

# GIỚI THIỆU MỘT SỐ ỨNG DỤNG COMPOSITE TRONG LĨNH VỰC CƠ KHÍ Ô TÔ

INTRODUCING SOME COMPOSITE APPLICATIONS IN THE AUTOMOTIVE AREA

TS. Hoàng Văn Thành  
Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

## TÓM TẮT

*Lĩnh vực ô tô đang trải qua một sự phát triển mạnh mẽ, đòi hỏi phải giảm trọng lượng của phương tiện nhằm giảm thiểu tiêu thụ năng lượng. Vật liệu composite có tỷ lệ độ bền trên trọng lượng tốt hơn là một trong những lựa chọn tốt nhất để lập kế hoạch, thiết kế và sản xuất các bộ phận nhẹ. Bài báo này trình bày xem xét các tính chất, phân tích ưu nhược điểm và ứng dụng của các loại vật liệu composite khác nhau vào lĩnh vực ô tô.*

**Từ khóa:** *Vật liệu composite; Giảm trọng lượng; Lĩnh vực ô tô.*

## ABSTRACT

*The automotive sector is experiencing a strong development that requires reducing the weight of vehicles to minimise energy consumption. Composite materials with better strength-to-weight ratios are one of the best options for planning, designing and manufacturing lightweight parts. This paper reviews the properties, analysis of advantages and disadvantages, and applications of different types of composite materials in the automotive area.*

**Keywords:** *Composite materials; Reducing the weight; Automotive area.*

## 1. GIỚI THIỆU VỀ VẬT LIỆU COMPOSITE

Vật liệu composite một ngày nào đó có thể có lợi thế lớn hơn thép trong sản xuất ô tô. Vật liệu tổng hợp đang được coi là tạo ra những chiếc xe nhẹ hơn, an toàn hơn và tiết kiệm nhiên liệu hơn. Vật liệu composite bao gồm sợi cường độ cao như sợi carbon hoặc thủy tinh và vật liệu nền khi kết hợp lại sẽ mang lại tính chất cao hơn hẳn so với bản thân các vật liệu riêng lẻ. Vật liệu tổng hợp sợi carbon nặng khoảng 1/5 so với thép, nhưng tốt hoặc tốt hơn về độ cứng và độ bền theo báo cáo của Đại học Utah-Mỹ [1].

Pha nền là pha liên tục như thường là polymer, kim loại, ceramic [1-3]. Polymer có độ bền và độ cứng thấp, ngược lại thì kim loại có độ bền và độ cứng trung bình nhưng tính kéo sợi cao; còn ceramic có độ bền và độ cứng cao nhưng lại giòn, dễ gãy. Vật liệu nền có chức năng duy trì các sợi trong không gian và hướng thích hợp, sau đó bảo vệ chúng trước môi trường và sự ăn mòn. Với các composite nền ceramic, mục đích làm tăng độ bền được ưu tiên hơn so với độ cứng do đó sự liên kết bề mặt thấp được mong muốn. Loại và số lượng của chất gia cường quyết định các tính chất cuối cùng của vật liệu composite. Composite cấu tạo

từ loại sợi nào thường sẽ mang tên loại sợi đó [4]. Ví dụ: composite carbon (với sợi carbon); composite thủy tinh (với sợi thủy tinh), v.v... Bảng 1 thể hiện tính chất đơn trục của vật liệu composite dạng đơn trục như trong tài liệu của K. Kaw [3].

*Bảng 1. Tính chất cơ học đơn trục của vật liệu composite [3]*

| Property                                       | Symbol              | Units                          | Glass/<br>epoxy | Boron/<br>epoxy | Graphite/<br>epoxy |
|------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| Fiber volume fraction                          | $V_f$               |                                | 0.45            | 0.50            | 0.70               |
| Longitudinal elastic modulus                   | $E_1$               | GPa                            | 38.6            | 204             | 181                |
| Transverse elastic modulus                     | $E_2$               | GPa                            | 8.27            | 18.50           | 10.30              |
| Major Poisson's ratio                          | $\nu_{12}$          |                                | 0.26            | 0.23            | 0.28               |
| Shear modulus                                  | $G_{12}$            | GPa                            | 4.14            | 5.59            | 7.17               |
| Ultimate longitudinal tensile strength         | $(\sigma_1)_{ult}$  | MPa                            | 1062            | 1260            | 1500               |
| Ultimate longitudinal compressive strength     | $(\sigma_1)_{ult}$  | MPa                            | 610             | 2500            | 1500               |
| Ultimate transverse tensile strength           | $(\sigma_2)_{ult}$  | MPa                            | 31              | 61              | 40                 |
| Ultimate transverse compressive strength       | $(\sigma_2)_{ult}$  | MPa                            | 118             | 202             | 246                |
| Ultimate in-plane shear strength               | $(\tau_{12})_{ult}$ | MPa                            | 72              | 67              | 68                 |
| Longitudinal coefficient of thermal expansion  | $\alpha_1$          | $\mu\text{m/m}/^\circ\text{C}$ | 8.6             | 6.1             | 0.02               |
| Transverse coefficient of thermal expansion    | $\alpha_2$          | $\mu\text{m/m}/^\circ\text{C}$ | 22.1            | 30.3            | 22.5               |
| Longitudinal coefficient of moisture expansion | $\beta_1$           | $\text{m/m/kg/kg}$             | 0.00            | 0.00            | 0.00               |
| Transverse coefficient of moisture expansion   | $\beta_2$           | $\text{m/m/kg/kg}$             | 0.60            | 0.60            | 0.60               |

## 2. MỘT SỐ ƯU ĐIỂM CỦA VẬT LIỆU COMPOSITE KHI ỨNG DỤNG CHO LĨNH VỰC CƠ KHÍ Ô TÔ

### 2.1. Độ cứng, độ bền và chống ăn mòn

Bảng 1 cho thấy các tính chất đơn hướng của của vật liệu composite cốt sợi thủy tinh và sợi các bon. Từ bảng này cho thấy theo phương chính thì vật liệu composite có cường độ cao hơn thép nhiều và một ưu điểm nữa nó rất nhẹ. Vật liệu composite có thể mang lại độ cứng và độ bền cao, cho phép các nhà sản xuất thiết kế các bộ phận vừa nhẹ vừa có khả năng chịu được áp lực cơ học. Điều này rất quan trọng để đảm bảo an toàn và hiệu suất ở những khu vực quan trọng của xe.

Không giống như các kim loại truyền thống như thép, vật liệu composite thường có khả năng chống ăn mòn. Đặc tính này làm tăng tuổi thọ của các bộ phận và giảm yêu cầu bảo trì.

### 2.2. Khả năng chống va chạm và giảm rung

Nghiên cứu của Adams [1, 5] tập trung vào cơ học của vật liệu composite dạng sandwich được tạo ra bằng cách gắn hai tấm mặt composite mỏng vào lõi dày, mật độ thấp của gỗ balsa hoặc xốp. Vật liệu composite dạng sandwich được quan tâm cho các ứng dụng sản và mái ô tô. Gần hai thập kỷ trước, Adams đã bắt đầu nghiên cứu cách chế tạo vật liệu sandwich có khả năng “chịu hư hỏng” cao hơn, trong đó cấu trúc vẫn có thể đáp ứng các yêu cầu về tải trọng sau khi đã chịu một số loại hư hỏng ban đầu. Với thiết kế phù hợp, Adams cho biết vật liệu tổng hợp có thể đáp ứng hoặc thậm chí vượt quá yêu cầu an toàn trong một vụ va chạm vì chúng có thể được thiết kế để hấp thụ nhiều năng lượng hơn đáng kể so với kim loại kim loại truyền thống khi bị nghiền nát. Thiết kế bánh sandwich đầu tiên mà Adams và các học trò của ông thực hiện cách đây vài năm đã được đưa vào Chevrolet Corvette [1]. Vật liệu tổng hợp có thể làm giảm rung động và tiếng ồn hiệu quả hơn các vật liệu truyền thống, giúp cải thiện chất lượng lái và giảm độ ồn bên trong.

### 2.3. Giảm trọng lượng

Một trong những lợi ích chính của vật liệu composite là tỷ lệ cường độ trên trọng lượng cao. Bằng cách sử dụng vật liệu tổng hợp, các nhà sản xuất có thể tạo ra các bộ phận nhẹ giúp duy trì tính toàn vẹn của cấu trúc, giúp giảm trọng lượng xe. Một chiếc xe nhẹ hơn cần ít năng lượng hơn để vận hành, nâng cao hiệu quả sử dụng nhiên liệu và giảm lượng khí thải.

## 2.4. Tiết kiệm nhiên liệu

Xe nhẹ hơn tiêu thụ ít nhiên liệu hơn do trọng lượng tổng thể giảm. Điều này đặc biệt quan trọng trong việc ngành công nghiệp ô tô theo đuổi việc đáp ứng các tiêu chuẩn khí thải và tiết kiệm nhiên liệu nghiêm ngặt hơn.

## 2.5. Tính linh hoạt trong thiết kế

Vật liệu composite có thể được đúc thành các hình dạng phức tạp và phù hợp với các yêu cầu cụ thể. Tính linh hoạt này cho phép các nhà thiết kế tối ưu hóa các thành phần cả về chức năng và thẩm mỹ.

## 2.6. Giảm chi phí cho vật liệu tổng hợp ô tô

Chi phí sản xuất là một vấn đề quan trọng trong sản xuất ô tô, bao gồm việc tính toán các chi phí liên quan đến toàn bộ vòng đời của ô tô, bao gồm chi phí sản xuất, vận hành và thanh lý. Tính theo pound, chi phí vật liệu của vật liệu tổng hợp sợi carbon cao hơn thép ít nhất 20 lần và ngành công nghiệp ô tô khó có thể sử dụng chúng cho đến khi giá sợi carbon giảm đáng kể [1]. Nguyên liệu thô, năng lượng cần thiết để nung nóng để tạo ra sợi và các thiết bị cần thiết đều góp phần làm tăng chi phí. Kết quả là vật liệu tổng hợp sợi carbon vẫn chưa thể cạnh tranh kinh tế với thép trong ngành công nghiệp ô tô. Adams cho biết: “Việc phát triển sợi carbon chi phí thấp là một lĩnh vực nghiên cứu tích cực có nhiều hứa hẹn”. Ngoài ra, việc phát triển các phương pháp sản xuất chi phí thấp cho vật liệu tổng hợp ô tô cũng đang nhận được rất nhiều sự chú ý. Có những cách sản xuất phụ tùng ô tô composite ít tốn kém hơn cũng làm giảm số lượng khớp nối và ốc vít.

## 3. ỨNG DỤNG VÀO CƠ KHÍ Ô TÔ

Vật liệu composite đã được ứng dụng trong ngành công nghiệp ô tô. Các quy định

của Chính phủ tại Hoa Kỳ và châu Âu tiếp tục yêu cầu các quy định hạn chế chặt chẽ hơn về lượng phát thải phương tiện [6]. Để đáp ứng những yêu cầu này, các nhà sản xuất ô tô ngày càng chuyển sang sử dụng các công nghệ mới. Trong số đó có những vật liệu nhẹ như nhựa và vật liệu tổng hợp. Khi thấy rằng khi tiêu chuẩn tiết kiệm nhiên liệu tăng lên, tổng khối lượng xe và hàm lượng thép giảm xuống và được thay thế bằng vật liệu composite. Nhìn chung, lĩnh vực cảng vận tải chiếm khoảng 25% sản lượng sợi thủy tinh trên toàn thế giới và ô tô sản xuất tại Hoa Kỳ có thể chứa tới 100 kg vật liệu composite, so với ít hơn 30 kg đối với ô tô được sản xuất tại châu Âu. Trong thập kỷ qua, vật liệu tổng hợp sợi tự nhiên của nhựa nhiệt và nhựa nhiệt đã được các nhà sản xuất ô tô châu Âu và Bắc Mỹ sử dụng để chế tạo tấm cửa, lưng ghế, tấm lót đầu, khay đựng đồ, bảng điều khiển và tấm lót cốp. Mặc dù sợi tự nhiên được hưởng lợi từ nhận thức rằng chúng "xanh" hoặc thân thiện với môi trường, nhưng điều quan trọng hơn là khả năng tăng cường độ cứng và giảm âm thanh của chúng với chi phí và mật độ thấp hơn so với sợi thủy tinh và chất độn khoáng. Sợi tự nhiên cũng đang được sử dụng trong vật liệu tổng hợp polyurethane. Ví dụ thương mại đầu tiên là tấm cửa bên trong của chiếc Mercedes-Benz S-Class 1999, được sản xuất tại Đức với 35% chất đàn hồi Baypreg semi-rigid PUR của Bayer và 65% hỗn hợp lạnh, cây gai dầu và salu. Quá trình này đang được sử dụng để chế tạo mái che cửa sổ trời cho một số ô tô. Chất nền trong hầu hết các vật liệu composite sử dụng cho các ứng dụng ô tô thường được làm bằng polyme.

Với xe điện và xe hybrid [7, 8]: Vật liệu composite đặc biệt có lợi cho xe điện và xe hybrid, trong đó việc giảm trọng lượng là rất quan trọng để mở rộng phạm vi hoạt động của pin và hiệu suất tổng thể của xe.



Ứng dụng vật liệu composite làm linh kiện phanh [8, 9]: Vật liệu composite được gia cố bằng sợi carbon được sử dụng trong các hệ thống phanh hiệu suất cao nhờ khả năng chịu nhiệt và khả năng tản nhiệt nhanh, cải thiện hiệu suất phanh.

Ứng dụng vật liệu composite làm các bộ phận kết cấu [8-10]: Một số nhà sản xuất xe sử dụng vật liệu composite cho các bộ phận kết cấu như khung xe và các tấm thân xe. Vật liệu tổng hợp sợi carbon đặc biệt phổ biến cho các ứng dụng này do độ bền đặc biệt của chúng.

Ứng dụng vật liệu composite làm các thành phần nội thất [8, 11]: Vật liệu composite có thể được sử dụng cho các thành phần nội thất để đạt được sự cân bằng giữa tính thẩm mỹ và giảm trọng lượng. Điều này có thể bao gồm bảng điều khiển, tấm cửa và các chi tiết trang trí.

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày tóm tắt về một số tính chất cơ bản của vật liệu composite, đồng thời phân tích các ưu điểm của vật liệu composite khi dùng trong lĩnh vực cơ khí ô tô như cường độ và độ bền cao, chống rung, giảm xung động do va chạm, nhẹ, giảm khối lượng của xe, linh hoạt trong thiết kế. Vật liệu composite này đã được sử dụng trong nhiều lĩnh vực cơ khí ô tô như làm các bộ phận linh kiện của xe, vỏ xe, thân xe. ❖

Ngày nhận bài: **18/11/2023**

Ngày phản biện: **08/01/2024**

#### Tài liệu tham khảo:

- [1]. Utah University of Composites in Cars: Making Vehicles Lighter, Safer and More Fuel-Efficient. The University of Utah; 2012.
- [2]. Cường Nguyễn Đăng. *Composit sợi thủy tinh và ứng dụng*. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2011.
- [3]. K. Kaw Autar. *Mechanics of composite materials*, Second Edition 2005.
- [4]. Composite Hoàng Cương; *Vật liệu composite*.
- [5]. Garner David, Adams Daniel. *Test methods for composites crashworthiness: A review*. Journal of Advanced Materials. 2008;40:5-26.
- [6]. Chehroudi Bruce. *Composite Materials and Their Uses in Cars\_Part I*, 1999.
- [7]. Wazeer Adil, Das Apurba, Abeykoon Chamil, Sinha Arijit, Karmakar Amit. *Composites for electric vehicles and automotive sector: A review*. Green Energy and Intelligent Transportation. 2023;2:100043.
- [8]. Rajak Dipen Kumar, Pagar D. D., Behera A., Menezes Padeep L., *Role of Composite Materials in Automotive Sector: Potential Applications*. In: Kumar V, Agarwal AK, Jena A, Upadhyay RK, editors. *Advances in Engine Tribology*. Singapore: Springer Singapore; 2022. p. 193-217.
- [9]. Singh Puran, Raghavender V., Joshi Sudhir, Pooja Vasant Nikale, Awasthi Ankita, Nagpal Amandeep, et al. *Composite material: A review over current development and automotive application*. Materials Today: Proceedings. 2023.
- [10]. Beardmore P., Johnson C. F., *The potential for composites in structural automotive applications*. Composites Science and Technology. 1986;26:251-81.
- [11]. Stojanovic Blaza, Glisovic Jasna. *Application of Ceramic Matrix Composite in Automotive Industry*. In: Brabazon D, editor. *Encyclopedia of Materials: Composites*. Oxford: Elsevier; 2021. p. 275-92.