

XÂY DỰNG MÔ HÌNH THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH GIA TỐC THÂN XE KHI CHUYỂN ĐỔI TỪ HỆ THỐNG TREO NHÍP SANG HỆ THỐNG TREO KHÍ NÉN

EXPERIMENTAL MODEL BUILDING TO DETERMINE VEHICLE BODY ACCELERATION WHEN CONVERTING LEAF-SPRING SUSPENSION SYSTEM TO AIR SUSPENSION SYSTEM

TS. Lương Văn Vạn*, ThS. Khấu Tấn Phát, PGS, TS. Nguyễn Thanh Tùng
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

TÓM TẮT

Hệ thống treo khí nén có nhiều ưu điểm, mang lại tính tiện nghi và nâng cao tính êm dịu chuyển động trên ô tô. Hệ thống treo khí nén thích nghi với việc thay đổi tải trọng ô tô thông qua việc thay đổi áp suất trong ballon, giảm các xung lực tác dụng lên thân xe ô tô khi di chuyển trên các loại đường có nhiều mấp mô. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu xây dựng mô hình thí nghiệm xác định gia tốc theo phương thẳng đứng của thân xe trên mô hình khi chuyển đổi từ hệ thống treo nhíp sang hệ thống treo khí nén. Tác giả sử dụng bộ tạo mấp mô mặt đường để giả lập mấp mô mặt đường, thay tần số kích động mặt đường thông qua thay đổi tốc độ quay của động cơ điện. Trên cơ sở đó, nhóm tác giả so sánh, đánh giá mức độ cải thiện giá trị gia tốc trung bình thân xe khi sử dụng hệ thống treo khí nén thay thế cho hệ thống treo nhíp.

Từ khóa: Hệ thống treo khí nén; Hệ thống treo nhíp; Gia tốc.

ABSTRACT

The air suspension system has many advantages, including being convenient and improving the smoothness of motion in the vehicle. The air suspension system adapts to changing vehicle loads by changing the pressure in the ballon, which reduces the impact force on the vehicle's body when traveling on rough roads. This article presents the results of research on building a model to experimentally determine the vertical acceleration of the vehicle body on the model when converting from a leaf-spring suspension system to an air suspension system. The author uses the road surface bump generator to simulate road surface bumps, changing the road surface agitation frequency by changing the rotation speed of the electric motor. On that basis, the authors compare the level of acceleration reduction in vehicle body vibrations when using the air suspension system to replace the leaf-spring suspension system.

Keywords: Air suspension system; Leaf-spring suspension system; Acceleration.



1. GIỚI THIỆU

Khi tiến hành thí nghiệm để xác định một số thông số theo điều kiện thực tế lại bị hạn chế bởi một số yếu tố như: thiết bị, ô tô, đường thử, người lái, thời gian, chi phí, điều kiện ngoại cảnh... [1]. Trong khi đó, phương pháp thí nghiệm trên mô hình có thể khắc phục các nhược điểm nêu trên nhưng bị hạn chế bởi độ chính xác của thông số đầu vào. Việc kết hợp giữa thí nghiệm trên mô hình và thí nghiệm theo điều kiện thực tế nhằm đạt được hiệu quả tốt nhất trong khả năng khai thác thí nghiệm theo điều kiện hiện có [2]. Thí nghiệm ô tô thông thường nhằm hai mục đích: xác định các thông số đầu vào cho mô hình lý thuyết hoặc kiểm chứng hay xác định một số thông số đầu ra của mô hình [3]. Để thực hiện thí nghiệm này cần xác định các thông số cần đo, thiết bị và phương án thí nghiệm phù hợp với điều kiện hiện có [4]. Trong mô hình hệ thống treo khí nén và hệ thống treo nhíp, thông số được lựa chọn để đo thí nghiệm là gia tốc theo phương thẳng đứng của thân xe. Thiết bị thí nghiệm được thiết lập gồm các cảm biến đo gia tốc, bộ xử lý tín hiệu, máy tính điều khiển, thu thập và xuất kết quả. Kết quả thí nghiệm xác định được gia tốc thẳng đứng thân xe phía bên trái và bên phải khi sử dụng hệ thống treo khí nén và hệ thống treo nhíp và được so sánh với nhau thông qua sai số của giá trị lớn nhất để đánh giá độ êm dịu của mô hình hệ thống treo khí nén so với hệ thống treo nhíp.

2. XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH THÍ NGHIỆM

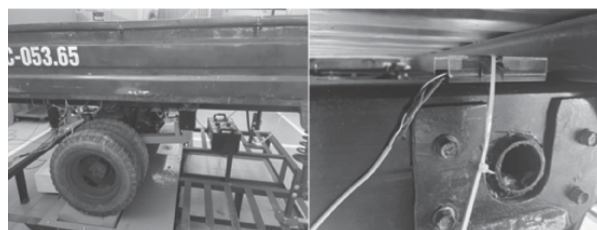
2.1. Mục đích thí nghiệm

Mục đích của thí nghiệm là đo gia tốc thân xe của mô hình khi xe sử dụng hệ thống treo nhíp và sử dụng hệ thống treo khí nén.

Trên cơ sở đó, nhóm nghiên cứu đánh giá mức độ cải thiện giá trị gia tốc trung bình thân xe khi sử dụng hệ thống treo khí nén thay thế cho hệ thống treo nhíp.

2.2. Đối tượng thí nghiệm

Đối tượng của thí nghiệm là mô hình hệ thống treo khí nén điều khiển bằng điện tử được lắp đặt trên bộ tạo mấp mô mặt đường. Do nội dung nghiên cứu này chỉ xác định và đánh giá mức độ cải thiện gia tốc dao động thân xe khi sử dụng hệ thống treo khí nén thay thế cho hệ thống treo nhíp. Tuy nhiên, để có thể thống nhất vị trí lắp đặt cảm biến lên thân xe và thuận tiện trong việc so sánh kết quả khảo sát lý thuyết và thí nghiệm trên đường, nhóm tác giả chọn vị trí lắp đặt cảm biến gia tốc tại vị trí phía trên ballon khí nén trên khung xe.



Hình 1. Mô hình hệ thống treo khí nén điều khiển bằng điện tử được lắp đặt trên bộ tạo mấp mô mặt đường và cảm biến đo gia tốc

2.3. Thiết bị thí nghiệm

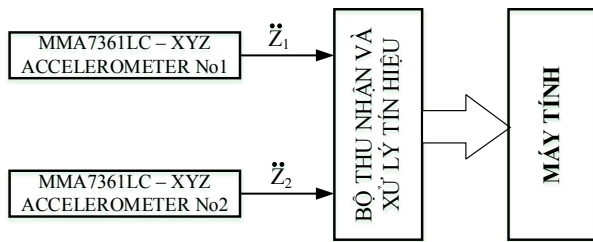
Để xác định thông số gia tốc thân xe, nhóm nghiên cứu cần các cảm biến và thiết bị đo như sau:

- Cảm biến gia tốc đứng thân xe MMA7361LC-XYZ AXIS đặt trên thân xe tại vị trí phía trên cầu xe phía bên trái để đo gia tốc thẳng đứng thân xe;
- Cảm biến gia tốc đứng thân xe MMA7361LC-XYZ AXIS đặt trên thân xe tại

vị trí phía trên cầu xe phía bên phải để đo gia tốc thẳng đứng thân xe;

- Bộ thu nhận và xử lý tín hiệu NI (National Instruments);

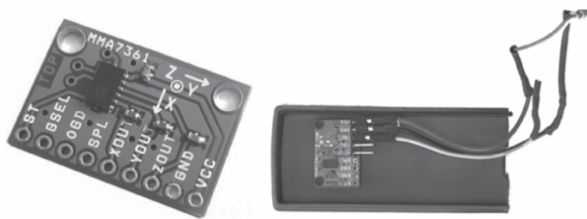
- Máy tính và phần mềm thí nghiệm Measurement & Automation.



Hình 2. Sơ đồ hệ thống thí nghiệm đo gia tốc thân xe

2.3.1. Cảm biến đo gia tốc đứng thân xe MMA7361LC-XYZ AXIS

Cảm biến MMA7361LC-XYZ AXIS có thể đo gia tốc thẳng theo ba phương x, y, z. Thông số kỹ thuật cơ bản như sau [5]: Giác cảm giao tiếp: 9 chân; Điện áp làm việc: Từ 2,2V đến 3,6V; Dòng điện làm việc: 400 μ A; Dòng điện ở chế độ chờ: 3 μ A; Độ nhạy: 800 mV/g; Thời gian lấy mẫu: 0,5 ms.

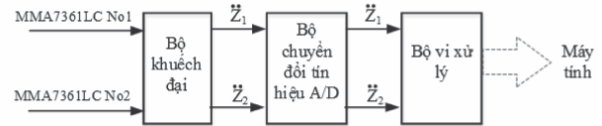


Hình 3. Cấu tạo cảm biến đo gia tốc

2.3.2. Bộ thu nhận và xử lý tín hiệu NI (National Instruments)

Bộ thu nhận và xử lý tín hiệu NI có nhiệm vụ tiếp nhận tín hiệu từ các cảm biến

gửi về khuếch đại chuyển đổi tín hiệu tương tự sang tín hiệu số và xử lý tín hiệu trước khi đưa vào phần mềm thí nghiệm trong máy tính. Sơ đồ khối bộ thu nhận và xử lý tín hiệu NI được mô tả như trên hình 4 [5].

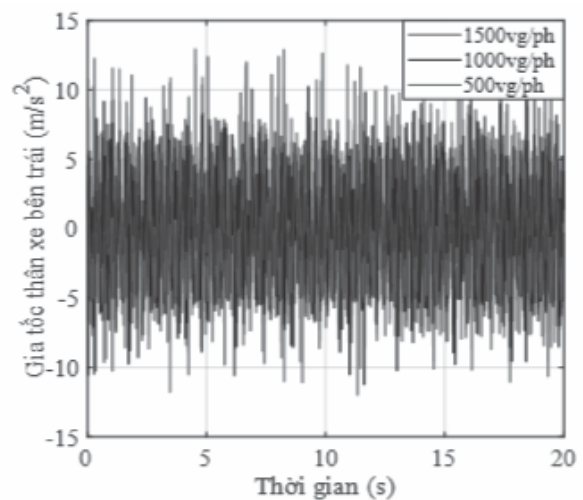


Hình 4. Sơ đồ khối bộ thu nhận và xử lý tín hiệu NI

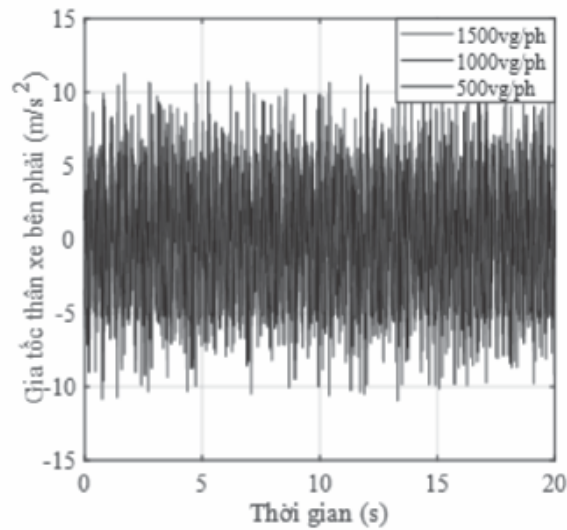
3. THÍ NGHIỆM VÀ KẾT QUẢ

Thí nghiệm được tiến hành trên bệ thử. Khi tiến hành thí nghiệm, nhóm nghiên cứu thay đổi tốc độ quay của motor tạo kích động mặt đường (tương ứng với trường hợp thay đổi tốc độ chuyển động của xe trên đường, tốc độ quay motor là 500, 1000, 1500 vg/ph), thí nghiệm với tải trọng của xe là 1250kg. Kết quả thí nghiệm đo được là giá trị gia tốc thẳng đứng thân xe đặt trên thân xe tại vị trí phía trên cầu xe phía bên trái và bên phải khi ô tô sử dụng hệ thống treo nhíp và hệ thống treo khí nén.

3.1. Khi ô tô sử dụng hệ thống treo nhíp



Hình 5. Gia tốc thân xe bên trái ($n = 500, 1000, 1500$ vg/ph)



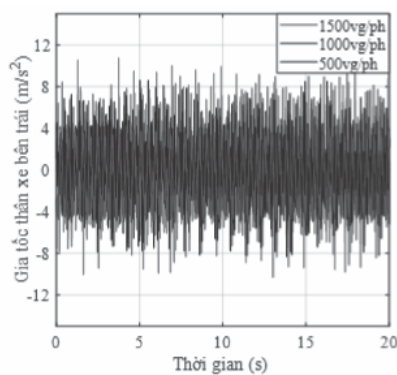
Hình 6. Gia tốc thân xe bên phải ($n = 500, 1000, 1500$ vg/ph)

Bảng 1. Giá trị gia tốc trung bình thân xe (RMS) khi sử dụng hệ thống treo nhíp

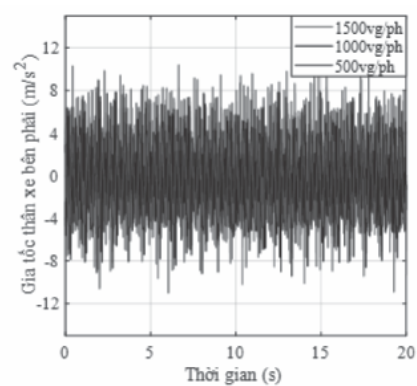
Tải trọng \ Tốc độ quay motor	Giá trị gia tốc trung bình thân xe (RMS) [m/s ²]					
	500 vòng/phút		1000 vòng/phút		1500 vòng/phút	
	Trái	Phải	Trái	Phải	Trái	Phải
1250 kg	3.08159	3.03313	3.14437	3.10245	3.59064	3.6505

Nhìn trên kết quả thí nghiệm có thể nhận thấy, khi có kích động từ mấp mô mặt đường sẽ sinh ra gia tốc thân xe. Giá trị gia tốc thẳng đứng thân xe đặt trên thân xe tại vị trí phía trên cầu xe phía bên trái và bên phải cực đại đều tăng khi tăng tần số kích động mặt đường (tăng tốc độ quay động cơ điện) lên khung xe.

3.2. Khi ô tô sử dụng hệ thống treo khí nén



Hình 7. Gia tốc thân xe bên trái ($n = 500, 1000, 1500$ vg/ph)



Hình 8. Gia tốc thân xe bên phải ($n = 500, 1000, 1500$ vg/ph)

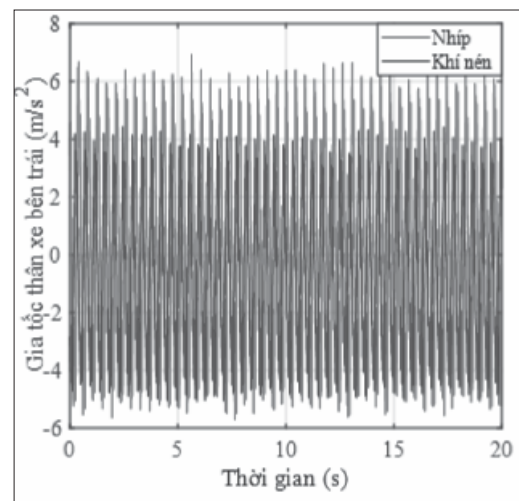
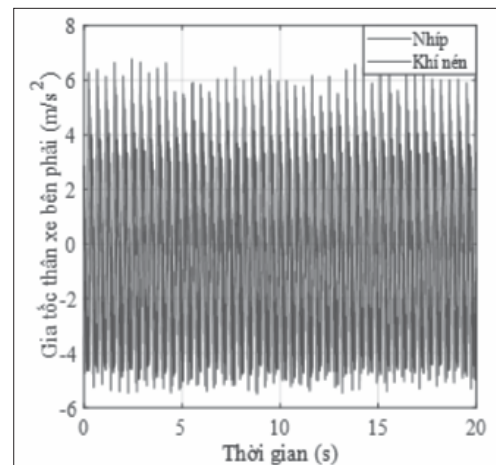
Bảng 2. Giá trị gia tốc trung bình thân xe (RMS) khi sử dụng hệ thống treo khí nén

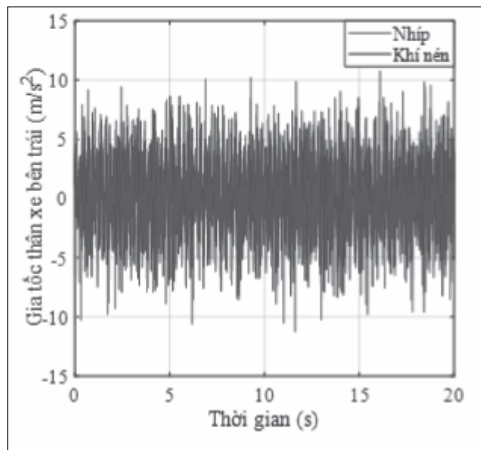
Tốc độ quay motor Tải trọng	Giá trị gia tốc trung bình thân xe (RMS) [m/s ²]					
	500 vòng/phút		1000 vòng/phút		1500 vòng/phút	
	Trái	Phải	Trái	Phải	Trái	Phải
1250 kg	2.37145	2.37003	2.60227	2.67158	3.03541	3.06059

Tương tự khi sử dụng hệ thống treo nhíp, khi thay thế bằng hệ thống treo khí nén thông qua kết quả thí nghiệm cho thấy, khi có kích động từ mấp mô mặt đường sẽ sinh ra gia tốc thân xe. Giá trị gia tốc thẳng đứng thân xe đặt trên thân xe tại vị trí phía trên cầu xe phía bên trái và bên phải cực đại đều tăng khi tăng tần số kích động mặt đường (tăng tốc độ quay động cơ điện) lên khung xe.

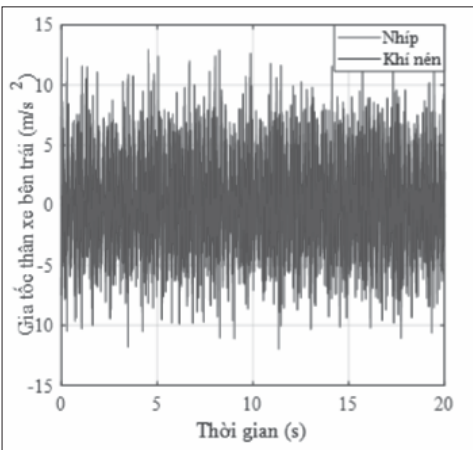
3.3. So sánh giá trị gia tốc thân xe khi sử dụng hệ thống treo khí nén so với hệ thống treo nhíp

Để đánh giá mức độ giảm gia tốc thân xe khi sử dụng hệ thống treo khí nén thay thế cho hệ thống treo nhíp, kết quả thí nghiệm xác định gia tốc thân xe phía bên trái và phải khi xe đầy tải được so sánh lại với nhau. Do điều kiện thí nghiệm là giống nhau, nhóm nghiên cứu sử dụng phương pháp chồng đồ thị để đánh giá sự tương đồng về quy luật và giá trị khi sử dụng hệ thống treo khí nén thay thế cho hệ thống treo nhíp. Ngoài ra, để đánh giá sai số, nhóm nghiên cứu so sánh các giá trị gia tốc trung bình thân xe nhằm đánh giá mức độ cải thiện giá trị gia tốc trung bình thân xe. Các kết quả so sánh trong từng trường hợp được thể hiện qua các đồ thị (hình 9-14) và bảng 3 như sau:

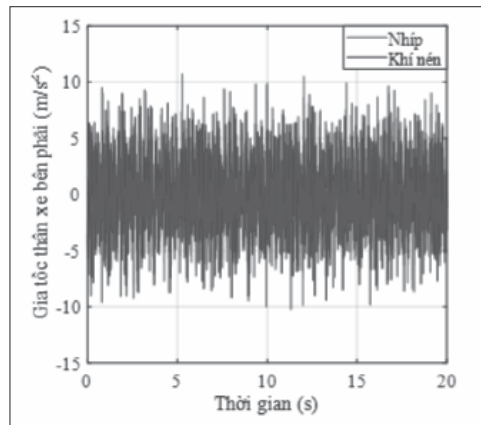

 Hình 9. Gia tốc thân xe bên trái ($n = 500$ vg/ph)

 Hình 10. Gia tốc thân xe bên phải ($n = 500$ vg/ph)



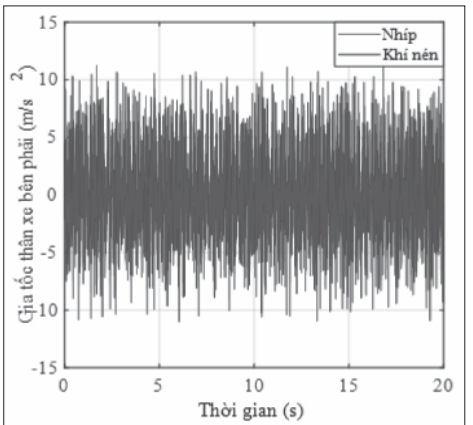
Hình 11. Gia tốc thân xe bên trái ($n = 1000$ vg/ph)



Hình 13. Gia tốc thân xe bên trái ($n = 1500$ vg/ph)



Hình 12. Gia tốc thân xe bên phải ($n = 1000$ vg/ph)



Hình 14. Gia tốc thân xe bên phải ($n = 1500$ vg/ph)

Bảng 3. So sánh kết quả xác định giá trị gia tốc thân xe khi đầy tải

	n = 500 vg/ph			n = 1000 vg/ph			n = 1500 vg/ph		
	Khí nén	Nhíp	Giảm [%]	Khí nén	Nhíp	Giảm [%]	Khí nén	Nhíp	Giảm [%]
Giá trị gia tốc trung bình thân xe bên trái (RMS) [m/s ²]	2,37	3,08	23,04	2,60	3,14	17,24	3,03	3,59	15,46
Giá trị gia tốc trung bình thân xe bên phải (RMS) [m/s ²]	2,37	3,03	21,86	2,67	3,10	13,88	3,06	3,65	16,16

So sánh kết quả thí nghiệm trên mô hình trong trường hợp khi đầy tải, có thể thấy rằng quy luật biến thiên giá trị gia tốc thẳng đứng thân xe bên trái và bên phải khi sử dụng hệ thống treo nhíp và hệ thống treo khí nén là giống nhau. Khi sử dụng hệ thống treo khí nén, mức độ cải thiện giá trị gia tốc trung bình thân xe khi thay đổi tần số kích động mặt đường (tốc độ quay động cơ điện) cho thấy giảm lớn nhất là 23,04% phía bên trái thân xe, tốc độ quay động cơ điện 500vg/ph; giảm nhỏ nhất là 13,88% phía bên phải thân xe, tốc độ quay động cơ điện 1000vg/ph. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm cho thấy khi sử dụng hệ thống treo khí nén thì gia tốc thân xe giảm xuống so với khi sử dụng hệ thống treo nhíp, điều đó cho thấy phù hợp với các công trình nghiên cứu [6, 7] đã công bố trước đây cũng như mô hình nghiên cứu là phù hợp và đảm bảo độ tin cậy.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã lựa chọn được phương pháp, thiết bị thí nghiệm và đã xây dựng được quy trình thí nghiệm phù hợp với điều kiện nghiên cứu ở Việt Nam và đã thực hiện thí nghiệm xác định được gia tốc theo phương thẳng đứng thân xe bên trái và bên phải khi sử dụng hệ thống treo khí nén thay thế cho hệ thống treo nhíp. Việc so sánh mức độ cải thiện giá trị gia tốc trung bình thân xe khi thay đổi tần số kích động mặt đường (tốc độ quay động cơ điện) cho thấy tại vị trí phía bên trái thân xe khi tốc độ quay động cơ điện 500vg/ph thì mức độ cải thiện là lớn nhất (23,04%). Tại vị trí phía bên phải thân xe khi tốc độ quay động cơ điện 1000vg/ph thì mức độ cải thiện là nhỏ nhất (13,88%).

Nghiên cứu này thực hiện trên mô hình chỉ thay đổi tốc độ quay động cơ tương ứng với thay đổi tốc độ chuyển động của ô tô khi di chuyển trên đường mà chưa giả lập để thay đổi độ mấp mô mặt đường (chiều cao mặt đường),

cảm biến sử dụng và bộ thu nhận và xử lý tín hiệu có độ chính xác chưa cao. Đây cũng chính là nhược điểm của nghiên cứu này. Do đó, cần có nghiên cứu tiếp theo trong việc thay đổi biên độ mấp mô mặt đường bằng cách thay đổi biên dạng cam tác động lên bộ tạo mấp mô mặt đường nhằm đánh giá kết quả thực tế hơn và sử dụng thiết bị có độ tin cậy cao hơn.

Lời cảm ơn:

Nghiên cứu này được thực hiện có sự hỗ trợ kinh phí từ đề tài nghiên cứu khoa học cấp, mã số: CB2023-15 T2017-PC-053 của Bộ Lao động Thương binh và Xã hội. ❖

Ngày nhận bài: **03/3/2024**

Ngày phản biện: **10/4/2024**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Vũ Thành Niêm; *Nghiên cứu hệ thống treo đoàn xe theo hướng giảm tải trọng động*, Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, 2021.
- [2]. Trần Phúc Hòa; *Nghiên cứu độ bền vỏ cầu chủ động ô tô tải nhỏ sản xuất, lắp ráp tại Việt Nam*, Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, 2017.
- [3]. Lương Văn Vượng; *Nghiên cứu độ bền khung sát xi xe chữa cháy rừng đa năng*, Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Lâm nghiệp, 2020.
- [4]. Nguyễn Tiến Tấn, Nguyễn Thanh Quang; *Xây dựng mô hình thí nghiệm dao động hệ thống truyền lực ô tô tải nhẹ*, Hội nghị Khoa học và Công nghệ toàn quốc về Cơ khí lần thứ V – VCME 2018.
- [5]. Nguyễn Thanh Tùng; *Nghiên cứu hiệu quả phanh trên đường có hệ số bám khác nhau của đoàn xe sơ mi rơ-móc làm cơ sở đề xuất giải pháp nhằm giảm thiểu tai nạn giao thông*, Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, 2016.
- [6]. Trương Mạnh Hùng; *Nghiên cứu dao động của ô tô khách có sử dụng hệ thống treo khí nén*, Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Giao thông Vận tải, 2017.
- [7]. Vũ Thành Niêm; *Nghiên cứu hệ thống treo đoàn xe theo hướng giảm tải trọng động*, Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, 2021.