NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO VẬT LIỆU COMPOSITE ĐẶC BIỆT DẠNG BÁN CẦU

Tạ Văn Khoa*, Lê Đức Hiền, Nguyễn Thái Học, Vũ Thị Nhung, Bùi Thế Hiển

Tóm tắt: *Trong nghiên cứu này, chúng tôi trình bày một số kết quả đạt được trong việc nghiên cứu công nghệ chế tạo vật liệu composite trên cơ sở vật liệu HDPE cao phân tử. Các lớp vải HDPE nguyên liệu được thiết kế với các kiểu dáng, hình dạng khác nhau và được ép nóng ở nhiệt độ khoảng 125 -130 ^oC trong thời gian giữ nhiệt 30 phút với lực ép 200 kG/cm^2. Kết quả đã chỉ ra với thiết kế các lớp vải cắt hình cánh hoa cho sản phẩm mẫu có các tính chất cơ học đạt yêu cầu chỉ tiêu thử nghiệm bắn bằng súng AK, đạn K56T ở khoảng cách 150 m.*

Từ khóa: Vật liệu composite.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vật liệu composite sợi đã có ngay trong tự nhiên (các cây gỗ, tre,…) và được nghiên cứu chế tạo từ xa xưa. Mặc dù vậy, ngành khoa học về vật liệu composite chỉ mới hình thành gắn với sự xuất hiện trong công nghệ chế tạo tên lửa ở Mỹ từ những năm 1950. Từ đó đến nay, khoa học công nghệ vật liệu composite đã phát triển trên toàn thế giới và có khi thuật ngữ "vật liệu mới" đồng nghĩa với "vật liệu composite" [1-2].

Polyetylen siêu cao phân tử (Ultra-high-molecular-weight polyethylene –UHMWPE, công thức hóa học: $(C_2H_4)_n$) đã được nghiên cứu ứng dụng từ những năm 1950, tuy nhiên mới ở dạng tấm và dạng bột. Vào những 1970, công ty DSM của Hà Lan đã nghiên cứu thành công polyetylen có cấu trúc tinh thể bằng cách nấu chảy polyetylen cao phân tử, sau đó, phun qua lỗ hẹp kích thước cỡ μm để tạo thành sợi và ủ trong điều kiện đặc biệt để tinh thể hoá các sợi này. Kết quả thu được các sợi polyetylen tinh thể có độ bền siêu cao và có khối lượng riêng rất nhẹ - sợi Dyneema (nhẹ hơn nước).

Cấu trúc và tính chất của vật liệu composite ngoài phụ thuộc chính vào bản chất của vật liệu còn phụ thuộc nhiều vào hình dạng sản phẩm. Hình dạng sản phẩm dạng tấm phẳng thông thường có tính chất tốt nhất do công nghệ chế tạo đơn giản và phân bố vật liệu đồng đều. Một trong những hình dạng sản phẩm khó chế tạo và có tính chất kém ổn định nhất là dạng bán cầu, do công nghệ chế tạo để đảm bảo phân bố mật độ vật liệu và cấu trúc đồng đều là rất khó [2-4].

Bài báo này giới thiệu công nghệ chế tạo vật liệu composite từ sợi xếp lớp HDPE tinh thể (DSM của Hà Lan) được xen kẽ bằng các lớp nền PE vô định hình. Các lớp được cắt, xếp và ép nóng trong khuôn dạng bán cầu để làm mũ phòng hộ cho các lực lượng vũ trang (có thể chống được đạn bắn từ súng AK ở khoảng cách 150 m).

2. THỰC NGHIỆM

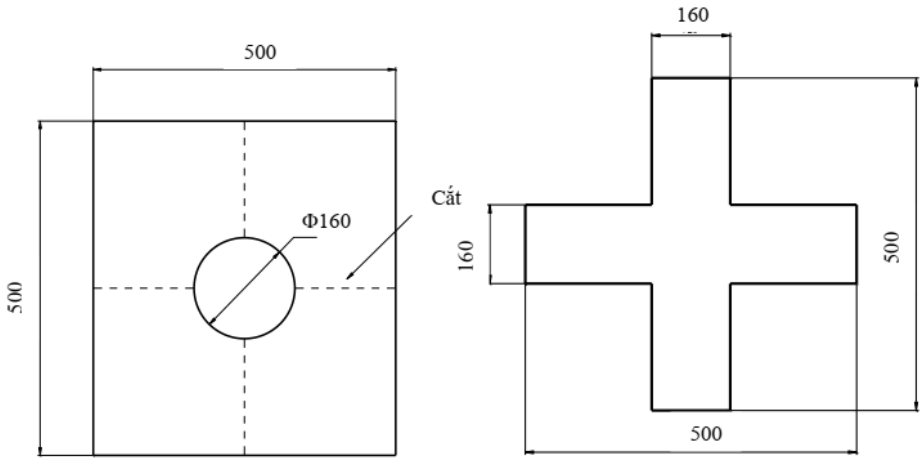
Nguyên liệu chính để chế tạo vật liệu composite dạng bán cầu (bán kính 15 cm) là vải DSM HB50 của Hà Lan, được cắt theo hình dạng vuông và chữ thập hoặc hình cánh hoa sao cho khi xếp, ép vào khuôn tạo thành các lớp khép kín, liên kết chắc chắn với nhau ở mọi vị trí. Giữa các lớp vải HDPE tinh thể được xếp xen kẽ các lớp film PE vô định hình làm tăng liên kết các lớp. Mẫu vật liệu được ép nóng trong khuôn thép được làm nóng và mát bằng dầu. Nhiệt độ ép duy trì trong vùng 125 ^oC đến 130 ^oC; thời gian giữ nhiệt 30 phút; lực ép 200 kG/cm^2.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Xuất phát từ yêu cầu kích thước, khối lượng, và khả năng chống đạn của mũ, các lớp vải DSM HB50 để chế tạo phôi thân mũ được thiết kế hai dạng cắt khác nhau: dạng hình vuông kết hợp với chữ thập (mẫu 1) và dạng hình cách hoa (mẫu 2). Dưới đây là một số kết quả cho hai

loại thiết kế này.

Đối với loại hình vuông kết hợp với chữ thập, kích thước các tấm vải được thể hiện trên hình 1. Đối với loại hình cánh hoa, kích thước các tấm vải được thể hiện trên hình 2. Các kích thước này được tính toán dựa vào kích thước hình học của phôi mẫu vật liệu trước và sau khi ép để đảm bảo không bị hụt hoặc thừa (xếp chồng các lớp).

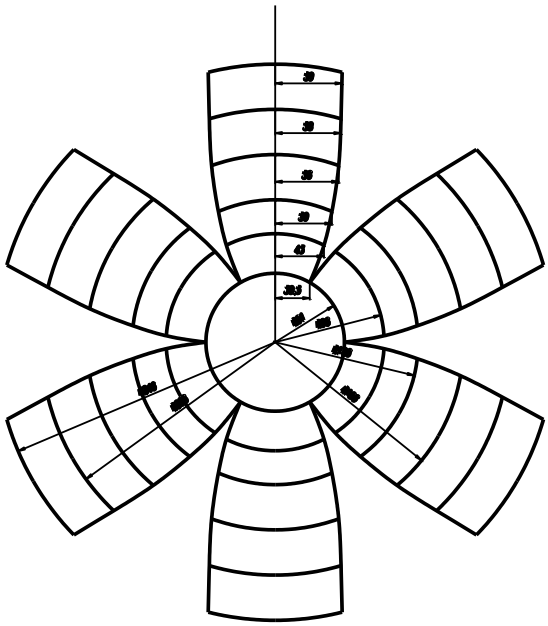


a) b)

Hình 1. *Hình dạng và kích thước các lớp cắt vải dạng vuông (a) và chữ thập (b).*

Trước khi đưa vào khuôn ép, các lớp vải được xếp trong khuôn xếp sao cho lớp sau lệch với lớp trước khoảng 6^o (tổng số 60 lớp) để các lớp được đan xen nhau, tránh trùng lặp các lớp cắt làm ảnh hưởng đến khả năng chống đạn.

Chế độ ép nóng (Nhiệt độ từ 125 ^oC đến 130 ^oC; Thời gian giữ nhiệt 30 phút; Lực ép 200 kG/cm^2) được xác định cố định từ kết quả phân tích nhiệt vi sai điểm nóng chảy của vải PE tinh thể và các kết quả của đề tài cấp Bộ Quốc phòng [1].



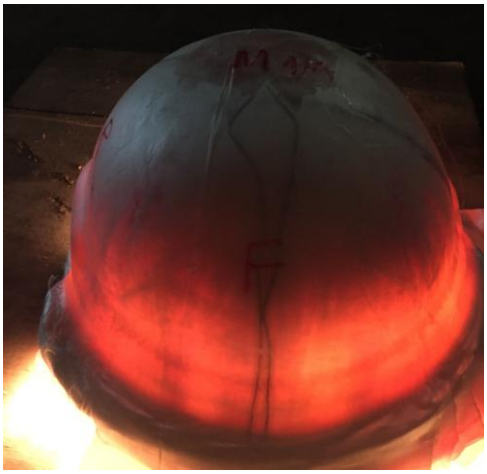
Hình 2. *Hình dạng và kích thước các lớp cắt vải dạng cánh hoa.*

Bảng 1. *Chiều dày các vị trí của mẫu 1 và mẫu 2 sau khi ép.*

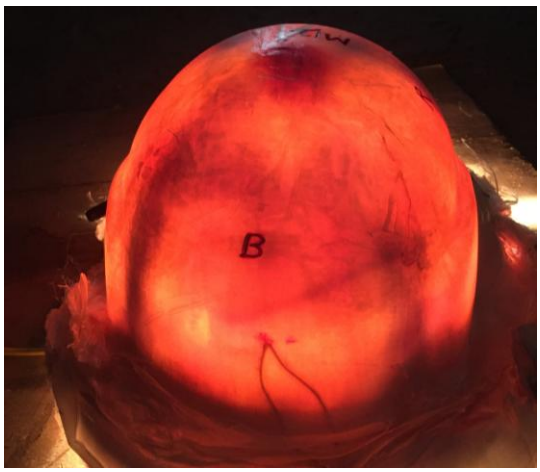
Vị trí	Chiều dày (mm)	
	Mẫu 1	**Mẫu 2**
R0 (Đỉnh mẫu)	17,2	15,3
R50 (cách đỉnh 50mm)	16,3	15,2
R100 (cách đỉnh 100mm)	15,2	15,2

Mẫu sau khi ép xong được đo chiều dày tại các vị trí: đỉnh mẫu, xung quanh thành mẫu. Kết quả thu được trên bảng 1: Đối với mẫu 1, chiều dày tại đỉnh mẫu lớn hơn thành mẫu khoảng 2 mm (đỉnh 17 mm, xung quanh thành 15 mm). Đối với mẫu 2, chiều dày tại đỉnh và xung quanh thành đều 15 mm. Để khảo sát kỹ hơn về liên kết giữa các lớp, các mẫu được chiếu sáng bằng đèn điện dây tóc công suất 200 W (úp mẫu lên đèn). Kết quả quan sát ánh sáng truyền qua hai mẫu là rất khác nhau. Hình 3 và hình 4 trình bày ảnh của mẫu 1 và mẫu 2 tương ứng khi chiếu sáng bằng đèn.

Từ hình 3 và hình 4 cho thấy, phần đỉnh mẫu 1 có màu đen, xung quanh màu sáng dần cho tới viền ngoài của mẫu. Trong khi mẫu 2 có sáng khá đều trên toàn bộ mẫu. Điều này phù hợp với kết quả đo chiều dày trên bảng 1. Như vậy, có thể thấy rằng, với thiết kế dạng hình vuông và hình chữ thập (mẫu 1) đã tạo ra sự xếp chồng các lớp không đồng đều theo hướng từ đỉnh mẫu đến rìa mẫu (phần rìa mẫu các lớp bị xếp chồng nhiều hơn) nên khi ép phần rìa mẫu có xu hướng bị nén trước, tạo ra lực ép không đồng đều trong mẫu.



Hình 3. *Ảnh chiếu sáng bằng đèn của mẫu 1.*



Hình 4. *Ảnh chiếu sáng bằng đèn của mẫu 2.*

Kết quả khảo sát độ bền kéo của các mẫu 1 và mẫu 2 tại các vị trí đỉnh mẫu và viền mẫu được trình bày trên bảng 2. Từ bảng 2 ta thấy, độ bền kéo đối với mẫu 1 ở vị trí đỉnh mẫu thấp hơn nhiều so với ở viền mẫu. Điều đó có thể giải thích do các lớp xếp chồng ở viền mẫu dẫn đến phân bố lực ép không đều, phần viền mẫu lực ép lớn hơn đỉnh mẫu nên liên kết các lớp trên đỉnh mẫu kém, đồng thời có thể tạo ra bọt khí tại đỉnh mẫu do hiện tượng bịt kín viền mẫu trong quá trình ép. Đối với mẫu 2, độ bền kéo của vị trí đỉnh mẫu có giá trị cao hơn ở viền mẫu, điều đó được giải thích do lực ép được phân bố đồng đều trên toàn diện tích mẫu, đồng thời phần đỉnh mẫu các lớp không bị cắt đứt để tạo thành lớp khép kín dạng cầu như ở viền mẫu.

Bảng 2. *Các giá trị độ bền kéo của mẫu 1 và mẫu 2 tại các vị trí khác nhau.*

	Mẫu 1 Độ bền kéo (MPa)	Mẫu 2 Độ bền kéo (MPa)
Đỉnh mẫu	750	1200
Viền mẫu	950	1150

Các mẫu 1 và 2 được thử nghiệm khả năng chống đạn bắn bằng súng AK, đạn 7,62x39 mm lõi thép thường ở khoảng cách 150 m. Mỗi mẫu bắn 05 phát, một phát tại vị trí đỉnh mẫu và 04 phát tại các vị trí viền mẫu với khoảng cách cách đều nhau một góc 90 độ xuyên tâm.

Kết quả cho thấy, mẫu 1 cả 5 phát đạn đều xuyên qua mẫu, trong khi mẫu 2 cả 5 phát đạn không xuyên qua mẫu. Kết quả này phù hợp với các kết quả độ bền kéo của các mẫu tại các vị trí trên bảng 2.

4. KẾT LUẬN

Đối với vật liệu composite dạng xếp lớp HDPE tinh thể được xen kẽ bằng các lớp nền HDPE vô định hình, để chế tạo bằng công nghệ ép nóng dạng bán cầu, ngoài chế độ công nghệ như lực ép, nhiệt độ, thời gian giữ nhiệt thì thiết kế hình dạng, kích thước các lớp vải cắt là hết sức quan trọng. Kết quả đã chỉ ra thiết kế dạng vải cắt hình cánh hoa cho phép tạo ra sản phẩm vật liệu composit dạng bán cầu có độ bền cao, đồng đều trên diện tích mẫu dạng bán cầu, phù hợp với công nghệ chế tạo mẫu dạng mũ để chống đạn cho các lực lượng vũ trang.

Lời cảm ơn: *Công trình được tài trợ bởi đề tài nghiên cứu cấp Bộ Quốc phòng mã số KCB. 2018.11.034*.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Tạ Văn Khoa. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ Quốc phòng *"Nghiên cứu thiết kế chế tạo áo giáp chống đạn bằng vật liệu composite sợi PE"*, năm 2016.

[2]. S.G. Kullkarni, *"Ballistic helmets- Their design, materials and performance against traumatic brain injury"*. J. Composite structure 101 (2013).

[3]. Dimko Dimeski, *"Advanced prepreg Ballistic composite for military helmets"*, International scienctific conference on defensive technology. Serbia 9-10 October 2014.

[4]. F. Folgar. *"Ballistic helmets and method of manufacture theirof"*, United State Patents. 9.307.803 (2016).

ABSTRACT

METHODS FOR MAKING SPECIAL COMPOSITE MATERIAL IN HEMISPHERE FORM

The paper is to give some results of preparing composite materials base on High Density PolyEtylen (HDPE). The layers of HDPE is designed with different forms and to be hot pressed at 125-130 ^oC in pressure of 200 kG/cm^2 for 30 min. The results showed that layers of HDPE with flower form had high mechanical properties and suffice to test by AK gun, K56T bullet in 150m distance.

Keywords: Composite materials.

Nhận bài ngày 11 tháng 8 năm 2020
Hoàn thiện ngày 08 tháng 12 năm 2020
Chấp nhận đăng ngày 14 tháng 12 năm 2020

Địa chỉ: Viện Công nghệ/Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng.
[*]Email: khoatv99@gmail.com.