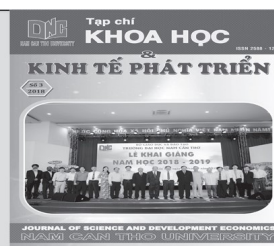




Tạp chí Khoa học và Kinh tế Phát triển
Trường Đại học Nam Cần Thơ

Website: jsde.nctu.edu.vn



Vật liệu mới trên ô tô hiện đại – lựa chọn vật liệu mới để thiết kế thân vỏ xe theo tiêu chí ồn rung

Nguyễn Thanh Quang^{1*}

¹Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Người chịu trách nhiệm bài viết: Nguyễn Thanh Quang (email: nguyenthanhquang@hau.edu.vn)

Ngày nhận bài: 30/10/2023

Ngày phản biện: 15/11/2023

Ngày duyệt đăng: 5/12/2023

Title: New material in modern automobile - selection of new materials for body design for noise and vibration

Keywords: modern automobile, new materials, noise, vibration

Từ khóa: ô tô hiện đại, ồn, rung, vật liệu mới

ABSTRACT

The trend of using vehicles is driven by their function, efficiency, and safety. The materials used in vehicle construction play a crucial role in achieving fuel economy and reducing vehicle size, while still ensuring necessary safety features. As the world's auto industry evolves, there is a growing focus on developing new materials, redesigning existing ones, and carefully selecting appropriate materials. This article explored the various materials used in classic, traditional, and modern vehicles, with a particular emphasis on their mechanical components. Additionally, it includes an illustrative calculation of vehicle noise and vibration, which involves a combination of steel plates and composites.

TÓM TẮT

Xu thế sử dụng ô tô là theo chức năng, hiệu quả và an toàn. Vật liệu chế tạo xe sẽ đóng góp tiết kiệm nhiên liệu, giảm khối lượng xe trong khi vẫn đảm bảo các tính năng an toàn cần thiết. Ngành công nghiệp ô tô thế giới thay đổi theo hướng phát triển các vật liệu mới, thiết kế lại vật liệu hiện có và lựa chọn vật liệu hợp lý. Bài viết này đã trình bày về vật liệu sử dụng trên các loại ô tô cổ điển, ô tô truyền thống và ô tô hiện đại, tập trung vào phần cơ khí. Một tính toán làm minh họa về rung ồn và độ cứng thân xe (NVH) liên quan đến một số vật liệu khác nhau từ thép tấm, vật liệu tổng hợp.

1. GIỚI THIỆU

Quá trình phát triển vật liệu trên ô tô có thể từ chiếc xe đầu tiên có khung xe bằng gỗ được



a) Chiếc xe khung thép đầu tiên

thay thế bằng khung thép chạy với tốc độ tối đa 10 dặm/giờ (khoảng 16 km/giờ) ổn định và mạnh mẽ (Hình 1).



b) Chiếc xe vỏ thép đầu tiên

Hình 1. Những chiếc xe khung thép và vỏ thép đầu tiên trên thế giới [11]

Thử nghiệm và chạm ô tô đã đưa ra tính năng an toàn với vùng không gian sống sót của hành khách và sử dụng thép cường độ cực cao (Hình 2), vùng hạn chế biến dạng bằng thép có hệ số đàn hồi cao và hợp kim Vanadium đáp ứng được yêu cầu đó. Ô tô hiện đại là sự kết hợp của các loại vật liệu trong đó có thép siêu bền hơn được kết hợp với vật liệu nhôm và sợi carbon.



Hình 2. Chiếc xe vỏ thép đầu tiên bị tai nạn

Giới hạn của báo cáo này tập trung vào vật liệu mới trên khung vỏ ô tô: Có thể nhận thấy rằng, khung vỏ ô tô nói chung (gồm ô tô truyền thống và ô tô hiện đại) được chế tạo từ nhiều vật

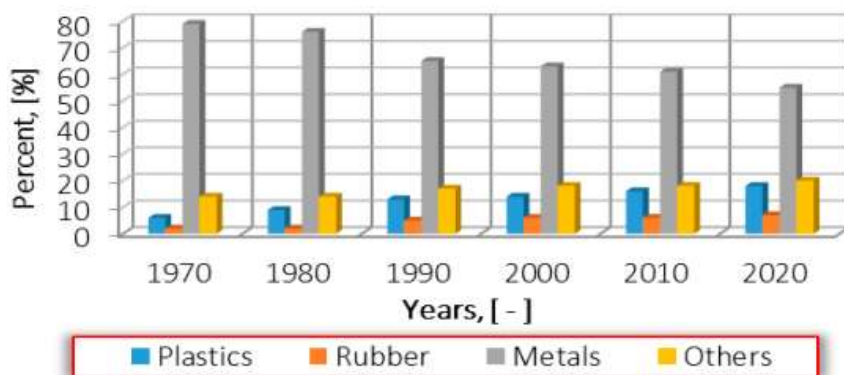
liệu khác nhau, trong đó những vật liệu chính là thép, nhôm, magiê, đồng, titanium, nhựa và sợi carbon. Việc lựa chọn tỷ lệ vật liệu chế tạo xe ô tô hiện đại cần đáp ứng những đặc điểm phù hợp với sự phát triển kinh tế xã hội và yêu cầu của khách hàng, thân thiện với con người, hình dáng ô tô có phong cách đổi mới, tốc độ chuyên động trung bình tăng, xe thân thiện với môi trường. Các vật liệu chế tạo xe được lựa chọn cần đảm bảo tính năng phù hợp với yêu cầu cụ thể của chi tiết. Có hai lý do chính khiến việc lựa chọn vật liệu là để thiết kế một sản phẩm hiện có để có hiệu suất tốt hơn, chi phí thấp hơn, tăng độ tin cậy và giảm trọng lượng và để chọn vật liệu cho một sản phẩm mới [1],[2]. Vật liệu composite, nhựa và polyme là một trong những lựa chọn thay thế được ưa chuộng rộng rãi để giảm trọng lượng của ô tô vì chúng có độ bền va đập cao, khả năng chống mốc dễ dàng, dễ cải thiện tính thẩm mỹ [3],[4],[5],[6]. Một số nghiên cứu thực nghiệm cho thấy khi giảm 10% trọng lượng xe thì lượng tiêu thụ nhiên liệu giảm 5-7% và tác động đến phát thải GHG từ vòng đời của xe (Bảng 1) [7].

Bảng 1. Tác động của vật liệu nhẹ đối với phát thải GHG từ vòng đời của xe

Powertrain	Internal combustion engine				
Car type (base)	Mid-size car				
Material	Conv. steel	Adv. steel	Al	Mg	CFRP
Potential weight saving (%) ¹	0	19%	30%	37%	37%
Estimated curb wt. (lb) ²	3370	2729	2359	2123	2123
Estimated Curb wt. (kg)	1528	1238	1070	1024	1024
\$/kg saved in vehicle weight ³	\$ –	+ \$0.50	+ \$5.00	+ \$6.50	+ \$10.00
Fuel Economy (MPG) ⁴	34.40	39.68	43.54	46.42	46.42
GHG Emissions (metric tons of CO2-eq)⁵					
Pre-manufacturing	4.29	4.29	5.51	13.13	13.13
Manufacturing	1.74	1.74	1.70	1.81	1.81
Use	69.77	60.49	55.12	51.70	51.70
End-of-life ⁶	-1.18	-1.18	-3.33	-10.00	0
Total LCA GHG (metric tons)	74.62	65.34	59	56.64	66.64
Percent Reduction	0	-12%	-21%	-24%	-11%

Tỷ lệ các vật liệu tổng hợp theo khối lượng trên một xe ô tô trung bình đã tăng từ 6% năm

1970 lên 16% năm 2010 và dự kiến sẽ đạt 18% năm 2020 (Hình 3) [8],[9].



Hình 3. Sự thay đổi tỷ lệ sử dụng vật liệu trên một xe ô tô

2. PHƯƠNG PHÁP

Bài viết này áp dụng phương pháp nghiên cứu định tính qua việc tổng hợp các tài liệu có liên quan.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Cơ sở khoa học lựa chọn vật liệu mới trên ô tô hiện đại

3.1.1 Yêu cầu của các vật liệu mới trên ô tô

Lựa chọn vật liệu cho xe là yếu tố đầu tiên và quan trọng nhất đối với thiết kế ô tô. Các

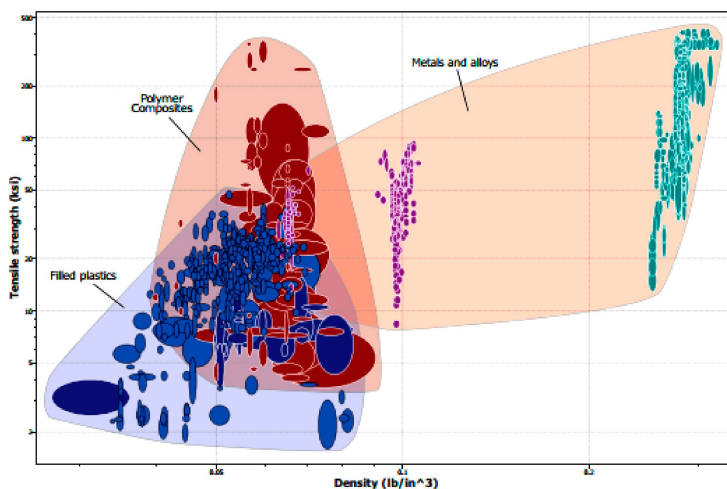
vật liệu cần phải đáp ứng một số tiêu chí về môi trường, tính an toàn và yêu cầu của khách hàng gồm:

- Trọng lượng nhẹ nhằm giảm tiêu thụ nhiên liệu tăng tính thân thiện với môi trường.
- Hiệu quả kinh tế nhằm giảm chi phí trong sản xuất và vận hành.
- An toàn, khả năng hấp thụ năng lượng từ tác động bên ngoài nhằm kiểm soát và tăng không gian sống sót cho hành khách.

- Khả năng sử dụng lại/ tái chế và vòng đời của chi tiết.

Độ bền và khối lượng riêng những đặc tính cơ bản của vật liệu. Nhiều chất dẻo và vật liệu tổng hợp polyme có mật độ thấp hơn đáng kể so

với kim loại và hợp kim trong khi độ bền vẫn đảm bảo và chi tiết nhẹ hơn nên việc lựa chọn vật liệu theo sự đồng hóa của ba loại vật liệu cơ bản và có thể tham khảo trên Hình 4.



Hình 4. Đặc tính lựa chọn vật liệu trên ô tô

3.1.2 Lựa chọn vật liệu chế tạo thân vỏ ô tô

Lựa chọn vật liệu chế tạo chi tiết ô tô được xác định dựa vào hiệu quả sử dụng vật liệu P trên một chiếc xe ô tô, nó là một hàm được xác định bằng công thức (1) [10].

$$P = f(F, G, M) \quad (1)$$

Trong đó F , G , M là những hàm số liên quan đến yêu cầu kết cấu xe trong đó có thông số tải trọng và hệ số độ bền chi tiết (F : Function carry load), thông số hình học (G : Geometry) của chi tiết và đặc tính vật liệu (M : Material properties). Do kết cấu xe là sự ghép nối phức tạp từ các chi tiết rời với nhau nên đa số các trường hợp đều có F , G , M độc lập nhau và tách rời theo công thức (2).

$$P_c = f_1(F) \times f_2(G) \times f_3(M) \quad (2)$$

Khi đó việc lựa chọn vật liệu sẽ giống nhau đối với tất cả các yêu cầu về kết cấu (F) và dạng hình học (G) của chi tiết và hiệu quả sử dụng vật liệu sẽ được tối ưu hóa theo thông số $f_3(M)$ phụ thuộc chính vào đặc tính vật liệu (M).

Thiết kế chi tiết theo tiêu chí nhẹ và độ bền uốn:

Thiết kế một tấm vỏ ô tô theo tiêu chí nhẹ và đảm bảo độ bền uốn khi chịu tải F , chiều dài tấm L , chiều rộng b , chiều dày d , khối lượng riêng ρ .

Khối lượng m_p của tấm phôi bất kỳ được xác định bởi công thức (3).

$$m_p = \rho \times b \times d \times L \quad (\text{kg}) \quad (3)$$

Độ bền uốn của tấm được xác định bởi công thức (4).

$$\sigma_f = \frac{3FL}{2bd^2} \quad (4)$$

Thay d từ (3) vào (4) cho tấm chế tạo chi tiết cụ thể ta có (5).

$$\sigma_f = \frac{3FL}{2b(m/dL)^2} = \frac{3FL}{2b} \left(\frac{\rho bL}{m} \right)^2 \quad (5)$$

Và nhận được khối lượng tấm tính theo độ bền uốn (6).

$$m = \sqrt{\frac{3FL^3b}{2}} \times \left(\frac{\rho}{\sigma_f^{1/2}} \right) = A_1 \times B_1 \quad (6)$$

A_1 Là hàm kích thước và là hàm điều kiện biên của tấm, B_1 Là hàm đặc tính vật liệu. Khi hiệu quả sử dụng vật liệu lớn nhất thì hàm số M_1 là nghịch đảo của B_1 thể hiện trong phương trình (7).

$$M_2 = \frac{\sigma_f^{1/2}}{\rho} \quad (7)$$

Thiết kế chi tiết theo tiêu chí độ cứng uốn:

Độ cứng uốn của tấm được xác định bằng công thức (8).

$$S = \frac{CEI}{L^3} \quad (8)$$

C là hằng số phụ thuộc vào sự phân bố tải trọng tập trung hay phân bố đều, E là mô đun đàn hồi vật liệu, I là mô men quán tính ($I = b \times d^3 / 12$).

Tương tự cách phân tích ở trên ta nhận được khối lượng tấm tính theo độ cứng uốn (9).

$$m = \sqrt[3]{\frac{125}{cb}} \times (bL^2) \times \left(\frac{\rho}{\sqrt[3]{E}} \right) = A_2 \times B_2 \times C_2 \quad (9)$$

A_2 là hàm điều kiện biên, B_2 Là hàm kích thước tấm, C_2 Là hàm đặc tính vật liệu. Khi hiệu quả sử dụng vật liệu lớn nhất thì hàm số M_2 là nghịch đảo của C_2 thể hiện trong phương trình (10).

$$M_2 = \frac{\sqrt[3]{E}}{\rho} \quad (10)$$

Thiết kế chi tiết theo những tiêu chí khác:

Tương tự ta xác định hàm số M theo những tiêu chí khác.

Bảng 2. Đặc tính các vật liệu chế tạo thân vỏ xe

	Structure Steel	Composite E/c-f,fb	Composite E/g-f, QI	Epoxy E-glass UD
Density (kg mm ⁻³)	7.850e-006	1.515e-006	1.904e-006	2.0e-006
Young's Modulus (MPa)	200000	60930	19970	X;Y;Z direction: 45000;10000;10000
Poisson's Ratio	0.3	7.616e-002	0.3065	XY;YZ;XZ direction:0.3;0.4;0.3
Tensile Yield Strength (MPa)	250	642.1	479.9	X;Y;Z direction:1100;35;35
Tensile Ultimate Strength (MPa)	460	642.1	479.9	X;Y;Z direction:1100;35;35

M_3 theo chi phí thiết kế thấp với hệ số C_m giá thành /kg vật liệu (11).

$$M_3 = \frac{\sqrt{\sigma_f}}{\rho C_m} \quad (11)$$

M_4 theo hệ số chi phí thấp năng lượng q và độ bền uốn (12).

$$M_4 = \frac{\sqrt{\sigma_f}}{q\rho} \quad (12)$$

M_5 theo hệ số chi phí thấp năng lượng q và độ cứng uốn (13).

$$M_4 = \frac{\sqrt[3]{E}}{q\rho} \quad (13)$$

M_6 theo hệ số chi phí thiết kế thấp với hệ số C_m giá thành /kg vật liệu (14).

$$M_4 = \frac{\sqrt[3]{E}}{\rho C_m} \quad (14)$$

Các vật liệu mới được lựa chọn chế tạo thân vỏ ô tô:

Việc lựa chọn vật liệu mới chế tạo các chi tiết thân vỏ ô tô cần tối ưu theo các hệ số thiết kế đảm bảo hiệu suất sử dụng vật liệu. Các chỉ số chính về đặc tính vật liệu gồm chỉ tiêu độ bền σ , mô đun đàn hồi E và khối lượng riêng ρ . Những vật liệu chính được chọn cho chế tạo thân vỏ xe gồm có thép tấm và các loại vật liệu tổng hợp (composite) nêu trong Bảng 2.

3.2 Công nghệ chế tạo vật liệu composites dùng cho ô tô

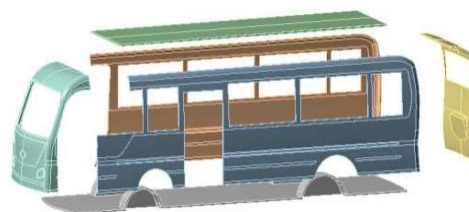
Vật liệu composite có triển vọng ứng dụng trong nhiều lĩnh vực sản xuất và trên ô tô, tàu hỏa; thay thế hàng ngoại nhập với giá thành chỉ dao động từ 250-300 nghìn/m² (sản phẩm nhập ngoại giá khoảng 1 - 1,5 triệu/m²). Trong nước đã có những nghiên cứu công nghệ ban đầu đạt được kết quả khả quan.

Võ Thành Phong (Viện khoa học Vật liệu) đã nghiên cứu, chế tạo vật liệu composite có chứa tổ hợp chất chống cháy trên cơ sở hợp chất chứa brom (Br) và photpho (P). Vật liệu chứa hỗn hợp 2% P và 6% Br cho tính chất cơ lý tốt nhất, đạt mức tự dập lửa cao, hàm lượng phụ gia chống cháy không ảnh hưởng đến độ bền axit của vật liệu.

Đoàn Thị Thu Loan (Đại học Đà Nẵng) chế tạo vật liệu composite từ nhựa vinyl este và sợi đay. Để tăng độ kết dính, xử lý bề mặt sợi bằng dung dịch kiềm; kết hợp kiềm với dung dịch isocyanate, đồng thời, áp dụng phương pháp gia công “Đúc chuyển nhựa dưới chân không”, giảm đáng kể lượng bọt khí trong sản phẩm và tăng sự tiếp xúc giữa nhựa và sợi.



a) Xe bus 29 chỗ ngồi



b) Cấu trúc 6 mảng thân xe

Hình 5. Cấu trúc các mảng của thân xe bus

Giả thiết rằng các tấm kim loại, khung xương và kính cùng gioăng kính được ghép cứng với nhau và không chịu ảnh hưởng của các cụm phụ trợ trong nội thất xe như các tấm ốp, trang bị của thành trong, trần xe, ghế ngồi và nội thất. Vỏ xe là một kết cấu hệ vật rắn (rigid body) theo định luật Lagrange II.

Nguyễn Vũ Giang (Viện Kỹ thuật nhiệt đới, Viện KH-CN Việt Nam) đã chế tạo vật liệu composite trên cơ sở nhựa polyefin và bột gỗ, ứng dụng làm vật liệu xây dựng, kiến trúc nội - ngoại thất” trên cơ sở cải tiến trên công nghệ của Đức. Khi bột gỗ chưa được xử lý trước, nên khả năng tương tác với nền nhựa chưa tốt, sản phẩm vẫn có độ hút nước cao. Nếu sử dụng phương pháp truyền thống (ép sâu, tạo lớp liên tục...), chỉ chế tạo được các vật liệu có hình dạng đơn giản, không chế tạo được các vật liệu có các hình dạng phức tạp: Mặt cong, độ rỗng, chi tiết phụ tùng ô tô.

3.3 Kết quả ứng dụng

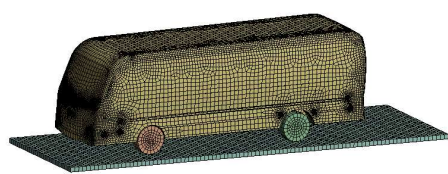
3.3.1 Phân tích mô hình phần tử hữu hạn vỏ xe

Xe bus được lựa chọn ứng dụng loại 29 chỗ (Hình 5a). Cấu trúc vỏ xe bus thông thường gồm 6 mảng sàn, nóc, sườn bên trái, sườn bên phải, trước và sau xe ghép với nhau bằng kết cấu hàn thành một khối hình hộp cứng. Các thanh tiết diện ngang hộp hoặc chữ L làm khung xương. Trên vỏ xe còn có các tấm kính và các gioăng cao su (Hình 5b).

Phương trình phần tử hữu hạn (PTHH) cấu trúc thân xe theo phương trình (15).

$$[M]\{\ddot{x}\} + [C]\{\dot{x}\} + [K]\{x\} = \{F\} \quad (15)$$

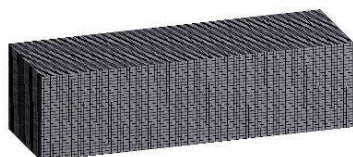
[M], [C], [K] là các ma trận khối lượng, ma trận cản, ma trận độ cứng của kết cấu, {F} là véc tơ lực tác dụng, {x} là véc tơ chuyển vị.



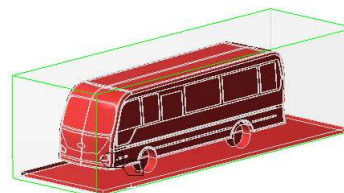
a) Chia lưới kết cấu xe



b) Khối không khí bên trong khoang xe



c) Chia lưới miền không khí



d) Miền không khí bên ngoài khoang xe

Hình 6. Chia lưới cấu trúc thân xe và các miền khảo sát trên xe bus

Chia lưới mô hình thân xe nhận được số các phần tử bằng số phần tử trong các ma trận và véc tơ của phương trình. Trên mô hình có hai miền là miền cấu trúc vỏ xe hình 6a và miền không khí bên trong khoang xe được khép kín bởi vỏ xe hình 6b và miền không khí bên ngoài xung quanh xe (Hình 6c,d).

Khối không khí bên trong khoang xe có thể tích 33 m³ với các kích thước của xe (chiều

dài Dx là 7.5 mét, chiều rộng Ry là 2 mét và chiều cao Cz là 2.2 mét). Khảo sát khối không khí bên ngoài xung quanh xe có kích thước hình khối chữ nhật có kích thước bằng 1,5 lần kích thước theo các chiều vỏ xe. Lựa chọn này là tùy ý và phụ thuộc vào năng lực của máy tính. Số lượng nút và phần tử của mô hình nêu trong Bảng 3.

Bảng 3. Số lượng nút và phần tử của mô hình khảo sát

	Element size (mm)	Số nút/Nodes	Số phần tử/Elements
Xe (Body Structure)	10	54597	51583
Mặt đường (Concrete)	50.5	21470	2976
Enclosure (Air box)	55.2	386941	92392
Tổng cộng		463008	146951

Vật liệu chế tạo thân xe ban đầu là các tấm mỏng kim loại dày 1.0 mm. Các vật liệu lựa chọn thay thế là ba loại vật liệu tổng hợp (1) Composite, Epoxy/carbon fiber, resin infused fabric, biaxial (viết tắt là Composite, E/c-f, nd); (2) Composite, Epoxy/glass fiber, UD prepreg, QI (Composite, E/g-f, QI); (3) Epoxy E-glass UD là vật liệu đa hướng.

3.3.2 Tần số dao động riêng của vỏ xe

Xét vỏ xe dao động cùng khối không khí bên trong khoang xe. Tần số dao động riêng của vỏ xe được tính gần đúng bằng công thức (16).

$$f_{mnl} = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\left(\frac{m\pi}{Dx}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{Ry}\right)^2 + \left(\frac{l\pi}{Cz}\right)^2} \quad (16)$$

c là vận tốc âm trong khối không khí; m,n,l là các số nguyên; Dx,Ry,Cz kích thước khối không khí khoang xe.

Số tần số dao động riêng (số mode) k được xác định bởi công thức (4.3), ở đó với λ là bước

sóng của dao động được tính bởi công thức (17) với ω là tần số dao động riêng.

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \tag{17}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2\pi c}{\omega} \tag{18}$$

Đánh giá chất lượng của xe theo tiêu chí dao động bằng cảm nhận của khách hàng luôn là vấn đề cần thiết và cần có định lượng cụ thể. Những

tần số dao động trong dây dưới 100 Hz được đánh giá bằng cường độ dao động, trên 100 Hz tới hàng ngàn Hz (10.0 KHz) được coi là âm thanh to có cường độ sắc nét. Việc xét dây tần số nào sẽ theo tiêu chí vùng miền của khách hàng nơi đó, ta sẽ khảo sát xe Bus County trong dây tần số từ 0 đến 1500 Hz và nhận được số dạng dao động khác nhau theo từng loại vật liệu làm vỏ xe đã nêu ở trên. Số lượng modes shape của kết cấu nêu trong Bảng 4.

Bảng 4. Số modes shape của vỏ xe theo loại vật liệu

	Structure Steel	Composite, E/c-f,fb	Composite, E/g-f, QI	Epoxy E-glass UD
Mode shape	600	650	1000	1000
Tần số dao động riêng lớn nhất (Hz)	1500	1500	1500	1500

Từ đây sẽ xác định vùng tần số cộng hưởng khi tần số lực kích thích gần hoặc đúng với tần số dao động riêng này.

3.3.3 Rung ồn của vỏ xe

Phương trình PTHH trong miền chất lỏng là khối không khí bên trong xe (với ồn trong) và khối không khí bên ngoài xung quanh xe (với ồn ngoài) theo (19).

$$M_p \ddot{P} + B_p \dot{P} + K_p P - A \ddot{u} = S_p \tag{19}$$

Ở đó, M_p , B_p , K_p , S_p là các ma trận khối lượng, ma trận đàn hồi, ma trận độ cứng và véc tơ nguồn của miền chất lỏng. Ma trận A là ma trận giao diện (interface), u (hai chấm) là gia tốc của lưới cấu trúc tại giao diện (gradient áp suất tại giao diện sẽ bị ảnh hưởng bởi gia tốc của các nút cấu trúc).

Phương trình phần tử hữu hạn rung ồn trong miền cấu trúc của vỏ xe theo (20)

$$M_s \ddot{u} + B_s \dot{u} + K_s u + A^T P = S_s \tag{20}$$

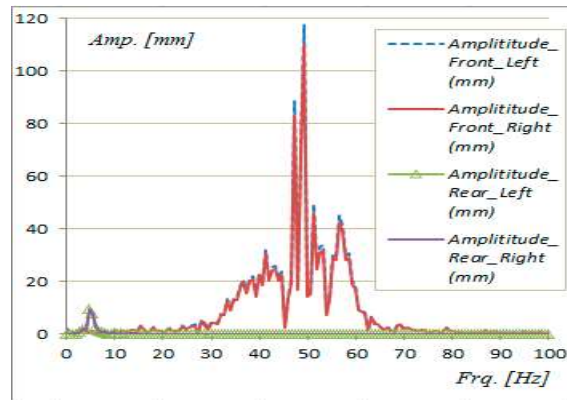
Ở đó, tương tự miền chất lỏng, AT là ma trận chuyển vị - bị ảnh hưởng bởi các thông số của vật liệu và u (hai chấm) là áp suất chất lỏng – khối không khí lên bề mặt giao diện – interface cấu trúc vỏ xe (dịch chuyển, vận tốc, gia tốc của các nút cấu trúc sẽ bị ảnh hưởng bởi áp suất của các nút chất lỏng). Tập hợp lại cho cả miền không khí và miền cấu trúc vỏ xe ta nhận được phương trình PTHH (21) với biến đầu vào là các thông số của loại vật liệu cấu trúc vỏ xe.

$$\begin{bmatrix} M_s & 0 \\ -A & M_p \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{u} \\ \ddot{P} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B_s & 0 \\ 0 & B_p \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{u} \\ \dot{P} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} K_s & A^T \\ 0 & K_p \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_s \\ S_p \end{bmatrix} \tag{21}$$

Giải các phương trình bằng phương pháp mô phỏng số PTHH trong phần mềm Ansys Workbench 19R1.

3.3.4 Rung xe trên đường

Khi xe trên đường có các lực kích thích từ mặt đường lên các lốp và lên 4 điểm sát xi (Hình 6).



Hình 7. Tổng hợp Road Reaction Force

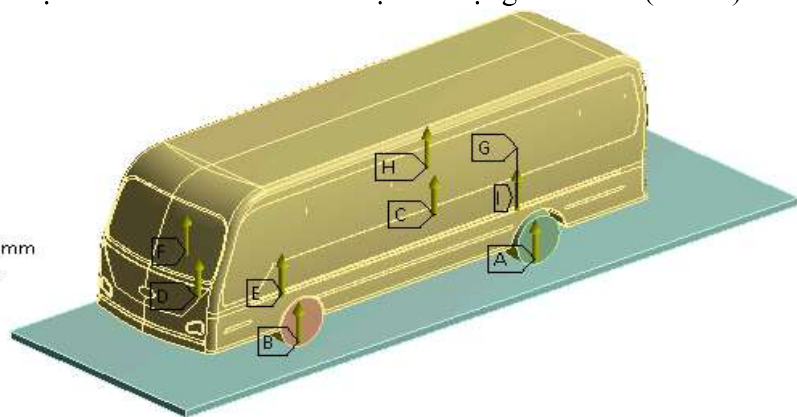
Mô hình đặt lực lên xe trên đường nêu trong Hình 7 Các điểm A,B,C,D là các điểm lực tác

dụng từ mặt đường lên lốp. Các điểm E,F,G,H là các điểm lực tác dụng lên sắt xi (sàn xe).

A: Dao động xe bus

Harmonic Response
Frequency: 0. Hz
6/21/2020 3:00 PM

- A** Bxe sau trái: (Real) 0.34974, (Imag) 0. mm
- B** Bxe trước trái: (Real) 1.9367, (Imag) 0. mm
- C** Bxe sau phải: (Real) 0.18907, (Imag) 0. mm
- D** Bxe trước phải: (Real) 1.5522, (Imag) 0. mm
- E** On chassis trước trái: (Real) 1.0056e-009, (Imag) 0. mm
- F** On chassis trước phải: (Real) 2.0947, (Imag) 0. mm
- G** On chassis sau trái: (Real) 0.55008, (Imag) 0. mm
- H** On chassis sau phải: (Real) 1.9591, (Imag) 0. mm
- I** Fixed Support

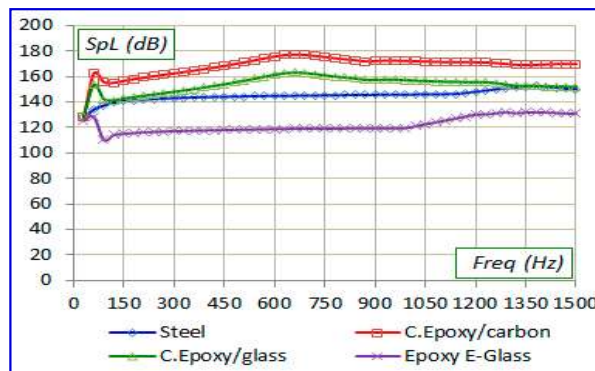


Hình 8. Mô hình đặt lực xe trên đường

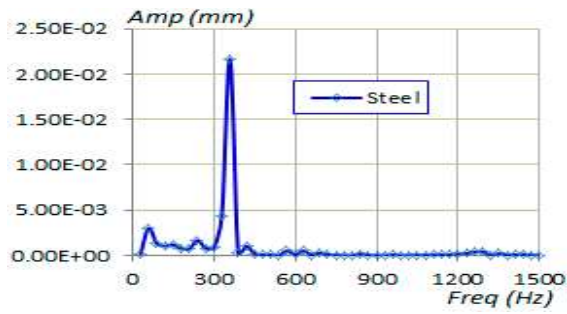
3.4 Thảo luận

Các kết quả khảo sát ồn trong, nhìn trực quan trong mặt phẳng dọc qua trọng tâm xe với 20 hình ảnh phổ màu tương ứng từng 50 Hz của phạm vi từ 50 đến 1500 Hz, phân bố mức

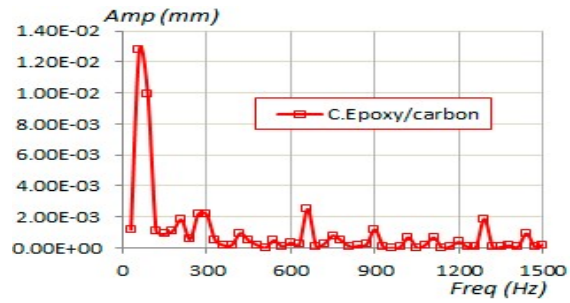
ồn trong khoang xe (dB) nêu trong Hình 9. Tương tự cũng lấy được mức áp âm (dBA) phục vụ thí nghiệm kiểm chứng đo trên những thiết bị mức dBA.



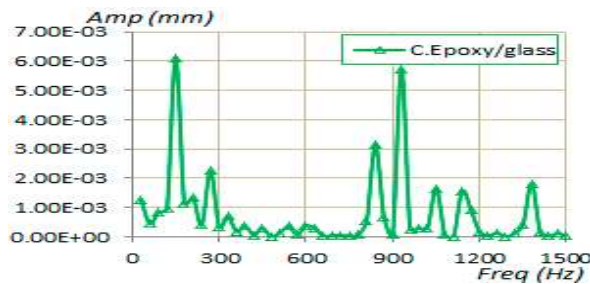
Hình 9. Mức áp âm Sound Pressure Level – SPL (dB) của xe tương ứng 4 loại vật liệu



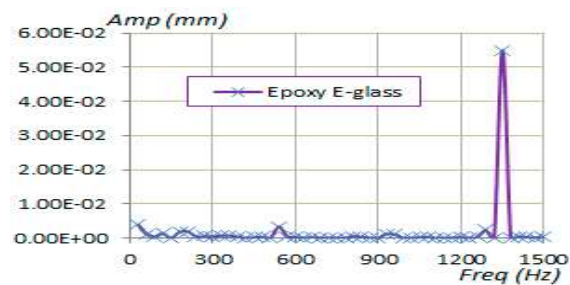
Biên độ dao động vỏ xe vật liệu thép tấm



Biên độ dao động vỏ xe vật liệu C.Epoxy/carbon



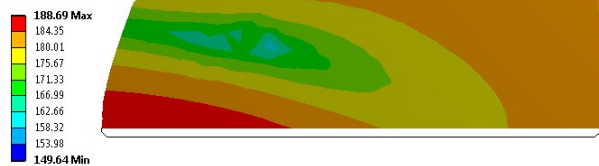
Biên độ dao động vỏ xe vật liệu C.Epoxy/glass



Biên độ dao động vỏ xe vật liệu Epoxy/glass

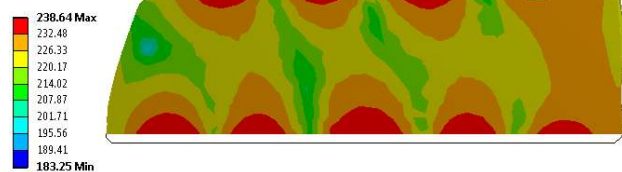
Hình 10. Biên độ dao động thân xe theo phương thẳng đứng Y

C: On đo công huong Reaction Forces on chassis
Sound Pressure Level - 50. Hz
Type: Sound Pressure Level
Frequency: 50. Hz
Amplitude
Unit: dB
6/9/2020 2:34 PM



Mức ồn ở tần số 50 Hz

C: On đo công huong Reaction Forces on chassis
Sound Pressure Level - 1000. Hz
Type: Sound Pressure Level
Frequency: 1000. Hz
Amplitude
Unit: dB
6/9/2020 3:12 PM



Mức ồn ở tần số 1000 Hz

Hình 11. Hình ảnh phổ màu phân bố mức ồn trong khoang xe (dB)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Thanh Quang (2008). *Sổ tay linh kiện phụ tùng ô tô tải thông dụng*, NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội. ISBN 978-604-670-1530

[2] Macino, M.A. (1971). *Abtomobile materials*. NXB Transport Mockva. ISBN 629.113.004.67.002.3 (031)

[3] Rafael Nunes, R. (1990). *ASM Handbook*, Volume 2 Properties and Selection:

Nonferrous Alloys and Special – Purpose Materials, ASM International, Handbook Committee, ISBN 0-87170-378-5 (v.2). United States of America.

[4] Njuguna, J. (2016). *Lightweight Composite Structures in Transport: Design, Manufacturing, Analysis and Performance*, ISBN: 978-1-78242-325-6 (print), ISBN: 978-1-78242-343-0 (online), Woodhead

- Publishing Series in Composites Science and Engineering: Number 67, 2016, Elsevier.
- [5] Jones, R.M. (1999). *Mechanics of composite materials*, Second edition, ISBN-1-56032-712-1. Taylor & Francis, Inc.
- [6] Kaw, A.K. (2006). *Mechanical of Composite Materials*, Second Edition, ISBN 978-0-8493-1343-1. Taylor & francis, inc.
- [7] Mayyas, A.T. and Omar, M. (2019). *Eco-Material Selection for Lightweight Vehicle Design*, DOI: 10.5772/intechopen.88372. <https://www.intechopen.com/books/energy-efficiency-and-sustainable-lighting-a-bet-for-the-future/eco-material-selection-for-lightweight-vehicle-design>.
- [8] Todor, M.P., & Kiss, I. (2016). Systematic approach on materials selection in the automotive industry for making vehicles lighter, safer and more fuel-efficient. *Applied Engineering Letters*, e-ISSN: 2466-4847, 2016, Vol. 1, No 4, 91-97.
- [9] Miller, L., Soulliere, K., Sawyer-Beaulieu, Tseng, S., & Tam, E. (2014). Challenges and alternatives to plastics recycling in the automotive sector. *Materials*, 7(8). DOI: 10.3390/ma7085883, pp.5883–5902.
- [10] Ashby, M.F. (2010). *Materials Selection in Mechanical Design*, Fourth edition. ISBN: 9781856176637, eBook ISBN: 9780080952239. Butterworth-Heinemann Publication.
- [11] <http://nmm.com.mx/automotive-steel-history-and-the-future-of-automobile-making/>.