



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0003878

(51) **H01Q 1/00; H01Q 1/42; B32B 37/00**
2020.01

(13) **Y**

(21) 2-2024-00044

(22) 23/09/2021

(67) 1-2021-05943

(45) 27/01/2025 442

(43) 27/12/2021 405

(73) Tập đoàn Công nghiệp - Viễn thông Quân Đội (VN)

Lô D26 Khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hòa, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

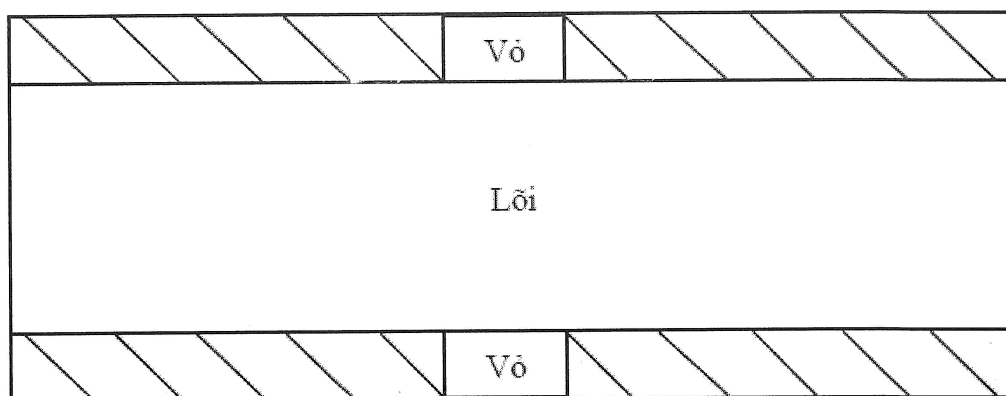
(72) Nghiêm Công Hoàng Phương (VN); Đỗ Tuấn Minh (VN); Vũ Tiến Đạt (VN);
Nguyễn Văn Sự (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) **CẤU TRÚC DẦM KẸP COMPOSITE ỨNG DỤNG CHO VỎ ĂNG TEN LƯU
ĐỘNG**

(21) 2-2024-00044

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến cấu trúc dầm kẹp bằng vật liệu composite ứng dụng cho vỏ ăng ten lưu động: với lõi bên trong là kết cấu xốp ROHACELLE HF, được chế tạo bằng công nghệ "hút chuyển" nhằm ứng dụng để chế tạo vỏ bọc ăng ten lưu động trên các phương tiện di chuyển quân sự (xe chỉ huy, tàu thăm dò,...) do những đặc tính vượt trội mà loại kết cấu xốp này mang lại: hằng số điện môi thấp xấp xỉ không khí, tạo ra giá trị trong suốt điện từ cao; độ bền cơ tính được cải thiện đáng kể (độ bền cắt, uốn, khả năng chống rung ở tần số cao, độ bền mỏi...); giảm nhiều khối lượng của kết cấu tổng thể; tăng độ tin cậy trong quá trình sản xuất chế tạo.



Hình 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến cấu trúc dầm kẹp composite ứng dụng cho vỏ ăng ten lưu động. Cụ thể, cấu trúc dầm kẹp của vật liệu composite cho vỏ ăng ten lưu động được ứng dụng để chế tạo vỏ bọc ăng ten lưu động trên các phương tiện di chuyển quân sự (xe chỉ huy, tàu thăm dò,...).

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Trên thế giới, vật liệu composite đã trở nên thông dụng và phổ biến đối với các kết cấu vỏ bọc ăng ten. Trong đó, kết cấu dầm kẹp được làm từ các vật liệu trong suốt điện từ được phát triển và ứng dụng rộng rãi trong những năm gần đây nhờ những ưu điểm vượt trội của loại kết cấu này mang lại.

Hiện nay, các sản phẩm vỏ bọc bảo vệ ăng ten do Viện Hàng không Vũ trụ (VTX) Viettel nghiên cứu phát triển và chế tạo chủ yếu sử dụng vật liệu composite nền nhựa epoxy và cốt sợi thủy tinh trong suốt điện từ theo cấu trúc xếp lớp cơ bản. Đây là loại vật liệu có đặc điểm cơ bản là độ dày càng mỏng thì độ bền cơ tính càng kém nhưng tính trong suốt điện từ càng cao và ngược lại. Do vậy, khi thiết kế sản phẩm để đảm bảo độ bền cơ tính đáp ứng được điều kiện hoạt động khắc nghiệt: bảo cấp 10 trở lên, đặt trên các phương tiện di chuyển với tốc độ cao sinh ra tần số rung lớn,... thì sản phẩm bắt buộc phải tăng chiều dày thiết kế lên để đạt độ bền mong muốn. Bên cạnh đó, sản phẩm vỏ ăng ten vẫn phải đảm bảo tính chất trong suốt điện từ ở các dải tần số sóng điện từ khác nhau (L, X, KU). Tuy nhiên, khi kết cấu có chiều dày lớn sẽ gặp các vấn đề trong quá trình chế tạo như yêu cầu tay nghề kỹ thuật cao, phải đảm bảo kiểm soát tốt thời gian dẫn nhựa và chi phí vật tư rất lớn.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Giải pháp hữu ích đề xuất cấu trúc dầm kẹp composite ứng dụng cho vỏ ăng ten lưu động giải quyết các hạn chế nêu ra ở trên.

Đối mặt với vấn đề cân bằng giữa độ bền cơ tính và độ trong suốt điện từ, sáng chế ứng dụng cấu trúc composite dầm kẹp (sandwich – vỏ là các lớp vải sợi gia cường, lõi là kết cấu xốp - foam) trong chế tạo các sản phẩm vỏ ăng ten mặt đất và lưu động trong suốt điện từ – là các sản phẩm đang sử dụng vật liệu composite chính của Viện Hàng không Vũ trụ Viettel.

Bản chất của việc ứng dụng này là tăng độ bền cho sản phẩm mà vẫn tối ưu hóa được tính năng điện từ của sản phẩm, thậm chí còn giảm đáng kể khối lượng. Việc sử dụng cấu trúc dầm kẹp với lõi là kết cấu xốp ở giữa làm tăng khả năng chịu uốn, chịu cắt của sản phẩm lên gấp nhiều lần.

Cụ thể, giải pháp hữu ích đề xuất cấu trúc dầm kẹp composite ứng dụng cho vỏ ăng ten lưu động bao gồm:

- Sử dụng kết cấu xốp này có tên là "ROHACELLE HF" được sản xuất bởi Evonik Industries có tính năng trong suốt điện từ. Kết cấu xốp tại lõi là một loại kết cấu xốp đặc biệt có độ bền cơ tính cao, đặc biệt hơn hết là tính năng trong suốt điện từ rất tốt với hằng số điện môi (dielectric constant) rất nhỏ khoảng 1,09 gần tương đương với giá trị hằng số điện môi của không khí (có giá trị là 1), là một kết cấu xốp cứng (foam rigid) với thành phần cơ bản từ polymethacrylimide PMI, chuyên được sử dụng để làm vật liệu cho vỏ bọc ăng ten.

Theo một phương án khác, giải pháp hữu ích đề cập tới cấu trúc dầm kẹp composite ứng dụng cho vỏ ăng ten lưu động bao gồm:

- cấu trúc dầm kẹp cho ứng dụng vỏ bảo vệ ăng ten bằng vật liệu composite có tính năng trong suốt điện từ. Cấu trúc dầm kẹp bao gồm hai bộ phận chính: lõi (thường được sử dụng là kết cấu xốp, gỗ cứng, tổ ong,...) hai bên là hai lớp vỏ cấu trúc xếp lớp thông thường. Hai lớp vỏ và lõi được liên kết với nhau bằng hai phương pháp: chế tạo một lần theo công nghệ chế tạo; chế tạo riêng rẽ rồi gắn keo dính vào nhau theo biên dạng sản phẩm. Ưu điểm của kết cấu dầm kẹp (sandwich) với kết cấu xếp lớp (laminat) truyền thống đó là: tăng đáng kể khả năng chịu uốn, chịu nén, chịu cắt; giảm khối lượng, ổn định kết cấu dưới tác động của rung động tần số cao,...

Theo một phương án khác, giải pháp hữu ích đề cập tới cấu trúc dầm kẹp composite ứng dụng cho vỏ ăng ten lưu động trong đó:

- Phương pháp đục lỗ lõi xốp bằng cách đục lỗ so le với khoảng cách 1 inch và tạo hình cho kết cấu xốp theo biên dạng của sản phẩm bằng phương pháp gia nhiệt. Qua quá trình nghiên cứu thực nghiệm phương pháp đục lỗ lõi xốp, nhóm tác giả đã tìm ra cách đục lỗ so le với khoảng cách 1 inch cho ra kết quả độ bền cơ tính tốt và tối ưu nhất.

- Với biên dạng phức tạp, lõi là kết cấu xốp được gia nhiệt và tạo hình trước theo biên dạng của sản phẩm. Trước khi dẫn nhựa, cấu trúc dầm kẹp được hút chân không trong thời gian dài nhằm loại bỏ hết bọt khí có trong lõi xốp.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Hình 1 là cấu trúc dầm kẹp cơ bản.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Giải pháp hữu ích được mô tả chi tiết dưới đây có dựa vào hình vẽ kèm theo, hình vẽ này nhằm mục đích minh họa các phương án của giải pháp hữu ích mà không làm giới hạn phạm vi bảo hộ giải pháp hữu ích.

Cấu trúc dầm kẹp bao gồm hai bộ phận chính: lõi (thường được sử dụng là kết cấu xốp, gỗ cứng, tổ ong,...), hai bên là hai lớp vỏ cấu trúc xếp lớp thông thường.

Kết cấu xốp đóng vai trò làm phần lõi, được chế tạo theo nhiều phương pháp khác nhau: đùn, phun ép,... các loại nhựa nền và sau đó phay tiện bề mặt để tạo ra biên dạng theo thiết kế hoặc theo chiều dày đồng nhất. Thông thường, lõi từ kết cấu xốp mang lại những ưu điểm như: giảm đáng kể khối lượng của sản phẩm do có khối lượng riêng nhỏ ($0,05 - 0,2 \text{ g/cm}^3$) nhưng vẫn đảm bảo độ bền cơ tính cao (đặc biệt về khả năng chịu cắt chịu nén, chống rung và độ bền môi), hỗ trợ dẫn nhựa trong quá trình chế tạo composite.

Lớp vỏ ở hai bên được làm từ cấu trúc xếp lớp chủ yếu gồm hai thành phần chính là vải sợi gia cường và nhựa nền, làm tăng độ cứng bề mặt cho cấu trúc dầm kẹp, là bộ phận chính chịu uốn và kéo.

Việc lựa chọn vật liệu cho hai bộ phận vỏ và lõi cũng như việc sắp xếp vị trí của chúng (hai lớp vỏ nằm bên ngoài, bọc lót cho phần lõi kết cấu xốp nằm ở giữa) theo như cấu trúc dầm kẹp đã phát huy được tối đa khả năng làm việc, đặc tính của vật liệu về độ bền cơ tính.

Trên thực tế, hai lớp vỏ và lõi được liên kết với nhau bằng hai phương pháp:

- Quy trình chế tạo một lần: vải sợi gia cường của vỏ và lõi kết cấu xốp được liên kết tạm với nhau trước bằng keo xịt chuyên dụng, tạo nên một cấu trúc rỗng hỗn hợp. Sau đó, dòng chảy nhựa đi qua và thấm thấm toàn bộ vào cấu trúc rỗng này dưới tác động của áp suất, sau khi nhựa đông rắn sẽ tạo nên cấu trúc dầm kẹp hoàn thiện.

- Lắp ráp: vỏ gồm vải sợi gia cường và nền nhựa được chế tạo riêng biệt theo các công nghệ chế tạo vật liệu composite khác nhau theo biên dạng hình học của sản

phẩm. Sau khi hoàn thiện, hai lớp vỏ và lõi được gắn keo, gá cố định bằng các loại keo dán chuyên dụng tương thích.

Cụ thể trong giải pháp hữu ích này:

- Tại hai lớp vỏ ngoài, vật liệu composite quartz/epoxy được sử dụng. Trong đó, vải sợi gia cường quartz có độ bền cơ tính tốt, tính năng chịu nhiệt độ cao, bền với tác động của môi trường hoạt động, trong suốt điện từ; nền nhựa epoxy mô đun đàn hồi cao có độ bền cơ tính tốt, độ co ngót thấp, độ ổn định biên dạng tốt sau khi đóng rắn).

- Kết cấu xốp tại lõi là một loại kết cấu xốp đặc biệt có khối lượng nhẹ ($0,075 \text{ g/cm}^3$) và độ bền cơ tính cao, đặc biệt hơn hết là tính năng trong suốt điện từ rất tốt với hằng số điện môi (dielectric constant) rất nhỏ khoảng 1,09 gần tương đương với giá trị hằng số điện môi của không khí (có giá trị là 1). Loại kết cấu xốp này có tên là "ROHACELLE HF" được sản xuất bởi Evonik Industries, là một kết cấu xốp cứng (foam rigid) với thành phần cơ bản từ polymethacrylimide (PMI), chuyên được sử dụng để làm vật liệu cho vỏ bọc ống ten.

- Phương pháp đục lỗ lõi xốp bằng cách đục lỗ so le với khoảng cách 1 inch theo mô hình tổ ong và tạo hình cho kết cấu xốp theo biên dạng của sản phẩm bằng phương pháp gia nhiệt. Qua quá trình nghiên cứu thực nghiệm phương pháp đục lỗ lõi xốp, nhóm nghiên cứu đã tìm ra cách đục lỗ so le với khoảng cách 1 inch cho ra kết quả độ bền cơ tính tốt và tối ưu nhất.

- Với biên dạng phức tạp, lõi là kết cấu xốp được gia nhiệt và tạo hình trước theo biên dạng của sản phẩm hoặc được gia công bằng phương pháp phay tiện cơ khí (phương pháp này có tính tự động hóa cao nhưng tốn kém nhiều về chi phí cũng như thời gian thi công nên ít được ứng dụng rộng rãi). Trước khi dẫn nhựa, cấu trúc dầm kẹp được hút chân không trong thời gian dài nhằm loại bỏ hết bọt khí có trong lõi xốp.

Ưu điểm của kết cấu dầm kẹp (sandwich) so với kết cấu xếp lớp (laminated) truyền thống đó là: tăng đáng kể khả năng chịu uốn, chịu nén, chịu cắt; giảm khối lượng, ổn định kết cấu dưới tác động của rung động tần số cao, cải thiện độ bền mỏi; trong công nghệ chế tạo, kết cấu dầm kẹp cải thiện đáng kể về độ tin cậy trong sản xuất, làm giảm rõ rệt số lượng sản phẩm lỗi.

Bảng sau đây sẽ chỉ ra rõ ràng những ưu điểm này thông qua các hệ số đơn vị:

	Cấu trúc xếp lớp (laminate) thông thường với tổng chiều dày lớp vỏ là t	Cấu trúc dầm kẹp (sandwich) với chiều dày lõi xốp bằng chiều dày 2 lớp vỏ là t	Cấu trúc dầm kẹp (sandwich) với chiều dày lõi xốp là 3t và chiều dày 2 lớp vỏ là t
Mô đun uốn	1,0	7,0	37,0
Ứng suất uốn	1,0	3,5	9,2
Khối lượng	1,0	1,03	1,06
Tổng chiều dày	t	2t	4t

- Công nghệ chế tạo "hút chuyên" được áp dụng phổ biến để chế tạo kết cấu dầm kẹp này. Bản chất, đây là quy trình chế tạo một lần: vải sợi gia cường của vỏ và lõi kết cấu xốp được liên kết tạm với nhau trước bằng keo xít chuyên dụng, tạo nên một cấu trúc rỗng hỗn hợp. Sau đó, dòng chảy nhựa đi qua và thấm thấu toàn bộ vào cấu trúc rỗng này dưới tác động của áp suất, sau khi nhựa đóng rắn sẽ tạo nên cấu trúc dầm kẹp hoàn thiện.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Hiện tại, giải pháp hữu ích này đã và đang được Viện Hàng không Vũ trụ Viettel áp dụng trong việc chế tạo các vỏ bảo vệ bằng vật liệu composite có dạng bán cầu hoặc dạng tấm vuông, ứng dụng cho các loại ăng ten hoạt động ở các dải băng tần số khác nhau (L, X, KU), đa dạng về tính năng như: cột ăng ten mặt đất, trạm ăng ten thu phát tín hiệu, ăng ten trên xe lưu động di chuyển ở tốc độ cao.

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Chỉ tiêu đánh giá	Mặt bảo vệ ăng-ten U sử dụng cấu trúc xếp lớp thông thường (10 lớp vải dày 0,2 mm)	Mặt bảo vệ ăng-ten U sử dụng cấu trúc dầm kẹp (1 lớp vải 0,2mm/1 lớp foam 3mm/1 lớp vải 0,2mm)	Ưu điểm
Khối lượng sản phẩm	4,7 kg	1,5 kg	Giảm 68 %
Độ bền uốn:	Tải rung xóc khi xe đi	Tải rung xóc khi xe di chuyển	Giảm 81,6%

chuyển vị lớn nhất dưới tác dụng của	chuyển với vận tốc 80 km/h: 7.6 mm	với vận tốc 80 km/h: 1.4 mm	
	Tải trọng gió cấp 7: 5,2 mm	Tải trọng gió cấp 7: 3,4 mm	Giảm 34,6%
Giá thành vật tư composite	95.000.000 VNĐ	29.000.000 VNĐ	Giảm 69,5%
Hiệu suất truyền sóng điện từ băng L	93,3 %	95 %	Tăng 1.8%
Quá trình thi công chế tạo	- Thời gian thi công: $t = 8h$ - Lượng nhựa sử dụng: $m_r = 3kg$	- Thời gian thi công: $t = 5h$ - Lượng nhựa sử dụng: $m_r = 2kg$	Tiết kiệm 03 tiếng thi công và đảm bảo được góc định hướng của sợi vải.

Mặc dù các mô tả nêu trên chứa nhiều chi tiết cụ thể, tuy nhiên chúng không được coi là giới hạn về phương án thực thi giải pháp hữu ích mà chỉ nhằm mục đích minh họa một số phương án thực thi được ưu tiên.

Yêu cầu bảo hộ

1. Cấu trúc dầm kẹp composite ứng dụng cho vỏ ăng ten lưu động bao gồm:
lõi (thường được sử dụng là kết cấu xếp, gỗ cứng, tổ ong,...), hai bên là hai lớp vỏ cấu trúc xếp lớp thông thường; trong đó:

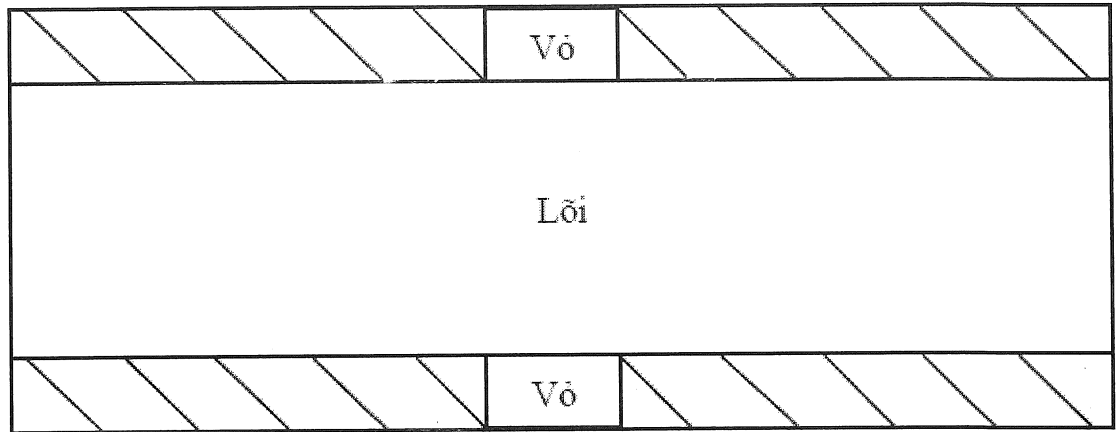
kết cấu xếp đóng vai trò làm phần lõi, được chế tạo theo nhiều phương pháp khác nhau: đùn, phun ép,... các loại nhựa nền và sau đó phay tiện bề mặt để tạo ra biên dạng theo thiết kế hoặc theo chiều dày đồng nhất; sử dụng kết cấu xếp có tên là "ROHACELLE HF" có tính năng trong suốt điện từ để đáp ứng được yêu cầu đối với kết cấu xếp tại lõi là một loại kết cấu xếp đặc biệt có độ bền cơ tính cao, đặc biệt hơn hết là tính năng trong suốt điện từ rất tốt với hằng số điện môi (dielectric constant) rất nhỏ khoảng 1,09 gần tương đương với giá trị hằng số điện môi của không khí (có giá trị là 1), là một kết cấu xếp cứng foam rigid với thành phần cơ bản từ polymethacrylimide (PMI), chuyên được sử dụng để làm vật liệu cho vỏ bọc ăng ten; phương pháp đục lỗ lõi xếp bằng cách đục lỗ so le với khoảng cách 1 inch và tạo hình cho kết cấu xếp theo biên dạng của sản phẩm bằng phương pháp gia nhiệt;

lớp vỏ ở hai bên được làm từ cấu trúc xếp lớp chủ yếu gồm hai thành phần chính là vải sợi gia cường và nhựa nền, làm tăng độ cứng bề mặt cho cấu trúc dầm kẹp, là bộ phận chính chịu uốn và kéo;

hai lớp vỏ và lõi được liên kết với nhau bằng hai phương pháp: chế tạo một lần theo công nghệ chế tạo; chế tạo riêng rẽ rồi gắn keo dính vào nhau theo biên dạng sản phẩm.

2. Cấu trúc dầm kẹp composite ứng dụng cho vỏ ăng ten lưu động theo điểm 1, trong đó:

với biên dạng phức tạp, lõi là kết cấu xếp được gia nhiệt và tạo hình trước theo biên dạng của sản phẩm; trước khi dẫn nhựa, cấu trúc dầm kẹp được hút chân không trong thời gian dài nhằm loại bỏ hết bọt khí có trong lõi xếp.



Hình 1