



(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)



1-0033090

(51)⁸ C21D 9/46; C22C 38/00

(13) B

(21) 1-2018-02777

(22) 29/12/2015

(86) PCT/IB2015/060026 29/12/2015

(87) WO2017/115107 06/07/2017

(45) 25/08/2022 413

(43) 25/10/2018 367A

(73) ARCELORMITTAL (LU)

24-26, Boulevard d'Avranches L-1160 Luxembourg, Luxembourg

(72) GIRINA Olga A. (US); PANABI Damon (US).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP TRẮNG KẼM VÀ TẤM THÉP TRẮNG KẼM

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép tráng kẽm có độ bền kéo TS ít nhất là 1450MPa và độ giãn dài toàn phần TE ít nhất là 17%, phương pháp này lần lượt bao gồm các bước: chuẩn bị tấm thép cán nguội làm bằng thép có thành phần hoá học bao gồm, tính theo % khối lượng: $0,34\% \leq C \leq 0,45\%$, $1,50\% \leq Mn \leq 2,30\%$, $1,50 \leq Si \leq 2,40\%$, $0\% < Cr \leq 0,7\%$, $0\% \leq Mo \leq 0,3\%$, $0,10\% \leq Al \leq 0,7\%$, và tùy ý, $0\% \leq Nb \leq 0,05\%$, lượng còn lại là Fe và các tạp chất khó tránh khỏi, ủ tấm thép cán nguội này ở nhiệt độ ủ AT cao hơn điểm chuyển tiếp Ac3 của thép này, tôi tấm thép đã được ủ này bằng cách làm nguội nó xuống nhiệt độ tôi QT thấp hơn điểm chuyển tiếp Ms của thép này và nằm trong khoảng từ 150°C đến 250°C, và nung lại tấm thép đã được tôi này tới nhiệt độ ram PT nằm trong khoảng từ 350°C đến 450°C và giữ tấm thép này ở nhiệt độ ram PT trong khoảng thời gian ram Pt ít nhất là 80 giây, và phủ tấm thép này bằng cách mạ điện, với nhiệt độ hợp kim hoá GAT nằm trong khoảng từ 470°C đến 520°C. Sáng chế cũng đề cập đến tấm thép tráng kẽm sản xuất được bởi phương pháp này.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép tráng kẽm có độ bền cao có độ bền kéo và độ giãn dài toàn phần cải thiện, và tấm thép tráng kẽm được tạo ra bởi phương pháp này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Để sản xuất các phụ tùng khác nhau như các chi tiết của các bộ phận kết cấu thân và các panen thân dùng cho các phương tiện có động cơ, hiện thường sử dụng các tấm làm bằng các loại thép DP (hai pha), nhiều pha, pha phức hợp hoặc thép mactensit.

Ví dụ, thép nhiều pha có độ bền cao có cấu trúc bainit-mactensit có/không có một phần austenit tồn dư và chứa khoảng 0,2% C, khoảng 2% Mn, khoảng 1,5% Si khiến cho có được giới hạn chảy khoảng 750MPa, độ bền kéo khoảng 980MPa, và độ giãn dài toàn phần khoảng 10%. Các tấm thép này được sản xuất trên dây chuyền ủ liên tục từ nhiệt độ ủ cao hơn điểm chuyển tiếp Ac_3 , xuống tới nhiệt độ hoá già quá cao hơn điểm chuyển tiếp Ms và giữ tấm này ở nhiệt độ đó trong một khoảng thời gian nhất định. Tùy ý, tấm này được mạ điện hoặc tráng kẽm.

Để giảm trọng lượng của các chi tiết của xe ô tô nhằm cải thiện hiệu suất nhiên liệu của chúng xét về khía cạnh bảo toàn môi trường toàn cầu, cần đến việc phải có các tấm có được sự cân bằng tốt giữa độ bền và khả năng dễ uốn. Tuy nhiên, các tấm như vậy cũng phải có khả năng dễ tạo hình tốt.

Ngoài ra, việc tạo ra tấm thép tráng kẽm, do việc tráng kẽm cho phép cải thiện khả năng hàn và độ bền chống ăn mòn cao sau khi hàn điểm và dập là điều mong muốn.

Về điều này, việc tạo ra tấm thép tráng kẽm có độ bền kéo TS ít nhất là 1450MPa và độ giãn dài toàn phần TE ít nhất là 17% là điều mong muốn. Các tính chất này được đo theo tiêu chuẩn ISO ISO 6892-1, công bố tháng 10, 2009. Điều cần phải nhấn mạnh là, do có sự khác nhau về các phương pháp đo, cụ thể là do có sự khác nhau về kích thước của các mẫu đo được sử dụng, nên các trị số độ giãn

dài toàn phần đo được theo tiêu chuẩn ISO sẽ là rất khác nhau, cụ thể là thấp hơn so với các trị số độ giãn dài toàn phần theo tiêu chuẩn JIS Z 2201-05. Ngoài ra, việc tạo ra các tấm tráng kẽm bằng một phương pháp sản xuất ổn định, tức là để sao cho sự biến thiên các thông số xử lý không dẫn đến việc làm thay đổi đáng kể các tính chất cơ học có được là điều được mong muốn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép như vậy và phương pháp ổn định để sản xuất nó.

Nhằm mục đích này, sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép tráng kẽm, phương pháp này lần lượt bao gồm các bước:

- chuẩn bị tấm thép cán nguội làm bằng thép có thành phần hoá học bao gồm, tính theo % khối lượng:

$$0,34\% \leq C \leq 0,45\%$$

$$1,50\% \leq Mn \leq 2,30\%$$

$$1,50 \leq Si \leq 2,40\%$$

$$0\% < Cr \leq 0,7\%$$

$$0\% \leq Mo \leq 0,3\%$$

$$0,10\% \leq Al \leq 0,7\%,$$

$$\text{và tùy ý, } 0\% \leq Nb \leq 0,05\%,$$

lượng còn lại là Fe và các tạp chất khó tránh khỏi,

- ủ tấm thép cán nguội này ở nhiệt độ ủ AT cao hơn điểm chuyển tiếp Ac₃ của thép này,

- tôi tấm thép đã được ủ này bằng cách làm nguội nó xuống nhiệt độ tôi QT thấp hơn điểm chuyển tiếp Ms của thép này và nằm trong khoảng từ 150°C đến 250°C,

- nung lại tấm thép đã được tôi này tới nhiệt độ ram PT nằm trong khoảng từ 350°C đến 450°C và giữ tấm thép này ở nhiệt độ ram PT trong khoảng thời gian ram Pt ít nhất là 80 giây,

- phủ tấm thép này bằng cách phủ nhúng nóng trong bể kẽm trước khi mạ điện, với nhiệt độ hợp kim hoá GAT nằm trong khoảng từ 470°C đến 520°C.

Theo các khía cạnh có lợi khác của sáng chế, phương pháp này còn bao gồm một hoặc nhiều dấu hiệu sau đây, một mình hoặc dưới dạng kết hợp khả thi bất kỳ về mặt kỹ thuật:

- trong khi tôi, tấm thép đã được ủ được làm nguội xuống nhiệt độ tôi QT với tốc độ làm nguội đủ để tránh sự hình thành ferit khi làm nguội, để tạo ra tấm thép đã được làm nguội có cấu trúc bao gồm mactensit và austenit,

- tốc độ làm nguội cao hơn hoặc bằng $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$,

- nhiệt độ tôi nằm trong khoảng từ 200°C đến 230°C ,

- khoảng thời gian ram Pt nằm trong khoảng từ 100 giây đến 300 giây,

- nhiệt độ ủ AT nằm trong khoảng từ 870°C đến 930°C ,

- nhiệt độ hợp kim hoá GAT nằm trong khoảng từ 480°C đến 500°C ,

- tấm thép này được giữ ở nhiệt độ hợp kim hoá GAT trong khoảng thời gian GAT nằm trong khoảng từ 5 giây đến 15 giây,

- thành phần của thép này thoả mãn điều kiện: $\text{Al} \leq 0,30\%$,

- thành phần của thép này thoả mãn điều kiện: $0,15\% \leq \text{Al}$,

- thành phần của thép này thoả mãn điều kiện: $0,03\% \leq \text{Nb} \leq 0,05\%$,

- tấm thép tráng kẽm có độ bền kéo TS ít nhất là 1450MPa và độ giãn dài toàn phần TE ít nhất là 17%.

Sáng chế cũng đề cập đến tấm thép tráng kẽm làm bằng thép có thành phần hoá học bao gồm, tính theo % khối lượng:

$$0,34\% \leq \text{C} \leq 0,45\%$$

$$1,50\% \leq \text{Mn} \leq 2,30\%$$

$$1,50 \leq \text{Si} \leq 2,40\%$$

$$0\% < \text{Cr} \leq 0,7\%$$

$$0\% \leq \text{Mo} \leq 0,3\%$$

$$0,10\% \leq \text{Al} \leq 0,7\%,$$

$$\text{và tùy ý, } 0\% \leq \text{Nb} \leq 0,05\%,$$

lượng còn lại là Fe và các tạp chất khó tránh khỏi, cấu trúc của thép này bao gồm 50% tới 70% mactensit, austenit tồn dư, và bainit.

Theo các khía cạnh có lợi khác của sáng chế, tấm thép tráng kẽm này còn bao gồm một hoặc nhiều dấu hiệu sau đây, một mình hoặc dưới dạng kết hợp khả thi bất kỳ về mặt kỹ thuật:

- thành phần của thép này thoả mãn điều kiện: $Al \leq 0,30\%$,
- thành phần của thép này thoả mãn điều kiện: $0,15\% \leq Al$,
- thành phần của thép này thoả mãn điều kiện: $0,03\% \leq Nb \leq 0,05\%$,
- austenit tồn dư có hàm lượng C nằm trong khoảng từ 0,9% đến 1,2%,
- tấm thép tráng kẽm có độ bền kéo TS ít nhất là 1450MPa và độ giãn dài toàn phần TE ít nhất là 17%.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tiếp theo, sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết hơn và không nhằm giới hạn sáng chế.

Theo sáng chế, tấm thép được tạo ra bằng cách xử lý nhiệt tấm thép được cán nóng và tốt hơn là được cán nguội được làm bằng thép có thành phần hoá học bao gồm, tính theo % khối lượng:

- 0,34% tới 0,45% cacbon để đảm bảo có được độ bền thoả đáng và nhằm cải thiện tính ổn định của austenit tồn dư, là điều cần thiết để có được độ giãn dài thoả đáng. Nếu hàm lượng cacbon này lớn hơn 0,45%, tấm thép được cán nóng sẽ quá cứng nếu cán nguội và khả năng dễ hàn không thoả đáng.

- 1,50% tới 2,40% silic để làm ổn định austenit, nhằm tạo bền cho dung dịch rắn và làm chậm sự hình thành cacbua trong khi ram bằng các phương pháp thích hợp để tránh sự hình thành của các silic oxit ở bề mặt của tấm có thể gây bất lợi đến khả năng dễ phủ. Tốt hơn là, hàm lượng silic này cao hơn hoặc bằng 1,80%. Tốt hơn là, hàm lượng silic này nhỏ hơn hoặc bằng 2,20%.

- 1,50% tới 2,30% mangan. Hàm lượng tối thiểu được xác định là để có khả năng tôi cứng thoả đáng nhằm tạo ra vi cấu trúc chứa ít nhất 50% mactensit, và độ bền kéo ít nhất là 1450MPa. Hàm lượng tối đa được xác định là để tránh có sự xuất hiện các phân tầng gây bất lợi đến tính dễ uốn.

- 0% tới 0,3% molybden và 0% tới 0,7% crom để làm tăng khả năng tôi cứng và làm ổn định austenit tồn dư, nhằm làm giảm đáng kể sự phân huỷ austenit trong khi ram. Trị số 0 tuyệt đối được loại trừ do các lượng tồn dư. Theo một phương án, thành phần này bao gồm 0% tới 0,5% crom. Tốt hơn là, hàm lượng molybden nằm trong khoảng từ 0,07% đến 0,20%, và tốt hơn nếu hàm lượng crom nằm trong khoảng từ 0,25% đến 0,45%.

- 0,10% tới 0,7% nhôm. Nhôm được bổ sung vào để đạt được độ giãn dài ở mức cao cũng như sự cân bằng tốt giữa độ bền và tính dễ uốn, và để làm tăng độ ổn định của phương pháp sản xuất này, cụ thể để làm tăng tính ổn định của các tính chất cơ học đạt được khi nhiệt độ tôi và khoảng thời gian ram thay đổi. Hàm lượng nhôm tối đa 0,7% được xác định là để tránh sự gia tăng của điểm chuyển tiếp Ac_3 tới nhiệt độ có thể khiến cho việc ủ khó khăn. Tốt hơn là, hàm lượng nhôm cao hơn hoặc bằng 0,15%, và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 0,30%, cho phép có được độ giãn dài toàn phần TE ít nhất là 17% và độ giãn dài đều UE ít nhất là 16%. Tốt hơn là, nhôm được bổ sung vào ở một giai đoạn sau, sau giai đoạn khử oxy.

Lượng còn lại là sắt và các nguyên tố tồn dư hoặc các tạp chất khó tránh khỏi từ quy trình sản xuất thép. Về vấn đề này, ít nhất là Ni, Cu, V, Ti, B, S, P và N được xem là các nguyên tố tồn dư mà là các tạp chất khó tránh khỏi. Do đó, nói chung, các hàm lượng của chúng dưới 0,05% đối với Ni, 0,05% đối với Cu, 0,007% đối với V, 0,001% đối với B, 0,005% đối với S, 0,02% đối với P và 0,010% đối với N.

Ngoài ra, các nguyên tố hợp kim như niobi với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 0,05% và/hoặc titan với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 0,1% có thể được dùng để có được vi cấu trúc mong muốn và sự kết hợp tối ưu giữa các tính chất của sản phẩm, đặc biệt là có độ bền kéo cao. Ví dụ, Nb được bổ sung vào với lượng nằm trong khoảng từ 0,03% đến 0,05%.

Tấm thép được cán nóng có thể được sản xuất theo cách đã biết từ thép này.

Ví dụ, tấm thép có thành phần nêu trên được nung nóng tới nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1200°C đến 1280°C, tốt hơn là khoảng 1250°C, cán nóng với nhiệt độ cán hoàn thiện, tốt hơn, nếu nhỏ hơn 850°C, sau đó được làm nguội và cuộn ở nhiệt độ, tốt hơn, nếu nằm trong khoảng từ 500°C đến 730°C. Sau đó, tấm này được cán nguội.

Sau khi cán, tấm này được tẩy gỉ hoặc được làm sạch, sau đó được xử lý nhiệt và tráng kẽm.

Việc xử lý nhiệt, mà tốt hơn nếu được thực hiện trên dây chuyền ủ và phủ nhúng nóng liên tục, lần lượt bao gồm các bước sau đây:

- ủ tấm được cán nguội ở nhiệt độ ủ AT bằng hoặc cao hơn điểm chuyển tiếp Ac3 của thép này, và tốt hơn là cao hơn $Ac3 + 15^{\circ}C$, để tạo ra tấm thép đã được ủ có cấu trúc austenit hoàn toàn, nhưng nhỏ hơn $1000^{\circ}C$ để không làm thô quá nhiều hạt austenit. Nói chung, nhiệt độ lớn hơn $870^{\circ}C$ là đủ đối với thép theo sáng chế và nhiệt độ không nhất thiết phải lớn hơn $930^{\circ}C$. Sau đó, tấm thép này được giữ ở nhiệt độ này, tức là, được giữ trong khoảng từ $AT - 5^{\circ}C$ đến $AT + 10^{\circ}C$, trong khoảng thời gian đủ để làm đồng nhất hoá nhiệt độ này trong thép. Tốt hơn là, khoảng thời gian này trên 30 giây nhưng không nhất thiết phải quá 300 giây. Để nung nóng tới nhiệt độ ủ, tấm thép được cán nguội, ví dụ, đầu tiên được nung nóng tới nhiệt độ khoảng $600^{\circ}C$ với tốc độ nung nóng thường là dưới $20^{\circ}C/giây$, ví dụ, dưới $10^{\circ}C/giây$, sau đó lại được nung nóng tới nhiệt độ khoảng $800^{\circ}C$ với tốc độ nung nóng thường dưới $10^{\circ}C/giây$, ví dụ, dưới $2^{\circ}C/giây$, và cuối cùng nung nóng tới nhiệt độ ủ với tốc độ nung nóng dưới $5^{\circ}C/giây$, ví dụ, dưới $1,5^{\circ}C/giây$. Trong trường hợp này, tấm này được giữ ở nhiệt độ ủ AT trong khoảng thời gian ủ At nằm trong khoảng từ 40 đến 150 giây.

- tôi tấm đã ủ này bằng cách làm nguội nó xuống nhiệt độ tôi QT thấp hơn điểm chuyển tiếp Ms, và nằm trong khoảng từ $150^{\circ}C$ đến $250^{\circ}C$. Tấm đã ủ này được làm nguội xuống nhiệt độ tôi QT với tốc độ làm nguội đủ để tránh sự tạo ra ferit khi làm nguội. Tốt hơn là, tốc độ làm nguội nằm trong khoảng từ $20^{\circ}C/giây$ đến $50^{\circ}C/giây$, ví dụ, cao hơn hoặc bằng $25^{\circ}C/giây$. Nhiệt độ tôi QT và tốc độ làm nguội trong khi tôi được chọn để tạo ra tấm đã được làm nguội có cấu trúc bao gồm mactensit và austenit. Các hàm lượng mactensit và austenit trong tấm đã được làm nguội được chọn để cho phép tạo ra, sau khi xử lý nhiệt và tráng kẽm, cấu trúc cuối bao gồm 50% tới 70% mactensit, austenit tồn lưu, và bainit. Nếu nhiệt độ tôi QT thấp hơn $150^{\circ}C$, thì phần mactensit đã được ram trong cấu trúc cuối là quá nhiều dẫn đến không thể có được lượng thoả đáng của austenit tồn lưu, khiến cho độ giãn dài toàn phần không thể đạt 17%. Hơn nữa, nếu nhiệt độ tôi QT lớn hơn $350^{\circ}C$, thì phần mactensit đã được ram là không đủ để đạt được độ bền kéo mong muốn. Tốt hơn là, nhiệt độ tôi QT nằm trong khoảng từ $200^{\circ}C$ đến $230^{\circ}C$.

- nung lại tấm đã được làm nguội lên tới nhiệt độ ram PT nằm trong khoảng từ $350^{\circ}C$ đến $450^{\circ}C$. Tốt hơn, nếu tốc độ nung nóng ít nhất là $30^{\circ}C/giây$.

- giữ tấm này ở nhiệt độ ram PT trong khoảng thời gian ram Pt ít nhất là 80 giây, ví dụ, nằm trong khoảng từ 80 giây đến 300 giây, tốt hơn là ít nhất là 100 giây. Trong bước ram này, cacbon được ram, tức là chuyển biến từ mactensit thành austenit mà nhờ vậy làm giàu cacbon. Mức độ ram tăng theo khoảng thời gian của bước giữ. Do vậy, khoảng thời gian giữ Pt được chọn đủ lâu để có được mức độ ram toàn phần tới mức có thể. Tuy nhiên, khoảng thời gian quá dài có thể dẫn đến sự phân huỷ austenit và mức độ ram mactensit quá cao và, do đó, làm giảm các tính chất cơ học. Do vậy, khoảng thời gian ram được giới hạn để tránh sự hình thành ferit quá mức.

- phủ nhúng nóng tấm này trong bể kẽm trước khi mạ điện, ở nhiệt độ hợp kim hoá GAT. Tốt hơn, nếu việc nung nóng tới nhiệt độ hợp kim hoá được thực hiện với tốc độ nung nóng ít nhất là $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, tốt hơn là ít nhất là $30^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Tốt hơn là, nhiệt độ hợp kim hoá GAT nằm trong khoảng từ 470°C đến 520°C . Cũng tốt hơn là, nhiệt độ hợp kim hoá này thấp hơn hoặc bằng 500°C và/hoặc cao hơn hoặc bằng 480°C . Tấm này được giữ ở nhiệt độ hợp kim hoá GAT trong khoảng thời gian GAT, ví dụ, nằm trong khoảng từ 5 giây đến 20 giây, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5 giây đến 15 giây, ví dụ, nằm trong khoảng từ 8 giây đến 12 giây.

- làm nguội tấm đã được tráng kẽm này xuống nhiệt độ trong phòng sau khi tráng kẽm. Tốt hơn, nếu tốc độ làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng nằm trong khoảng từ 3 đến $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.

Việc xử lý nhiệt và mạ kẽm cho phép tạo ra cấu trúc cuối, tức là sau khi ram, mạ kẽm và làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng, bao gồm mactensit, với phần diện tích chiếm 50% tới 70%, austenit tồn lưu và bainit.

Phần mactensit chiếm 50% tới 70% cho phép có được độ bền kéo ít nhất là 1450MPa.

Hơn thế nữa, việc xử lý này cho phép có được hàm lượng C cao trong austenit tồn dư, chiếm ít nhất là 0,9%, tốt hơn là ít nhất là 1,0%, và lên tới 1,2%.

Với việc xử lý nhiệt này, có thể tạo ra được các tấm có giới hạn chảy ít nhất là 900MPa, độ bền kéo ít nhất là 1450MPa, độ giãn dài đều ít nhất là 16% và độ giãn dài toàn phần ít nhất là 17%.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Trong các ví dụ và các ví dụ so sánh, các tấm đã được tạo ra bằng các loại thép có các thành phần tính theo % khối lượng và các nhiệt độ tới hạn như A_{c3} và M_s nêu trong bảng I.

Bảng I

Thép loại	C %	Mn %	Si %	Cr %	Mo %	Al %	Nb %	A_{c3} °C	M_s °C
I1	0,41	2,02	1,92	0,31	0,16	0,17	-	875	305
C1	0,38	1,98	1,93	0,51	0,003	<u>0,048</u>	0,039	825	290

Các trị số được gạch chân là không theo sáng chế.

Vài tấm được xử lý nhiệt bằng cách ủ ở nhiệt độ T_A trong khoảng thời gian t_A là 80 giây, tôi ở nhiệt độ QT với tốc độ làm nguội $25^\circ\text{C}/\text{giây}$, nung lại tới nhiệt độ ram PT với tốc độ nung lại $40^\circ\text{C}/\text{giây}$ và được giữ ở nhiệt độ ram PT trong khoảng thời gian ram Pt, sau đó mạ kẽm ở nhiệt độ hợp kim hoá GAT trong khoảng thời gian GAT hoặc 10 giây, sau đó được làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng với tốc độ làm nguội $5^\circ\text{C}/\text{giây}$.

Các tính chất cơ học đã được đo theo hướng vuông góc với hướng cán. Như đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này, mức độ dễ uốn theo hướng cán cao hơn một chút so với hướng vuông góc đối với thép có độ bền cao như vậy. Các tính chất đo được gồm giới hạn chảy YS, độ bền kéo TS, độ giãn dài đều UE và độ giãn dài toàn phần TE.

Các điều kiện xử lý và các tính chất cơ học được nêu trong bảng II.

Trong các bảng này, AT là nhiệt độ ủ, QT là nhiệt độ tôi, PT là nhiệt độ ram, Pt là khoảng thời gian ram, và GAT là nhiệt độ hợp kim hoá.

Bảng II

Ví dụ	Thép	AT °C	QT °C	PT °C	Pt s	GAT °C	YS MPa	TS MPa	UE %	TE %
1	I1	900	215	400	100	500	990	1479	16,5	22
2	I1	900	215	400	200	500	950	1460	16,6	22,1
3	I1	900	215	400	300	500	1070	1450	16,4	21,5
4	I1	900	230	400	100	500	910	1460	18	23
5	I1	900	230	400	200	500	950	1465	18,1	24
6	I1	900	230	400	300	500	1000	1450	16,6	22
7	<u>C1</u>	900	205	400	50	500	1062	1548	14,7	<u>16,5</u>
8	<u>C1</u>	900	205	400	100	500	990	1561	14,3	<u>16,5</u>
9	<u>C1</u>	900	205	400	150	500	998	1581	12,7	<u>14,3</u>

Các ví dụ 1-6 cho thấy rằng thép có thành phần theo sáng chế, cụ thể là chứa 0,17% Al, với nhiệt độ tôi QT là 215°C hoặc 230°C, và nhiệt độ ram PT là 400°C, tấm thép có độ giãn dài cao và sự cân bằng tốt giữa độ bền và tính dễ uốn có thể được tạo ra. Thực vậy, các tấm theo các ví dụ 1-6 đều có giới hạn chảy ít nhất là 910MPa, độ bền kéo ít nhất là 1450MPa, độ giãn dài đều UE ít nhất là 16,5% và độ giãn dài toàn phần TE ít nhất là 17%, và thậm chí là 21%.

Việc so sánh các tính chất cơ học của các ví dụ 1-6 còn cho thấy rằng các tính chất cơ học được mong muốn đã đạt được hầu như không phụ thuộc vào nhiệt độ tôi QT nằm trong khoảng từ 215°C đến 230°C và khoảng thời gian ram Pt khi nó nằm trong khoảng từ 100 giây đến 300 giây. Do vậy, các tính chất đạt được rất ổn định đối với các biến số nhiệt độ tôi và/hoặc khoảng thời gian ram.

Để so sánh, các tính chất của các thép theo các ví dụ 7-8, được làm bằng thép chứa 0,048% Al, dễ bị ảnh hưởng hơn đối với các thay đổi về khoảng thời gian ram Pt.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp sản xuất tấm thép tráng kẽm, trong đó phương pháp này lần lượt bao gồm các bước:

- chuẩn bị tấm thép cán nguội làm bằng thép có thành phần hoá học bao gồm, tính theo % khối lượng:

$$0,34\% \leq C \leq 0,45\%$$

$$1,50\% \leq Mn \leq 2,30\%$$

$$1,50 \leq Si \leq 2,40\%$$

$$0\% < Cr \leq 0,7\%$$

$$0\% \leq Mo \leq 0,3\%$$

$$0,10\% \leq Al \leq 0,7\%,$$

$$\text{và tùy ý, } 0\% \leq Nb \leq 0,05\%,$$

lượng còn lại là Fe và các tạp chất khó tránh khỏi,

- ủ tấm thép cán nguội này ở nhiệt độ ủ (AT) cao hơn điểm chuyển tiếp Ac3 của thép này,

- tôi tấm thép đã được ủ này bằng cách làm nguội nó xuống nhiệt độ tôi (QT) thấp hơn điểm chuyển tiếp Ms của thép này và nằm trong khoảng từ 150°C đến 250°C,

- nung lại tấm thép đã được tôi này tới nhiệt độ ram (PT) nằm trong khoảng từ 350°C đến 450°C và giữ tấm thép này ở nhiệt độ ram (PT) trong khoảng thời gian ram (Pt) ít nhất là 80 giây,

- phủ tấm thép này bằng cách phủ nhúng nóng trong bể kẽm trước khi mạ điện, với nhiệt độ hợp kim hoá (GAT) nằm trong khoảng từ 470°C đến 520°C.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó trong khi tôi, tấm thép đã được ủ được làm nguội xuống nhiệt độ tôi (QT) với tốc độ làm nguội đủ để tránh sự hình thành ferit khi làm nguội, để tạo ra tấm thép đã được làm nguội có cấu trúc bao gồm mactensit và austenit.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó tốc độ làm nguội cao hơn hoặc bằng 20°C/giây.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 3, trong đó nhiệt độ tôi nằm trong khoảng từ 200°C đến 230°C.
5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó khoảng thời gian ram (Pt) nằm trong khoảng từ 100 giây đến 300 giây.
6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó nhiệt độ ủ (AT) nằm trong khoảng từ 870°C đến 930°C.
7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó nhiệt độ hợp kim hoá (GAT) nằm trong khoảng từ 480°C đến 500°C.
8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó tấm thép này được giữ ở nhiệt độ hợp kim hoá (GAT) trong khoảng thời gian GAt nằm trong khoảng từ 5 giây đến 15 giây.
9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó thành phần của thép này thoả mãn điều kiện: $Al \leq 0,30\%$.
10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó thành phần của thép này thoả mãn điều kiện: $0,15\% \leq Al$.
11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, trong đó thành phần của thép này thoả mãn điều kiện: $0,03\% \leq Nb \leq 0,05\%$.
12. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11, trong đó tấm thép tráng kẽm có độ bền kéo (TS) ít nhất là 1450MPa và độ giãn dài toàn phần (TE) ít nhất là 17%.
13. Tấm thép tráng kẽm làm bằng thép có thành phần hoá học bao gồm, tính theo % khối lượng:

$$0,34\% \leq C \leq 0,45\%$$

$$1,50\% \leq Mn \leq 2,30\%$$

$$1,50 \leq Si \leq 2,40\%$$

$$0\% < Cr \leq 0,7\%$$

$$0\% \leq Mo \leq 0,3\%$$

$$0,10\% \leq Al \leq 0,7\%,$$

$$\text{và tùy ý, } 0\% \leq Nb \leq 0,05\%,$$

lượng còn lại là Fe và các tạp chất khó tránh khỏi, cấu trúc của thép này bao gồm 50% tới 70% mactensit, austenit tồn dư, và bainit.

14. Tấm thép tráng kẽm theo điểm 13, trong đó thành phần của thép này thoả mãn điều kiện: $Al \leq 0,30\%$.

15. Tấm thép tráng kẽm theo điểm 13 hoặc 14, trong đó thành phần của thép này thoả mãn điều kiện: $0,15\% \leq Al$.

16. Tấm thép tráng kẽm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 13 tới 15, trong đó thành phần của thép này thoả mãn điều kiện: $0,03\% \leq Nb \leq 0,05\%$.

17. Tấm thép tráng kẽm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 13 tới 16, trong đó austenit tồn dư có hàm lượng cacbon (C) nằm trong khoảng từ 0,9% đến 1,2%.

18. Tấm thép tráng kẽm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 13 tới 17, trong đó tấm thép tráng kẽm có độ bền kéo TS ít nhất là 1450MPa và độ giãn dài toàn phần (TE) ít nhất là 17%.