 - q_4)]\theta + [b_{xk}L_c(L_1 + L_2) - b_{yk}L_c(L_1 - L_2)]\dot{\theta}_k \\
 - [b_{xs}(q_1d_1 + q_2d_2) + b_{ys}L_c(q_3 + q_4)]\dot{\theta} + 2C_{xk}L_c^2 + C_{yk}(L_1^2 + L_2^2)\theta_k \\
 + 2C_{xk}L_cx_k - C_{yk}(L_1 - L_2)y_k + 2b_{xk}L_c\dot{x}_k - b_{yk}(L_1 - L_2)\dot{y}_k + [b_{yk}(L_1^2 + L_2^2) + 2b_{xk}L_c^2]\dot{\theta}_k \\
 - 2C_{xs}L_cx_s + C_{ys}(d_1 + d_2)y_s - 2b_{xs}L_c\dot{x}_s + b_{ys}(d_1 + d_2)\dot{y}_s \\
 - [C_{xs}L_c(q_1 + q_2) + C_{ys}(q_3d_1 - q_4d_2)]\theta + [b_{ys}(q_3d_1 + q_4d_2) - b_{xs}L_c(q_1 + q_2)]\dot{\theta} \\
 - \frac{P_n}{2} [\sin(\omega_{bd}t) + |\sin(\omega_{bd}t)|] Jd_p = 0;
 \end{cases} \quad (2.3)$$

2.3. Xây dựng sơ đồ thuật toán Matlab – Simulink giải hệ phương trình

Từ hệ PTVP (2.3) ta xây dựng sơ đồ thuật toán Matlab-Simulink tìm các thông số động lực học của tổ hợp nghiên sàng di động như hình 2.6 sau:

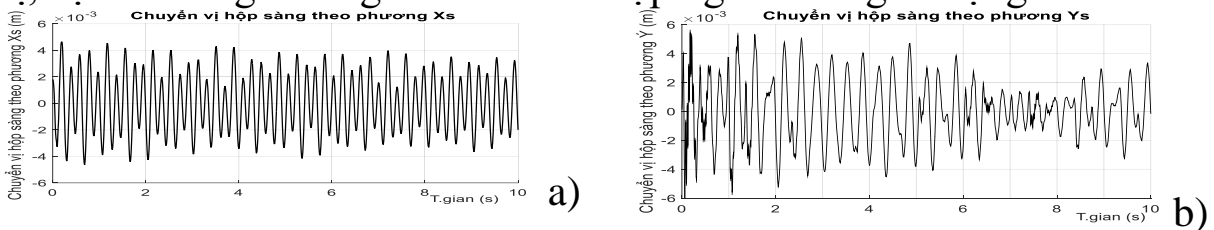


Hình 2.6. Sơ đồ thuật toán giải hệ phương trình vi phân

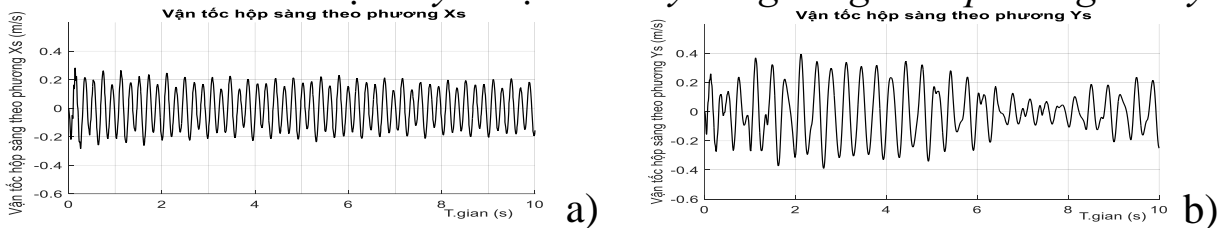
Kết quả tính toán động lực học

Với các điều kiện ban đầu: $x_k(0)=0; y_k(0)=0; \theta(0)=0; \theta_k=0$

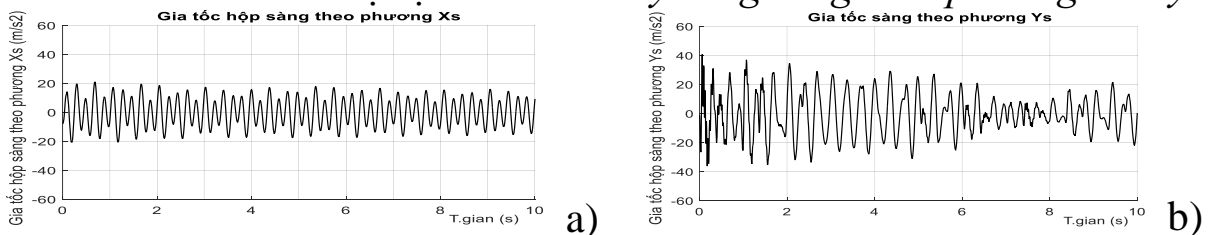
Tiến hành chạy chương trình với bộ thông số của tổ hợp nghiên sảng di động TNS-05 đang sử dụng tại công trường lữ đoàn 72- BTL Công binh với các thông số đầu vào theo bảng (phụ lục 2), ta thu được đồ thị chuyển vị, vận tốc và gia tốc góc lắc của tổ hợp nghiên sảng di động như sau:



Hình 2.7. Đồ thị chuyển vị của máy sảng rung theo phương x và y



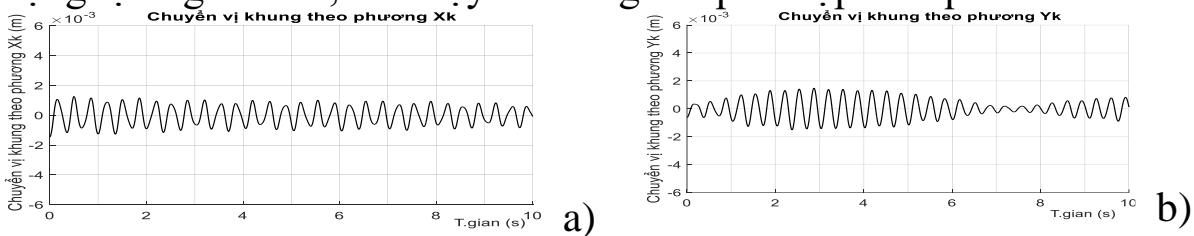
Hình 2.8. Đồ thị vận tốc của máy sảng rung theo phương x và y



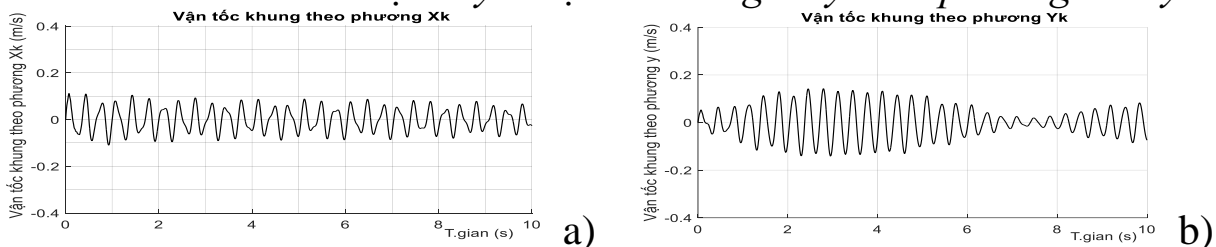
Hình 2.9. Đồ thị gia tốc của máy sảng rung theo phương x và y

* Nhận xét các thông số động lực học máy sàng rung

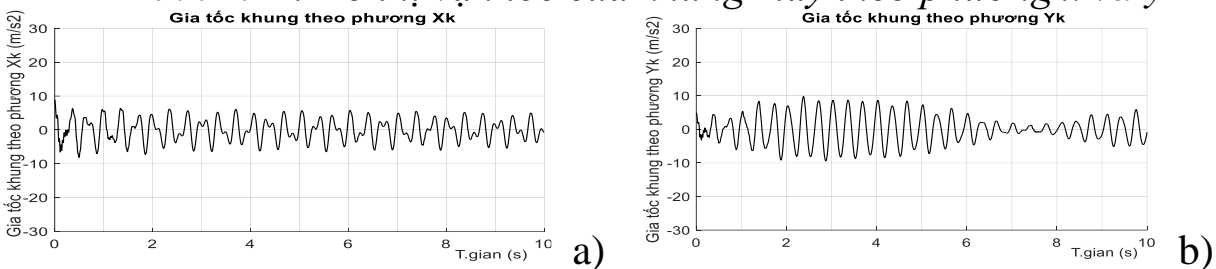
Từ các đồ thị thấy giá trị thay đổi các thông số động lực học của máy sàng rung trên tổ hợp nghiền sàng di động như thông số biên độ dịch chuyển theo phương x là từ khoảng: $-4 \times 10^{-3} \div 4 \times 10^{-3}$ m, theo phương y là từ khoảng: $-5.0 \times 10^{-3} \div 5.0 \times 10^{-3}$ m. Vận tốc dịch chuyển theo phương x là từ khoảng: $-0.25 \div 0.25$ m/s, theo phương y là từ khoảng: $-0.38 \div 0.38$ m/s. Gia tốc dịch chuyển dịch chuyển theo phương x là từ khoảng: $-20 \div 20$ m/s², theo phương y là từ khoảng: $-36 \div 36$ m/s². Về qui luật thay đổi theo phương x ổn định hơn so với phương y, điều này do phương y chịu tác động lực nghiền đá, như vậy là tương đối phù hợp với quá trình dao động.



Hình 2.10. Đồ thị chuyển vị của khung máy theo phương x và y



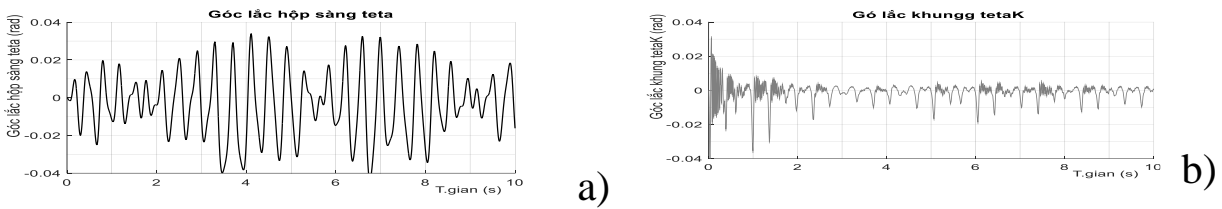
Hình 2.11. Đồ thị vận tốc của khung máy theo phương x và y



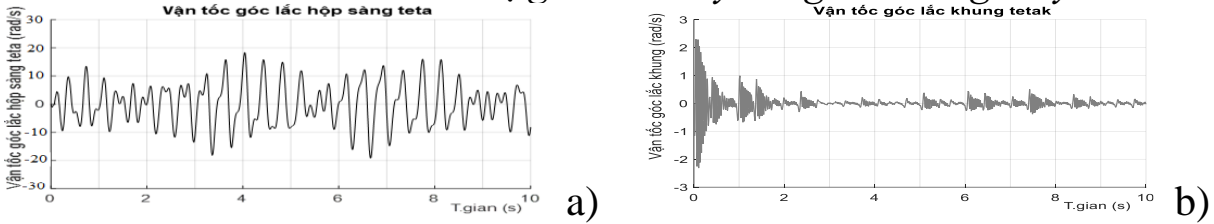
Hình 2.12. Đồ thị gia tốc khung máy theo phương x và y

* Nhận xét các thông số động lực học khung máy

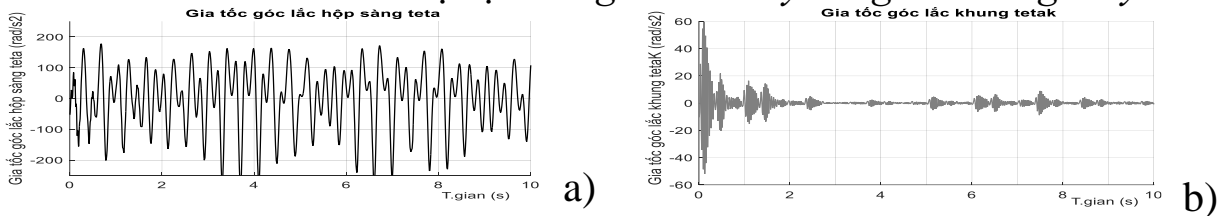
Từ các đồ thị hình 2.10 đến hình 2.12 cho thấy giá trị thay đổi của các thông số động lực học của khung tổ hợp nghiền sàng di động như thông số biên độ dịch chuyển theo phương x là từ khoảng: $-0.8 \times 10^{-3} \div 0.8 \times 10^{-3}$ m, theo phương y là từ khoảng: $-1.34 \times 10^{-3} \div 1.34 \times 10^{-3}$ m. Vận tốc dịch chuyển theo phương x là từ khoảng: $-0.08 \div 0.08$ m/s, theo phương y là từ khoảng: $-0.14 \div 0.14$ m/s. Gia tốc dịch chuyển dịch chuyển theo phương x là từ khoảng: $-6 \div 6$ m/s², theo phương y là từ khoảng: $-10 \div 10$ m/s². Giá trị và qui luật thay đổi thông số động lực học của khung tổ hợp nghiền sàng di động theo phương x nhỏ và ổn định hơn nhiều so với phương y.



Hình 2.13. Đồ thị góc lắc máy sàng và khung máy



Hình 2.14. Đồ thị vận tốc góc lắc máy sàng và khung máy



Hình 2.15. Đồ thị gia tốc góc lắc máy sàng và khung máy

* Nhận xét về góc lắc

Các thông số về góc lắc của máy sàng rung vô hướng có hiện tượng tăng giảm theo chu kỳ, về giá trị dao động trong khoảng $-0.035 \div 0.035$ rad (≈ 0.07 rad $\approx 4^\circ$). Các thông số về góc lắc của khung rất nhỏ, nếu bỏ qua ảnh hưởng khi khởi động thì góc lắc khung (≈ 0.015 rad $\approx 0.86^\circ$) trong quá trình làm việc.

Kết luận chương 2

Từ tổ hợp nghiên sàng di động TNS-05, luận án đã thiết lập sơ đồ nguyên lý và mô hình tính toán động lực học có kể đến ảnh hưởng của lực rung động gây ra bởi cụm máy nghiền và động cơ dẫn động. Ngoài ra còn kể đến độ đàn hồi của nền đất nơi tổ hợp đứng làm việc. Do vậy mô hình đáp ứng tương đối đầu đủ sự ảnh hưởng của các thành phần lực quán tính lên qua trình sàng do đó đảm bảo độ tin cậy khi sử dụng mô hình khảo sát.

Đã trình bày cách xác định các phần tử đàn hồi của mô hình, cách xác định các lực gây rung động của cụm máy nghiền và động cơ dẫn động lên khung tổ hợp nghiên sàng di động bằng lý thuyết và thực nghiệm.

Xây dựng được hệ phương trình vi phân chuyển động của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiên sàng di động và chương trình tính toán bằng phần mềm Matlab - Simulink. Để giải hệ phương trình vi phân này cần tiến hành làm thí nghiệm đo các lực truyền từ cụm máy nghiền và động cơ dẫn động lên khung (vì việc xác định các lực này bằng lý thuyết rất khó khăn). Từ đó cho ta các kết quả được thể hiện trên đồ thị từ hình 2.7 đến hình 2.15 của các thông số động lực học.

CHƯƠNG 3

XÁC ĐỊNH MỘT SỐ THÔNG SỐ HỢP LÝ CỦA MÁY SÀNG RUNG VÔ HƯỚNG TRÊN TỔ HỢP NGHIÊN SÀNG DI ĐỘNG

3.1. Cơ sở lý thuyết xác định công suất động cơ, năng suất và hiệu suất của tổ hợp nghiền sàng di động

Máy sàng rung vô hướng lắp trên tổ hợp nghiền sàng di động TNS-05 là loại máy sàng rung vô hướng đồng dạng và cùng loại với máy sàng rung độc lập NLS-382/3. Do đó ở chế độ làm việc hợp lý (cho năng suất và hiệu quả sàng tốt nhất) của máy sàng rung vô hướng thì các tiêu chí về các thông số ĐLH của hai máy sàng rung sẽ tương đương nhau.

3.1.1 Xác định công suất động cơ

3.1.2. Xác định năng suất sàng

3.1.3. Xác định hiệu quả của máy sàng rung

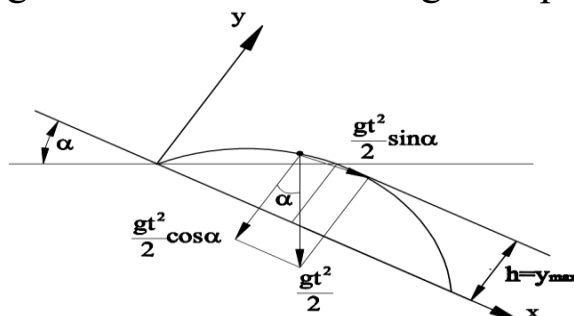
3.2. Cơ sở lý thuyết xác định kích thước và góc nghiêng hợp lý của lưới sàng

3.2.1. Xác định kích thước lỗ lưới sàng

3.2.2. Xác định kích thước bao của lưới sàng

Lưới sàng có kích thước bao (dài x rộng) là $L \times B$ (m).

Quỹ đạo chuyển động của hạt vật liệu có dạng hình parabol như hình 3.1



Hình 3.1. Sơ đồ xác định tốc độ lớn nhất của mặt sàng rung vô hướng

Từ quỹ đạo chuyển động của hạt vật liệu trên mặt sàng xác định được chiều dài lưới sàng nhỏ nhất là: $L_{min} = 65h$ (3.1)

Lỗ sàng sẽ không bị hạt vật liệu bịt tắc nếu quỹ đạo chuyển động của hạt vật liệu đạt được độ cao h so với mặt sàng lớn hơn 0.4 lần kích thước lỗ sàng:

$$h \geq \frac{0.4}{0.75} d_{max} = 0,533d_{max} \quad (3.2)$$

Từ (3.1) và (3.2) tính được: $L_{min} = 34.7d_{max}$ (3.3)

Với máy sàng rung vô hướng thì tương quan hợp lý giữa chiều rộng B và chiều dài L mặt sàng là : $L=(2\div 2.8)B$, Giá trị thường chọn $L=2.6B$.

3.2.3. Xác định góc nghiêng hợp lý của mặt sàng

Góc nghiêng của mặt sàng ảnh hưởng đến hiệu quả và năng suất sàng. Nếu giảm góc nghiêng, tốc độ di chuyển của hạt vật liệu di chuyển trên

mặt sàng sẽ giảm, do vậy hiệu quả sàng tăng nhưng năng suất lại giảm. Thông thường ở các loại máy sàng nghiêng, góc nghiêng của mặt sàng có thể thay đổi từ $0 \div 30^{\circ}$. Đối với mặt sàng dạng thanh ghi góc nghiêng được thay đổi từ $0 \div 25^{\circ}$ để đảm bảo sự trượt của vật liệu trên các thanh ghi.

Xác định góc nghiêng hợp lý của mặt sàng rung vô hướng ta sẽ sử dụng phương pháp qui hoạch thực nghiệm (phụ lục 1).

Đối với máy sàng rung vô hướng sẽ lựa chọn được góc hợp lý là $\alpha = 20^{\circ}$.

3.3. Xác định các thông số ĐLH của máy sàng rung vô hướng cho năng suất và hiệu quả sàng tốt nhất

Trong quá trình sàng vật liệu, năng suất và hiệu quả sàng phụ thuộc trực tiếp vào cả các thông số ĐLH và các thông số kết cấu (hình học của lưới sàng đã được tính hợp lý ở phần 3.2) của máy sàng rung.

Thiết lập bảng vùng các thông số động lực học của máy sàng rung vô hướng khi sàng vật liệu có kích thước lọt lỗ sàng $d_{\max} = 10 \div 40$ mm được thể hiện trên bảng 3.1

Bảng 3.1 Thông số động lực học hợp lý của máy sàng rung vô hướng

Biên độ dao động A (m)	Vận tốc dao động v_0 (m/s)	Gia tốc dao động a (m/s ²)	Tốc độ quay trục lệch tâm ω (rad/s)
0.0021 ÷ 0.0084	0.31 ÷ 0.62	40 ÷ 75	81 ÷ 145
$A_x = 0.0011 \div 0.0042$	$v_x = 0.15 \div 0.28$	$a_x = 18 \div 33$	81 ÷ 145
$A_y = 0.0018 \div 0.0072$	$v_y = 0.27 \div 0.53$	$a_y = 34 \div 63$	81 ÷ 145

3.4. Xây dựng bài toán xác định một số thông số hợp lý của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiên cứu sàng di động

Bài toán xác định một số thông số hợp lý của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiên cứu sàng di động được xây dựng theo hai tiêu chí đánh giá quá trình sàng là hiệu quả sàng $E(\%)$ và năng suất sàng Q (m³/h). Trong đó tiêu chí hiệu quả sàng là mục tiêu chính trong việc giải quyết bài toán mà luận án đặt ra, cả hai tiêu chí này chịu ảnh hưởng của rất nhiều thông số đầu vào như các thông số của máy sàng gồm góc nghiêng ban đầu lưới sàng α_0 , chiều dài, rộng của lưới sàng, các thông số kết cấu của cụm gây rung như khối lượng khối lệch tâm, bán kính khối lệch tâm, độ cứng lò xo, ... Các thông số về khung máy, tốc độ quay trục động cơ và trục bánh đà máy nghiền, độ cứng nền đất nơi đặt máy làm việc. Trong phạm vi luận án sẽ tiến hành xác định các thông số hợp lý gồm 3 thông số kết cấu là góc nghiêng ban đầu của hộp sàng (α_0), khối lượng khối lệch tâm (m_0), độ cứng lò xo của máy sàng (C) cùng với thông số chế độ làm việc là tốc độ vòng quay trục lệch tâm (ω) của máy sàng sao cho năng suất và hiệu quả sàng tốt nhất. Hay nói cách khác là xác một số thông số hợp lý của máy

sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiên sàng di động sao cho các thông số ĐLH thỏa mãn điều kiện (3.4) sau và bảng 3.1.

$$\left| \begin{array}{l} A_{min} \leq A \leq A_{max} \\ v_{min} \leq v \leq v_{max} \\ a_{min} \leq a \leq a_{max} \\ \alpha_{min}, \dot{\alpha}_{min}, \ddot{\alpha}_{min} \leq \alpha, \dot{\alpha}, \ddot{\alpha} \leq \alpha_{max}, \dot{\alpha}_{max}, \ddot{\alpha}_{max} \end{array} \right| \quad (3.4)$$

(Trong đó : A (m), v (m/s), a (m/s²), α (rad) là các thông số ĐLH gồm biên độ, vận tốc, gia tốc dao động và góc lắc của máy sàng trên tổ hợp nghiên sàng di động). Như vậy sẽ có ba phương pháp giải quyết bài toán hợp lý dưới đây.

- **Phương án 1:** Giải quyết việc xác định một số thông số hợp lý của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiên sàng di động bằng phương pháp qui hoạch thực nghiệm.

Đây là phương pháp sử dụng số lượng làm thực nghiệm đủ lớn để tìm hàm hồi qui từ đó xác định được một số thông số hợp lý. Tuy nhiên với tổ hợp nghiên sàng di động, do vật liệu đầu vào của quá trình sàng phụ thuộc và vật liệu đầu vào của máy nghiền đá, do đó tính đồng nhất của vật liệu đầu vào quá trình sàng (vật liệu thô của quá trình nghiền đá) là không giống nhau qua các lần thí nghiệm. Vì thế kết quả trong qui hoạch thực nghiệm với tổ hợp nghiên sàng sẽ có sai số lớn nên phương pháp này không phù hợp.

- **Phương án 2:** Giải quyết việc xác định một số thông số hợp lý của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiên sàng di động bằng phương pháp ĐLH ngược.

Đây là phương pháp xác định vùng giá trị các thông số ĐLH của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiên sàng di động hợp lý (hiệu quả và năng suất sàng cao) từ đó tìm ra các thông số hợp lý. Tuy nhiên đây là phương pháp xây dựng bài toán theo đa hàm số là năng suất, hiệu quả và năng lượng sàng với đa biến số ảnh hưởng là các thông số đầu vào đã nêu trên. Nên việc giải bài toán sẽ rất phức tạp và có nhiều sai số, không dễ giải quyết do đó tính khả dĩ không cao.

- **Phương án 3:** Giải quyết việc xác định một số thông số hợp lý của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiên sàng di động bằng phương pháp ĐLH xuôi.

Phương pháp ĐLH xuôi là xác định một số thông số (thông số làm việc là tốc độ vòng quay khối lệch tâm máy sàng ω , các thông số kết cấu là góc nghiêng ban đầu α_0 , khối lượng khối lệch tâm m_0 và độ cứng lò xo đỡ

máy sàng C) đáp ứng ĐLH hợp lý của máy sàng rung vô hướng lắp trên tổ hợp nghiền sàng di động. Cụ thể là các thông số ĐLH nằm trong vùng:

$$\left| \begin{array}{l} A_{min} \leq A \leq A_{max} \\ v_{min} \leq v \leq v_{max} \\ a_{min} \leq a \leq a_{max} \\ \alpha_{min}, \dot{\alpha}_{min}, \ddot{\alpha}_{min} \leq \alpha, \dot{\alpha}, \ddot{\alpha} \leq \alpha_{max}, \dot{\alpha}_{max}, \ddot{\alpha}_{max} \end{array} \right|$$

(trong đó : A (m), v (m/s), a (m/s²), α (rad) là các thông số ĐLH gồm biên độ, vận tốc, gia tốc dao động và góc lắc của máy sàng trên tổ hợp nghiền sàng di động) tương ứng tại đó năng suất Q và hiệu quả sàng E của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động là tốt nhất.

Nói cách khác, phương án 3 là xác định vùng một số thông số hợp lý:

$$\left| \begin{array}{l} \omega_{min} \leq \omega \leq \omega_{max} \\ \alpha_{0min} \leq \alpha_0 \leq \alpha_{0max} \\ m_{0min} \leq m \leq m_{0max} \\ C_{min} \leq C \leq C_{max} \end{array} \right| \quad \text{Sao cho} \quad \left| \begin{array}{l} A_{min} \leq A \leq A_{max} \\ v_{min} \leq v \leq v_{max} \\ a_{min} \leq a \leq a_{max} \\ \alpha_{min}, \dot{\alpha}_{min}, \ddot{\alpha}_{min} \leq \alpha, \dot{\alpha}, \ddot{\alpha} \leq \alpha_{max}, \dot{\alpha}_{max}, \ddot{\alpha}_{max} \end{array} \right|$$

Như vậy, nội dung bài toán là xác định vùng thông số ĐLH của máy sàng rung vô hướng theo tiêu chí năng suất và hiệu quả sàng làm tiêu chuẩn, sau đó khảo sát ảnh hưởng lần lượt của một số thông số (bốn thông số đã nói ở trên) đáp ứng ĐLH của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng sàng di động tương đương với vùng thông số ĐLH tiêu chuẩn đã được tính toán trên máy sàng rung vô hướng độc lập cùng loại, từ đó xác định được một số thông số hợp lý của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động.

*** Phương pháp giải bài toán:**

- Sử dụng phương pháp qui hoạch thực nghiệm trên máy sàng rung vô hướng độc lập để xác định sơ bộ một số thông số hợp lý của máy sàng rung vô hướng.

- Dùng các thông số hợp lý vừa tìm được làm cơ sở (chọn góc nghiêng ban đầu của hộp sàng (α_0) là giá trị hợp lý của máy sàng rung vô hướng độc lập (do tính đồng dạng)), tiến hành khảo sát ảnh hưởng lần lượt một số thông số gồm 2 thông số kết cấu là khối lượng khối lệch tâm (m_0), độ cứng lò xo của máy sàng (C) cùng với các thông số chế độ làm việc là tốc độ vòng quay trục lệch tâm (ω) của máy sàng, tốc độ vòng quay trục động cơ ($\omega_{đc}$) và tốc độ vòng quay trục bánh đà máy nghiền (ω_{bd}) đáp ứng các thông số ĐLH của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng sàng di động TNS-05 tương đương với vùng thông số ĐLH làm cơ sở (cho năng suất và hiệu quả sàng tốt nhất) đã được tính toán trên máy sàng rung vô

hướng độc lập (đồng dạng), từ đó xác định được một số thông số hợp lý của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động.

3.5. Xác định một số thông số hợp lý của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động TNS-05

3.5.1. Qui hoạch thực nghiệm để xác định một số thông số hợp lý dựa trên các thông số ĐLH (làm cơ sở) của máy sàng rung vô hướng

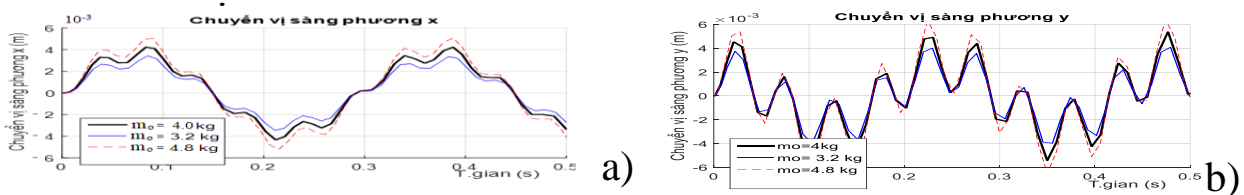
Trong phạm vi luận án sẽ làm qui hoạch thực nghiệm trên máy sàng rung độc lập với 04 thông số là góc nghiêng ban đầu của hộp sàng (α_0), khối lượng khối lệch tâm (m_0), độ cứng lò xo của máy sàng (C) và thông số chế độ làm việc là tốc độ vòng quay trục lệch tâm (ω) của máy sàng rung.

Từ kết quả trên cho phép lựa chọn góc nghiêng hộp sàng hợp lý trên tổ hợp nghiền sàng di động TNS-05 là $\alpha_0=20^0$, các thông số còn lại sử dụng làm cơ sở để xác định miền giá trị các thông số hợp lý của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động. Tức là sử dụng bộ thông số hợp lý $\alpha_0=20^0$, $m_0=4.0$ (kg), $C=62474$ (N/m) và $\omega=120$ (rad/s) làm các thông số đầu vào cho tổ hợp TNS-05. Khi khảo sát lần lượt xác định miền giá trị (hợp lý) của mỗi thông số thì các thông số khác được giữ nguyên ở giá trị đã tính toán hợp lý nêu trên.

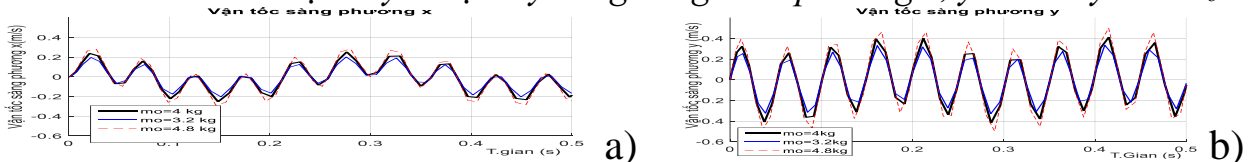
Dưới đây là kết quả khảo sát xác định một số thông số hợp lý của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động TNS-05, Trong các bảng giá trị thì các giá trị in đậm là giá trị phù hợp bảng 3.1. Như vậy tại các bảng giá trị khi tất cả các giá trị tại dòng đang xét phải phù hợp với kết quả bảng 3.1 thì kết quả đó mới được lựa chọn. Các thông số khác của tổ hợp TNS-05 lấy theo bảng thông số đầu vào (phụ lục 2).

3.5.2. Xác định khối lượng khối lệch tâm hợp lý m_0

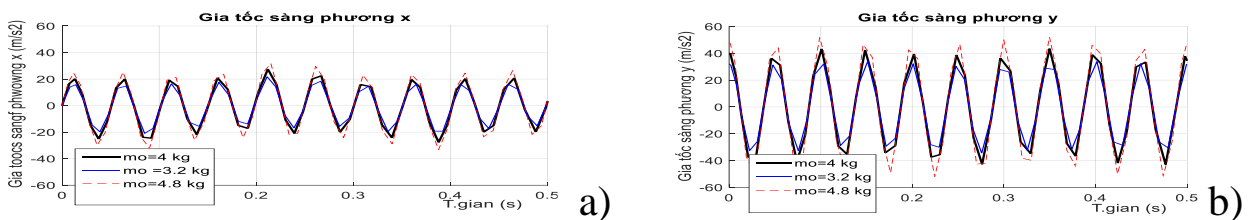
Giữ nguyên các thông số đầu vào, tiến hành thay đổi khối lượng của khối lệch tâm máy sàng rung có các giá trị: $m_0=3.2 \div 4,8$ kg với bước chia là 0.2 kg. Ta thu được ảnh hưởng của khối lượng khối lệch tâm tới các thông số ĐLH của máy sàng rung trên tổ hợp nghiền sàng di động thể hiện bởi các đồ thị sau:



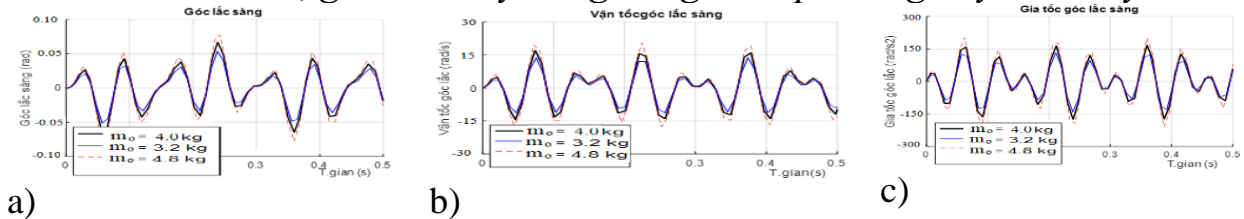
Hình 3.2. Đồ thị chuyển vị máy sàng rung theo phương x, y khi thay đổi m_0



Hình 3.3. Đồ thị vận tốc máy sàng rung theo phương x, y khi thay đổi m_0



Hình 3.4. Đồ thị gia tốc máy sàng rung theo phương x, y khi thay đổi m_0



Hình 3.5. Đồ thị góc lắc, vận tốc, gia tốc góc lắc máy sàng khi thay đổi m_0

Kết quả giá trị được thể hiện theo bảng 3.2 sau:

Bảng 3.2. Giá trị thông số ĐLH tương ứng với m_0 khác nhau

DLH m_0 (kg)	Biên độ (m)		V.tốc (m/s)		G.tốc (m/s ²)		Thông số về góc lắc		
	A_x	A_y	v_x	v_y	a_x	a_y	α (rad)	(rad/s)	(rad/s ²)
3.2	-0.0031	-0.0041	-0.18	-0.32	-17.5	-31	-0.055	-13	-123
	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷
3.4	0.0031	0.0041	0.18	0.32	17.5	31	0.055	13	123
	-0.0033	-0.0043	-0.19	-0.33	-18	-33	-0.06	-15	-130
3.6	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷
	0.0033	0.0043	0.19	0.33	18	33	0.06	15	130
4	-0.0037	-0.0046	-0.20	-0.35	-19	-35	-0.065	-16.5	-138
	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷
4.2	0.0037	0.0046	0.20	0.35	19	35	0.065	16.5	138
	-0.004	-0.0052	-0.21	-0.38	-20	-40	-0.071	-19.2	-152
4.4	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷
	0.004	0.0052	0.21	0.38	20	40	0.071	19.2	152
4.8	-0.0042	-0.0054	-0.23	-0.40	-23	-43	-0.073	-20.2	-159
	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷
4.8	0.0042	0.0054	0.23	0.40	23	43	0.073	20.2	159
	-0.0044	-0.0056	-0.26	-0.43	-27	-46	-0.076	-21	-166
4.8	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷
	0.0044	0.0056	0.26	0.43	27	46	0.076	21	166
4.8	-0.0049	-0.0061	-0.31	-0.48	-34.5	-51	-0.08	-23	-176
	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷
4.8	0.0049	0.0061	0.31	0.48	34.5	51	0.08	23	176

Nhận xét: Qua khảo sát ta thấy khi khối lượng khối lệch tâm m_0 thay đổi thì chuyển vị, vận tốc, gia tốc và góc lắc, vận tốc góc lắc, gia tốc góc lắc của máy sàng cũng thay đổi theo. Trong đó chuyển vị, vận tốc và gia tốc của máy sàng có sự thay đổi nhiều nhất. Tuy nhiên tần số dao động của các thông số gần như không thay đổi. Các kết quả giá trị được in đậm trong bảng 3.2 phù hợp với giá trị tính toán trong bảng 3.1, tương ứng với khối lượng khối lệch tâm $m_0=3.6 \div 4.2$ kg sẽ cho ta các kết quả kết quả góc lắc máy sàng $\alpha \approx 0.065 \div 0.073$ rad ($\approx 3.8^0 \div 4.2^0$). So sánh với giá trị lý

thuyết hợp lý đã tính toán trong phụ lục 1 nhận thấy các giá trị này nằm vùng cho phép. Như vậy đối với tổ hợp nghiền sàng di động TNS-05 thì khối lượng khối lệch tâm của máy sàng rung vô hướng $m_0=3.6 \div 4.2$ kg là hợp lý. Tương tự luận án cũng khảo sát các thông số và có nhận xét sau:

3.5.3. Ảnh hưởng của độ cứng lò xo máy sàng

3.5.4. Xác định tốc độ vòng quay hợp lý của trục lệch tâm ω

3.5.5. Xác định tốc độ vòng quay hợp lý của trục động cơ $\omega_{đc}$

3.5.6. Xác định tốc độ vòng quay hợp lý của trục bánh đà máy nghiền ω_{bd}

* **Nhận xét chung kết quả khảo sát:** Qua khảo sát các thông số kết cấu và các thông số chế độ làm việc của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động ta thấy ảnh hưởng của các thông số kết cấu là khối lượng khối lệch tâm m_0 , độ ứng lò xo C giảm dần, thông số làm việc là vận tốc góc của khối lệch tâm ω gây ra sự ảnh hưởng lớn nhất, nó làm thay đổi cả biên độ và tần số dao động của các thông số ĐLH, các thông số tốc độ quay trục động cơ và trục bánh đà máy nghiền ảnh hưởng không nhiều ở vùng tốc độ quay lựa chọn. Các giá trị in đậm trong bảng 3.2, bảng 3.3, bảng 3.4, bảng 3.5 và bảng 3.6 phù hợp với các giá trị thông số ĐLH tính toán đối với máy sàng rung vô hướng ở bảng 3.1 và phụ lục 1. Vì thế, đối với tổ hợp nghiền sàng di động TNS-05 thì ứng với các thông số kết cấu là $\alpha_0=20^0$, $m_0=3.6 \div 4.2$ kg, $C_x =44540 \div 67640$ N/m và các thông số chế độ làm việc là $\omega=115 \div 125$ rad/s, $\omega_{đc}=125 \div 135$ rad/s, $\omega_{bd}= 70 \div 80$ rad/s, sẽ cho ta giá trị góc lắc của máy sàng rung trong khoảng $\alpha \approx 3.55^0 \div 4.76^0$, giá trị các thông số ĐLH của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động tương đương với vùng giá trị ĐLH chuẩn (cho năng suất và hiệu quả sàng tốt nhất). Do đó, chúng ta hoàn toàn có thể lựa chọn được vùng giá trị một số thông số hợp lý, hay nói cách khác là xác định được một số thông số hợp lý của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động để nâng cao năng suất và hiệu quả làm việc.

Kết luận chương 3

Trong chương này luận án đã trình bày phương pháp xác định kết cấu lưới sàng hợp lý và các thông số ĐLH của máy sàng rung vô hướng nhằm nâng cao năng suất và hiệu quả làm việc để làm tiêu chuẩn cho các thông số ĐLH của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động.

Cụ thể là xác định một số thông số hợp lý của sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động (với tổ hợp nghiền sàng di động TNS-05 thì ứng với các thông số $\omega=115 \div 125$ rad/s, $\alpha_0=18^0 \div 26^0$, $m_0=3.6 \div 4.2$ kg, $C_x =44540 \div 67640$ N/m) đáp ứng ĐLH tương đương với các thông số

ĐLH tiêu chuẩn (của máy sàng rung vô hướng cùng loại) theo tiêu chí nâng cao năng suất và hiệu quả làm việc. Đồng thời sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn FEM ứng dụng trên phần mềm NX12 để tính toán kết cấu hợp lý của khung máy khi thiết kế mới. Xác định mối quan hệ giữa tọa độ trọng tâm của các cụm trên tổ hợp nghiền sàng di động, từ đó đưa ra phương án lắp các cụm máy trên tổ hợp để đảm bảo rung lắc phần khung nhỏ ít ảnh hưởng đến quá trình làm việc của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động.

CHƯƠNG 4 NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

4.1. Mục đích thí nghiệm

- Xác định lực rung động phát sinh từ máy nghiền và động cơ dẫn động tác dụng lên khung máy làm thông số đầu vào cho bài toán lý thuyết;
- Xác định các thông số động lực học của máy sàng rung trên tổ hợp để kiểm chứng kết quả tính toán lý thuyết và làm cơ sở xác định một số thông số kết cấu và thông số làm việc hợp lý.

4.2. Đối tượng thí nghiệm

Tổ hợp nghiền sàng di động loại nhỏ TNS-05 đang sử dụng tại Lữ đoàn 72- BTL Công binh.

4.3. Sơ đồ bố trí thí nghiệm

Sơ đồ bố trí các đầu đo như hình 4.2



Hình 4.2. Hình thể hiện lắp các đầu đo lên tổ hợp nghiền sàng di động

4.4. Thí nghiệm và kết quả đạt được

4.4.1. Kết quả thí nghiệm đo hiệu quả sàng giữa hai bộ thông số

Sử dụng bộ thông số kết cấu hợp lý là các giá trị trung bình (giữa) trong vùng tính toán các thông số hợp lý ở chương 3: $\alpha_0 = 20^0$, $m_0 = 4.0(\text{kg})$ và $C_x = 54440 (\text{N} / \text{m})$ và bộ các thông số kết cấu của máy đang sử dụng trước khi tính toán hợp lý:

$$\alpha_{0t} = 17^0, m_{0t} = 4.4(\text{kg}) \text{ và } C_{xt} = 64000 (\text{N} / \text{m})$$

Kết quả thí nghiệm với các giá trị ω khác nhau được ghi vào bảng sau:

Bảng 4.1. Hiệu quả sàng ở tốc độ vòng quay trực lệ tâm $\omega = 110(\text{Rad/s})$

Số TT	ω (rad/s)	Bộ thông số hợp lý	Bộ thông số máy sử dụng trước khi hợp lý				Chênh lệch hiệu quả sàng (%)
			E_{tb} (%)	c (kg)	b(kg)	E (%)	
Lần 1	110	91.6	20	4.22	78.9	78.6	14.2
Lần 2			20	4.28	78.6		
Lần 3			20	4.35	78.25		

Bảng 4.2. Hiệu quả sàng ở tốc độ vòng quay trực lệch tâm $\omega=120(\text{Rad/s})$

Số TT	ω (rad/s)	Bộ thông số hợp lý	Bộ thông số máy sử dụng trước khi hợp lý				Chênh lệch hiệu quả sàng (%)
			E_{tb} (%)	c (kg)	b(kg)	E (%)	
Lần 1	120	94	20	3.71	81.45	81.3	13.5
Lần 2			20	3.76	81.2		
Lần 3			20	3.75	81.25		

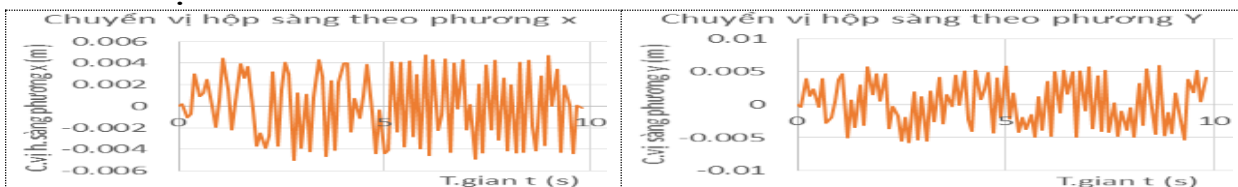
Bảng 4.3. Hiệu quả sàng ở tốc độ vòng quay trực lệch tâm $\omega=135(\text{Rad/s})$

Số TT	ω (rad/s)	Bộ thông số hợp lý	Bộ thông số máy sử dụng trước khi hợp lý				Chênh lệch hiệu quả sàng (%)
			E_{tb} (%)	c (kg)	b(kg)	E (%)	
Lần 1	135	91.07	20	4.21	78.95	79.1	13.2
Lần 2			20	4.16	79.2		
Lần 3			20	4.15	79.25		

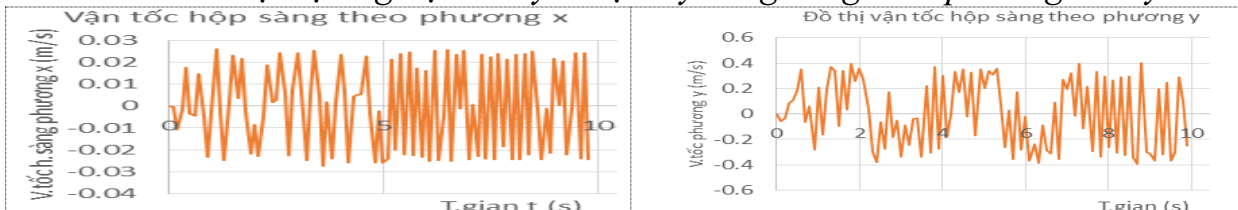
* **Nhận xét:** Từ kết quả đo thực nghiệm ghi trên các bảng 4.1 đến bảng 4.3 nhận thấy ở cùng một tốc độ vòng quay khối lệch tâm ω thì hiệu quả sàng chênh lệch đáng kể giữa hai bộ thông số kết cấu. Cụ thể với các thông số kết cấu hợp lý của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động cho hiệu quả sàng tăng lên từ 13.2 đến 14.2 % so với các thông số kết cấu trước đó của máy khi chưa có bộ thông số kết cấu hợp lý.

4.4.2. Kết quả đồ thị ĐLH thí nghiệm khi chạy chế độ có tải

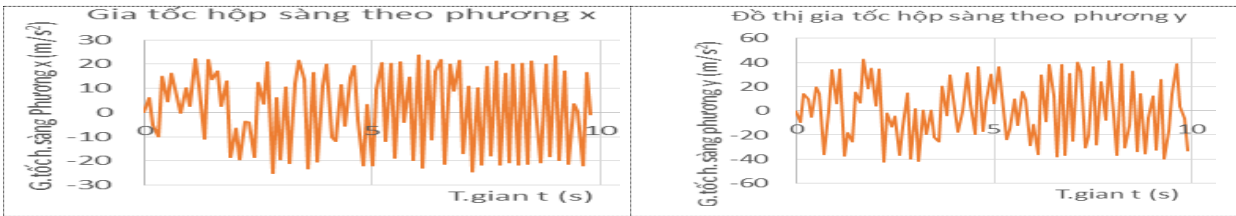
Tiến hành làm thực nghiệm trên tổ hợp nghiền sàng di động, chạy thiết bị ở chế độ làm việc có tải với $\omega=125$ rad/s, các thông số đầu vào được đặt ở chế độ máy hợp lý như mục 3.2. Kết quả đo được thể hiện ở các đồ thị hình sau:



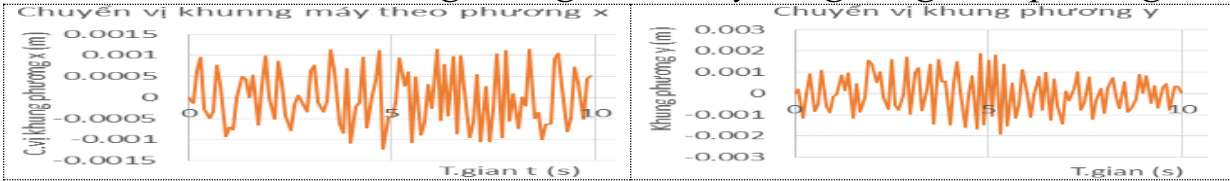
Hình 4.3. Đồ thị thực nghiệm chuyển vị máy sàng rung theo phương x và y



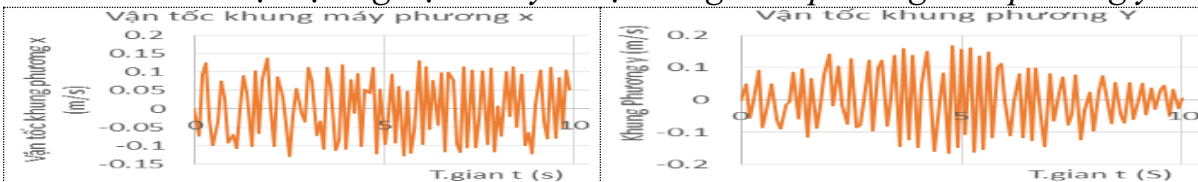
Hình 4.4. Đồ thị thực nghiệm vận tốc máy sàng rung theo phương x và y



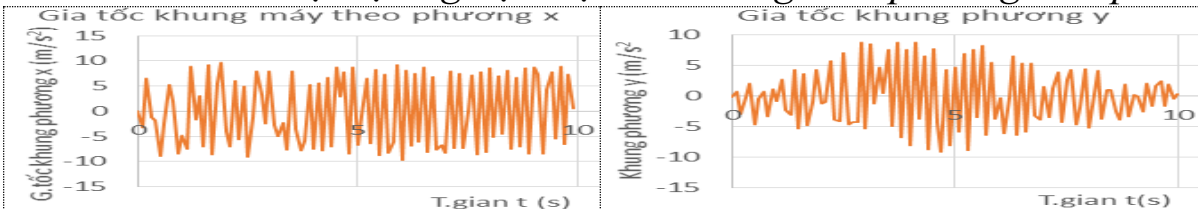
Hình 4.5. Đồ thị thực nghiệm gia tốc máy sàng rung theo phương x và y



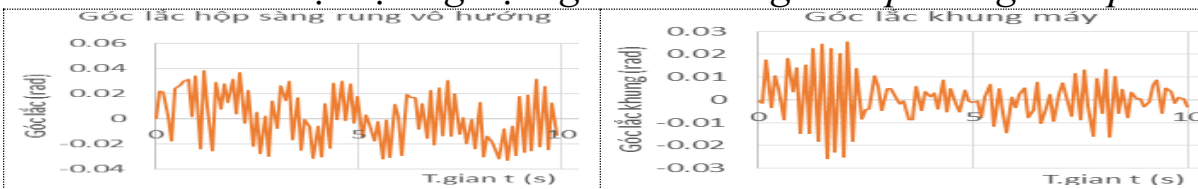
Hình 4.6. Đồ thị thực nghiệm chuyển vị khung theo phương x và phương y



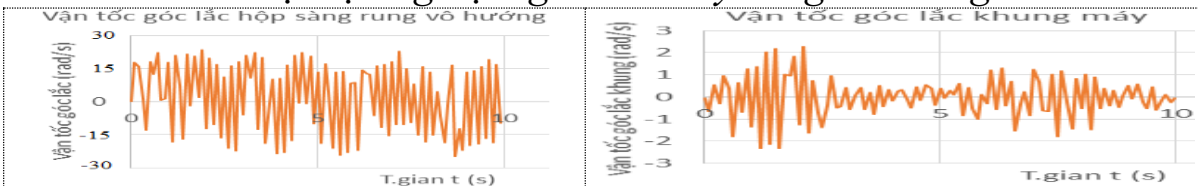
Hình 4.7. Đồ thị thực nghiệm vận tốc khung theo phương x và phương y



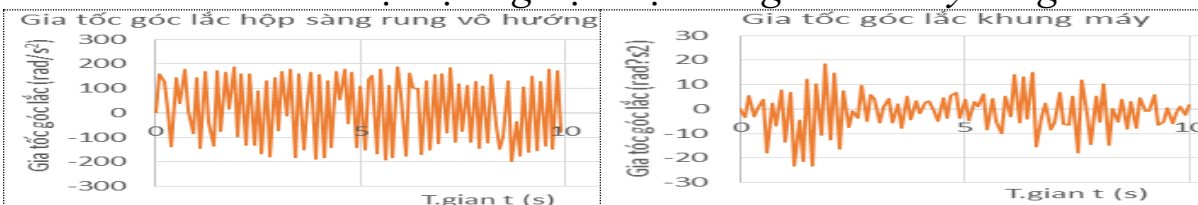
Hình 4.8. Đồ thị thực nghiệm gia tốc khung theo phương x và phương y



Hình 4.9. Đồ thị thực nghiệm góc lắc máy sàng và khung



Hình 4.10. Đồ thị thực nghiệm vận tốc góc lắc máy sàng và khung



Hình 4.11. Đồ thị thực nghiệm gia tốc góc lắc máy sàng và khung

* So sánh kết quả giữa lý thuyết và thực nghiệm

Từ đồ thị các thông số động lực học của máy sàng rung trên tổ hợp nghiền sàng di động theo lý thuyết từ hình 2.7 đến hình 2.15 và theo thực nghiệm từ hình 4.3 đến hình 4.11 nhận thấy: Về kiểu dáng đồ thị các thông số động lực học của máy sàng rung trên tổ hợp nghiền sàng di động có sự

120	0.8	0.9	1.34	1.5	0,08	0,09	0,15	0,17	6	6.5	10	9
Sai khác (%)	11.1		9.33		11.1		11.7		8.3		10	

Sự sai khác của góc lắc khung tổ hợp giữa lý thuyết và thực tế được thể hiện trên bảng 4.7 dưới đây.

Bảng 4.7. So sánh sai khác giá trị góc lắc, vận tốc và gia tốc góc lắc của khung tổ hợp nghiền sàng giữa lý thuyết và thực tế

ω [rad/s]	Góc lắc khung (α_k)		Vận tốc góc lắc khung		Gia tốc góc lắc khung	
	[10^{-2} rad]		[rad/s]		[rad/s ²]	
	LT	TT	LT	TT	LT	TT
120	1.5	1.35	1.3	1.2	15	13.5
Sai khác (%)	10		7.7		10	

Nhận xét:

Qua kết quả khảo sát cho thấy giá trị các thông số động lực học của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động nằm gần với các giá trị tính toán lý thuyết.

Sự sai khác của tính toán lý thuyết và đo đạc thực nghiệm các thông số động lực học của máy sàng rung trên tổ hợp nghiền sàng di động ($\leq 11.7\%$ bảng 4.6) nằm trong phạm vi cho phép qua đó cho phép đánh giá mức độ chính xác của mô hình động lực học xây dựng ở chương 2 là có thể chấp nhận được. Mô hình động lực học được xây dựng dùng để tính toán là đáng tin cậy.

Việc sử dụng mô hình động lực học đã xây dựng cho phép xử dụng trong các tính toán tiếp theo của máy sàng rung lắp trên tổ hợp nghiền sàng di động như tính toán các thông số hợp lý nhằm nâng cao năng suất và hiệu quả làm việc của tổ hợp. Đây là cơ sở để xây dựng bài toán tính toán thiết kế hợp lý tổ hợp nghiền sàng di động tại Việt Nam.

Kết luận chương 4

Trong chương này Nghiên cứu sinh đã trình bày mục đích của nghiên cứu thực nghiệm, các thông số cần đo đạc khi tiến hành làm thực nghiệm và công tác chuẩn bị thực nghiệm.

Đo hiệu quả sàng của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiền sàng di động được thực hiện trên máy thực tế TNS-05 trước và sau khi sử dụng bộ thông số hợp lý nhằm đánh giá tính hiệu quả của bộ thông số hợp lý.

Đo đạc các thông số động lực học của máy sàng rung trên tổ hợp nghiền sàng di động được thực hiện trên máy thực tế TNS-05 nhằm:

- Đo đạc các lực rung động từ cụm máy nghiền và động cơ dẫn động tác dụng lên khung máy.

- So sánh kết quả đo các thông số động lực học của máy sàng rung trên tổ hợp với các tính toán lý thuyết để đánh giá tính đúng đắn của việc xây dựng mô hình động lực học ở chương 2.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Những đóng góp của luận án:

- Phân tích tổng quát tính cấp thiết, phạm vi sử dụng của tổ hợp nghiên sàng di động, từ đó xây dựng mục tiêu nghiên cứu.

- Phân tích tổng quan các vấn đề liên quan đến nội dung nghiên cứu của luận án làm cơ sở cho việc xác định nội dung và phương pháp nghiên cứu.

- Đã xây dựng được mô hình tính toán động lực học của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiên sàng di động có tính đến yếu tố ảnh hưởng rung động của cụm máy nghiền và động cơ lên khung bộ máy nói chung và lên quá trình làm việc của máy sàng rung trên tổ hợp nghiên sàng di động nói riêng. Ngoài ra còn kể đến ảnh hưởng của nền đất đàn hồi nơi tổ hợp đứng làm việc.

- Đã xác định các thông số kết cấu (hình học) hợp lý ($L_{\min} = 34.7d_{\max}$) của lưới sàng và vùng thông số ĐLH tiêu chuẩn (bảng 3.1) từ đó xác định được một số thông số hợp lý ($\omega = 115 \div 125$ rad/s, $\alpha_0 = 180 \div 260$, $m_0 = 3.6 \div 4.2$ kg, $C_x = 44540 \div 67640$ N/m) để nâng cao năng suất và hiệu quả làm việc tổ hợp nghiên sàng di động. Kết quả đo đạc thực nghiệm cho hiệu quả sàng tăng 13.5% (bảng 4.3) ở bộ thông số hợp lý so với bộ thông số máy đang sử dụng.

- Đã xây dựng được phương pháp đo đạc thực nghiệm trên tổ hợp nghiên sàng di động TNS-05 để xác định một số thông số đầu vào và kiểm chứng lại các kết quả nghiên cứu lý thuyết về ĐLH của máy sàng rung vô hướng trên tổ hợp nghiên sàng di động với kết quả sai số đo được $\leq 11.7\%$ (bảng 4.6). Kết quả này cho phép đánh giá sự đúng đắn của mô hình động lực học đã xây dựng, từ đó làm cơ sở khoa học cho những tính toán tiếp theo.

2. Kiến nghị:

Ngoài những vấn đề mà luận án đã làm được, khi nghiên cứu về dao động của máy sàng rung vô hướng lắp trên tổ hợp nghiên sàng di động nói chung và dao động của khung nói riêng, luận án còn có vấn đề cần tiếp tục nghiên cứu đó là:

Bài toán động lực học của máy sàng rung vô hướng lắp trên tổ hợp nghiên sàng di động đang xem xét là bài toán phẳng nên trong tương lai có thể phát triển thành bài toán không gian thì mô hình sẽ sát với thực tế hơn.