



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

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

(11)



1-0033128

(51)⁸ **B23K 35/28**; F28F 21/08; C22C 21/00; (13) **B**
B23K 15/00

(21) 1-2018-02489

(22) 09/11/2016

(86) PCt/EP2016/077057 09/11/2016

(87) WO2017/081042 18/05/2017

(30) PCT/CN2015/094596 13/11/2015 CN; PCT/CN2016/071207 18/01/2016 CN

(45) 25/09/2022 414

(43) 25/10/2018 367A

(73) GRÄNGES AB (SE)

Linnégatan 18 Box 5505, 114 85 STOCKHOLM, Sweden

(72) DESIKAN, Sampath (GB); WEIZENG, Ma (CN).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) TẤM HÀN, QUY TRÌNH SẢN XUẤT TẤM HÀN VÀ THIẾT BỊ TRAO ĐỔI
NHIỆT ĐƯỢC HÀN

(57) Sáng chế đề cập đến tấm hàn và quy trình sản xuất tấm hàn này. Tấm hàn này bao gồm lớp lõi được làm bằng hợp kim nhôm thứ nhất, được gắn vào một mặt của lớp lõi này là lớp bọc chống ăn mòn được làm bằng hợp kim nhôm thứ hai, được gắn vào mặt còn lại của lớp lõi này là lớp bọc hàn được làm bằng hợp kim nhôm thứ ba, trong đó hợp kim nhôm thứ nhất này chứa: Si $\leq 0,6\%$ khối lượng; Fe $\leq 0,7\%$ khối lượng; Cu 0,4-0,9% khối lượng; Mn 1,0-1,6% khối lượng; Mg $\leq 0,2\%$ khối lượng; Cr 0,05-0,15% khối lượng; Zr 0,05-0,15% khối lượng; Ti 0,05-0,15% khối lượng; các nguyên tố khác, mỗi nguyên tố với lượng $\leq 0,05\%$ khối lượng và $\leq 0,2\%$ tổng khối lượng; Al với lượng còn lại để đủ 100% khối lượng; nêu trên hợp kim nhôm thứ hai chứa: Si 0,65-1,0% khối lượng; Fe $\leq 0,4\%$ khối lượng; Cu $\leq 0,05\%$ khối lượng; Mn 1,4-1,8% khối lượng; Zn 1,5-4,0% khối lượng; Zr 0,05-0,20% khối lượng; các nguyên tố khác, mỗi nguyên tố với lượng $\leq 0,05\%$ khối lượng và $\leq 0,2\%$ tổng khối lượng; Al với lượng còn lại để đủ 100% khối lượng; và, hợp kim nhôm thứ ba này có nhiệt độ nóng chảy thấp hơn so với các hợp kim nhôm thứ nhất và thứ hai nêu trên. Cụ thể là, nhiệt độ hóa lỏng của hợp kim nhôm thứ ba là thấp hơn so với nhiệt độ hóa rắn của các hợp kim nhôm thứ nhất và thứ hai. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến thiết bị trao đổi nhiệt được hàn và thiết bị trao đổi nhiệt được hàn làm từ tấm hàn này.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm hàn hợp kim nhôm có tính năng ăn mòn mỹ mãn và quy trình sản xuất tấm này. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến thiết bị trao đổi nhiệt được hàn và thiết bị trao đổi nhiệt được hàn làm từ tấm hàn này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thiết bị trao đổi nhiệt nhôm được hàn như bộ tản nhiệt, thiết bị ngưng tụ, thiết bị làm bay hơi v.v. thường được sử dụng trong các hệ thống làm mát hoặc điều hòa không khí trong động cơ ô tô, cũng như trong các hệ thống làm mát công nghiệp. Chúng thường bao gồm nhiều ống song song (nhiều buồng được hàn/gấp nếp v.v.) với mỗi ống tham gia thường từ đầu đến cuối. Các lá tản nhiệt gọn sóng được hàn vào các ống phân tách hai ống liền kề bất kỳ và truyền nhiệt giữa các thành ống vào môi trường khí bên ngoài các ống, như không khí xung quanh.

Để tiết kiệm khối lượng, thường có xu hướng sử dụng vật liệu có kích thước mỏng hơn, nên cần phải tăng độ bền chống ăn mòn, đặc biệt là đối với các ống.

Các giải pháp kỹ thuật đã biết đã bộc lộ việc sử dụng lớp bọc chống ăn mòn làm bằng hợp kim nhôm ít có giá trị hơn ở phía bên trong của các ống. Lớp bọc như vậy thường chứa Zn để làm giảm điện thế ăn mòn (tức là, làm cho nó âm hơn). Ví dụ về các tài liệu sáng chế đề cập đến các loại vật liệu loại này bao gồm WO2007/042206 A1, WO2010/132018 A1, EP2418042 A1, EP1666190 A1, EP2130934 A1, JP2003268470 A, JP2005232506 A, JP2007216283 A, JP2008127607 A, US8932728 B2 và US2011/0287277 A1.

Nói chung, đã cho rằng nếu hàm lượng Zn trong lớp bọc chống ăn mòn là quá thấp, ví dụ dưới 1,4% khối lượng, thì khả năng bảo vệ chống ăn mòn bên trong sẽ là không đủ, cụ thể trong trường hợp vật liệu làm ống có kích thước mỏng hơn. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Zn là cao, đã phát hiện ra rằng Zn trong khi hàn có thể di chuyển vào lõi và làm giảm độ bền chống ăn mòn từ bên ngoài.

US2010/0291400 A1 đã cho thấy rằng tác động tiêu cực đến độ bền chống ăn mòn bên ngoài là do sự khuếch tán ngược của Zn từ lớp bọc chống ăn mòn qua hợp kim làm lõi gây ra và đã mô tả vật liệu làm tấm hàn có lớp bọc chống ăn mòn với hàm lượng Zn nhỏ hơn 1,4% khối lượng.

Vấn đề về sự khuếch tán Zn cũng có thể được giải quyết bằng cách bố trí thêm một lớp giữa lớp lõi và lớp bọc chống ăn mòn, nhưng để tạo ra được các tấm hàn như vậy lại phức tạp hơn rất nhiều.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất tấm hàn thích hợp dùng cho ống có kích thước mỏng trong thiết bị trao đổi nhiệt được hàn mà sau khi hàn có độ bền chống ăn mòn mỹ mãn từ cả hai phía, nhưng lại tương đối đơn giản để chế tạo.

Mục đích tiếp theo của sáng chế là đề xuất tấm hàn bao gồm lớp lõi và lớp bọc chống ăn mòn được gắn trực tiếp vào một mặt của lớp lõi và lớp bọc hàn được gắn trực tiếp vào mặt còn lại của lớp lõi này.

Mô tả chi tiết sáng chế

Đã phát hiện ra rằng các mục đích của sáng chế có thể đạt được bằng tấm hàn bao gồm lớp lõi được làm bằng hợp kim nhôm thứ nhất, được gắn vào một mặt của lớp lõi này là lớp bọc chống ăn mòn được làm bằng hợp kim nhôm thứ hai, được gắn vào mặt còn lại của lớp lõi này là lớp bọc hàn được làm bằng hợp kim nhôm thứ ba, trong đó hợp kim nhôm thứ nhất này chứa:

Si $\leq 0,6\%$ khối lượng; Fe $\leq 0,7\%$ khối lượng; Cu 0,4-0,9% khối lượng; Mn 1,0-1,6% khối lượng; Mg $\leq 0,2\%$ khối lượng; Cr 0,05-0,15% khối lượng; Zr 0,05-0,15% khối lượng; Ti 0,05-0,15% khối lượng; các nguyên tố khác, mỗi nguyên tố với lượng $\leq 0,05\%$ khối lượng và $\leq 0,2\%$ tổng khối lượng; Al với lượng còn lại để đủ 100% khối lượng;

hợp kim nhôm thứ hai này chứa: Si 0,65-1,0% khối lượng; Fe $\leq 0,4\%$ khối lượng; Cu $\leq 0,05\%$ khối lượng; Mn 1,4-1,8% khối lượng; Zn 1,5-4,0% khối lượng; Zr 0,05-0,20% khối lượng; các nguyên tố khác, mỗi nguyên tố với lượng $\leq 0,05\%$ khối lượng và $\leq 0,2\%$ tổng khối lượng; Al với lượng còn lại để đủ 100% khối lượng; và,

hợp kim nhôm thứ ba này có nhiệt độ nóng chảy thấp hơn so với các hợp kim nhôm thứ nhất và thứ hai nêu trên. Cụ thể là, nhiệt độ hóa lỏng của hợp kim nhôm thứ ba là thấp hơn nhiệt độ hóa rắn của hợp kim nhôm thứ nhất và thứ hai.

Trong bản mô tả này, thuật ngữ “nguyên tố khác” được dùng để chỉ nguyên tố bất kỳ có mặt dưới dạng các tạp chất. Các nguyên tố như vậy là khó tránh khỏi do các tạp chất trong các nguyên liệu thô được sử dụng để tạo ra hợp kim, đặc biệt là khi lượng đáng kể phế liệu tái chế được dùng như trong thực tế thông thường trên quy mô sản xuất công nghiệp. Ví dụ, các nguyên tố này có thể là các tạp chất của một hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố V, Ni, Sr, v.v..

Trừ khi có quy định cụ thể, trong phần mô tả bất kỳ về thành phần hợp kim hoặc thành phần hợp kim được ưu tiên, tất cả các thành phần đều tính theo phần trăm khối lượng (% khối lượng).

Thuật ngữ “tấm” như được sử dụng trong bản mô tả này cũng bao gồm các dải được cuộn.

Trong bản mô tả này, thuật ngữ “các tính chất sau khi hàn” được dùng để chỉ các tính chất của tấm hàn, hoặc vật phẩm bất kỳ được tạo ra bằng cách tạo hình tấm hàn, sau khi nó được hàn ở nhiệt độ 600°C trong thời gian 3 phút.

Tấm hàn theo sáng chế là đặc biệt thích hợp làm vật liệu tạo ống có lớp bọc chống ăn mòn tạo ra bên trong của các ống làm từ tấm hàn này. Tốt hơn là, không có lớp bọc hàn trên bề mặt của lớp bọc chống ăn mòn. Tốt hơn là, tấm hàn là vật liệu có ba lớp mà không có thêm lớp nào ngoài lớp lõi, lớp bọc chống ăn mòn và lớp bọc hàn. Tốt hơn là, tổng độ dày của tấm hàn nằm trong khoảng từ 0,15 đến 0,6 mm, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,15 đến 0,25 mm và tốt nhất là nằm trong khoảng từ 0,18 đến 0,22 mm. Tốt hơn là, lớp bọc chống ăn mòn chiếm từ 3 đến 20%, tốt hơn nữa là chiếm từ 4 đến 15% và tốt nhất là chiếm từ 5 đến 12% tổng độ dày của tấm hàn. Tốt hơn là, lớp bọc hàn chiếm từ 3 đến 20%, tốt nhất là chiếm từ 5 đến 15% tổng độ dày của tấm hàn.

Đã phát hiện ra rằng sự kết hợp cụ thể của thành phần hợp kim làm lõi (tức là hợp kim nhôm thứ nhất) và thành phần tạo lớp bọc chống ăn mòn (tức là hợp kim nhôm thứ hai), sau khi hàn, tạo cho cả hai phía của ống làm từ tấm hàn này có độ bền chống ăn mòn cao. Cụ thể là, độ bền chống ăn mòn cao từ bên ngoài của các ống (tức là phía có lớp bọc hàn) thu được thậm chí nếu quá trình khuếch tán của Zn khỏi lớp bọc chống ăn

mòn xảy ra trong khi hàn. Do vậy, ngay cả đối với vật liệu có kích thước mỏng, như có độ dày nằm trong khoảng từ 0,15 đến 0,25 mm, và có hàm lượng Zn cao trong lớp bọc chống ăn mòn, ví dụ nằm trong khoảng từ 2 đến 3% khối lượng, thì vẫn có thể thu được độ bền SWAAT (ASTM G85-A3) sau khi hàn hơn 25 ngày, tốt hơn là hơn 40 ngày.

Sau khi hàn, tốt hơn là lớp lõi có các hạt liên kim loại chứa Cr, cụ thể các hạt liên kim loại này cũng chứa Mn và Si. Tốt hơn là, hàm lượng của Si và Mn trong hợp kim làm lõi được bố trí sao cho “dải màu nâu” chống ăn mòn được tạo ra trong khi hàn. Dải màu nâu là vùng có các hạt chứa Mn và Si được tạo ra bởi sự thẩm thấu của Si ra khỏi lớp bọc hàn và dẫn đến sự cạn kiệt Mn trong dung dịch rắn, điều này tạo ra sự bảo vệ anốt của phần bên trong của lõi chống lại sự ăn mòn từ phía có lớp bọc hàn, tức là từ bên ngoài của ống được tạo ra từ tấm hàn. Theo sáng chế, tốt hơn là dải màu nâu được tạo ra sau khi hàn có các hạt liên kim loại chứa Cr, cụ thể là các hạt liên kim loại chứa Al, Mn, Si và Cr. Tốt hơn là, các hạt như vậy có đường kính tương đương trung bình nằm trong khoảng từ 50 đến 500 nm, tốt nhất là nằm trong khoảng từ 60 đến 260 nm.

Trước khi hàn, tấm hàn có khả năng tạo hình tốt sao cho các thiết kế khác của ống được hàn và/hoặc gấp nếp có thể được tạo ra, như ống loại B hoặc ống nhiều lỗ.

Hợp kim làm lõi chứa $\leq 0,6\%$ khối lượng Si, tốt hơn là $\leq 0,2\%$ khối lượng Si. Việc giữ hàm lượng Si thấp tạo điều kiện thuận lợi cho việc tạo ra “dải màu nâu” như nêu trên.

Hợp kim làm lõi chứa $\leq 0,7\%$ khối lượng, tốt hơn là 0,1-0,6% khối lượng Fe. Sự có mặt lượng nhỏ Fe là không thể tránh được trong thực tế do nó thường có mặt dưới dạng tạp chất trong các nguyên liệu thô. Hàm lượng Fe quá cao dẫn đến sự mất đi độ bền chống ăn mòn gây rối sau khi hàn.

Hợp kim làm lõi chứa 0,4-0,9% khối lượng, tốt hơn là 0,5-0,8% khối lượng Cu. Sự có mặt của Cu làm tăng độ bền. Tuy nhiên, hàm lượng Cu quá cao làm cho dễ bị vỡ nóng trong khi đúc, làm giảm nhiệt độ hóa rắn và cũng có thể làm tăng độ nhạy cảm của vật liệu với sự ăn mòn giữa các hạt sau khi hàn.

Hợp kim làm lõi chứa 1,0-1,6% khối lượng, tốt hơn là 1,1-1,5% khối lượng Mn. Sự có mặt của Mn trong lõi làm tăng độ bền cả khi trong dung dịch rắn và khi có mặt trong các hạt. Khi hàm lượng Mn đủ cao trong lõi, một số lớn các hạt có thể được kết tủa trong khi nung nóng sơ bộ và cán nóng sau đó trong khi sản xuất tấm hàn, và sau khi

hàn, gradien điện thế thực chất giữa lớp lõi và lớp bọc chống ăn mòn có thể thu được vì có sự khác biệt lớn của Mn trong dung dịch rắn. Hàm lượng Mn quá cao có thể dẫn đến việc tạo ra các hạt orecti lớn trong khi đúc, điều này là không mong muốn trong sản xuất vật liệu mỏng.

Hợp kim làm lõi chứa $\leq 0,2\%$ khối lượng, tốt hơn là $\leq 0,15\%$ khối lượng Mg, ví dụ 0,05-0,15% khối lượng Mg. Sự có mặt của magie có tác dụng cải thiện độ bền của vật liệu, nhưng với lượng quá cao, khả năng hàn là kém hơn, đặc biệt là khi sử dụng chất trợ dung khi hàn trong môi trường có kiểm soát (CAB), như trong phương pháp Nocoloc™.

Hợp kim làm lõi chứa 0,05-0,15% khối lượng, tốt hơn là 0,06-0,13% khối lượng Cr. Đã phát hiện ra rằng Cr có mặt trong các hạt liên kim loại, đặc biệt là trong dải màu nâu sau khi hàn, và cải thiện một cách đáng kể độ bền chống ăn mòn từ bên ngoài của các ống (tức là phía có lớp bọc hàn), mặc dù có sự di chuyển của Zn vào lõi trong khi hàn. Lượng Cr quá cao dẫn đến tác động bất lợi của các hạt liên kim loại sơ cấp khổng lồ không mong muốn đến tính năng cán nóng của vật liệu.

Hợp kim làm lõi chứa 0,05-0,15% khối lượng, tốt hơn là 0,06-0,13 Zr. Sự có mặt của Zr gây ra việc làm tăng lên số lượng các hạt rất mịn, thúc đẩy sự phát triển của các hạt thon dài tương đối lớn sau khi hàn, điều này là có lợi cho độ bền chống ăn mòn. Hàm lượng Zr quá cao dẫn đến sự tạo hạt liên kim loại khổng lồ trong khi đúc và từ đó làm mất đi tác dụng có lợi của Zr.

Hợp kim làm lõi chứa 0,05-0,15% khối lượng, tốt hơn là 0,06-0,12 Ti. Sự có mặt của Ti có tác dụng cải thiện độ bền chống ăn mòn bằng cách thúc đẩy sự ăn mòn từng lớp một. Hàm lượng Ti quá cao dẫn đến sự tạo hạt liên kim loại khổng lồ trong khi đúc, làm cho vai trò của Ti trở nên không hiệu quả.

Lớp bọc chống ăn mòn (tức là hợp kim nhôm thứ hai) chứa 1,5-5% khối lượng hoặc 1,5-4% khối lượng, tốt hơn là 2-3% khối lượng, tốt nhất là 2,5-3% khối lượng Zn. Nếu hàm lượng Zn là quá thấp, thì lớp bọc chống ăn mòn sẽ không tạo ra sự bảo vệ đủ cho lõi chống lại sự ăn mòn từ bên trong của ống. Hàm lượng Zn quá cao làm giảm nhiệt độ nóng chảy và có thể cũng khiến cho vật liệu trở nên giòn hơn và gây ra các vấn đề trong khi cán.

Lớp bọc chống ăn mòn chứa 0,65-1,0% khối lượng Si. Sự có mặt của Si có tác dụng cải thiện độ bền của lớp bọc vật liệu bởi sự phản ứng với Mn. Nếu hàm lượng Si là quá thấp, thì số lượng chất phân tán AlMnSi được tạo ra là không đủ để cải thiện độ bền ở mức độ mong muốn. Hàm lượng Si quá cao là không mong muốn vì nó làm giảm nhiệt độ nóng chảy của lớp bọc.

Lớp bọc chống ăn mòn chứa $\leq 0,4\%$ khối lượng, tốt hơn là $\leq 0,3\%$ khối lượng Fe. Sự có mặt lượng nhỏ Fe là không thể tránh được trong thực tế do nó thường có mặt dưới dạng tạp chất trong các nguyên liệu thô. Hàm lượng Fe quá cao đến đến sự làm giảm độ bền chống ăn mòn của vật liệu tạo lớp bọc chống ăn mòn.

Lớp bọc chống ăn mòn chứa $\leq 0,05\%$ khối lượng Cu. Hàm lượng Cu có thể chấp nhận được phải thấp để tránh sự gây rối rộng của vật liệu tạo lớp bọc chống ăn mòn.

Lớp bọc chống ăn mòn chứa 1,4-1,8% khối lượng Mn. Sự có mặt của Mn có tác dụng cải thiện độ bền của lớp bọc vật liệu, cũng như độ bền chống ăn mòn sau khi hàn. Khi hàm lượng Mn quá thấp, không thể thu được lượng Mn đủ để gia cường bởi hạt và số lượng các hạt để độ bền chống ăn mòn được cải thiện sẽ là quá thấp. Khi hàm lượng Mn quá cao, khả năng gia công của lớp bọc vật liệu bị giảm và các hạt liên kim loại quá lớn có thể được tạo ra và tác động bất lợi đến đặc tính bền mỏi.

Lớp bọc chống ăn mòn chứa 0,05-0,20% khối lượng Zr. Sự có mặt của Zr trong lớp bọc chống ăn mòn có cùng mục đích như trong lớp lõi.

Thành phần của lớp bọc hàn (tức là hợp kim thứ ba) là không quan trọng miễn là nhiệt độ nóng chảy nằm trong khoảng mong muốn, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 550 đến 615°C. Tốt hơn là, lớp bọc hàn làm bằng hợp kim nhôm chứa 4-15% khối lượng Si, tốt nhất là 6-13% khối lượng Si. Lượng nhỏ các nguyên tố khác có thể tùy ý có mặt, như Bi để cải thiện khả năng thấm ướt và Zn để điều chỉnh điện thế ăn mòn, cũng như các tạp chất không thể tránh khỏi. Lớp bọc hàn thông thường có thể, ví dụ, chứa 4-15 w% Si, $\leq 0,5\%$ khối lượng Bi, $\leq 0,25\%$ khối lượng Cu, $\leq 0,1\%$ khối lượng Mn, $\leq 0,2\%$ khối lượng Ti, $\leq 0,8\%$ khối lượng Fe, $\leq 0,05\%$ khối lượng mỗi và $\leq 0,2\%$ tổng khối lượng các nguyên tố khác, và phần còn lại là Al.

Thành phần của các hợp kim được bố trí sao cho lớp bọc chống ăn mòn là giá trị ít hơn lớp lõi. Tốt hơn là, thành phần này được điều chỉnh sao cho điện thế ăn mòn sau

khi hàn (được đo theo ASTM G69) hợp kim làm lõi nằm trong khoảng 30-150 mV cao hơn so với lớp bọc chống ăn mòn.

Độ cứng được ưu tiên trong điều kiện cung cấp là độ cứng đã được phân loại như H14 hoặc H24.

Các ống làm từ các tấm hàn theo sáng chế có thể được sử dụng trong thiết bị trao đổi nhiệt được hàn bất kỳ. Ví dụ về thiết bị trao đổi nhiệt như vậy đối với ô tô bao gồm bộ tản nhiệt, điều hòa nhiệt độ, thiết bị làm bay hơi và thiết bị ngưng tụ, máy sưởi cabin, bộ làm mát không khí, bộ làm mát dầu và bộ làm mát ắc quy. Các ví dụ khác bao gồm thiết bị trao đổi nhiệt có các chức năng tương ứng trong các thiết bị nung nóng và làm mát cố định.

Sáng chế cũng đề cập đến quy trình sản xuất tấm hàn như nêu trên. Quy trình này bao gồm các bước:

tạo ra thỏi làm lõi bằng hợp kim thứ nhất như được mô tả trên đây;
bọc thỏi làm lõi trên một mặt bằng hợp kim thứ hai (được dự định để tạo ra lớp bọc chống ăn mòn) như được mô tả trên đây;
bọc thỏi làm lõi trên mặt còn lại bằng hợp kim thứ ba (được dự định để tạo ra lớp bọc hàn) như được mô tả trên đây;
nung nóng sơ bộ thỏi đã được bọc ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 400 đến 575°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 450 đến 550°C trong thời gian từ 1 đến 25 giờ;
cán nóng thỏi đã được bọc và nung nóng sơ bộ để thu được tấm, tốt hơn là có độ dày nằm trong khoảng từ 3 đến 10 mm;
cán nguội tấm thu được ở bước cán nóng đến độ dày cuối, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,15 đến 0,25 mm; và, tùy ý tôi tấm đã được cán nguội ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 200 đến 300°C trong thời gian từ 1 đến 10 giờ đến độ cứng cung cấp mong muốn, như H24.

Các thỏi có thể được tạo ra bằng phương pháp đúc thích hợp bất kỳ, tốt hơn là đúc DC. Mức độ giảm độ dày khi cán nóng tốt hơn là nằm trong khoảng từ 95 đến 99%. Mức độ giảm độ dày khi cán nguội tốt hơn là nằm trong khoảng từ 90 đến 98%. Việc cán nguội đến độ dày cuối có thể được thực hiện trong một hoặc vài công đoạn, tùy ý với việc tôi ở giữa các công đoạn này.

Đối với thành phần của các hợp kim và chi tiết về thành phẩm, xin tham khảo phần mô tả trên đây về tấm hàn.

Ngoài ra, sáng chế cũng mô tả việc sử dụng tấm hàn theo sáng chế để sản xuất thiết bị trao đổi nhiệt được hàn.

Cuối cùng, sáng chế đề cập đến thiết bị trao đổi nhiệt được hàn được tạo ra bằng cách tạo ống từ tấm hàn theo sáng chế, lắp ráp các ống nêu trên với các lá tản nhiệt và các bộ phận khác của thiết bị trao đổi nhiệt sau đó là hàn để nối các bộ phận này.

Sáng chế còn được minh họa qua các ví dụ sau, tuy nhiên các ví dụ này không nhằm làm giới hạn phạm vi của sáng chế.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Vật liệu tạo ống loại 0,20mm theo sáng chế (được gọi là vật liệu A) được tạo ra theo trình tự thực hiện sau: (a) đúc DC (Direct Chill - làm nguội trực tiếp) thỏi hợp kim làm lõi có thành phần tính theo % trọng lượng như sau: 0,04% Si, 0,23% Fe, 0,68% Cu; 1,27% Mn, 0,07% Mg, 0,09% Cr, 0,09% Zr, 0,1% Ti, phần còn lại là Al và các tạp chất không thể tránh khỏi; (b) bọc lõi trên một mặt bằng hợp kim hàn có thành phần 7,8% Si, 0,21% Fe, 0,02% Mn, phần còn lại là Al và các tạp chất không thể tránh khỏi; (c) bọc lõi này trên mặt còn lại bằng hợp kim chống ăn mòn có thành phần, tính theo % khối lượng, 0,73% Si, 0,26% Fe, 0,04% Cu, 1,58% Mn, 2,47% Zn, 0,13 Zr, 0,03% Ti, phần còn lại là Al và các tạp chất không thể tránh khỏi; (d) nung nóng sơ bộ khối lắp ráp thu được đến nhiệt độ 500°C trong thời gian 15 giờ trước khi cán nóng; (e) cán nóng đến độ dày 3,8 mm; (f) cán nguội đến độ dày cuối 0,20 mm; và, (f) tôi cục bộ lần cuối ở nhiệt độ 250°C trong thời gian 3 giờ đến độ cứng H24. Với tổng độ dày này, lớp bọc hàn chiếm 10% và lớp bọc chống ăn mòn chiếm 5%.

Để so sánh, vật liệu tạo ống loại 0,20 mm (được gọi là vật liệu B) được tạo ra bằng cùng một quy trình, nhưng với thành phần hợp kim khác. Hợp kim làm lõi có thành phần, tính theo % khối lượng, 0,03% Si, 0,22% Fe, 0,61% Cu; 1,68% Mn, 0,05% Mg, 0,13% Zr, 0,03% Ti, phần còn lại là Al và các tạp chất không thể tránh khỏi; hợp kim hàn có thành phần, tính theo % khối lượng, 7,9% Si, 0,18% Fe, phần còn lại là Al và các tạp chất không thể tránh khỏi; hợp kim chống ăn mòn có thành phần, tính theo % khối lượng, 0,81% Si, 0,26% Fe, 0,03% Cu, 1,59% Mn, 2,46% Zn, 0,12% Zr, 0,03% Ti, phần còn lại là Al và các tạp chất không thể tránh khỏi. Hơn thế, lớp bọc hàn chiếm 7% tổng độ dày. Sự khác biệt chính từ vật liệu A là thành phần hợp kim làm lõi. Sự khác biệt nhỏ về thành phần của các hợp kim khác là do các thay đổi không thể tránh khỏi để

sản xuất các hợp kim và không làm thay đổi các tính chất của vật liệu cuối. Hơn thế, sự khác biệt về độ dày của lớp bọc hàn, không làm thay đổi các đặc tính ăn mòn của vật liệu sau khi hàn.

6 mẫu thử nghiệm từ mỗi vật liệu được tạo ra được hàn ở nhiệt độ 600°C/3 phút trong lò Nocolok được thử nghiệm trong buồng SWAAT (ASTM G85-A3). Các kết quả của các thử nghiệm như được đo bằng thời gian đến lần khoan thứ nhất được thể hiện dưới đây:

	Mẫu thử thử nghiệm 1 (Ngày)	Mẫu thử thử nghiệm 2 (Ngày)	Mẫu thử thử nghiệm 3 (Ngày)	Mẫu thử thử nghiệm 4 (Ngày)	Mẫu thử thử nghiệm 5 (Ngày)	Mẫu thử thử nghiệm 6 (Ngày)
Vật liệu A (theo sáng chế)	56-60	63-67	63-67	56-60	63-67	56-60
Vật liệu B (so sánh)	8	8	9	9	11	11

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm hàn bao gồm lớp lõi được làm bằng hợp kim nhôm thứ nhất, được gắn vào một mặt của lớp lõi này là lớp bọc chống ăn mòn được làm bằng hợp kim nhôm thứ hai, được gắn vào mặt còn lại của lớp lõi này là lớp bọc hàn được làm bằng hợp kim nhôm thứ ba, trong đó hợp kim nhôm thứ nhất chứa:

Si	$\leq 0,6\%$ khối lượng
Fe	$\leq 0,7\%$ khối lượng
Cu	0,4-0,9% khối lượng
Mn	1,0-1,6% khối lượng
Mg	$\leq 0,2\%$ khối lượng
Cr	0,05-0,15% khối lượng
Zr	0,05-0,15% khối lượng
Ti	0,05-0,15% khối lượng

các nguyên tố khác, mỗi nguyên tố với lượng $\leq 0,05\%$ khối lượng và $\leq 0,2\%$ tổng khối lượng

Al với lượng còn lại để đủ 100% khối lượng;

hợp kim nhôm thứ hai chứa:

Si	0,65-1,0% khối lượng
Fe	$\leq 0,4\%$ khối lượng
Cu	$\leq 0,05\%$ khối lượng
Mn	1,4-1,8% khối lượng
Zn	1,5-5,5% khối lượng
Zr	0,05-0,20% khối lượng

các nguyên tố khác, mỗi nguyên tố với lượng $\leq 0,05\%$ khối lượng và $\leq 0,2\%$ tổng khối lượng

Al với lượng còn lại để đủ 100% khối lượng;

và, hợp kim nhôm thứ ba có nhiệt độ nóng chảy thấp hơn so với các hợp kim nhôm thứ nhất và thứ hai nêu trên.

2. Tấm hàn theo điểm 1, trong đó hợp kim thứ hai chứa 2-3% khối lượng Zn.
3. Tấm hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 2, trong đó hợp kim thứ nhất chứa $\leq 0,2\%$ khối lượng Si.

4. Tấm hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó hợp kim thứ ba là hợp kim nhôm chứa 4-15% khối lượng Si.
5. Tấm hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó độ dày của tấm hàn nằm trong khoảng từ 0,15 đến 0,25 mm.
6. Tấm hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó độ dày của tấm hàn nằm trong khoảng từ 0,18 đến 0,22 mm.
7. Tấm hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó hàm lượng Si và Mn trong hợp kim thứ nhất được bố trí sao cho dải màu nâu chống ăn mòn được tạo ra trong khi hàn, dải màu nâu này được tạo ra có các hạt liên kim loại chứa Cr.
8. Tấm hàn theo điểm 7, trong đó dải màu nâu nêu trên có các hạt liên kim loại chứa Al, Mn, Si và Cr.
9. Tấm hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 8, trong đó các hạt liên kim loại có đường kính tương đương trung bình nằm trong khoảng từ 50 đến 500 nm.
10. Tấm hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó độ bền SWAAT, sau khi hàn, chống lại sự ăn mòn từ phía có lớp bọc hàn là hơn 25 ngày.
11. Tấm hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, trong đó tấm hàn là vật liệu có ba lớp mà không có thêm lớp nào ngoài lớp lõi, lớp bọc chống ăn mòn và lớp bọc hàn.
12. Tấm hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, trong đó độ dày của lớp bọc chống ăn mòn chiếm từ 3 đến 20% tổng độ dày của tấm hàn.
13. Quy trình sản xuất tấm hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 12 bao gồm các bước:
tạo ra thỏi làm lõi bằng hợp kim thứ nhất như được xác định trong điểm 1;
bọc thỏi làm lõi trên một mặt bằng hợp kim thứ hai như được xác định trong điểm 1;
bọc thỏi làm lõi trên mặt còn lại bằng hợp kim thứ ba như được xác định trong điểm 1;
nung nóng sơ bộ thỏi đã được bọc ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 400 đến 575°C

trong thời gian từ 1 đến 25 giờ;

cán nóng thổi đã được bọc và nung nóng sơ bộ để thu được tấm; và,

cán nguội tấm thu được ở bước cán nóng đến độ dày cuối.

14. Thiết bị trao đổi nhiệt được hàn thu được bằng cách tạo các ống từ tấm hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 12, lắp ráp các ống này với các lá tản nhiệt và các bộ phận khác của thiết bị trao đổi nhiệt, sau đó là hàn.