



(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)



2-0003997

(51) **B23K 9/00**
2024.01

(13) **Y**

(21) 2-2024-00348

(22) 04/07/2019

(67) 1-2019-03566

(45) 25/03/2025 444

(43) 25/01/2021 394A

(76) **TRẦN HƯNG TRÀ (VN)**

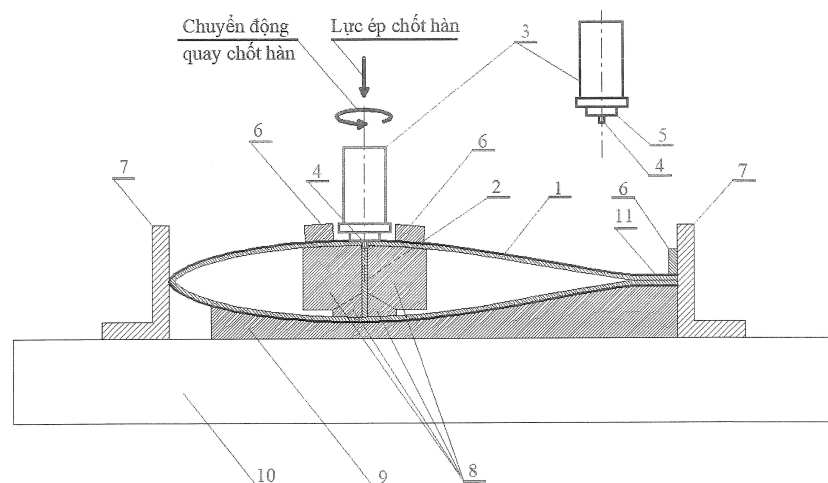
số 415/7, đường 2/4, Vĩnh Hải, thành phố Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa

(74) **Công ty Luật TNHH T2H (T2H LIMITED LIABILITY LAW COMPANY)**

(54) **QUY TRÌNH SẢN XUẤT CÁNH RỒNG CÓ GÂN GIA CƯỜNG ĐƯỢC HÀN
BẰNG KỸ THUẬT HÀN MA SÁT**

(21) 2-2024-00348

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình chế tạo kết cấu cánh rỗng có gân gia cường, cánh làm từ tấm hợp kim nhôm, bằng kỹ thuật hàn ma sát gồm ba bước: Bước 1: Tấm nhôm được uốn theo biên dạng cánh. Bước 2: Tấm vỏ cánh và gân gia cường được hàn bằng kỹ thuật hàn ma sát. Bước 3: Bề mặt giáp nhau của tấm vỏ tại đuôi cánh được hàn lại với nhau bằng kỹ thuật hàn ma sát với quy trình hàn tương tự quy trình hàn giữa tấm vỏ với gân. Trong đó: (1) Cơ cấu đồ gá gồm tấm lót đáy có biên dạng mặt trên giống biên dạng cánh để định vị cánh trên bàn máy hàn. Các thanh đỡ và thanh kẹp nằm bên trong tấm vỏ dùng cố định gân gia cường, đỡ tấm vỏ, và không cho vật liệu tại vùng hàn thoát ra ngoài khi hàn. Hai thanh kẹp bên trên tấm vỏ cùng với hai tấm chặn hai mép cánh để giữ cho toàn bộ cánh nằm cứng vững trên bàn máy hàn. (2) Chốt hàn hình trụ tròn làm bằng thép hợp kim, gồm thân chốt, đầu chốt hàn và vai chốt. Đầu chốt hàn có dạng hình trụ thẳng hoặc côn và có ren hoặc không có ren. Chiều cao đầu chốt hàn bằng từ 1.1 đến 1.8 lần chiều dày tấm vỏ, đường kính đầu chốt hàn bằng từ 1.0 đến 2.0 lần chiều dày tấm gân. Đường kính vai chốt hàn bằng từ 2.0 đến 5.0 lần đường kính đầu chốt hàn. (3) Quá trình hàn gồm ba giai đoạn: Giai đoạn vào chốt hàn, giai đoạn tạo đường hàn, và giai đoạn thoát chốt hàn. Chốt hàn vừa chuyển động quay và chuyển động tịnh tiến để khuấy vật liệu giữa tấm vỏ và tấm gân để tạo nên mối liên kết. Trong cả ba giai đoạn, tốc độ quay chốt hàn giữ cố định và trên 400 vòng/phút. Trong giai đoạn vào chốt hàn, chốt hàn vừa quay vừa tịnh tiến vào tấm hàn theo phương đứng với tốc độ tịnh tiến dưới 200 mm/phút. Trong giai đoạn tiếp theo, giai đoạn tạo đường hàn, chốt hàn vừa chuyển động quay vừa chuyển động tịnh tiến theo phương ngang. Tỷ lệ giữa tốc độ quay với tốc độ tịnh tiến của chốt hàn trong giai đoạn này dưới 6.0 vòng/mm. Quá trình tạo đường hàn được thực hiện bằng cách chạy một lần hàn hoặc chạy hai lần hàn (với chiều quay chốt hàn được đảo chiều). Góc nghiêng giữa trục chốt hàn với phương thẳng đứng (phương vuông góc với mặt phẳng các tấm hàn) không quá 3°.



Hình 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình sản xuất cánh rỗng có gân gia cường từ hợp kim nhôm bằng kỹ thuật hàn ma sát.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Đã biết kết cấu cánh dùng phổ biến trong các lĩnh vực kỹ thuật liên quan đến khí thủy động lực học như cánh ngầm cho tàu cánh ngầm (hydrofoil), cánh máy bay, cánh quạt... Vật liệu hợp kim nhôm thường được dùng trong lĩnh vực cao tốc do vật liệu này có độ bền riêng cao (độ bền riêng là tỉ lệ giữa độ bền và khối lượng). Để tăng hệ số độ bền riêng, kết cấu cánh thường được chế tạo dạng kết cấu rỗng gồm tấm vỏ và gân gia cường bên trong. Hiện nay, việc chế tạo kết cấu cánh rỗng bằng hợp kim nhôm thường thực hiện theo phương pháp (1) đúc đùn ép hoặc (2) chế tạo tấm vỏ và gân gia cường riêng lẻ, sau đó liên kết giữa tấm vỏ với gân gia cường bằng đinh vít hoặc hàn theo các phương pháp hàn chảy truyền thống (MIG, TIG,...). Hạn chế của các phương pháp chế tạo hiện tại là: (1) Dùng phương pháp đúc đùn ép chỉ phù hợp với các hợp kim nhôm có giới hạn bền rất thấp hoặc nhôm nhóm 1xxx. (2) Dùng phương pháp liên kết đinh vít thường làm cho kết cấu cánh có độ bền khá thấp. (3) Dùng phương pháp liên kết bằng các phương pháp hàn chảy truyền thống (MIG, TIG...) thì kết cấu có tuổi thọ thấp (do khuyết tật) và bị biến dạng khá lớn (do hợp kim nhôm rất nhạy nhiệt, khó hàn).

Hiện nay hàn ma sát khuấy (friction stir welding) là phương pháp hàn ở trạng thái rắn, rất phù hợp dùng cho hàn tất cả các hợp kim nhôm (đã và đang được nhiều nước trên thế giới ứng dụng trong lĩnh vực hàng không, vũ trụ). Ngoài ra, phương pháp hàn này cho phép hàn giữa gân và tấm vỏ với biên dạng cong rất thuận lợi, độ bền liên kết rất cao, và biến dạng không đáng kể. Nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật hàn ma sát trong chế tạo mối hàn giáp mí tấm cong (hai bề mặt tấm hàn tiếp giáp nhau) đã được thực hiện và công bố kết quả. Tuy nhiên việc nghiên cứu chế tạo kết cấu cánh rỗng có gân gia cường bằng kỹ thuật hàn ma sát, trong đó tấm vỏ được đặt chồng lên tấm gân trong quá trình hàn (hay còn gọi là hàn chồng) là bài toán rất mới, chưa có công bố. Ở trong nước, nghiên cứu chế tạo kết cấu cánh rỗng có gân gia cường làm từ vật liệu hợp kim nhôm bằng kỹ thuật hàn ma sát là bài toán hoàn toàn mới, chưa có lời giải và cũng chưa có tác giả nào thực hiện.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Do đó, mục đích của giải pháp hữu ích là xây dựng quy trình chế tạo cánh rỗng có gân gia cường bằng kỹ thuật hàn ma sát. Trong đó hàn ma sát giữa tấm vỏ cánh với tấm gân gia cường và hàn ma sát giữa hai tấm vỏ giáp mặt tại đuôi cánh. Quy trình hàn hai tấm giáp mặt tại đuôi cánh cũng

được thực hiện giống quy trình hàn giữa tấm vỏ và gân gia cường. Quá trình hàn giữa tấm vỏ với gân gia cường bằng kỹ thuật hàn ma sát với cấu hình hàn chồng, trong đó tấm vỏ nằm chồng trên gân gia cường, được minh họa trong hình 1. Trong đó chốt hàn đóng vai trò tạo biến dạng cơ nhiệt, khuếch tán vật liệu giữa tấm vỏ và gân gia cường để tạo liên kết. Để đạt được mục đích trên, quá trình nghiên cứu được tiến hành theo các bước sau:

Bước 1. Quá trình cơ nhiệt của hàn ma sát chữ T giữa tấm vỏ và gân gia cường được mô phỏng bằng phần mềm ANSYS để xác định sơ bộ hình học chốt hàn và các thông số hàn (tốc độ hàn và tốc độ quay chốt hàn, lực ép, góc nghiêng chốt (tilt angle),...).

Bước 2. Nghiên cứu chế tạo thực nghiệm hàn ma sát giữa tấm vỏ và gân trên thiết bị hàn ma sát FSW-NTU (thiết bị này là sản phẩm được nghiên cứu chế tạo trong đề tài cấp Bộ B2013-13-07 của cùng tác giả). Mục tiêu hướng đến là khảo sát thực nghiệm sự ảnh hưởng của hình học chốt hàn và các thông số hàn (tốc độ hàn, tốc độ quay và chiều quay chốt hàn, lực ép, góc nghiêng chốt (tilt angle),...) đến cấu trúc và cơ tính mối liên kết.

Bước 3. Phân tích đánh giá thực nghiệm chất lượng mối liên kết: phân tích cấu trúc, khuyết tật... trên thiết bị SEM (scanning electron microscope).

Bước 4. Đo đặc và đánh giá độ bền mối liên kết giữa tấm vỏ và gân trên thiết bị đo cơ tính vạn năng chuyên dụng (Instron 3366).

Bước 5. Phân tích tổng hợp và xác định chế độ hàn phù hợp để chế tạo mối liên kết chữ T giữa tấm vỏ và gân.

Bước 6. Chế tạo thử nghiệm kết cấu cánh rỗng, biên dạng E837, có gân gia cường để đánh giá, kiểm nghiệm chất lượng mối liên kết và hoàn thiện quy trình hàn.

Quá trình chế tạo cánh rỗng có gân gia cường trong giải pháp hữu ích này gồm ba bước: (1) Tấm nhôm được uốn theo biên dạng cánh dùng làm tấm vỏ cho cánh, (2) Tấm vỏ cánh và gân gia cường được hàn bằng kỹ thuật hàn ma sát, (3) Bề mặt giáp nhau của tấm vỏ tại đuôi cánh được hàn lại với nhau bằng kỹ thuật hàn ma sát (xem hình 1). Trong giải pháp hữu ích này tập trung vào quy trình chế tạo mối hàn ma sát giữa tấm vỏ cánh với gân gia cường và giữa hai tấm giáp mặt tại đuôi cánh. Trong đó quy trình hàn tại đuôi cánh (hàn hai tấm giáp mặt) được thực hiện theo quy trình hàn giống với quy trình hàn giữa tấm vỏ và gân gia cường.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện sơ đồ bố trí các chi tiết của quá trình hàn ma sát.

Trong đó:

1 – Tấm vỏ của cánh

2 –Gân gia cường dạng tấm

- 3 – Chốt hàn
- 4 – Đầu chốt hàn
- 5 – Vai chốt hàn
- 6 – Thanh dè mặt trên tấm hàn
- 7 – Tấm chặn không cho cánh dịch chuyển ngang
- 8 – Thanh đỡ mặt dưới tấm vỏ và cố định gân gia cường
- 9 – Tấm lót đỡ mặt dưới cánh (có biên dạng mặt trên giống với biên dạng cánh)
- 10 – Bàn máy hàn
- 11 – Đuôi cánh.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Như được thể hiện trên hình vẽ 1, quá trình chế tạo cánh rỗng có gân gia cường trong giải pháp hữu ích này gồm ba bước: (1) tấm nhôm được uốn theo biên dạng cánh làm tấm vỏ cho cánh, (2) tấm vỏ cánh và gân gia cường được hàn bằng kỹ thuật hàn ma sát với tấm vỏ nằm chồng trên gân gia cường, (3) bề mặt tấm vỏ giáp nhau tại đuôi cánh được hàn lại với nhau bằng kỹ thuật hàn ma sát với quy trình giống quy trình hàn giữa tấm vỏ và gân gia cường.

Quy trình hàn cho cánh rỗng có tấm vỏ và gân gia cường bằng kỹ thuật hàn ma sát trong giải pháp hữu ích này bao gồm:

1. Gá đặt tấm vỏ và gân:

- Ba thanh số 6 dùng để kẹp chặt toàn bộ kết cấu cánh (gồm tấm vỏ và gân) cố định trên bàn máy. Tấm gân nằm bên trong tấm vỏ và tấm vỏ nằm chồng trên tấm gân. Lực kẹp được tạo ra nhờ các thanh kẹp thông qua liên kết với bàn máy số 10 bằng các bu lông.
- Hai tấm số 7 dùng cố định tấm vỏ, không cho tấm vỏ dịch chuyển theo phương ngang.
- Bốn thanh số 8 dùng để kẹp chặt gân gia cường và đồng thời đỡ tấm vỏ. Các thanh kẹp số 8 còn có chức năng giữ không cho vật liệu thoát ra ngoài trong quá trình hàn.
- Tấm lót số 9 đóng vai trò định vị toàn bộ kết cấu cánh trên bàn máy hàn. Mặt trên tấm lót được phay theo biên dạng giống với biên dạng cánh. Mặt dưới tấm lót được phay phẳng.

2. Chốt hàn:

Chốt hàn số 3 có dạng hình trụ tròn và làm bằng thép hợp kim, gồm thân chốt, đầu chốt hàn số 4 và vai chốt số 5. Đầu chốt hàn có dạng hình trụ có ren (xem hình 1). Chiều cao đầu chốt hàn bằng từ 1.1 đến 1.8 lần chiều dày tấm vỏ (skin), đường kính đầu chốt hàn bằng từ 0.8 đến 1.6 lần chiều dày tấm gân (stringer). Đường kính vai chốt hàn bằng từ 2.0 đến 5.0 lần đường kính đầu chốt hàn.

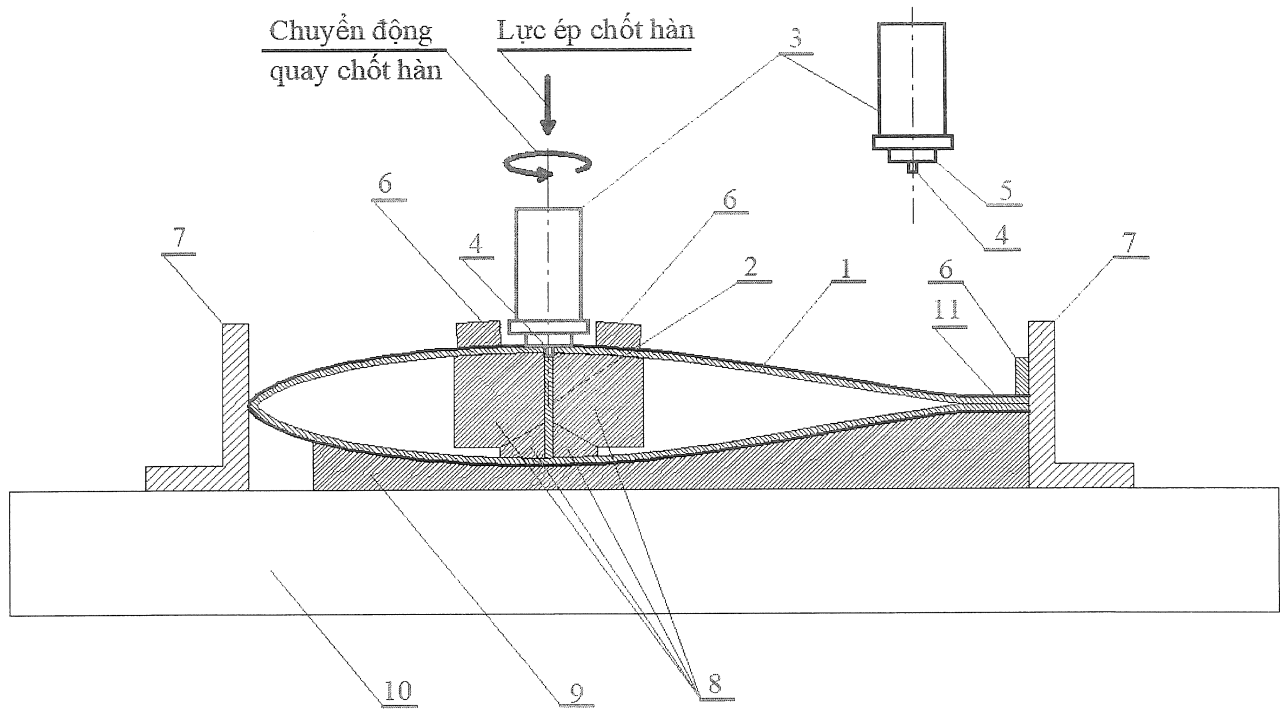
3. Quy trình hàn:

- Quá trình hàn gồm 3 giai đoạn: (1) giai đoạn vào chốt hàn, (2) giai đoạn tạo đường hàn, và (3) giai đoạn thoát chốt hàn. Chốt hàn vừa chuyển động quay và chuyển động tịnh tiến để khuấy vật liệu giữa tấm vỏ và tấm gân để tạo nên mối liên kết. Trong cả ba giai đoạn, tốc độ quay chốt hàn được giữ cố định và trên 400 vòng/phút.
- Trong giai đoạn vào chốt hàn, chốt hàn vừa quay vừa tịnh tiến vào tấm hàn theo phương đứng với tốc độ tịnh tiến dưới 200 mm/phút.
- Trong giai đoạn tiếp theo, giai đoạn tạo đường hàn, chốt hàn vừa chuyển động quay vừa chuyển động tịnh tiến theo phương ngang. Tỷ lệ giữa tốc độ quay với tốc độ tịnh tiến của chốt hàn trong giai đoạn này dưới 6.0 vòng/mm. Quá trình tạo đường hàn được thực hiện bằng cách chạy một lần (1 pass) hoặc chạy hai lần (2 pass) với chiều quay chốt hàn được đảo chiều.
- Góc nghiêng chốt hàn (tilt angle) không quá 3° , là góc nghiêng giữa trục chốt hàn với phương thẳng đứng (phương vuông góc với mặt phẳng các tấm hàn).

Tác giả đăng ký giải pháp hữu ích này đã nghiên cứu chế tạo thành công kết cấu cánh E837 bằng kỹ thuật hàn ma sát, cánh rỗng có gân gia cường, vật liệu là hợp kim nhôm cao cấp AA5083, có độ bền cao và chống ăn mòn tốt (biên dạng cánh lấy từ dữ liệu của UIUC Airfoil data site, UIUC applied Aerodynamics, Department of Aerospace Engineering). Việc chế tạo thành công kết cấu cánh bằng kỹ thuật hàn ma sát mở ra nhiều triển vọng để phát triển trong lĩnh vực cao tốc, lĩnh vực đòi hỏi độ tin cậy và an toàn cao (cánh máy bay, cánh thủy phi cơ...).

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình chế tạo kết cấu cánh rỗng có gân gia cường, cánh làm từ tấm hợp kim nhôm, bằng kỹ thuật hàn ma sát gồm: (1) tấm nhôm được uốn theo biên dạng cánh, (2) tấm vỏ cánh và gân gia cường được hàn bằng kỹ thuật hàn ma sát, (3) bề mặt giáp nhau của tấm vỏ tại đuôi cánh được hàn lại với nhau bằng kỹ thuật hàn ma sát với quy trình hàn tương tự quy trình hàn giữa tấm vỏ với gân, trong đó:
 - cơ cấu gá đặt cánh để hàn gồm tấm lót đáy có biên dạng mặt trên giống biên dạng cánh để định vị cánh trên bàn máy hàn, các thanh đỡ và thanh kẹp nằm bên trong tấm vỏ dùng để cố định gân gia cường, đỡ tấm vỏ, và không cho vật liệu tại vùng hàn thoát ra ngoài khi hàn; hai thanh kẹp đè bên trên tấm vỏ cùng với hai tấm chặn hai mép cánh để giữ cho toàn bộ cánh nằm cứng vững trên bàn máy hàn;
 - chốt hàn hình trụ tròn làm bằng thép hợp kim, gồm thân chốt, đầu chốt hàn và vai chốt; đầu chốt hàn có dạng hình trụ dạng thẳng hoặc côn và có ren hoặc không có ren; chiều cao đầu chốt hàn bằng từ 1.1 đến 1.8 lần chiều dày tấm vỏ, đường kính đầu chốt hàn bằng từ 1.0 đến 2.0 lần chiều dày tấm gân; đường kính vai chốt hàn bằng từ 2.0 đến 5.0 lần đường kính trung bình đầu chốt hàn;
 - quá trình hàn gồm 3 giai đoạn: (1) giai đoạn vào chốt hàn, (2) giai đoạn tạo đường hàn, và (3) giai đoạn thoát chốt hàn; chốt hàn vừa chuyển động quay và chuyển động tịnh tiến để khuấy vật liệu giữa tấm vỏ và tấm gân để tạo nên mối liên kết; trong đó:
 - trong cả 3 giai đoạn, tốc độ quay chốt hàn được giữ cố định và trên 400 vòng/phút;
 - trong giai đoạn vào chốt hàn, chốt hàn vừa quay vừa tịnh tiến vào tấm hàn theo phương đứng với tốc độ tịnh tiến dưới 200 mm/phút;
 - trong giai đoạn tiếp theo, giai đoạn tạo đường hàn, chốt hàn vừa chuyển động quay vừa chuyển động tịnh tiến theo phương ngang, tỉ lệ giữa tốc độ quay với tốc độ tịnh tiến của chốt hàn trong giai đoạn này dưới 6.0 vòng/mm;
 - quá trình tạo đường hàn được thực hiện bằng cách chạy một lần hàn hoặc chạy hai lần hàn với chiều quay chốt hàn được đảo chiều;
 - góc nghiêng giữa trục chốt hàn với phương thẳng đứng (phương vuông góc với mặt phẳng các tấm hàn) không quá 3°.



Hình 1