

NGHIÊN CỨU, CHẾ TẠO VẬT LIỆU COMPOZIT ỨNG DỤNG PHỦ BỀ MẶT CÁNH QUẠT GIÓ THÁP TRAO ĐỔI NHIỆT CÓ ĐƯỜNG KÍNH TỚI 10M TRONG CÁC NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN TẠI VIỆT NAM

STUDY AND FABRICATE COMPOSITE MATERIALS APPLICATION OF SURFACE COATING ON THERMAL EXCHANGE TOWER FAN WITH DIAMETER UP TO 10M IN THERMAL PLANT IN VIETNAM

TS. Vũ Trung Tuyên¹, ThS. Võ Văn Hòa¹, ThS. Vi Thị Nhung², TS. Đỗ Đình Lương¹

¹Viện Nghiên cứu Cơ khí

²Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

TÓM TẮT

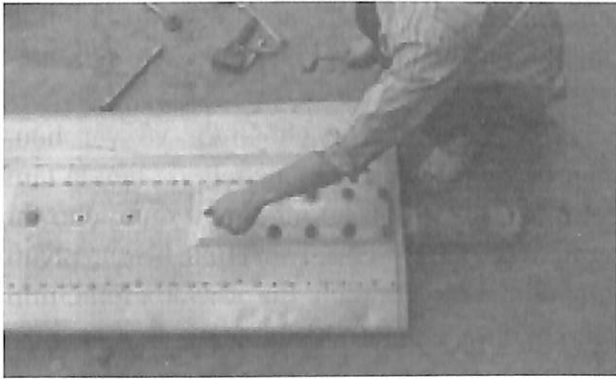
Thiết bị Cánh quạt gió tháp trao đổi nhiệt làm việc trong các nhà máy sản xuất điện năng không phải là chi tiết có tính đặc thù, nên cùng một vị trí, cùng một nhiệm vụ, nó cũng có thể có những giải pháp chế tạo khác nhau. Quạt gió tháp trao đổi nhiệt trong dây truyền sản xuất điện năng Nhà máy Nhiệt điện Bà Rịa- Vũng Tàu (có đường kính tới 10m), là thiết bị do nước ngoài cung cấp từ trước đây, cánh có cấu tạo như trên Hình 1 được chế tạo từ vật liệu hợp kim nhôm biến dạng với các gân tăng cứng và các thanh đỡ phía trong (Hình 2). Với kết cấu như vậy cho hệ cánh làm việc rất tốt, điều đó đã được kiểm chứng qua thời gian hoạt động của nó. Một vấn đề đặt ra là cần cung cấp sản phẩm (cánh quạt mới) để thay thế các cánh đã làm việc lâu ngày đó bằng một giải pháp chế tạo khác, vì vẫn chế tạo bằng vật liệu nhôm hợp kim biến dạng với kích thước lớn như vậy, trong điều kiện sản xuất tại Việt Nam hiện nay là chưa thể. Giải pháp chế tạo cánh có kết cấu hộp, với các khung kết cấu hàn bên trong, phủ một lớp vật liệu compozit lên trên bề mặt làm việc của cánh đã được nghiên cứu, tính toán và triển khai. Trong khuôn khổ bài báo này, sẽ giới thiệu các bước thí nghiệm phủ lớp vật liệu composite lên trên bề mặt thép 20- là bề mặt có profin cong làm việc của cánh.

Từ khóa: Quạt gió; tháp trao đổi nhiệt; hợp kim nhôm; compozit.

ABSTRACT

Thermal exchanger tower fan working in power plants is not specialized part, so at the same place and same task, the fan can be fabricated in different methods. Fan of thermal exchange tower in electric production line of Ba Ria - Vung Tau Thermal Power Plant (up to 10m in diameter) was a foreign-supplied device in which the fan is fabricated as shown in Figure 1 and is made of deformed aluminum alloy material with rigid tendons and inner supports (Figure 2). With such a structure, the fan system will work very well and it has been proven through its operation life. The issue is that it should be supplied part (new fan) to replace those long-lasting fans with other different fabrication solution because it is impossible to produce the fan made of deformed aluminum alloy material with such a big dimension in Vietnam today. The box-shaped fan fabrication method with internal welded frames and composite material coated on fan working surface has been studied, calculated and deployed. In this paper, we will introduce experimental steps of coating composite material on 20- steel surface which has curved profile for the fan works.

Keywords: Fan, thermal exchange tower, aluminum alloy, composite.



Hình 1. Hình ảnh cánh quạt gió (Nhiệt điện Bà Rịa- Vũng Tàu) bằng hợp kim nhôm biến dạng



Hình 2. Hình ảnh các gân và thanh tăng cứng bên trong

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Giải pháp công nghệ: Nghiên cứu, tính toán, thiết kế cánh quạt gió bằng kết cấu khung, hộp với kết cấu thép hàn đã mang lại những thuận lợi nhất định: phù hợp với điều kiện sản xuất tại Việt Nam, cũng có chi phí chế tạo rẻ và chủ động trong sản xuất.

Cánh quạt với kết cấu thép hàn hình thành lên bộ khung, xương cánh và được bọc bề mặt bởi một lớp thép tấm (Thép 20) dày 0.5mm để tạo nên bề mặt có profin làm việc cong hình khí động học (lớp thép này được gọi là nền), Cánh quạt gió tháp trao đổi nhiệt (dự án nhiệt điện Bà Rịa- Vũng Tàu) sau khi hoàn thiện phần kết cấu thép, có hình dạng như trên

Hình 3. Bán sản phẩm này sau đó được phủ lên bề mặt thép nền một lớp vật liệu composit với chiều dày 2mm (lớp này được gọi là lớp phủ) và có hình ảnh sản phẩm hoàn thiện như trên Hình 10. Như vậy lớp vật liệu composit sẽ trực tiếp tiếp xúc với môi trường làm việc, vì vậy phải đảm bảo các điều kiện làm việc: chịu nhiệt độ ngoài trời; chịu ăn mòn cơ học từ các hạt mài, hạt bụi trong không khí; chịu ăn mòn hóa học và ăn mòn điện hóa trong môi trường hơi ẩm nước biển. Lực tác dụng từ dòng không khí luôn không ổn định, khi tác dụng lên trên bề mặt cánh sẽ làm cho cánh chịu các trạng thái: chịu uốn; chịu xoắn và chịu các dao động phức tạp. Lớp thép nền (hay hệ khung xương) sẽ chịu phần lớn ngoại lực tác dụng từ dòng không khí lên trên bề mặt cánh quạt, nhưng như vậy lớp phủ composit cũng sẽ phải chịu một phần (tuy không lớn) lực tác dụng từ dòng môi chất, hay lớp phủ composit cũng bị các trạng thái làm việc tương tự là chịu uốn, chịu xoắn và chịu các dao động.



Hình 3. Hình ảnh bán sản phẩm Cánh quạt gió tháp trao đổi nhiệt được chế tạo tại Việt Nam

Như vậy, cánh quạt gió tháp giải nhiệt có thể nói có bề mặt là việc được chế tạo bởi vật liệu 2 lớp: lớp nền thép 20- Lớp phủ bề mặt composit. Để đảm bảo độ bền khi làm việc và

đặc biệt độ bền đều cho kết cấu 2 lớp, bản thân lớp vật liệu composit cũng phải đảm bảo các chỉ tiêu về độ bền nhất định, và giữa 2 lớp nền thép và lớp composit phải đảm bảo chỉ tiêu độ bền bám dính.

Trong giới hạn nghiên cứu, sẽ trình bày một số các bước trong quy trình công nghệ chế tạo vật liệu 2 lớp này, và được ứng dụng trong việc chế tạo thành công Cánh quạt gió thấp trao đổi nhiệt trong các nhà máy nhiệt điện tại Việt Nam. Thứ tự các bước như sau: 1) Chế tạo lớp vật liệu composit; 2) Thí nghiệm cơ tính với lớp composit, đánh giá kết quả; 3) Tiến hành chế tạo mới lớp vật liệu composit được phủ trên nền thép 20, thí nghiệm độ bền bám dính; 4) Tiến hành chế tạo cánh quạt gió bằng vật liệu 2 lớp (Lớp nền thép 20- Lớp phủ composit).

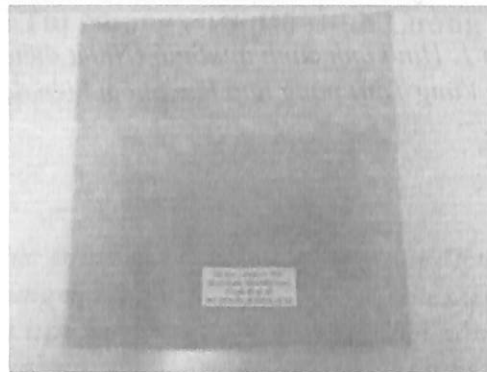
2. CHẾ TẠO LỚP VẬT LIỆU COMPOZIT

Vật liệu: Vật liệu composit được chế tạo trên nền nhựa polyeste không no (PEKN) gia cường bằng sợi thủy tinh loại E. Lớp composit được chế tạo sử dụng phương pháp lăn ép bằng tay với 4 lớp gia cường bao gồm các lớp 1; 2; 3 là sợi thủy tinh có tỉ trọng là 300g/m^2 và lớp thứ 4 (ngoài cùng) là vải thô dệt đa hướng với tỉ trọng là 50g/m^2 . Với điều kiện làm việc như đã trình bày, kết hợp nghiên cứu một số công trình khoa học đã công bố, [3];[5];[6], chọn tỉ lệ khối lượng nhựa/vải 70/30, trong đó đã bao gồm các phụ gia khác. Chất khơi mào cho quá trình đông rắn là dung dịch coban với tỉ lệ 0,5%; dung dịch butanox với tỉ lệ 3% khối lượng nhựa, có phụ gia giảm độ co ngót và phụ gia tăng tính năng làm việc trong môi trường ngoài trời, có hơi ẩm nước biển.

Thiết bị thí nghiệm: Ở đây sử dụng phương pháp lăn ép bằng tay để chế tạo vật liệu, quá trình tiến hành hoàn toàn thủ công,

một vài công đoạn cần các thiết bị xử lý thông tin, như các khâu đóng, phối liệu, đo kiểm tra.

Sau các bước chuẩn bị về vật liệu, thiết bị, đề tài tiến hành chế tạo vật liệu là tấm composit theo định hướng để sử dụng cho thí nghiệm cơ tính vật liệu. Trên Hình 4 là sản phẩm tấm composit có kích thước $300\times 300\times 3\text{mm}$ sau khi được chế tạo thành công.



Hình 4. Hình ảnh tấm Composite ($300\times 300\times 3\text{mm}$)

2. THÍ NGHIỆM CƠ TÍNH VỚI LỚP COMPOZIT, ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

2.1. Chuẩn bị mẫu

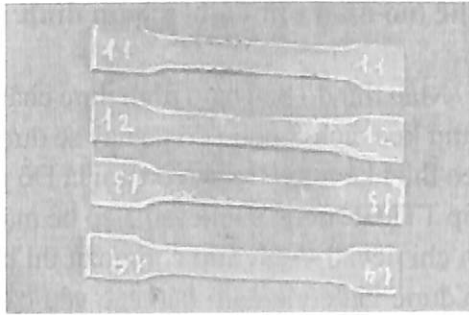
Sau khi chế tạo tấm vật liệu composit (Hình 4), vật liệu này sẽ được thử nghiệm cơ tính theo các tiêu chí: thử độ bền kéo; thử độ bền uốn và độ bền va đập.

Tấm vật liệu với kích thước $300\times 300\times 3\text{mm}$ được cắt thành các mẫu thử cơ tính theo kích thước:

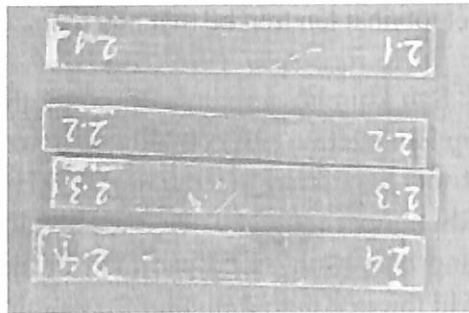
- Mẫu thử độ bền kéo Hình 5 (kích thước $250\times 250\times 3\text{mm}$);

- Mẫu thử độ bền uốn Hình 6 (kích thước $300\times 300\times 3\text{mm}$);

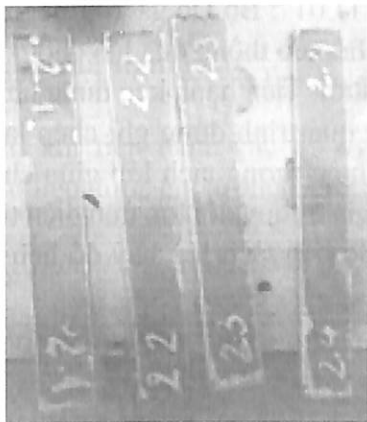
- Mẫu thử độ bền va đập Hình 7 (kích thước $250\times 250\times 3\text{mm}$).



Hình 5. Các mẫu thử độ bền kéo



Hình 6. Các mẫu thử độ bền uốn



Hình 7. Các mẫu thử độ bền va đập

Các mẫu thử độ bền kéo, độ bền uốn đều được thử nghiệm trên thiết bị INSTRON 5582-100 KN (Mỹ). Mẫu thử độ bền kéo được thử theo tiêu chuẩn ASTM D638, tốc độ kéo 2 mm/phút, các mẫu thử độ bền uốn được thử theo tiêu chuẩn ASTM D790, tốc độ uốn 2 mm/phút, khoảng cách giữa hai gối đỡ bằng 80 mm. Độ bền va đập được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D256 trên máy Tinius Olsen (Mỹ). Các

mẫu được thử nghiệm tại nhiệt độ 25°C, độ ẩm <70%.

2.2. Kết quả thử nghiệm

Sau khi tiến hành các thí nghiệm, số liệu về cơ tính vật liệu được cho trong Bảng 1 như sau:

Bảng 1. Cơ tính vật liệu composite PMC

Tên mẫu	Độ bền kéo, σ_k (MPa)	Độ bền uốn, σ_u (MPa)	Độ bền va đập và đập KJ/m ²	Ghi chú
Mẫu số 1	190,54	200,82	96,563	
Mẫu số 2	186,23	198,62	98,717	
Mẫu số 3	188,19	209,26	97,079	
Trung bình	188,32	202,90	97,453	

2.3. Đánh giá kết quả thử nghiệm

Với lớp phủ composit có chiều dày không lớn (2mm/04 lớp), tỉ lệ nhựa tới 70%, kết quả thử nghiệm cơ tính: độ bền kéo trung bình 188,32MPa; độ bền uốn trung bình 202,90MPa; độ bền va đập trung bình 97,453 KJ/m² hoàn toàn phù hợp với các quy luật đặc tính cơ lý vật liệu composit nói chung, lớp phủ có độ bền đều rất tốt khi chịu sự biến dạng trong quá trình làm việc và cũng có tính dẻo cao. Tuy nhiên ở đây độ bền lớp composit chúng ta không đi tìm giá trị ở mức cao, mà mục đích chính cần tạo ra lớp phủ bề mặt chi tiết cánh quạt có tính năng làm việc tốt với môi trường ngoài trời, có hơi ẩm nước biển. Điều kiện bền cơ học của cánh quạt chủ yếu đạt được trên hệ khung- xương bằng thép, vì vậy với kết quả cơ tính theo Bảng 1, vật liệu composit chế tạo đã đáp ứng được các yêu cầu để phủ lên trên bề mặt thép 20 của cánh quạt gió tháp trao đổi nhiệt trong các nhà máy Nhiệt điện tại Việt Nam.

3. TIẾN HÀNH CHẾ TẠO MỚI LỚP VẬT LIỆU COMPOZIT ĐƯỢC PHỦ TRÊN NỀN THÉP 20, THÍ NGHIỆM ĐỘ BỀN BÁM DÍNH

Sau khi tiến hành các bước thí nghiệm và đánh giá độ bền của lớp vật liệu compozit. Nếu cần sự điều chỉnh để đảm bảo cơ tính thì vật liệu compozit sẽ được chế tạo và thí nghiệm lại, đến khi đạt kết quả thì công nghệ đó mới được áp dụng để chế tạo lớp compozit dùng để phủ lên trên bề mặt thép nền 20 của cánh.

Vấn đề quan trọng tiếp theo là nghiên cứu, tìm công nghệ phủ đảm bảo độ bền bám dính tốt nhất giữa nền thép 20 với lớp compozit trên bề mặt. Độ bền bám dính cùng với độ bền compozit đóng vai trò quyết định đến độ bền tổng hợp của vật liệu tổ hợp 2 lớp (lớp nền thép và lớp phủ compozit bề mặt).

Nghiên cứu độ bền bám dính, nhận thấy nó ảnh hưởng bởi rất nhiều yếu tố, như: ảnh hưởng của trạng thái cấu trúc tinh thể bề mặt nền; ảnh hưởng của trạng thái hình học bề mặt; ảnh hưởng của phương pháp chuẩn bị bề mặt; ảnh hưởng của sức căng khi kết tinh đông cứng vật liệu. Trong giới hạn nghiên cứu về quy trình phủ lớp vật liệu compozit lên trên bề mặt nền thép 20, quá trình “chuẩn bị bề mặt”, được thực hiện bởi hai yếu tố: tập trung vào yếu tố công nghệ “trạng thái hình học” bề mặt thép nền, trong đó thông số ảnh hưởng trực tiếp là độ nhấp nhô bề mặt thép và yếu tố xử lý hóa lý bề mặt thép nền.

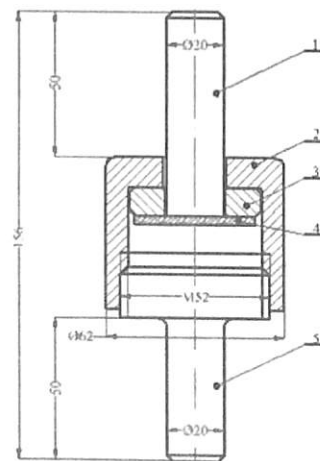
Chỉ tiêu độ bền bám dính sẽ được thí nghiệm trên các mẫu thử với tên gọi thử “kéo tách lớp”, nếu các điều kiện biên trong thí nghiệm cho kết quả độ bền bám dính đạt yêu cầu thì các điều kiện này mới được áp dụng vào thực tế cho lớp phủ.

3.1. Chế tạo mẫu thử độ bền bám dính

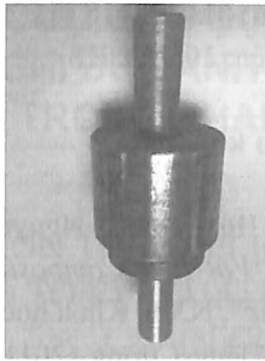
Mẫu thử độ bền bám dính thực chất là bộ đồ gá thử kéo tách lớp, bộ đồ gá này sẽ được chế tạo theo thiết kế trên Hình 8 còn gọi là Đồ gá thử tách lớp TTL01, riêng chi tiết số 3 có bề mặt dính kết với chi tiết số 4- tức lớp compozit thì bề mặt này sẽ được gia công đảm bảo các yêu cầu như tại bước “chuẩn bị bề mặt” đã quy định, với mục đích sau cùng là làm cho lớp phủ compozit có độ dính kết tốt nhất lên trên bề mặt nền thép 20.

Sau khi chế tạo xong Bộ đồ gá thử kéo tách lớp Hình 9, tiến hành phủ lớp compozit- tức chi tiết số 4 lên trên bề mặt chi tiết số 3 (Hình 8), trước khi phủ, bề mặt thép nền được phủ lót tăng khả năng bám dính, ta có các mẫu thí nghiệm trước khi thử kéo bám dính như trên Hình 10.

Nguyên lý hoạt động của bộ Đồ gá “thử tách lớp TTL01”: Bộ Đồ gá TTL01 được gá lên trên máy thử kéo thông qua hai chốt kéo trên và chốt kéo dưới. Tiến hành kéo đúng tâm, lực kéo trong suốt quá trình được ghi chép lại, đến khi xuất hiện hiện tượng tách lớp giữa chi tiết 3 và chi tiết 4, giá trị quy đổi lực trên diện tích bề mặt là giá trị độ bền tách lớp hay độ bền bám dính cần thiết.



Hình 8. Hình ảnh Đồ gá thử tách lớp TTL01:
1- Chốt kéo trên; 2- Áo đỡ; 3- Tâm tỉ
4- Lớp phủ Compozit; 5- Chốt kéo dưới



Hình 9. Hình ảnh Bộ đồ gá thử kéo tách lớp



Hình 10. Hình ảnh 05 mẫu thử nghiệm độ bền bám dính

3.2. Kết quả thử nghiệm

Sau khi tiến hành các thí nghiệm kéo tách lớp, số liệu được cho trong Bảng 2 như sau:

Bảng 2. Độ bền bám dính:

Tên mẫu	Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3	Trung bình
Giá trị (N/mm ²)	9,73	10,21	9,64	9,86

3.3. Đánh giá kết quả thử nghiệm

Giá trị độ bền bám dính giữa lớp nền thép 20 và lớp compozit phủ bề mặt có giá trị trung bình đạt 9,86MPa. Các công trình nghiên cứu, tính toán về độ bền bám dính giữa thép nền và lớp phủ compozit còn đang rất hạn chế, ít công bố. Theo các tác giả [3], compozit nền nhựa Vinyleste, cốt sợi thủy tinh ngắn, tỉ lệ nhựa/sợi là 60/40, có ứng suất tách lớp khi

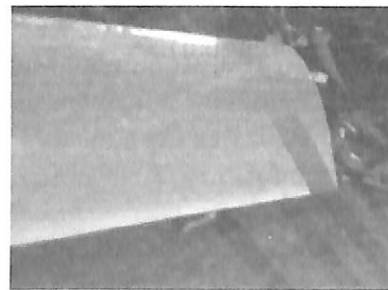
không có lớp lót là 1MPa, khi có lớp lót là 2,5MPa. Như vậy với độ bền bám dính mà đề tài đã đạt được 9,86MPa, hoàn toàn đảm bảo liên kết bền vững khi quạt gió làm việc, số liệu thí nghiệm của đề tài được coi như một thông số đầu vào của quá trình gia công, chế tạo cánh quạt gió tháp trao đổi nhiệt bằng vật liệu 2 lớp: Lớp nền thép 20- lớp phủ compozit.

4. TIẾN HÀNH CHẾ TẠO CÁNH QUẠT GIÓ BẰNG VẬT LIỆU 2 LỚP (LỚP NỀN THÉP 20- LỚP PHỦ COMPOZIT)

Sau khi có kết quả thử nghiệm kiểm tra cơ tính lớp vật liệu compozit; kiểm tra độ bền bám dính giữa 2 lớp (lớp nền thép 20 và lớp phủ compozit) đạt yêu cầu, sẽ tiến hành phủ compozit lên đều trên toàn bộ bề mặt của cánh quạt gió.

Các điều kiện biên khi tiến hành sẽ được lấy y nguyên như trong các thí nghiệm đơn lẻ, tức sẽ chế tạo một lớp compozit như tại Mục 1 và đảm bảo cơ tính cần thiết như tại Mục 2, và được phủ trên nền thép 20 của cánh đảm bảo được độ bền bám dính như thí nghiệm tại Mục 3.

Cánh quạt mới được chế tạo bằng vật liệu 2 lớp như trên Hình 11. Cánh quạt sau đó có thể còn trải qua một số bước công nghệ khác nữa như: đánh bóng, sơn,... trước khi được xuất xưởng.



Hình 11. Hình ảnh sản phẩm cánh quạt gió tháp giải nhiệt sau khi được phủ lớp compozit.

5. KẾT LUẬN

Qua việc triển khai đề tài, đã có những kết quả như sau:

- Đã chế tạo lớp vật liệu composit nhựa nhiệt rắn sử dụng nền nhựa polyeste không no gia cường bằng sợi thủy tinh. Sau khi thí nghiệm, nhận thấy lớp vật liệu đó đảm bảo cơ tính cần thiết để phủ lên trên bề mặt cánh quạt gió có điều kiện làm việc ngoài trời trong môi trường hơi nước biển.

- Đã tiến hành các thí nghiệm kiểm tra độ bền bám dính giữa 2 lớp (lớp nền thép 20-Lớp phủ composit) trên bộ “Đồ gá thử tách lớp TTL01”, kết quả thử nghiệm nhận thấy độ bền bám dính đảm bảo liên kết tốt giữa lớp thép nền và lớp composit.

- Từ các cơ sở đó đã tiến hành phủ toàn bộ bề mặt thép nền của cánh quạt gió tháp giải nhiệt một lớp vật liệu composit, nhằm tạo ra vật liệu 2 lớp để thay thế các dạng cánh quạt bằng vật liệu một lớp nhôm hợp kim biển dạng hiện nay.

Ứng dụng thành công đó đã mang lại các ý nghĩa khoa học nhất định (có hướng đi mới trong việc nghiên cứu, chế tạo các sản phẩm thay thế phù hợp trong điều kiện công nghệ và thiết bị tại Việt Nam, thúc đẩy các nghiên cứu ứng dụng vào thực tiễn) và ý nghĩa kinh tế thiết thực (chủ động trong sản xuất, không tốn kém giá trị kinh tế nhập ngoại). ❖

Ngày nhận bài: 01/12/2018

Ngày phản biện: 10/12/2018

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nguyễn Hoa Thịnh, Nguyễn Đình Đức (2001); “*Vật liệu Composite cơ học và công nghệ*”, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [2]. Nguyễn Đăng Cường (2011); “*Composit sợi thủy tinh và ứng dụng*”, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [3]. Hồ Hữu Huy, Trần Minh Hồ (2011); “*Nghiên cứu khả năng bọc composite cho kết cấu thép cacbon làm việc trong môi trường biển*”, Trường Đại học Đông Á.
- [4]. Đỗ Quang Sáng (2013); “*Vật liệu Polyme*”, NXB. Khoa học tự nhiên và Công nghệ.
- [5]. Phan Thị Minh Ngọc, Vũ Minh Đức*, Phạm Thị Lánh, Đoàn Thị Yến Oanh, Ngô Huy Đô (2015); “*Nghiên cứu chế tạo vật liệu polyme composit từ hệ nhựa epoxy/ DDS gia cường sợi thủy tinh có mặt vi sợi xenlulo*”, NXB. Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.
- [6]. Đặng Hữu Trung, Nguyễn Phạm Duy Linh, Trần Hải Ninh, Trần Vĩnh Diệu, Đoàn Thị Yến Oanh; “*Độ bền dai tách lớp và tính chất cơ học của vật liệu polyme composit trên cơ sở nhựa epoxy EPIKOTE 828/OELO gia cường sợi cacbon, đóng rắn bằng xyanetyldietyltri-amin*”, Tạp chí Khoa học DOI, tháng 12 năm 2015.