

## Nghiên cứu chế tạo vật liệu compozit trên nền nhựa polyamide 6 và sợi cacbon ngắn

Đình Thế Dũng<sup>1\*</sup>, Nguyễn Trần Hùng<sup>1</sup>, Nguyễn Hữu Đạt<sup>2</sup>,  
Nguyễn Vũ Giang<sup>2</sup>, Lã Đức Dương<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Viện Hóa học – Vật liệu, Viện Khoa học và Công nghệ quân sự;

<sup>2</sup>Viện Kỹ thuật nhiệt đới, Viện Hàn lâm Khoa học Việt Nam.

\*Email: gnuoktvn@gmail.com

Nhận bài: 28/02/2023; Hoàn thiện: 13/4/2023; Chấp nhận đăng: 28/4/2023; Xuất bản: 25/6/2023

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.88.2023.95-100>

### TÓM TẮT

Vật liệu compozit nền nhựa polyamide 6 (pa6) và sợi cacbon ngắn với tỷ lệ thành phần khối lượng khác nhau được nghiên cứu để đánh giá tính chất cơ lý. Nghiên cứu sử dụng nhựa polyamide 6 của hãng BASF và sợi cacbon Gungwei (Trung Quốc), sợi cacbon Toray (Nhật Bản) có kích thước ngắn, dưới 300  $\mu\text{m}$  để chế tạo vật liệu composite. Độ bền kéo đứt, độ bền uốn, độ cứng và độ bền va đập được đo đạc để so sánh tính chất cơ học giữa các loại compozit nền nhựa PA6 và sợi cacbon ngắn của hai hãng khác nhau. Hình thái học liên kết giữa nhựa nền và sợi cacbon ngắn được đánh giá bằng phương pháp SEM. Kết quả cho thấy với hàm lượng sợi 30% vật liệu compozit nền nhựa PA6 gia cường bởi sợi cacbon ngắn của hãng Toray cho kết quả cơ lý cao nhất với giá trị độ bền kéo, độ bền uốn, độ cứng và độ bền va đập tương ứng 67.4 MPa, 104.3 MPa, 37.6 HRC và 67.1 J/m. Hình thái học xác định với hàm lượng sợi 30% nhựa PA6 hãng BASF trải đều trên bề mặt sợi cacbon Toray hơn so với sợi cacbon ngắn của hãng Gungwei.

**Từ khóa:** Vật liệu composite; Nhựa polyamide 6; Sợi cacbon.

### 1. MỞ ĐẦU

Hiện nay, nhựa là vật liệu không thể thiếu trong cuộc sống sinh hoạt hàng ngày đến các ứng dụng quan trọng trong tất cả các lĩnh vực liên quan đến vật liệu [1], trong đó PA6 là nhựa kỹ thuật với các tính chất cao hơn nhiều so với các loại nhựa thông thường khác như độ bền cơ học cao ( $> 60$  MPa), độ cứng lớn (modun kéo  $> 2$  GPa), khả năng chịu nhiệt lớn (nhiệt độ biến dạng nhiệt  $> 120$  °C), nên được sử dụng phổ biến trong lĩnh vực y tế như (ống truyền máu, máy hút máu...) trong các vật liệu kỹ thuật cao (lưới lọc nhiên liệu, bộ lọc nhiên liệu của công nghiệp sản xuất xe ô tô, mũ bảo hiểm, áo giáp trong công nghiệp quốc phòng,...), trong xử lý môi trường [2-6],... Tuy nhiên, để tăng cường các tính chất của PA6 đáp ứng yêu cầu kỹ thuật khắt khe hơn trong các lĩnh vực vật liệu ứng dụng cao có thể sử dụng các phụ gia gia cường. Một trong các vật liệu gia cường phổ biến nhất hiện nay là sợi cacbon với các tính chất ưu việt như độ cứng cao, độ bền kéo đứt lớn và đặc biệt là tỷ lệ tỷ trọng trên độ cứng cho phép sợi cacbon có thể bổ sung những khiếm khuyết của nhựa để tạo nên vật liệu compozit mang tính ưu việt của cả sợi cacbon và nhựa nền PA6. Trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu về vật liệu polyme compozit nền PA6 gia cường bởi sợi cacbon [7-11], còn ở Việt Nam những nghiên cứu này còn khá ít như nghiên cứu của tiếng sỹ Trần Hải Ninh chế tạo vật liệu polyme compozit trên cơ sở nhựa nền là blend của PA6 và polypropylen [6] và nghiên cứu của tiến sỹ Hà Văn Thức về khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến tính chất hóa lý của vật liệu compozit trên cơ sở nhựa polyamit 6 và nhựa polycarbonat [12]. Đối với sợi cacbon dạng ngắn kích thước nhỏ chưa có nghiên cứu nào. Một trong các ứng dụng quan trọng của sợi cacbon dạng ngắn được sử dụng làm gia cường cho vật liệu in 3D theo phương pháp in sợi FFF như các loại sợi in Onyx của hãng Markforged [13], nylonX của hãng matterhacker [14], carbonX của 3Dxtech [15],... Trong báo cáo này tác giả nghiên cứu những ưu điểm của vật liệu khi sử dụng sợi cacbon ngắn làm vật liệu gia cường, đồng thời so sánh hai loại sợi cacbon của hai hãng sản xuất khác nhau với kích thước sợi ngắn dưới 300  $\mu\text{m}$ .

## 2. THỰC NGHIỆM

### 2.1. Nguyên vật liệu

- Nhựa PA6 nguyên sinh của hãng Basf- Đức (mã hiệu B33L) nhiệt độ nóng chảy  $220\text{ }^{\circ}\text{C}(\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C})$ , tỷ trọng  $1.12\text{ g/cm}^3 (\pm 0.02\text{ g/cm}^3)$ , nhiệt độ phân hủy  $438\text{ }^{\circ}\text{C} (\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C})$ ;

- Sợi cacbon hãng Gungwei (Trung Quốc) có đường kính sợi  $7\text{ }\mu\text{m}$ , tỷ trọng là  $1,78\text{ g/cm}^3(\pm 0.03)\text{ g/cm}^3$  với hàm lượng cacbon  $> 94\%$ , kích thước sợi  $< 300\text{ }\mu\text{m}$ ;

- Sợi cacbon hãng Toray (Nhật Bản) có đường kính sợi  $5\text{ }\mu\text{m}$ , tỷ trọng là  $1,75\text{ g/cm}^3 (\pm 0.03\text{g/cm}^3)$  với hàm lượng cacbon  $> 99\%$ , kích thước sợi  $< 300\text{ }\mu\text{m}$ .

### 2.2. Chế tạo vật liệu compozit

Vật liệu compozit được chế tạo bằng phương pháp trộn nóng chảy: hỗn hợp PA6/sợi cacbon (theo các tỷ lệ thành phần khối lượng: 95/5, 90/10, 85/15, 80/20, 75/25, 70/30) được tính toán để cân chính xác và đảm bảo hệ số điền đầy của mẫu trong buồng trộn là 0,7. Mẫu compozit được gia công với chế độ như sau: Khối lượng mẫu là 65 g, nhiệt độ gia công  $240\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tốc độ trục quay 50 vòng/phút, thời gian 5 phút trong thiết bị nóng chảy Haake. Sau đó, mẫu ở trạng thái nóng chảy được lấy ra và chuyển sang máy ép thủy lực TOKYOSEIKY (Nhật Bản) ép thành dạng tấm phẳng với nhiệt độ ép là  $220\text{ }^{\circ}\text{C}$  và lực ép là 20 MPa. Các mẫu được làm nguội và lưu trong bình hút ẩm ở nhiệt độ phòng trước khi được tiến hành các khảo sát tính chất cơ lý của vật liệu.

Mẫu cơ lý được chế tạo bằng phương pháp ép phun tạo mẫu trên thiết bị Haake Mini Jet tại viện Kỹ thuật nhiệt đới với chế độ đo: nhiệt độ đun  $265\text{ }^{\circ}\text{C}$ , nhiệt độ khuôn  $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ , áp suất 750 bar.

### 2.3. Phương pháp nghiên cứu

Thông số lưu biến được xác định trực tiếp trên thiết bị trộn kín Haake với các chế độ đo: nhiệt độ  $240\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tốc độ trục quay 50 vòng/phút và thời gian trộn là 5 phút;

Các tính chất cơ lý của vật liệu như độ bền kéo đứt, độ bền uốn được xác định bằng thiết bị Zwick Z2.5 (Đức) theo tiêu chuẩn ASTM D638 tại viện Kỹ thuật nhiệt đới của với chế độ đo: tốc độ kéo  $5\text{ mm/phút}$  ở nhiệt độ phòng;

Chỉ số chảy được đo trên thiết bị MI4 (GOTTERT) tại viện Kỹ Thuật nhiệt đới theo tiêu chuẩn ISO 1133 theo phương pháp A với chế độ đo: nhiệt độ  $230\text{ }^{\circ}\text{C}$ , quả cân 2,16 kg;

Độ cứng của vật liệu được đo trên thiết bị đo HR-430MS theo tiêu chuẩn ISO 2039 tại viện Hóa học – Vật liệu với mẫu được đo theo chế độ đo mềm HRC15;

Độ bền va đập của vật liệu được đo trên thiết bị Testresources tại viện Kỹ thuật nhiệt đới theo tiêu chuẩn ASTM D256 với chiều cao va đập là 625,1 mm, tốc độ va đập là 3,5 m/s và góc va đập là  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

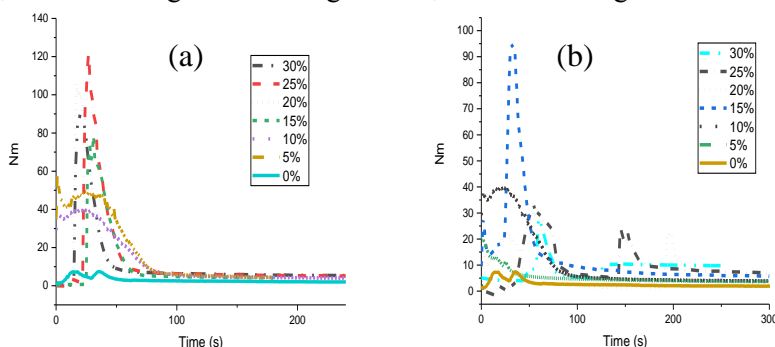
Hình thái cấu trúc bề mặt vật liệu được xác định trên kính hiển vi điện tử phát xạ trường (FE-SEM) trên máy HITACHI S-4800 tại Viện khoa học vật liệu với chế độ đo: 5 kV, môi trường chân không.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ thành phần nhựa và sợi cacbon đến độ nhớt chảy tương đối của vật liệu

Các kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của sợi cacbon đến tính chất chảy nhớt của vật liệu đều cho thấy sợi cacbon làm tăng sự ma sát nội giữa các thành phần trong compozit dẫn đến làm tăng độ nhớt động học của vật liệu [16, 17]. Điều này cũng tương tự đối với sợi cacbon trong vật liệu compozit nền nhựa PA6, kết quả nghiên cứu thông số lưu biến cho thấy khi tăng hàm lượng sợi cacbon thì momen xoắn tăng lên (hình 1), điều này có thể giải thích bởi sự tăng lên của ma sát nội hay sợi cacbon làm giảm độ chảy nhớt của nhựa, đến thời gian 4 phút trở lên thì giá trị

momen xoắn gần như không đổi và đạt giá trị ổn định, biểu thị cho sự chảy nhớt của compozit đạt giá trị ổn định hay sự phân tán đồng đều của sợi cacbon trong nhựa. Đối với vật liệu sử dụng sợi cacbon Toray (hình 1b) có giá trị momen xoắn lớn hơn so với giá trị momen xoắn của vật liệu sử dụng sợi cacbon Gungwei trên cùng nền nhựa PA6 của hãng BASF.



**Hình 1.** Giảm dần momen xoắn theo thời gian trộn ở trạng thái nóng chảy của vật liệu compozit với các tỷ lệ thành phần khối lượng khác nhau của nhựa PA6 và sợi cacbon Gungwei (a), nhựa PA6 và sợi cacbon Toray (b).

Thực nghiệm đo chỉ số chảy của hai mẫu vật liệu compozit với hàm lượng sợi cacbon cùng là 30% cho thấy chỉ số chảy của vật liệu sử dụng sợi cacbon toray có giá trị thấp hơn so với chỉ số chảy của vật liệu sử dụng sợi cacbon Gungwei ( $3.39 < 3.69$ ), điều này cho thấy sợi cacbon Toray làm giảm chỉ số chảy của nhựa PA6 hơn so với sợi cacbon Gungwei (bảng 1).

**Bảng 1.** Ảnh hưởng của tỷ lệ PA6/sợi C đến thông số lưu biến của vật liệu compozit.

STT	Tỷ lệ khối lượng PA6/sợiC	Chỉ số chảy, g/10 phút	
		C1	C2
1	100/0	3.81	3.81
2	100/30	3.69	3.39

C1- Ký hiệu mẫu vật liệu compozit nền nhựa PA6 gia cường là sợi cacbon Gungwei;

C2 - Ký hiệu mẫu vật liệu compozit nền nhựa PA6 gia cường là sợi cacbon Toray.

### 3.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ thành phần nhựa và sợi cacbon đến độ bền kéo và độ bền uốn vật liệu

Kết quả trình bày ở bảng 2 cho thấy độ bền kéo đứt và độ bền uốn của vật liệu compozit sau khi thêm 5% sợi cacbon suy giảm. Tuy nhiên, khi tiếp tục tăng lượng sợi cacbon thì độ bền kéo đứt và độ bền uốn của vật liệu compozit đều tịnh tiến và có giá trị cao hơn so với khi không có sợi cacbon, điều này có thể giải thích bởi quá trình chế tạo vật liệu compozit, quá trình gia nhiệt và trộn đều nóng chảy làm tính chất nhựa bị suy giảm so với nhựa PA6 ban đầu, điều này phù hợp với các nghiên cứu trên thế giới về suy giảm tính chất của vật liệu do nhiệt [18, 19], tuy nhiên, với hàm lượng sợi cacbon đủ lớn (trên 5%) làm độ bền cho vật liệu compozit tăng hơn so với phần suy giảm do nhiệt độ trong quá trình chế tạo. Sợi cacbon làm tăng độ bền vật liệu nhờ các ứng suất tải đều trên các sợi cacbon khi tác động lực lên vật liệu compozit.

Đối với vật liệu compozit sử dụng sợi cacbon Toray có độ bền kéo và độ bền uốn tịnh tiến cùng với sự tăng của hàm lượng sợi cacbon.

Đối với vật liệu compozit sử dụng sợi cacbon Gungwei độ bền kéo đứt và độ bền uốn tăng khi hàm lượng sợi cacbon tăng từ 5% đến 25%, đạt giá trị lớn nhất khi hàm lượng sợi cacbon đạt 25% tương ứng với các giá trị là 63.5 MPa và 93.8 MPa, khi hàm lượng sợi cacbon lớn hơn 25% thì các giá trị này giảm xuống. Như một số các nghiên cứu [20, 21] khi hàm lượng sợi cacbon quá lớn dẫn đến sự tạo thành các chùm sợi do các liên kết tĩnh điện làm cho sợi không phân tán đều trong nhựa. Kết quả làm giảm tính chất vật liệu.

**Bảng 2.** Ảnh hưởng của tỷ lệ thành phần nhựa và sợi cacbon đến độ bền kéo đứt và độ bền uốn vật liệu.

STT	Tỷ lệ khối lượng PA6/Sợi C	Độ bền kéo đứt, MPa		Độ bền uốn, MPa	
		C1	C2	C1	C2
1	100/0	52.3	52.3	66.6	66.6
2	95/5	47.5	50.3	48.5	67.5
3	90/10	59.7	53.2	80.7	70.7
4	85/15	60.9	56.0	81.3	71.2
5	80/20	61.4	62.8	84.1	77.9
6	75/25	63.5	64.1	93.8	78.1
7	70/30	56.9	67.4	62.4	104.3

So sánh độ bền kéo đứt giữa hai loại vật liệu composit cho thấy khi hàm lượng sợi cacbon nhỏ hơn 15% thì vật liệu gia cường bởi sợi cacbon Gungwei có độ bền kéo cao hơn so với vật liệu gia cường bởi sợi cacbon Toray, với hàm lượng sợi cacbon lớn hơn 15% thì ngược lại. So sánh độ bền uốn thì khi hàm lượng sợi cacbon dưới 25% giá trị độ bền uốn của vật liệu gia cường Gungwei cao hơn khi hàm lượng đạt 30% thì độ bền uốn của vật liệu gia cường sợi cacbon Toray cao hơn. Kết quả trình bày tại bảng 2 cho thấy với hàm lượng sợi 30% vật liệu sử dụng sợi cacbon Toray có độ bền kéo đứt và độ bền uốn lớn hơn so với vật liệu sử dụng sợi cacbon Gungwei.

### 3.3. Nghiên cứu ảnh hưởng tỷ lệ thành phần nhựa và sợi cacbon đến độ cứng và độ bền va đập

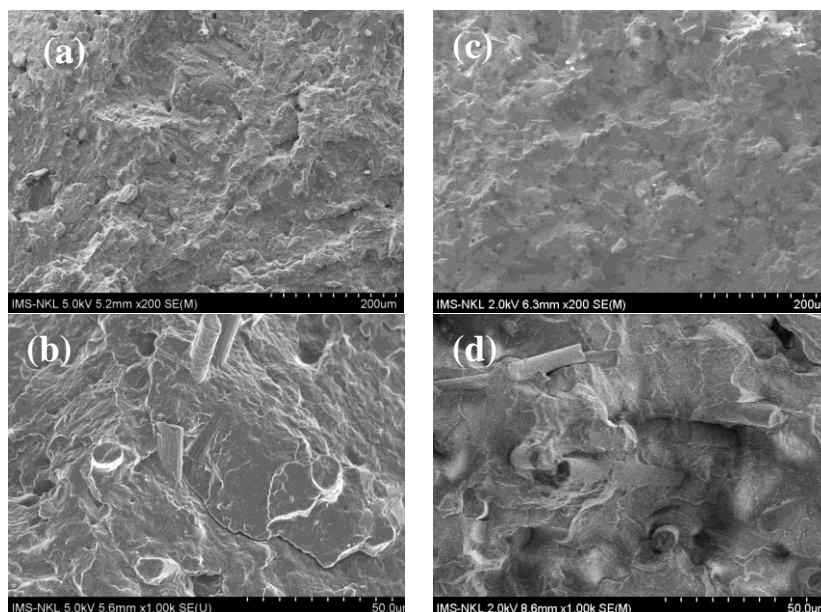
Kết quả đo độ cứng (Rockwell - HRC) cho thấy hàm lượng sợi cacbon làm tăng độ cứng của vật liệu, khi hàm lượng sợi cacbon càng lớn thì vật liệu có độ cứng càng cao [22, 23]. Đối với vật liệu gia cường bởi sợi cacbon Gungwei độ cứng đạt giá trị lớn nhất khi hàm lượng sợi cacbon chiếm 25% khối lượng tương ứng với giá trị 37,4 HRC, khi hàm lượng sợi cacbon hơn 25% độ cứng giảm, tương tự đối với chỉ số va đập của vật liệu (bảng 3). Như kết quả đối với độ bền kéo và độ bền uốn, khi hàm lượng sợi cacbon Gungwei hơn 25% diễn ra sự hình thành các nhóm sợi do liên kết tĩnh điện làm sợi không phân tán đều trong nhựa cho nên tính chất vật liệu bị suy giảm. Kết quả kiểm tra chỉ số va đập (loại có khía) với giá trị cao nhất đối với vật liệu composit gia cường bởi sợi Gungwei là 66,0 J/m khi hàm lượng sợi cacbon là 25%. Đối với vật liệu gia cường bởi sợi cacbon Toray độ cứng vật liệu và độ bền va đập đạt giá trị lớn nhất khi hàm lượng sợi cacbon là 30% tương ứng với các giá trị là 37,6 HRC và 67,1 J/m, lớn hơn so với vật liệu gia cường bởi sợi cacbon Gungwei (bảng 3).

**Bảng 3.** Ảnh hưởng của tỷ lệ thành phần nhựa và sợi cacbon đến độ cứng và chỉ số va đập vật liệu.

STT	Tỷ lệ PA6/Sợi C	Độ cứng, HRC		Chỉ số va đập, J/m	
		C1	C2	C1	C2
1	100/0	5.9	5.9	20,9	20,9
2	95/5	20.3	7.6	29,5	23,4
3	90/10	22.5	9	39,9	35,6
4	85/15	25.1	16.7	45,2	36,5
5	80/20	29.8	19.3	50,1	49,8
6	75/25	37.4	26.4	66,0	53,9
7	70/30	33.1	37.6	29,6	67,1

### 3.4. Nghiên cứu về hình thái học của sợi cacbon toray và Gungwei trên nền nhựa PA6

Nghiên cứu sự phân tán và bám dính sợi cacbon trên nền nhựa pa6 bằng thiết bị đo SEM với độ phóng đại tương ứng với các thước đo 200  $\mu\text{m}$  và 50  $\mu\text{m}$  (hình 2) cho thấy đối với nhựa nền PA6, sợi cacbon Gungwei và sợi cacbon Toray đều cho khả năng phân tán đều (hình 2a, 2c), trong đó nhựa PA6 trải đều trên bề mặt sợi cacbon Toray hơn so với sợi cacbon Gungwei, cho khả năng bám dính của nhựa tốt hơn (hình 2b, 2d).



**Hình 2.** Hình thái mặt cắt ngang của vật liệu composit tỷ lệ thành phần khối lượng nhựa/sợi là 70/30. Sợi cacbon Toray (ảnh a,b) và sợi cacbon Gungwei (ảnh c,d).

#### 4. KẾT LUẬN

Sợi cacbon Toray và Gungwei với kích thước dưới 300 µm đều có khả năng phân tán đều trong nhựa nền PA6 bằng phương pháp trộn nóng chảy, sợi làm tăng độ bền kéo và độ bền uốn của vật liệu composit trên nền nhựa PA6, trong đó với hàm lượng sợi 30% sợi cacbon toray cho khả năng tương thích cao hơn, cho kết quả độ bền cơ tính cao nhất với các giá trị tương ứng độ bền kéo, độ bền uốn, độ cứng và độ bền va đập lớn nhất tương ứng là 67.4 MPa, 104.3 MPa, 37.6 HRC và 67.1 J/m.

**Lời cảm ơn:** Nhóm tác giả cảm ơn sự tài trợ về kinh phí của đề tài KC-BM.11 và đề tài Sở KH&CN Hà Nội “Nghiên cứu chế tạo vật liệu composit trên nền tổ hợp Polyamide 6, sợi cacbon và một số phụ gia ứng dụng trong công nghệ in 3D composit”, hợp đồng số 19/2021/HĐ-SKH&CN ngày 28 tháng 7 năm 2021.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Andrady, A.L. and M.A. Neal, "Applications and societal benefits of plastics", Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, **364**, 1526, p. 1977-1984, (2009).
- [2]. Mowafi, S., et al., "Structure and potential applications of polyamide 6/protein electro-spun nanofibrous mats in sorption of metal ions and dyes from industrial effluents", Journal of applied research and technology, **19**, 4, p. 322-335, (2021).
- [3]. Kausar, A., "Advances in carbon fiber reinforced polyamide-based composite materials", Advances in materials science, **19**, 4, p. 67-82, (2019).
- [4]. Elazab Dr, H.A., "Bulletproof Vests/Shields Prepared from Composite Material Based on Strong Polyamide Fibers and Epoxy Resin", (2017).
- [5]. Utracki, L.A., "Polyethylenes and their blends", in Polymer Blends Handbook. Springer. p. 1559-1732, (2014).
- [6]. Ninh, T.H., "Nghiên cứu chế tạo vật liệu polyme composit trên cơ sở polyamit 6 (PA6), polypropylene (PP) và blend PA6/PP gia cường bằng nanoclay". Viện Hàn Lâm khoa học Việt Nam, (2008).
- [7]. Ma, Y., et al., "A comparative study of the mechanical properties and failure behavior of carbon fiber/epoxy and carbon fiber/polyamide 6 unidirectional composites", Composite Structures, **160**, p. 89-99, (2017).
- [8]. Wu, L.-T. and D.G. Blazer, "Illicit and nonmedical drug use among older adults: a review", Journal of aging and health, **23**, 3, p. 481-504, (2011).

- [9]. Arhant, M., et al., "Effect of sea water and humidity on the tensile and compressive properties of carbon-polyamide 6 laminates", *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, **91**, p. 250-261, (2016).
- [10]. Dhiman, B., V. Guleria, and P. Sharma, "Applications and Future Trends of Carbon Fiber Reinforced Polymer Composites: A Review", *International Research Journal of Engineering and Technology*, **7**, 10, p. 1-7, (2020).
- [11]. Ahmad, H., et al. A review of carbon fiber materials in automotive industry. in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing. (2020).
- [12]. Thúc, H.V., "Khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến tính chất hóa lý của vật liệu polyme nanocompozit trên cơ sở nhựa polyamid 6, nhựa polycarbonat và ống cacbon nano đa tường". Viện Hàn lâm khoa học và công nghệ Việt Nam, (2019).
- [13]. <https://markforged.com/materials/plastics/onyx>
- [14]. <https://www.matterhackers.com/store/c/pro-series-filament/NylonX>.
- [15]. <https://www.3dxtech.com/product/carbonx-pa6-cf/>.
- [16]. Ajinjeru, C., et al., "The influence of rheology on melt processing conditions of carbon fiber reinforced polyetherimide for big area additive manufacturing". Oak Ridge National Lab.(ORNL), Oak Ridge, TN (United States), (2017).
- [17]. Ajinjeru, C., et al., "The influence of dynamic rheological properties on carbon fiber-reinforced polyetherimide for large-scale extrusion-based additive manufacturing", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, **99**, 1-4, (2018).
- [18]. Pramoda, K., et al., "Thermal degradation behavior of polyamide 6/clay nanocomposites", *Polymer degradation and Stability*, **81**, 1, p. 47-56, (2003).
- [19]. Tuna, B. and H. Benkreira, "Chain extension of recycled PA 6", *Polymer Engineering & Science*, **58**, 7, p. 1037-1042, (2018).
- [20]. Rubel, R.I., et al., "Carbon nanotubes agglomeration in reinforced composites: A review", *AIMS Materials Science*, **6**, 5, p. 756-780, (2019).
- [21]. Tamayo-Vegas, S., et al., "The Effect of Agglomeration on the Electrical and Mechanical Properties of Polymer Matrix Nanocomposites Reinforced with Carbon Nanotubes", *Polymers*, **14**, 9, p. 1842, (2022).
- [22]. Karsli, N.G., A. Aytac, and V. Deniz, "Effects of initial fiber length and fiber length distribution on the properties of carbon-fiber-reinforced-polypropylene composites", *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, **31**, 15, p. 1053-1060, (2012).
- [23]. Ozsoy, N., M. Ozsoy, and A. Mimaroglu, "Mechanical properties of chopped carbon fiber reinforced epoxy composites", *Acta Physica Polonica A*, **130**, 1, p. 297-299, (2016).

## ABSTRACT

### Research on fabrication of composite based on polyamide 6 matrix and chopped carbon fiber

Composites based on polyamide 6 matrix and carbon fiber with the different mass ratio were investigated to evaluate their mechanical properties. Polyamide 6 made by BASF was used as the matrix with chopped carbon fiber made by two different firms Gungwei (china) and Toray (japan) as the reinforcements for fabrication of composites. Tensile strength at break, flexural strength, hardness and izod impact were measured to compare properties of composites based on pa6 matrix with two different reinforcements of chopped carbon fiber. The morphology of bonding between pa6 and chopped carbon fibers was studied by SEM methods. The results showed that with the mass ratio 70/30 tensile strength at break, flexural strength, hardness and izod impact of composite based on pa6 matrix and chopped carbon fiber made by Toray reach the highest value in the survey range 67.4 MPa, 104.3 MPa, 37.6 HRC and 67.1 J/m respectively. Bonding morphology between pa6 and chopped carbon fiber with the mass ratio 70/30 showed that pa6 is more compatible with carbon fiber made by Toray than carbon fiber made by Gungwei.

**Keywords:** Composite material; Polyamide 6; Carbon fiber.