

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

TRƯỜNG ĐẠI HỌC LÂM NGHIỆP

LƯƠNG VĂN VẠN

**NGHIÊN CỨU ĐỘ BỀN KHUNG SẮT XI XE CHỮA
CHÁY RỪNG ĐA NĂNG**

Chuyên ngành: Kỹ thuật Cơ khí

Mã số: 9520103

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SỸ KỸ THUẬT

Hà Nội, 2020

Luận án được hoàn thành tại: TRƯỜNG ĐẠI HỌC LÂM NGHIỆP

Người Hướng dẫn khoa học:

PGS.TS Nguyễn Thanh Quang

TS Trần Văn Tường

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án sẽ được bảo vệ tại Hội đồng chấm luận án cấp Trường họp tại:
Trường Đại học Lâm Nghiệp

Vào hồigiờ.....ngày.....tháng.....năm 2020

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện: Thư viện Quốc gia và Thư viện trường Đại học Lâm nghiệp

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của vấn đề nghiên cứu

Năm 2013, Trường Đại học Lâm nghiệp chủ trì thực hiện đề tài nghiên cứu khoa học cấp nhà nước: *"Nghiên cứu công nghệ và thiết kế chế tạo các thiết bị chuyên dụng chữa cháy rừng"*, mã số KC07.13/06-10. Kết quả của đề tài đã thiết kế chế tạo xe chữa cháy rừng (CCR) đa năng, xe đã đáp ứng được nhu cầu chữa cháy rừng trong phạm vi thử nghiệm mẫu. Tuy nhiên, khi xe hoạt động chữa cháy trong khu rừng không có đường, dưới tác động của các mấp mô mặt đất rừng, các vật cản trên đường đi, tác động của các hệ thống chữa cháy trên xe làm khung sắt xi bị biến dạng lớn, ảnh hưởng đến độ bền của khung xe dẫn đến ảnh hưởng đến ổn định làm việc của xe và thiết bị trên xe.

Để có cơ sở khoa học cho việc hoàn thiện xe CCR đa năng cần thiết phải tiến hành nghiên cứu đảm bảo độ bền khung sắt xi (khung xe) trong đó có nghiên cứu các chế độ tải trọng tác dụng lên khung xe, nghiên cứu ứng suất và biến dạng, từ đó đưa ra giải pháp kỹ thuật hoàn thiện thiết kế xe. Đó là lý do NCS chọn và thực hiện đề tài: ***"Nghiên cứu độ bền khung sắt xi xe chữa cháy rừng đa năng"***.

2. Mục tiêu của luận án

Nghiên cứu đánh giá độ bền khung sắt xi làm cơ sở khoa học cho việc hoàn thiện kết cấu khung sắt xi xe CCR đa năng.

3. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu trong luận án là khung sắt xi xe CCR đa năng được sản xuất, lắp ráp tại Việt Nam trên cơ sở xe Ural 4320.

4. Phạm vi nghiên cứu

Đánh giá độ bền tĩnh và bền mỏi khung sắt xi xe dưới tác dụng của tải trọng thẳng đứng khi xe chuyển động trên đường khi đi qua các mấp mô đơn định dạng và chuyển động trên đường với các mấp mô ngẫu nhiên.

5. Những kết quả mới của luận án

- Đã xây dựng được mô hình tính toán tải trọng tĩnh, tải trọng động tác dụng lên khung sắt xi trong quá trình hoạt động chữa cháy.

- Đã thiết lập hệ phương trình vi phân, khảo sát xác định tải trọng động tác động lên khung sắt xi xe chữa cháy rừng đa năng.

- Đã đánh giá độ bền tĩnh và độ bền mỏi khung sắt xi xe chữa cháy rừng đa năng khi xe chịu tải trọng cực đại, khi chuyển động đi qua mấp mô định dạng và xe chuyển động trên đường ngẫu nhiên.

- Đã thí nghiệm (TN) xác định tải trọng trọng động lên khung sắt xi và chuyển vị của khung tại vị trí khảo sát khi xe chuyển động trên đường thực. Kết quả so sánh giữa TN và mô phỏng có giá trị sai số chấp nhận được.

6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án

6.1. Ý nghĩa về khoa học

Luận án đã đánh giá độ bền khung sắt xi xe chữa cháy rừng đa năng. Kết quả nghiên cứu của luận án làm cơ sở khoa học cho việc hoàn thiện kết cấu khung sắt xi xe chữa cháy rừng đa năng.

6.2. Ý nghĩa về thực tiễn

Luận án đã xây dựng được phương pháp xác định tải trọng động tác động lên khung sắt xi bằng mô hình, xây dựng được phương pháp đánh giá độ bền khung sắt xi, làm cơ sở khoa học để xây dựng các mô hình đánh giá độ bền của các sản phẩm thiết kế, chế tạo trong nước, góp phần hoàn thiện qui trình thiết kế các chi tiết, cụm chi tiết trên ô tô.

Luận án có thể được sử dụng làm tài liệu tham khảo cho các nhà sản xuất ô tô tại Việt Nam trong quá trình nghiên cứu phát triển thiết kế mới cũng như đánh giá độ bền của các chi tiết của ô tô tải cùng loại.

Chương 1

TỔNG QUAN VỀ VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.1. Giới thiệu về xe chữa cháy rừng đa năng

Xe chữa cháy rừng đa năng do Việt Nam chế tạo là một loại thiết bị tích hợp nhiều công năng chữa cháy rừng gồm: Cắt cây, làm sạch cỏ rác, mở đường tạo hành lang cách ly đám cháy; phun nước chữa cháy có vùng phun rộng; tạo sức gió có áp suất cao phun vào đám cháy; sử dụng đất cát tại chỗ dập tắt đám cháy.

1.2. Tổng quan về khung sắt xi xe CCR

Khung sắt xi xe CCR đa năng là phần tử chịu lực của xe, trên đó lắp đặt: động cơ, các cụm của hệ thống truyền lực, phần vận hành, cơ cấu điều khiển, cabin, tải trọng. Khi được chế tạo thành xe chữa cháy rừng đa năng từ xe cơ sở, khung xe chịu thêm tải trọng từ tập hợp các thiết bị CCR như máy bơm nước áp lực cao, máy cắt cây tạo hành lang cách ly đám cháy, máy hút chân không và thổi gió vận tốc cao, máy cuốc đất phun cát dập tắt đám cháy, ...

Khung xe chữa cháy rừng đa năng có chiều dài tổng cộng 7370mm, rộng 832mm (tính từ hai mép ngoài khung), gồm 2 thanh chính và 9 thanh ngang. Kết cấu thanh chính (dầm dọc) số 1 mỗi bên gồm hai thanh có chiều dày 8mm lồng vào nhau, thanh chính ngoài có chiều dài 7370mm, thanh chính trong có chiều dài 5760mm tính từ phía sau khung xe.

1.3. Các phương pháp nghiên cứu độ bền khung sắt xi

1.3.1. Nghiên cứu độ bền theo tải trọng cực đại

Đây là phương pháp đánh giá truyền thống, độ bền của khung sắt xi được đánh giá dựa vào giá trị lớn nhất của lực thẳng đứng theo phương Z được tính thông qua hệ số tải trọng động khi xe đầy tải.

1.3.2. Nghiên cứu độ bền trong điều kiện tải trọng động

Phương pháp tính bền tĩnh nêu trên chỉ phù hợp với xe chuyển động ở vận tốc thấp và khối lượng không lớn. Khi xe chuyển động với vận tốc lớn thì quán tính của các bộ phận có khối lượng lớn sẽ sinh ra các tải trọng động, ảnh hưởng đến độ bền phá hủy và độ bền lâu của khung sắt xi.

1.3.3. Nghiên cứu độ bền mỏi khung sắt xi

1.3.3.1. Tải trọng từ mấp mô mặt đường

Kích thích từ mặt đường gây nên tải trọng động biến thiên liên tục theo thời gian tác dụng lên khung sắt xi. Hiện nay phương pháp mô tả mấp mô mặt đường bằng hàm ngẫu nhiên đã được chuẩn hoá theo tiêu chuẩn ISO 8608:1995.

1.3.3.2. Nghiên cứu độ bền mỏi khung sắt xi

Để đánh giá độ bền lâu của chi tiết chịu tải trọng lặp có chu kỳ, người ta thường sử dụng đường cong mỏi đo bằng thực nghiệm (còn gọi là đường

cong S – N). Các kết quả nghiên cứu thực nghiệm khác nhau cho thấy rằng số chu kỳ tải tác động tương ứng giới hạn mỏi đối với thép và gang có giá trị trong khoảng từ $10^6 \div 10^8$. Do đó, chúng ta có thể chấp nhận giả thiết là các chi tiết sẽ không bị hỏng do mỏi sau khi chịu được 10^6 chu kỳ.

1.4. Tình hình nghiên cứu sát xi trên thế giới và tại Việt Nam

1.4.1. Tình hình nghiên cứu trên thế giới về thiết kế, chế tạo sát xi

Các công trình nghiên cứu về khung sát xi ô tô thường tập trung tại các hãng sản xuất, các nhà máy, xí nghiệp chế tạo. Do vậy việc công bố kết quả của các công trình nghiên cứu này thường bị hạn chế bởi liên quan đến bí quyết công nghệ, bản quyền và tính cạnh tranh. Các công trình nghiên cứu trên thế giới về khung sát xi chủ yếu dưới dạng công bố kết quả nghiên cứu lý thuyết đối với các loại khung sát xi xe tải, xe khách, ... Tác giả nhận thấy chưa có công trình nghiên cứu nào đề cập đến độ bền khung sát xi xe chữa cháy rừng đa năng do Việt Nam chế tạo.

1.4.2. Tình hình nghiên cứu tại Việt Nam về thiết kế, chế tạo sát xi

Các nghiên cứu mới chỉ ở mức sơ khai chủ yếu được trình bày trong các giáo trình về cấu tạo và thiết kế được giảng dạy trong các trường đại học kỹ thuật nhưng ở mức còn hạn chế.

1.5. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu trong luận án là khung sát xi xe chữa cháy rừng đa năng được sản xuất, lắp ráp tại Việt Nam trên cơ sở xe Ural 4320.

1.6. Nội dung của luận án

Với các phân tích đã trình bày trên, nghiên cứu sinh lựa chọn thực hiện đề tài *“Nghiên cứu độ bền khung sát xi xe chữa cháy rừng đa năng”* nhằm hoàn thiện kết cấu xe CCR đa năng.

1.6.1. Mục tiêu nghiên cứu

Nghiên cứu đánh giá độ bền khung sát xi làm cơ sở khoa học cho việc hoàn thiện kết cấu khung sát xi xe chữa cháy rừng đa năng.

1.6.2. Phương pháp nghiên cứu

Luận án sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết kết hợp với thực nghiệm gồm các nội dung:

- Xây dựng mô hình động lực học của xe CCR đa năng để xác định tải trọng động tác dụng lên khung khi xe chuyển động trong các điều kiện đặc trưng;

- Xây dựng mô hình 3-D khung sắt xi xe CCR đa năng và khảo sát đánh giá độ bền bằng phần mềm chuyên dụng. Đề xuất kết cấu khung sắt xi xe chữa cháy rừng đa năng đảm bảo điều kiện bền khi hoạt động chữa cháy;

- TN kiểm chứng mô hình động lực học ô tô và mô hình phần tử hữu hạn thông qua việc xác định tải trọng động lên khung sắt xi và chuyển vị tại một điểm trên khung khi xe chuyển động qua các mấp mô định dạng.

1.6.3. Phạm vi nghiên cứu

Đánh giá độ bền tĩnh và bền mỏi khung sắt xi dưới tác dụng của tải trọng thẳng đứng khi xe chuyển động trên đường khi đi qua các mấp mô đơn định dạng và chuyển động trên đường với các mấp mô ngẫu nhiên.

1.6.4. Nội dung nghiên cứu

Từ mục tiêu nghiên cứu đề ra, luận án gồm các nội dung nghiên cứu:

- Tổng quan;
- Xây dựng mô hình nghiên cứu độ bền khung sắt xi xe CCR đa năng;
- Khảo sát đánh giá độ bền khung sắt xi;
- Thí nghiệm xác định tải trọng động tác động lên khung và chuyển vị trên khung sắt xi;
- Kết luận.

Kết luận chương 1

Ngày nay, với sự phát triển mạnh của công nghệ phần mềm, công cụ tính toán chủ yếu được các nhà khoa học sử dụng là các phần mềm phân tích kết cấu. Việc ứng dụng các phần mềm phân tích kết cấu cho ta kết quả đáng tin cậy và tốn ít thời gian lẫn chi phí, trong đó có nhiều công trình đã tập trung nghiên cứu về độ bền tĩnh và bền mỏi khung sắt xi dưới tác dụng của tải trọng động từ mấp mô mặt đường.

Từ các yếu tố phân tích trên, đề tài nghiên cứu độ bền khung sắt xi xe chữa cháy rừng đa năng là cần thiết phục vụ hoàn thiện thiết kế và kết cấu xe chữa cháy rừng đa năng.

CHƯƠNG 2

XÂY DỰNG MÔ HÌNH NGHIÊN CỨU ĐỘ BỀN KHUNG SÁT XI XE CHỮA CHÁY RỪNG ĐA NĂNG

2.1. Các phương pháp đánh giá độ bền khung sát xi

2.1.1. Ứng suất tương đương (Von Mises)

Ứng suất tương đương (Von Mises) được xác định dựa trên lý thuyết năng lượng biến dạng. Hiện nay các phần mềm chuyên dụng đều cho phép xuất kết quả ứng suất dưới dạng Von Mises. Do đó, để đánh giá độ bền khung sát xi xe CCR đa năng, luận án sẽ sử dụng ứng suất tương đương.

2.1.2. Đánh giá theo độ bền mỗi khung sát xi

2.1.2.1. Tải trọng biến thiên và giới hạn mỏi

Theo [48,63], giới hạn bền mỏi cũng có thể được tính theo ứng suất giới hạn của vật liệu S_u :

$$S'_e = 0,5S_u, \text{ với } S_u \leq 1400 \text{ MPa};$$

$$S'_e = 700, \text{ với } S_u > 1400 \text{ MPa}.$$

Đối với vật liệu bằng gang, S'_e có giá trị: $S'_e = 0,4S_u$ [45,63]

2.1.2.2. Phương pháp đánh giá bền mỏi

Tuổi thọ của chi tiết phụ thuộc chủ yếu vào 2 thông số của tải trọng tác động, đó là σ_a và σ_m . Vì vậy, để đánh giá độ bền mỏi của chi tiết, người ta thường sử dụng mối quan hệ giữa hai thông số trên để đánh giá độ bền mỏi thông qua các đường đồng tuổi thọ ở giới hạn bền mỏi. Mối quan hệ giữa σ_a và σ_m tạo thành tiêu chuẩn đánh giá độ bền mỏi. Luận án sử dụng phần mềm Ansys để tính toán, ứng suất gây mỏi σ_e được xác định theo tiêu chuẩn

$$\text{Goodman: } \frac{\sigma_a}{\sigma_e} + \frac{\sigma_m}{S_u} = \frac{1}{n}$$

2.2. Xây dựng mô hình xe chữa cháy rừng đa năng

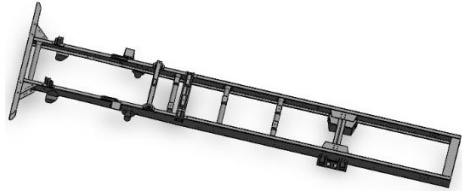
2.2.1. Xây dựng mô hình 3-D xe chữa cháy rừng đa năng

Việc xác định khối lượng, mô men quán tính của các cụm chi tiết của xe chữa cháy rừng bằng phương pháp thực nghiệm rất khó khăn và tốn kém. Do đó, xây dựng mô hình 3-D để xác định khối lượng, mô men quán tính của các chi tiết, ... làm thông số đầu vào cho bài toán dao động của xe.

2.2.2. Xây dựng mô hình tính toán độ bền khung sắt xi xe CCR đa năng

2.2.2.1. Mô hình 3-D khung sắt xi

Do khung sắt xi có kết cấu tương đối phức tạp, đồng thời mô hình 3-D cần thiết phải được xây dựng chính xác. Trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng phần mềm Solidworks để xây dựng mô hình 3-D.



Hình 2.6: Mô hình 3-D khung sắt xi xe chứa cháy rừng đa năng

2.2.2.2. Nhập mô hình vào trong Ansys

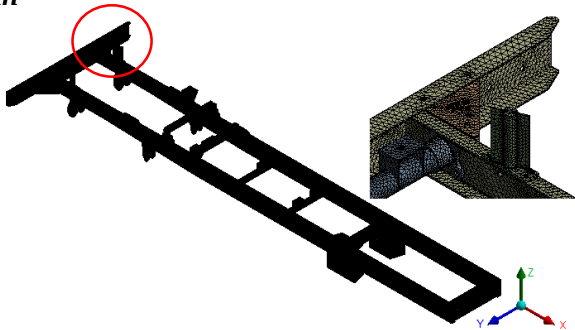
Sau khi thiết kế mô hình 3-D trong Solidworks, ta tiến hành nhập mô hình khung sắt xi vào trong môi trường Ansys Workbench.

2.2.2.3. Gán vật liệu

Trong Ansys Workbench cung cấp kho vật liệu rất lớn đã được kiểm chứng với thực tế.

2.2.2.4. Chia lưới mô hình

Trong nghiên cứu này, phương pháp chia lưới được chọn là kiểu tự động kết hợp với điều chỉnh lưới bằng tay. Mô hình bao gồm 174223 phần tử và 376982 nút.



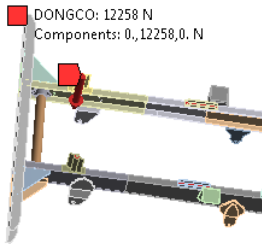
Hình 2.10: Mô hình phần tử hữu hạn trên khung xe CCR đa năng

2.2.2.5. Điều kiện biên

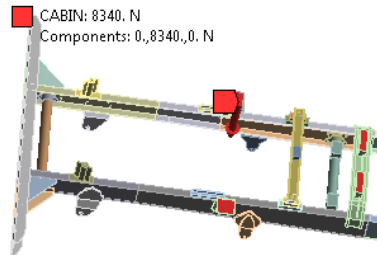
Các mẫu nhíp có vai trò hạn chế chuyển vị của khung theo 3 phương tịnh tiến trong mặt phẳng xyz và các phương quay. Do vậy ta chọn ngàm tại các vị trí mẫu bắt nhíp. Các lực tác dụng lên khung xe, ta quy về các vị trí riêng theo từng khối lực tác dụng. Để đơn giản ta đưa về các khối lực chính tác dụng như sau:

- Khối động cơ: Có giá trị trọng lượng 12258N (hình 2.12).

- Khối cụm cabin: Có trọng lượng 8340N phân bố đều lên khung xe theo các điểm được mô tả hình 2.13.



Hình 2.12: Phân bố trọng lượng cụm động cơ tác dụng lên khung



Hình 2.13: Phân bố trọng lượng cụm cabin tác dụng lên khung

- Khối thùng hàng: Bao gồm toàn bộ khối lượng của thùng hàng, có giá trị tải trọng là 118500N.

- Ngoài trọng lượng của 3 khối cơ bản trên, xe CCR đa năng còn có trọng lượng của cụm cắt cây phía trước có giá trị 9810N, cụm cắt cỏ và cuốc đất phía sau có giá trị 7848 N.

2.2.2.6. Xuất kết quả

Sau khi tiến hành tính toán xong bằng phần mềm ta sẽ thu được ứng suất tương đương, biến dạng, chuyển vị dưới dạng các phổ màu. Ngoài các kết quả phân tích trong bài toán tĩnh, ta còn có thể đưa ra bài toán bền mỏi các kết quả theo thời gian.

2.3. Xây dựng mô hình xác định tải trọng động tác dụng lên khung sát xi

2.3.1. Phương pháp xây dựng mô hình

Để xây dựng mô hình động lực học xe chữa cháy rừng đa năng theo phương pháp này, gồm các bước sau:

- Đặt các giả thiết ban đầu;
- Định nghĩa hệ quy chiếu;
- Thiết lập hệ phương trình vi phân;
- Giải hệ phương trình vi phân bằng phần mềm (phương pháp số).

Sau khi giải hệ phương trình vi phân, ta xác định được gia tốc của các cầu xe theo phương thẳng đứng. Lấy gia tốc nhân với khối lượng của cầu xe

ở trạng thái tĩnh ta xác định được tải trọng động từ mặt đường tác dụng lên khung sắt xi thông qua cầu xe.

2.3.2. Xây dựng mô hình không gian

2.3.2.1. Một số giả thiết khi xây dựng mô hình

- Thùng hàng chở đầy nước trong bể chứa và xem nước trong bể chứa như một khối đặc do bể chứa được chia thành nhiều ngăn nhỏ. Liên kết giữa cabin với khung và liên kết giữa thùng hàng với khung xem như liên kết hệ thống treo gồm bộ phận đàn hồi và bộ phận giảm chấn được thể hiện trên mô hình không gian.

Phần khối lượng cabin xem như cứng tuyệt đối, cabin có 3 chuyển động là dịch chuyển theo phương Z, quay quanh trục ngang (trục Y) và quay quanh trục dọc (trục X).

Phần khối lượng thùng hàng xem như cứng tuyệt đối, thùng hàng có 3 chuyển động là dịch chuyển theo phương Z, quay quanh trục ngang (trục Y) và quay quanh trục dọc (trục X).

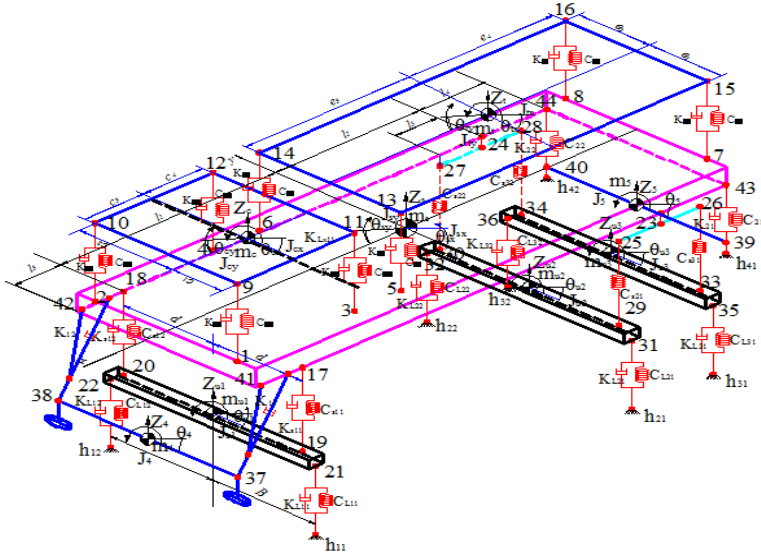
Khung xe có 3 chuyển động là dịch chuyển theo phương Z, quay quanh trục ngang (trục Y) và quay quanh trục dọc (trục X).

Phần khối lượng không được treo xem như cứng tuyệt đối, các khối lượng không được treo có hai chuyển động là dịch chuyển theo phương Z tương ứng tại các cầu trước, giữa, sau.

Phần khối lượng cơ cấu cắt cây phía trước, cơ cấu cắt cỏ phía sau xem như cứng tuyệt đối, có hai chuyển động là dịch chuyển theo phương Z và quay quanh trục dọc (trục X).

Bỏ qua các nguồn kích thích dao động trên xe, coi mấp mô mặt đất rừng và các xung lực do cơ cấu cắt cỏ rác là nguồn kích thích dao động duy nhất. Sự tiếp xúc giữa các bánh xe với mặt đường là tiếp xúc điểm và bỏ qua sự trượt giữa bánh xe với mặt đường. Xe chuyển động trên đường với vận tốc thấp, không đổi. Do đó xem như lực cản quán tính và lực cản không khí có giá trị bằng không. Bỏ qua ảnh hưởng do ma sát của các ổ trục bánh xe.

2.3.2.3. Mô hình không gian xe chứa cháy rừng đa năng



Hình 2.15: Mô hình dao động xe chữa cháy rừng đa năng trong không gian

Mô hình cấu trúc của xe CCR đa năng gồm 19 tọa độ suy rộng (19 bậc tự do) bao gồm: 3 bậc tự do mô tả chuyển động của cabin ($Z_c, \theta_{cx}, \theta_{cy}$), 3 bậc tự do mô tả chuyển động của thùng xe ($Z_t, \theta_{tx}, \theta_{ty}$), 3 bậc tự do mô tả chuyển động của thân xe (khung xe) ($Z_s, \theta_{sx}, \theta_{sy}$), 2 bậc tự do mô tả cầu trước (Z_{u1}, θ_{u1}), 2 bậc tự do mô tả cầu giữa (Z_{u2}, θ_{u2}), 2 bậc tự do mô tả cầu sau (Z_{u3}, θ_{u3}), 2 bậc tự do mô tả cơ cấu cắt cây phía trước (Z_4, θ_4) và 2 bậc tự do mô tả cơ cấu cắt cỏ phía sau (Z_5, θ_5).

2.3.2.4. Thiết lập hệ phương trình vi phân mô tả động lực học xe CCR

Phương trình vi phân dao động của hệ có thể được lập dựa trên định luật Newton thứ 2. Các phương trình này được thiết lập nhờ phương pháp cân bằng lực và mô men tác động lên vật. Trong nghiên cứu này, tác giả chỉ đưa ra 3 phương trình mô tả dịch chuyển của cầu trước, cầu giữa và cầu sau.

$$\begin{aligned}
 & m_{u1} \ddot{Z}_{u1} + K_{s1} [2\ddot{Z}_{u1} - 2\ddot{Z}_s - 2\dot{\theta}_{sy} l_1] + K_{L1} (2\ddot{Z}_{u1} - \dot{h}_{11} - \dot{h}_{12}) \\
 & + C_{s1} [2\dot{Z}_{u1} - 2\dot{Z}_s - 2\dot{\theta}_{sy} l_1] + C_{L1} (2\dot{Z}_{u1} - \dot{h}_{11} - \dot{h}_{12}) = 0 \\
 & m_{u2} \ddot{Z}_{u2} + K_{L2} (2\ddot{Z}_{u2} - \dot{h}_{21} - \dot{h}_{22}) + C_{s2} [2\dot{Z}_{u2} - 2\dot{Z}_s + 2\dot{\theta}_{sy} (l_2 - l_5)] + C_{L2} (\dot{Z}_{u2} - \dot{h}_{21} - \dot{h}_{22}) = 0 \\
 & m_{u3} \ddot{Z}_{u3} + K_{L3} (2\ddot{Z}_{u3} - \dot{h}_{31} - \dot{h}_{32}) + C_{s3} [2\dot{Z}_{u3} - 2\dot{Z}_s + 2\dot{\theta}_{sy} (l_2 + l_5)] + C_{L3} (\dot{Z}_{u3} - \dot{h}_{31} - \dot{h}_{32}) = 0
 \end{aligned}$$

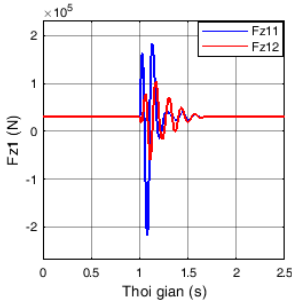
2.4. Tính toán xác định tải trọng động

Các tải trọng động từ mặt đường tác dụng khung sát xi thông qua lớp xe và vỏ cầu được xác định từ mô hình động lực học của ô tô. Khảo sát tải trọng động trong bao gồm các trường hợp:

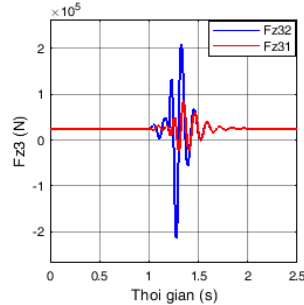
- Xe chuyển động thẳng trên đường đi qua mấp mô có định dạng;
- Xe chuyển động thẳng trên đường qua mấp mô theo tiêu chuẩn ISO 8608:1995.

2.4.1. Xe chuyển động thẳng trên đường gặp phải mấp mô có định dạng

Gọi F_{z11} , F_{z12} , F_{z21} , F_{z22} , F_{z31} , F_{z32} là phản lực từ mặt đường tác dụng lần lượt lên bánh xe cầu trước trái, trước phải, cầu giữa trái, cầu giữa phải, cầu sau trái, cầu sau phải theo phương thẳng đứng. Các trường hợp khảo sát với mấp mô định dạng bao gồm: Mấp mô đơn đều 2 bánh trước; mấp mô đơn đặt 1 bên bánh xe trước, sau; Mấp mô đơn đặt lệch 2 bên bánh xe. Các kết quả khảo sát là các thành phần đặt lên khung sát xi. Các kết quả này làm đầu vào cho bài toán khảo sát độ bền khung sát xi (chương 3) và so sánh với mô hình thí nghiệm kiểm chứng (chương 4).

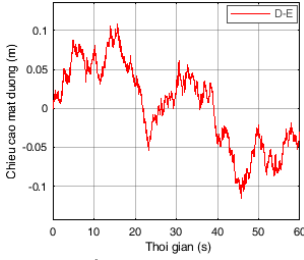


Hình 2.31a: Tải trọng động F_{z1} khi bánh trước trái, sau phải gặp mấp mô ($v = 20$ km/h, chiều cao mấp mô 0,4m)

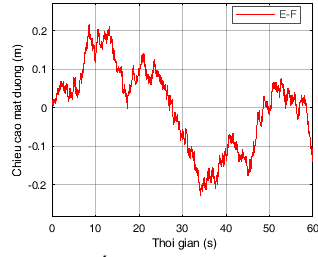


Hình 2.31b: Tải trọng động F_{z3} khi bánh trước trái, sau phải gặp phải mấp mô ($v = 20$ km/h, chiều cao mấp mô 0,4m)

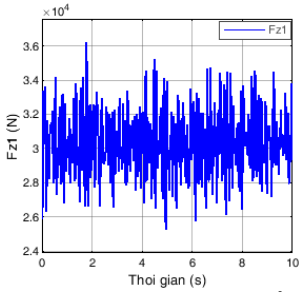
2.4.2. Xe chuyển động thẳng trên đường mấp mô theo tiêu chuẩn ISO 8608:1995



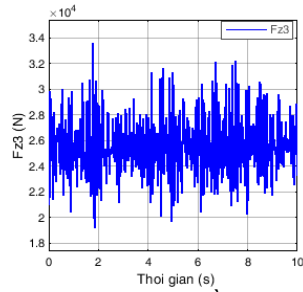
Hình 2.34a: Mấp mô mặt đường D-E ($v = 20$ km/h)



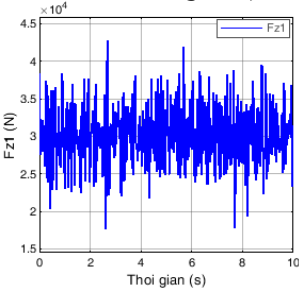
Hình 2.34b: Mấp mô mặt đường E-F ($v = 20$ km/h)



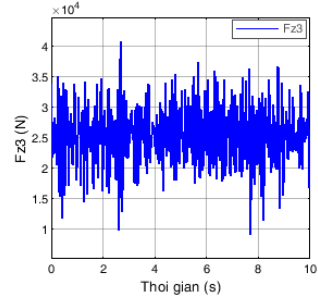
Hình 2.35a: Tải trọng động cầu trước F_{z1} ($v = 20$ km/h, đường D-E)



Hình 2.35b: Tải trọng cầu sau F_{z3} ($v = 20$ km/h, đường D-E)



Hình 2.36a: Tải trọng động cầu trước F_{z1} ($v = 20$ km/h, đường E-F)



Hình 2.36b: Tải trọng động cầu sau F_{z3} ($v = 20$ km/h, đường E-F)

Khi xe chạy với vận tốc $v = 20$ km/h trên đường E-F (đường rất xấu), giá trị cực đại của lực thẳng đứng cầu trước lớn nhất F_{z1max} đạt 42762,9 N, giá trị lực thẳng đứng cực đại ở mức 1,412 lần so với trường hợp tải tĩnh (xe đứng yên). Đối với cầu sau, giá trị cực đại của lực thẳng đứng cầu giữa lớn nhất F_{z3max} đạt 40852,1 N. Giá trị lực thẳng đứng cực đại gấp 1,60 lần so với trường hợp tải tĩnh (xe đứng yên).

Kết luận chương 2

Chương 2 đã xây dựng mô hình 3-D khung sắt xi bằng phần mềm Solidworks và đã xây dựng mô hình nghiên cứu độ bền khung sắt xi bằng phương pháp phần tử hữu hạn dựa trên phần mềm chuyên dụng Ansys.

Đã xây dựng mô hình xác định tải trọng động lên khung sắt xi dựa trên mô hình phân tích động lực học của xe khi chuyển động trên đường. Đã thiết lập hệ phương trình vi phân, từ đó đã xác định các tải trọng thẳng đứng từ mặt đường tác dụng lên khung sắt xi khi xe chuyển động trên đường khi bánh xe bị mấp mô định dạng và chuyển động trên 2 loại đường xấu (đường D-E) và rất xấu (đường E-F) theo tiêu chuẩn ISO 8608 :1995 tương ứng với các tốc độ khác nhau.

CHƯƠNG 3

KHẢO SÁT ĐỘ BỀN KHUNG SẮT XI XE CHỮA CHÁY RỪNG ĐA NĂNG

3.1. Các chế độ tính bền theo tải trọng

Trong nghiên cứu khảo sát này, các tải trọng tác dụng lên khung sắt xi gồm các trường hợp:

- Trường hợp 1: Khung sắt xi chịu tải trọng cực đại trạng thái tĩnh;
- Trường hợp 2: Xe chuyển động trên đường chịu phản lực thẳng đứng cực đại từ mặt đường tác dụng lên khung sắt xi khi một bánh xe trước, hai bánh trước, bánh sau và hai bánh chéo nhau gặp phải mấp mô mặt đường;
- Trường hợp 3: Xe chuyển động trên đường mấp mô ngẫu nhiên theo tiêu chuẩn ISO 8608:1995 (đường D-E và đường E-F) chịu phản lực thẳng đứng tác dụng lên khung sắt xi.

3.2. Phân tích dao động riêng của khung

Phân tích dao động riêng của khung là phương thức phân tích tuyến tính nhằm xác định tần số dao động riêng của khung [11,41]. Mục đích xác định tần số dao động riêng của khung nhằm tránh hiện tượng cộng hưởng xảy ra khi xe hoạt động.

Trong phân tích dao động riêng của khung, nếu ma trận khối lượng $[M]$ và ma trận độ cứng $[C]$ không đổi thì giá trị lực tác dụng lên khung bằng 0. Phương trình tuyến tính trong bài toán dao động tự nhiên để xác định tần số rung động như sau [11, 58]:

$$[M]\{\ddot{u}\} + [C]\{u\} = 0$$

Kết quả phân tích dao động và tần số dao động riêng của khung bằng phần mềm Ansys đối với khung sắt xi được thể hiện trong bảng 3.1.

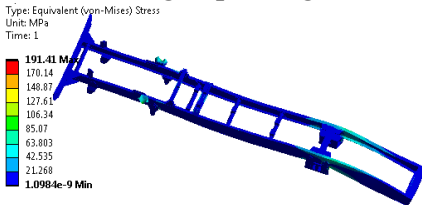
Bảng 3.1: Dạng và tần số dao động riêng của khung sắt xi xe CCR đa năng

Mode	Tần số (Hz)	Chuyển vị (mm)	Mode	Tần số (Hz)	Chuyển vị (mm)
1	17,812	3,4996	11	100,58	4,6058
2	31,436	2,4011	12	103,55	8,8978
3	54,127	4,1007	13	111,42	13,564
4	63,506	2,347	14	114,53	2,8216
5	64,404	4,5987	15	115,75	14,297
6	76,248	5,0434	16	124,61	6,1435
7	77,961	4,4542	17	129,88	6,6524
8	82,337	0,3608	18	133,73	6,9162
9	98,081	3,1975	19	138,64	15,304
10	100,21	3,2097	20	140,1	14,795

3.3. Đánh giá độ bền phá hủy của khung sắt xi xe CCR đa năng

3.3.1. Các trường hợp chịu tải trọng lớn nhất

3.3.1.1. Trường hợp khung sắt xi chịu tải trọng tĩnh lớn nhất



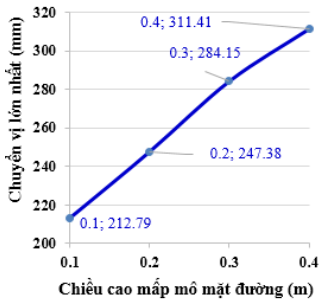
Hình 3.8: Ứng suất Von Mises trên khung sắt xi và vị trí có giá trị lớn nhất

Bảng 3.2: Chuyển vị, ứng suất lớn nhất trên khung sắt xi chịu tải trọng tĩnh cực đại

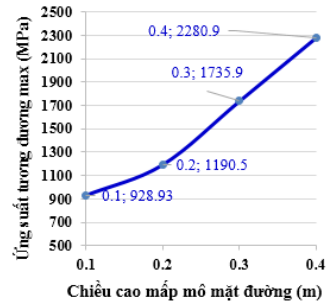
	Chuyển vị (mm)	Ứng suất (MPa)
Giá trị lớn nhất	3,2138	191,41

Kết quả phân tích cho thấy ứng suất lớn nhất đạt giá trị 191,41 MPa, thấp hơn giá trị giới hạn chảy và phá hủy của vật liệu là 785 MPa và 980 MPa nên khung sắt xi đảm bảo điều kiện bền phá hủy trong trường hợp này.

3.3.1.2. Trường hợp bánh trước phải gặp phải mấp mô



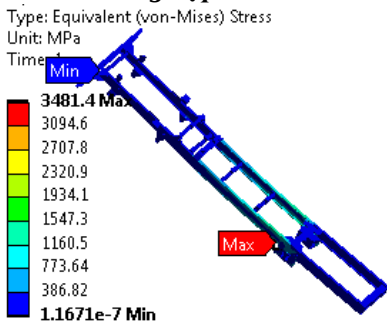
Hình 3.18: Chuyển vị max trên khung sát xi khi bánh trước phải gặp phải mấp mô, chiều cao mấp mô mặt đường thay đổi



Hình 3.19: Ứng suất Von Mises max trên khung sát xi khi bánh trước phải gặp phải mấp mô, chiều cao mấp mô mặt đường thay đổi

Kết quả phân tích khi bánh trước phải gặp phải mấp mô mặt đường (chiều cao mặt đường thay đổi) cho thấy các ứng suất lớn nhất đều lớn hơn giá trị giới hạn chảy của vật liệu là 785 MPa nên khung sát xi không đảm bảo điều kiện bền phá hủy trong trường hợp này. Do đó cần lồng thêm một thanh sát xi giống như thanh chính phía sau, đồng thời tăng chiều dày thanh chính phía trong và phía ngoài 10mm để đảm bảo độ bền. Kết quả khảo sát độ bền khung sát xi cải tiến có kích cỡ thanh chính 10+10 cho thấy giá trị ứng suất tương đương lớn nhất khi bánh trước phải gặp phải mấp mô có giá trị 470,69 MPa, nhỏ hơn giá trị giới hạn chảy của vật liệu là 785 MPa.

3.3.1.3. Trường hợp hai bánh trước gặp phải mấp mô



Hình 3.26: Ứng suất tương đương trên khung sát xi khi hai bánh trước gặp phải mấp mô, chiều cao mấp mô 0,4m

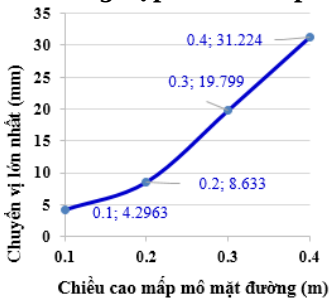
Bảng 3.4: Chuyển vị và ứng suất tương đương lớn nhất trên khung sát xi khi hai bánh trước gặp phải mấp mô

		Chuyển vị (mm)	Ứng suất (MPa)
Chiều cao mấp mô	0,1m	118	879,67
	0,2m	232,79	1850,2
	0,3m	321,92	2628,7
	0,4m	422,77	3481,4

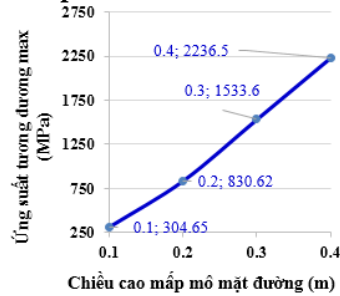
Kết quả phân tích cho thấy các ứng suất lớn nhất đều lớn hơn giá trị giới hạn chảy của vật liệu là 785 MPa. Khi chiều cao mấp mô mặt đường 0,1m

thì ứng suất tương đương có giá trị 879,67 MPa gần bằng giới hạn phá hủy và 980 MPa nên khung sắt xi không đảm bảo điều kiện bền phá hủy trong trường hợp này. Do đó, để giảm ứng suất trong trường hợp này cần phải tăng chiều dày của thanh chính. Khi tăng chiều dày thanh chính lên 10mm, kết quả khảo sát cho thấy giá trị ứng suất tương đương lớn nhất xuất hiện trên khung nhỏ hơn nhỏ hơn giới hạn chảy và phá hủy của vật liệu.

3.3.1.4. Trường hợp bánh sau phải gấp phải nắp mô

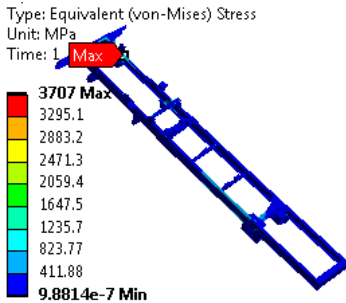


Hình 3.38: Chuyển vị max trên khung sắt xi khi bánh sau phải gấp phải nắp mô, chiều cao nắp mô mặt đường thay đổi



Hình 3.39: Ứng suất tương đương max trên khung sắt xi khi bánh sau phải gấp phải nắp mô, chiều cao nắp mô mặt đường thay đổi

3.3.1.5. Trường hợp nắp mô hai bánh chéo nhau (trước trái và sau phải)



Hình 3.46: Ứng suất tương đương trên khung sắt xi khi hai bánh chéo gấp phải nắp mô, chiều cao nắp mô 0,4m

Bảng 3.6: Chuyển vị và ứng suất tương đương lớn nhất trên khung sắt xi khi hai bánh chéo gấp phải nắp mô

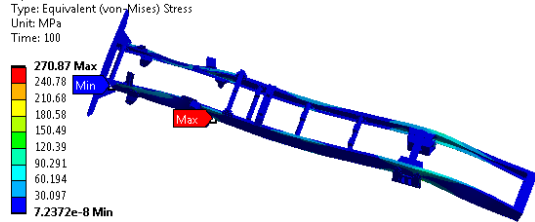
		Chuyển vị (mm)	Ứng suất (MPa)
Chiều cao nắp	0,1m	134,96	612,04
	0,2m	175,61	1927
	0,3m	255,51	2817
	0,4m	335,41	3707

Bảng 3.7: So sánh các giá trị điểm tập trung ứng suất tương đương và chuyển vị lớn nhất lên khung sắt xi nguyên bản

Trường hợp khảo sát	Ứng suất tương đương max (MPa)			
Chiều cao nắp mô mặt đường (m)	0,1	0,2	0,3	0,4
Mấp mô bánh trước phải	928,93	1190,5	1735,9	2280,9
Mấp mô hai bánh trước	879,67	1850,2	2628,7	3481,4
Mấp mô bánh sau phải	304,65	830,62	1533,6	2236,5
Mấp mô hai bánh chéo	612,04	1927	2817	3707

3.3.2. Đánh giá độ bền khung sắt xi dưới tác động của tải trọng động

Các điều kiện ràng buộc về tải trọng và ngâm tác dụng đều giống trong bài toán tĩnh ở trường hợp khung sắt xi chịu tải trọng cực đại.

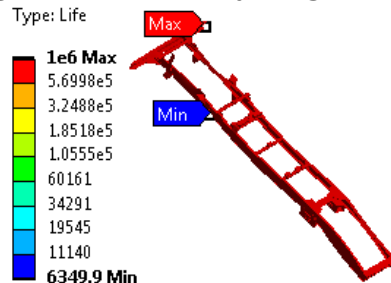


Hình 3.60: Ứng suất tương đương động phân bố trên khung sắt xi trên (đường E-F)

Kết quả phân tích bài toán tải trọng động trên khung sắt xi xe chữa cháy rừng đa năng cho thấy ứng suất phân bố tương đối đều trên toàn bộ bề mặt chi tiết. Khi chuyển động trên đường rất xấu (E-F) thì ứng suất sinh ra trên khung sắt xi có giá trị lớn hơn khi xe chuyển động trên đường xấu (D-E). Giá trị lớn nhất ghi nhận là 357,26 MPa nhỏ hơn ứng suất giới hạn cho phép, trường hợp này đảm bảo điều kiện bền phá hủy của khung sắt xi.

3.4. Đánh giá độ bền mỏi của khung sắt xi xe chữa cháy rừng đa năng

Trong nội dung khảo sát này, đánh giá độ bền mỏi của khung sắt xi trong trường hợp khung sắt xi chịu tải trọng động với chế độ hoạt động thường xuyên của xe di chuyển trên đường rất xấu.



Hình 3.63: Số chu kỳ mỏi trên khung sắt xi khi chuyển động trên đường E-F

Tải trọng động tác dụng lên khung sắt xi khi xe di chuyển trên đường D-E và E-F theo tiêu chuẩn ISO 8608:1995 với vận tốc di chuyển 20 km/h được xác định từ mô hình động lực học.

Trên đường E-F, số chu kỳ mỏi nhỏ nhất có giá trị 6349,9 chu kỳ. Ta thấy rằng số chu kỳ mỏi trên khung sắt xi trên cả hai loại đường đều nhỏ hơn 10^6 , do đó khung sắt xi không bảo đảm điều kiện bền mỏi khi làm việc.

Đối với khung sắt xi sau khi cải tiến bằng cách tăng tiết diện thanh chính có kích thước 10+10mm, đồng thời tăng tiết diện của thanh ngang số 20 (hình 1.10) dày 12mm đảm bảo điều kiện bền phá hủy trong các trường hợp khảo

sát. Sau khi cải tiến cho thấy khi xe chuyển động trên đường E-F thì số chu kỳ mỏi nhỏ nhất có giá trị 10^6 , do đó khung sắt xi đảm bảo điều kiện bền mỏi. Sau khi cải tiến khối lượng khung sắt xi nặng 1361kg, tăng thêm 346,6 kg so với khối lượng ban đầu (1014,4kg).

Kết luận chương 3

Đã khảo sát ứng suất, chuyển vị của khung sắt xi trong trường hợp chịu tải trọng tĩnh cực đại. Các kết quả khảo sát cho thấy ứng suất lớn nhất xuất hiện trên khung sắt xi đạt giá trị 190,73MPa thấp hơn giá trị giới hạn chảy và giới hạn phá hủy của vật liệu là 785MPa và 980 MPa nên khung sắt xi đảm bảo điều kiện bền phá hủy trong trường hợp này.

Đã khảo sát ứng suất, chuyển vị của khung sắt xi trong trường hợp các bánh xe chịu lực kích động từ mấp mô mặt đường.

Đã đánh giá độ bền phá hủy và độ bền mỏi của khung sắt xi chịu tải trọng từ mấp mô mặt đường D-E và E-F theo tiêu chuẩn ISO 8608:1995 với vận tốc 20 km/h.

Đã khảo sát độ bền phá hủy và độ bền mỏi của khung sắt xi cải tiến cho thấy khi tăng tiết diện thanh chính phía trong và phía ngoài dày 10mm, đồng thời thanh ngang số 20 (hình 1.10) có chiều dày 12mm thì khung sắt xi thỏa mãn điều kiện làm việc. Các chi tiết khác của khung sắt xi với kích cỡ và vị trí không thay đổi.

CHƯƠNG 4

NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

4.1 Mục đích, đối tượng thí nghiệm

4.1.1. Mục đích thí nghiệm

Mục đích của thí nghiệm gồm xác định phân lực thẳng đứng từ mặt đường tác dụng lên bánh xe khi xe di chuyển qua các mấp mô định dạng, xác định biến dạng uốn tại một vị trí của khung sắt xi. Kết quả thí nghiệm được so sánh với kết quả tính toán lý thuyết để kiểm chứng mô hình mô phỏng của luận án.

4.1.2. Đối tượng thí nghiệm

Đối tượng của thí nghiệm là xe chữa cháy rừng đa năng được sản xuất và lắp ráp tại Việt Nam. Trên xe có lắp thiết bị chữa cháy và đầy tải.

4.2. Các thông số đo

Các thông số cần đo trong thí nghiệm bao gồm:

- Phản lực pháp tuyến từ mặt đường tác dụng lên bánh xe theo phương thẳng đứng F_z (kN);

- Chuyển vị tại một điểm trên khung sắt xi theo phương Z (mm).

4.3. Lựa chọn phương pháp và thiết bị đo

Thí nghiệm xác định phản lực pháp tuyến từ mặt đường tác dụng lên bánh xe và chuyển vị tại một điểm trên khung có thể sử dụng phương pháp đo các đại lượng không điện bằng điện với việc ứng dụng chuyển đổi tenzo với tải trọng uốn trên một thanh dầm bất kỳ. Hệ thống đo bao gồm cảm biến và các bộ phận tiếp nhận, khuếch đại, chuyển đổi, xử lý, hiển thị và lưu trữ kết quả đo.

4.4. Các phương pháp và thiết bị thí nghiệm

4.4.1. Thí nghiệm xác định phản lực pháp tuyến

Để đo được phản lực pháp tuyến theo phương thẳng đứng, NCS sử dụng cầu điện trở. Bốn điện trở tenzo được dán song song và bố trí đối xứng mặt trên và mặt dưới của cầu tại vị trí 12 giờ và 6 giờ (mặt trên 02 lá, mặt dưới 02 lá).



Hình 4.4: Tenzo dán trên vỏ cầu TN

4.4.2. Thí nghiệm xác định chuyển vị tại một điểm trên khung sắt xi

Thí nghiệm xác định chuyển vị tại một điểm trên khung sắt xi, nghiên cứu sinh cũng sử dụng cầu điện trở, gồm 4 điện trở tenzo được dán đối xứng phía trên và phía dưới của khung sắt xi (mặt trên 02 lá điện trở, mặt dưới 02 lá điện trở).



Hình 4.6: Vị trí dán tenzo lên khung sắt xi

Vị trí dán lá điện trở là khung sắt xi phía bên phải, lá điện trở được dán lên khung tại vị trí giữa cabin và thùng hàng, cách đầu phía trước thùng hàng 60mm.

4.4.3. Các thiết bị, cảm biến và phần mềm dùng trong thí nghiệm

4.4.3.1. Thiết bị thí nghiệm

Để thu thập, khuếch đại và chuyển đổi thông tin đo lường sang tín hiệu số, nghiên cứu sinh dùng thiết bị Spider8 do hãng HBM Cộng hòa Liên Bang Đức (CHLB) chế tạo.

4.4.3.2. Các cảm biến

Để xác định mối liên hệ giữa điện áp sinh ra do thay đổi điện trở trên các lá điện trở với tải trọng tác động lên cầu xe. Nghiên cứu sinh sử dụng cảm biến lực Z4 trong quá trình hiệu chuẩn giá trị đo.

Để đo dịch chuyển của sắt xi khi hiệu chuẩn ta dùng cảm biến dịch chuyển WSF của CHLB Đức.

4.5. Hiệu chuẩn giá trị đo

4.5.1. Hiệu chuẩn giá trị đo giá trị phản lực pháp tuyến

Hiệu chuẩn giá trị đo phản lực pháp tuyến nhằm xác định mối quan hệ giữa điện áp đo được ở cầu điện trở và lực tác dụng lên vỏ cầu, từ đó xác định đúng giá trị phản lực pháp tuyến từ mặt đường tác dụng tác dụng lên bánh xe theo đơn vị đo là N.



Hình 4.11: Hiệu chuẩn giá trị đo phản lực pháp tuyến

Bảng 4.3: Kết quả lấy chuẩn thiết bị đo lực thẳng đứng

Lực ép [kN]	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Điện áp [mV]	0	4,7	9,5	13,8	18,3	22,6	27,1	31,2	35,5	39,8	44,2

4.5.2. Hiệu chuẩn giá trị đo chuyển vị khung

Cũng giống như hiệu chuẩn giá trị đo phản lực pháp tuyến, hiệu chuẩn giá trị đo chuyển vị khung nhằm xác định mối quan hệ giữa điện áp đo được ở cầu điện trở được dán lên khung và chuyển vị của khung tại vị trí dán Tenzo.

Bảng 4.4: Kết quả lấy chuẩn chuyển vị khung sát xi

Điện áp ra [mV]	0	2,75	5,06	7,53	10,12	12,72	15,02	17,03	19,54
Chuyển vị (mm)	0	1,13	5,36	10,64	15,79	21,11	25,68	30,232	36,23

4.6. Tiến hành thí nghiệm trên đường

Thí nghiệm được tiến hành trên đường nhựa khi một bên bánh xe đi qua mấp mô mặt đường và được tiến hành trên đường lâm nghiệp tại núi Luột thuộc trường Đại học Lâm Nghiệp.

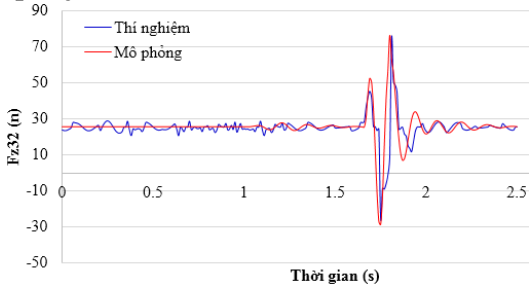
Các phương án thí nghiệm gồm:

- **Thí nghiệm 1:** Xe di chuyển trên đường bằng, mấp mô bánh xe trước phải, thực hiện ở 3 tốc độ 10, 15 và 20 km/h;
- **Thí nghiệm 2:** Xe di chuyển trên đường bằng, mấp mô bánh xe sau phải, thực hiện ở 3 tốc độ 10, 15 và 20 km/h.

4.7. Kết quả thí nghiệm

4.7.1. Kết quả đo phản lực pháp tuyến

Kết quả TN được so sánh với các kết quả mô phỏng trong cùng điều kiện (khi xe chạy trên đường bánh sau phải bị mấp mô định dạng, tốc độ 10, 15, 20 km/h) để đánh giá tính chính xác của mô hình.



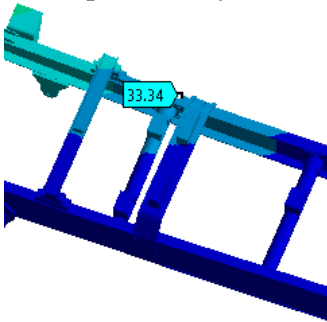
Hình 4.21: So sánh kết quả giữa mô phỏng và TN khi bánh xe phải va vào mấp mô, vận tốc 20 km/h

Bảng 4.5: So sánh các kết quả lực thẳng đứng giữa mô phỏng và thí nghiệm

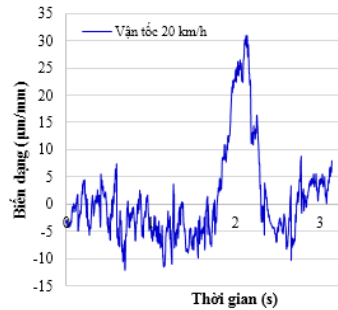
	V = 10 km/h			V = 15 km/h			V = 20 km/h		
	Mô phỏng	Thí nghiệm	Sai số (%)	Mô phỏng	Thí nghiệm	Sai số (%)	Mô phỏng	Thí nghiệm	Sai số (%)
F_{z32max} (kN)	44,86	45,89	2,23	67,15	62,44	7,02	76,36	74,94	1,87
F_{z32min} (kN)	4,99	6,01	16,8	-15,4	-14,41	6,49	-28,8	-25,41	11,84

So sánh giữa mô phỏng và thực nghiệm, kết quả thấy rằng quy luật biến thiên lực thẳng đứng theo tính toán lý thuyết và đo được bằng thực nghiệm là giống nhau. Tiến hành so sánh sai lệch giá trị lớn nhất giữa lý thuyết và thực nghiệm được thực hiện bằng cách lấy giá trị lớn, trừ giá trị nhỏ và chia cho giá trị lớn. Sai lệch lớn nhất giữa kết quả tính toán mô phỏng và kết quả thí nghiệm là 16,8%.

4.7.2. Kết quả đo chuyển vị khung sát xi



a. Mô phỏng



b. Thực nghiệm

Hình 4.26: Chuyển vị khung sát xi khi bánh trước gặp phải mấp mô, vận tốc 20 km/h

Bảng 4.6: So sánh các kết quả chuyển vị trên khung giữa mô phỏng và TN

	V = 10 km/h			V = 15 km/h			V = 20 km/h		
	Mô phỏng	Thí nghiệm	Sai số (%)	Mô phỏng	Thí nghiệm	Sai số (%)	Mô phỏng	Thí nghiệm	Sai số (%)
Chuyển vị (mm)	8,72	7,58	15,1	22,01	18,25	20,5	20,9	26,5	26,1

Kết luận chương 4

- Trong chương 4, đã lựa chọn phương án, thiết bị, đối tượng và quy trình thí nghiệm phù hợp với điều kiện hiện có tại Việt Nam, thí nghiệm đã xác định tải trọng động tác dụng lên khung sát xi và chuyển vị của khung sát xi tại vị trí đo. Đã sử dụng cảm biến tenzo theo nguyên lý cầu đo Wheatstone để đo tải trọng động tác dụng lên khung sát xi và chuyển vị của khung sát xi tại vị trí đo. Kết quả thí nghiệm phong phú và đáng tin cậy. Việc so sánh các giá trị lớn nhất của lực thẳng đứng, chuyển vị giữa kết quả mô phỏng và thí nghiệm cho thấy sai lệch tối đa lần lượt là 16,8% và 26,1%.

KẾT LUẬN

1. Luận án đã xây dựng được phương pháp đánh giá độ bền khung sắt xi xe chữa cháy rừng đa năng bằng phần mềm Ansys. Đã xây dựng được mô hình động lực học của xe chữa cháy rừng, thiết lập hệ phương trình vi phân, xây dựng sơ đồ thuật toán trong Matlab Simulink để xác định tải trọng động từ mặt đường tác dụng lên khung sắt xi với các điều kiện cản của mặt đường và vận tốc khác nhau.

2. Luận án đã đánh giá độ bền phá hủy được thực hiện với các trường hợp khung sắt xi chịu tải trọng cực đại, khung sắt xi chịu tải trọng khi các bánh xe gặp phải mấp mô có chiều cao khác nhau. Với các trường hợp đánh giá trên cho thấy bánh xe gặp phải mấp mô mặt đường thì ứng suất lớn nhất xuất hiện trên khung sắt xi đa phần đều lớn hơn ứng suất giới hạn chảy và phá hủy của vật liệu là 785 MPa và 980 MPa, do đó khung sắt xi không đảm bảo điều kiện bền.

3. Luận án đã đánh giá độ phá hủy của khung sắt xi chịu tải trọng từ mấp mô mặt đường D-E và E-F theo tiêu chuẩn ISO 8608:1995 với vận tốc 20 km/h. Kết khảo sát độ bền phá hủy cho thấy khi chuyển động trên đường rất xấu (E-F) thì ứng suất sinh ra trên khung sắt xi có giá trị lớn hơn khi xe chuyển động trên đường xấu (D-E). Giá trị lớn nhất ghi nhận trên đường D-E là 314,1 MPa và đường E-F là 357,26 MPa, nhỏ hơn ứng suất giới hạn cho phép nên khung sắt xi đảm bảo điều kiện bền phá hủy.

4. Luận án đã đánh giá độ bền mỏi khung sắt xi nguyên bản và khung sắt xi cải tiến bằng phần mềm Ansys với tải trọng động được xác định từ mô hình động lực học, mấp mô mặt đường D-E và E-F theo tiêu chuẩn ISO 8608:1995 với vận tốc 20 km/h. Kết quả khảo sát cho thấy với khung sắt xi nguyên bản thì không đảm bảo điều kiện bền mỏi khi làm việc, đối với khung sắt xi cải tiến thì đảm bảo điều kiện bền mỏi.

5. Luận án đã xác định và đề xuất kết cấu khung sắt xi xe chữa cháy rừng đa năng đảm bảo điều kiện bền khi xe chuyển động trên đường hoạt động chữa cháy.

6. Luận án đã lựa chọn được phương pháp, thiết bị thí nghiệm và xây dựng được quy trình thí nghiệm phù hợp với điều kiện nghiên cứu ở Việt Nam để đo tải trọng động tác dụng lên khung sát xi và đo chuyển vị của một điểm trên khung, sử dụng cảm biến tenzo theo nguyên lý cầu đo Wheatstone để đo tải trọng động tác dụng lên khung sát xi và chuyển vị của khung sát xi tại vị trí đo. Kết quả thí nghiệm phong phú và đáng tin cậy. Để có thể so sánh kết quả tính toán với kết quả đo, thí nghiệm được thực hiện trong các điều kiện giống với điều kiện tính toán mô phỏng lý thuyết. Kết quả thí nghiệm đã cho các quy luật tương đồng với các quy luật thu được từ tính toán khảo sát bằng mô hình lý thuyết. Việc so sánh các giá trị lớn nhất của lực thẳng đứng, chuyển vị giữa kết quả mô phỏng và thí nghiệm cho thấy sai lệch tối đa lần lượt là 16,8% và 26,1%.%. Kết quả sai lệch này chấp nhận được.

Một số hạn chế của luận án và hướng nghiên cứu tiếp theo:

- Luận án mới chỉ sử dụng biên dạng mấp mô mặt đường hình sin để đánh giá xác định tải trọng tác dụng lên khung sát xi khi bánh xe bị mấp mô mà chưa có khảo sát các biên dạng mấp mô khác.

Khảo sát độ bền mỏi của khung sát xi chỉ khảo sát trường hợp tải trọng động tác dụng lên khung khi xe di chuyển trên đường theo tiêu chuẩn ISO 8608:1995 mà chưa khảo sát đến trường hợp xe chịu tải trọng động khi di chuyển trên đường lâm nghiệp. Do đó, cần có nghiên cứu tiếp theo về vấn đề này.

DANH MỤC CÁC BÀI BÁO, CÔNG TRÌNH KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ

[1]. Lương Văn Vạn, Trần Văn Tường, Nguyễn Thanh Quang (2017) *Phân tích cấu trúc và tính toán kiểm nghiệm thông số động lực học xe chữa cháy rừng đa năng*. Tạp Chí Cơ khí Việt Nam ISSN 0866-7056, số 6 năm 2017, trang 117-125.

[2]. PGS.TS Nguyễn Thanh Quang, TS. Trần Văn Tường, ThS.NCS Lương Văn Vạn (2018) *Phân tích cấu trúc tổng quan xe chữa cháy rừng đa năng*. Tạp Chí Cơ khí Việt Nam ISSN 0866-7056, số đặc biệt tháng 10 năm 2018, trang 114-119.

[3]. PGS.TS Nguyễn Thanh Quang, TS. Trần Văn Tường, ThS.NCS Lương Văn Vạn, ThS Đào Trọng Cường (2018) *Phân tích thiết kế sạt xi xe chữa cháy rừng đa năng bằng phần mềm Ansys Workbench*. Tạp Chí Cơ khí Việt Nam ISSN 0866-7056, số đặc biệt tháng 10 năm 2018, trang 206-221.

[4]. Van Van Luong, Quang Thanh Nguyen, Tuong Van Tran (2018) *Study on Development of 3D for Consider the Response of Multifunction Forest Fire Fighting Vehicle*, Proceeding of The 9th TSME International Conference on Mechanical Engineering (ICoME 2018, AME009, Page 182 – 196).