



(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)



1-0038343

(51)^{2016.01} C21D 9/48; C23C 2/12; C23C 8/80;
C23C 2/40; C23C 8/14; C23C 2/28

(13) B

(21) 1-2020-05123

(22) 05/03/2019

(86) PCT/IB2019/051764 05/03/2019

(87) WO 2019/193434 10/10/2019

(30) PCT/IB2018/051546 09/03/2018 IB

(45) 25/01/2024 430

(43) 25/12/2020 393

(73) ARCELORMITTAL (LU)

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

(72) BLAISE, Alexandre (FR); DRILLET, Pascal (FR); STUREL, Thierry (FR).

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

(54) CUỘN, TẤM HOẶC PHÔI THÉP ĐƯỢC HỢP KIM HÓA TRƯỚC KHÔNG DẬP VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CUỘN, TẤM HOẶC PHÔI THÉP ĐƯỢC HỢP KIM HÓA TRƯỚC KHÔNG DẬP VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CHI TIẾT THÉP ĐƯỢC PHỦ ĐƯỢC TĂNG CỨNG BẰNG CÁCH DẬP

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình sản xuất cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập bao gồm lần lượt các bước sau:

- tạo ra cuộn, tấm hoặc phôi thép có lớp phủ không dập có cấu trúc bao gồm nền thép được bao phủ bởi lớp phủ sơ bộ bằng nhôm, hoặc hợp kim chủ yếu chứa nhôm, hoặc hợp kim nhôm, trong đó độ dày lớp phủ sơ bộ nằm trong khoảng từ 10 đến 35µm trên mỗi mặt của cuộn, tấm hoặc phôi thép, tiếp đó

- nung nóng cuộn, tấm hoặc phôi thép không dập trong lò nung trong môi trường chứa ít nhất 5% oxy, lên tới nhiệt độ θ_1 nằm trong khoảng từ 750 đến 1000°C, trong khoảng thời gian t_1 từ t_{1min} đến t_{1max} , trong đó:

$t_{1min} = 23500 / (\theta_1 - 729,5)$ và

$t_{1max} = 4,946 \times 10^{41} \times \theta_1^{-13,08}$, t_1 biểu thị tổng thời gian trong lò nung, nhiệt độ θ_1 được biểu thị bằng °C và t_{1min} và t_{1max} được biểu thị bằng giây, tiếp đó

- làm nguội cuộn, tấm hoặc phôi thép không dập với tốc độ làm nguội V_{r1} xuống đến nhiệt độ θ_i , tiếp đó

- duy trì cuộn, tấm hoặc phôi thép không dập ở nhiệt độ θ_2 nằm trong khoảng từ 100 đến 500°C, trong khoảng thời gian t_2 từ 3 đến 45 phút, để thu được lượng hydro có thể khuếch tán nhỏ hơn 0,35ppm.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tới quy trình để sản xuất các chi tiết, được tạo ra từ các tấm thép có lớp phủ sơ bộ bằng nhôm mà được nung nóng, tạo hình bằng cách dập và được làm nguội để thu được các chi tiết được gọi là các chi tiết được tăng cứng bằng cách dập hoặc các chi tiết được tạo hình bằng cách dập nóng. Các chi tiết này có giới hạn chảy cao và độ bền kéo đảm bảo các chức năng chống xâm nhập hoặc hấp thụ năng lượng ở các xe ô tô hoặc các xe tải.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đối với việc sản xuất các kết cấu khung xe thô trong ngành công nghiệp ô tô, quy trình tăng cứng bằng cách dập còn được gọi là quy trình dập nóng hoặc tạo hình bằng cách dập nóng, là một công nghệ phát triển nhanh để sản xuất các chi tiết thép với độ bền cơ học cao, mà khiến cho có thể giảm việc tăng khối lượng mà vẫn có sức bền cao trong trường hợp xảy ra va chạm xe.

Việc thực hiện tăng cứng bằng cách dập sử dụng các tấm hoặc phôi có lớp phủ sơ bộ bằng nhôm đã biết cụ thể trong FR2780984 và WO2008053273; tấm thép phủ nhôm có thể xử lý nhiệt được cắt để thu được phôi, được nung nóng trong lò nung và chuyển nhanh vào trong máy dập, được tạo hình ở trạng thái nóng và làm nguội trong khuôn dập. Trong quá trình nung nóng trong lò nung, lớp phủ sơ bộ bằng nhôm được hợp kim hóa với thép của nền, do đó tạo ra hợp chất đảm bảo việc bảo vệ bề mặt thép chống lại sự khử cacbon và sự đóng cặn. Việc nung nóng được thực hiện ở nhiệt độ mà khiến cho có thể thu được một phần hoặc toàn bộ sự biến đổi nền thép thành austenit. Austenit biến

đổi trong quá trình làm nguội thu được từ sự thoát nhiệt từ khuôn dập, thành các thành phần vi cấu trúc như mactensit và/hoặc bainit, do đó đạt được việc tăng cứng cấu trúc của thép. Độ cứng và độ bền cơ học cao thu được sau đó sau khi tăng cứng bằng cách dập.

Trong quy trình công nghiệp thông thường, phôi thép phủ nhôm trước được nung nóng trong lò nung trong tổng thời gian từ 3 đến 10 phút lên tới nhiệt độ nằm trong khoảng từ 880 đến 930°C để thu được toàn bộ vi cấu trúc austenit trong nền và sau đó được chuyển nhanh vào trong máy dập tạo hình. Ngay sau đó nó được tạo hình ở trạng thái nóng thành dạng chi tiết mong muốn và đồng thời được tăng cứng bằng cách tôi trong khuôn. Với thành phần thép 22MnB5, tốc độ làm nguội phải lớn hơn 50°C/s nếu muốn có cấu trúc mactensit hoàn toàn kể cả trong các vùng biến dạng của chi tiết này. Bắt đầu từ độ bền kéo ban đầu là khoảng 500Mpa, chi tiết được tăng cứng bằng cách dập thành phẩm có vi cấu trúc mactensit hoàn toàn và trị số độ bền kéo tới hạn là khoảng 1500MPa.

Vì lợi ích về năng suất, mong muốn giảm càng nhiều càng tốt thời gian nung nóng phôi phủ nhôm trước. Để rút ngắn khoảng thời gian này, công bố Patent quốc tế WO2009095427 đề xuất việc thực hiện hợp kim hóa không hoàn toàn phôi phủ nhôm trước tiên, trước bước nung nóng thứ hai và tăng cứng bằng cách dập. Ở bước đầu tiên, việc hợp kim hóa không hoàn toàn diễn ra, lớp phủ sơ bộ bằng nhôm được hợp kim hóa ít nhất hơn 50% độ dày của nó bằng Fe. Bước hợp kim hóa không hoàn toàn trước tiên này được thực hiện trong thực tế nhờ ủ mẻ trong vài giờ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 500°C lên tới Ac1 (nhiệt độ này được chọn để xuất hiện austenit khi nung nóng) hoặc nhờ ủ liên tục ở nhiệt độ 950°C trong 6 phút. Sau bước đầu tiên này, tấm được nung nóng đến nhiệt độ cao hơn Ac1 và được tăng cứng bằng cách dập.

WO2010005121 bộc lộ việc thực hiện xử lý nhiệt các tấm thép phủ nhôm trước tiên nhờ ủ mẻ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 600 đến 750°C trong

khoảng thời gian từ 1 giờ đến 200 giờ. Sau bước đầu tiên này, tấm được nung nóng đến nhiệt độ cao hơn 700°C và được dập nóng.

WO2017111525 cũng bộc lộ việc xử lý nhiệt trước tiên để giảm nguy cơ nóng chảy nhôm trong lò nung và để giảm hàm lượng hydro. Việc xử lý trước tiên này được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 450 đến 700°C, trong khoảng thời gian từ 1 đến 100 giờ. Sau việc xử lý nhiệt trước tiên này, tấm được nung nóng và tạo hình bằng cách dập nóng.

Tuy nhiên, các quy trình xử lý ủ nêu trên có nhược điểm hoặc thiếu sót sau:

- do đặc tính hơi xốp của lớp phủ được tạo ra bởi xử lý nhiệt trước nêu trên, hàm lượng hydro của chi tiết được tăng cứng bằng cách dập có thể cao. Khi ứng suất cơ học được tác dụng vào các chi tiết được tăng cứng bằng cách dập có thể cũng cao, tức là khi giới hạn chảy có thể vượt quá 1000MPa, nguy cơ hiện tượng gãy vỡ xảy ra bởi sự kết hợp của ứng suất, lượng hydro có thể khuếch tán và vi cấu trúc cũng tăng. Do đó mong muốn có một quy trình mà trong đó lượng hydro có thể khuếch tán trung bình nhỏ hơn 0,40ppm trong chi tiết được tăng cứng bằng cách dập, tốt hơn là nhỏ hơn 0,03ppm, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn 0,25ppm.
- hydro thêm vào ở bước nung nóng thứ hai (tức là bước ngay trước bước tạo hình bằng cách dập nóng) cũng là đáng kể. Điều này có thể xuất hiện do hơi nước từ môi trường lò nung bị hấp thụ trên bề mặt của phôi. Việc tránh lượng hydro thêm vào này đòi hỏi các giải pháp tốn kém như việc sử dụng khí trơ hoặc việc điều khiển chính xác điểm sương trong lò nung nóng ở bước thứ hai. Mong muốn có một quy trình mà trong đó lượng hydro trung thêm vào ΔH_{diff} ở bước nung nóng thứ hai nhỏ hơn 0,01 ppm.
- các chi tiết được tăng cứng bằng cách dập phải có thể gắn được bằng phương pháp hàn điểm bằng điện trở. Cụ thể điều này nghĩa là, vùng cường độ hàn, được xác định bởi khoảng cường độ hàn, cần rộng đủ và

ít nhất rộng 1kA chẳng hạn. Như được bộc lộ trong WO2009090443, cấu trúc lớp phủ bao gồm bốn lớp trong lớp phủ sau khi tăng cứng bằng cách đập, khiến cho có thể thu được khoảng có khả năng hàn này. Do đó, mong muốn có một quy trình mà khiến cho có thể sản xuất chi tiết được tăng cứng bằng cách đập có cấu trúc lớp phủ phân lớp tương tự với cấu trúc được mô tả trong WO2009090443, sao cho các thông số thiết lập của các máy hàn điểm không cần phải thay đổi.

- vì quy trình xử lý ủ mề nêu trên để sản xuất các tấm thép được hợp kim hóa không hoàn toàn kéo dài và tốn kém, mong muốn có một phương pháp năng suất hơn.

Cũng mong muốn để có quy trình sản xuất trong đó:

- bước nung nóng thứ hai không gây ra sự hình thành pha lỏng ở lớp phủ. Do các phôi hoặc các tấm thường được nung nóng trong lò nung trên các con lăn bằng gôm, không có chất lỏng sẽ khiến cho có thể tránh gây nhiễm bẩn các con lăn bởi chất lỏng, và việc phải kiểm tra thường xuyên hoặc thay thế các con lăn.
- bước nung nóng thứ hai có thể được thực hiện với tốc độ nung nóng tăng, tức là có tổng thời gian giảm lên tới nhiệt độ austenit hóa và giữ nhiệt. Thời gian nung nóng, được xác định bởi lượng thời gian trôi qua khi nhiệt độ tăng từ 20 đến 700°, (ΔT_{20-700°) tăng theo độ dày phôi hoặc tấm th. Mong muốn nung nóng phôi hoặc tấm với khoảng thời gian được biểu thị bằng s, nhỏ hơn $((26,22 \times th) - 0,5)$, th được biểu thị bằng mm. Do đó, chu trình nhiệt sẽ có năng suất cao và sẽ làm giảm thời gian sản xuất.

Để đạt được mục đích này, sáng chế đề cập đến quy trình sản xuất cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không đập bao gồm lần lượt các bước sau:

- tạo ra cuộn, tấm hoặc phôi thép có lớp phủ sơ bộ không đập có cấu trúc bao gồm nền thép có thể xử lý nhiệt được bao phủ bởi lớp phủ sơ bộ

bằng nhôm, hoặc hợp kim chủ yếu chứa nhôm, hợp kim chủ yếu chứa nhôm là hợp kim trong đó nhôm là nguyên tố chính theo phần trăm khối lượng, hoặc hợp kim nhôm, hợp kim nhôm là hợp kim trong đó nhôm nhiều hơn 50% khối lượng, lớp phủ sơ bộ thu được một cách trực tiếp từ quy trình mạ nhôm nhúng nóng mà không cần xử lý nhiệt bổ sung, trong đó độ dày lớp phủ sơ bộ nằm trong khoảng từ 10 đến 35 μ m trên mỗi mặt của cuộn, tấm hoặc phôi thép, tiếp đó

- nung nóng cuộn, tấm hoặc phôi thép không dập trong lò nung trong môi trường chứa ít nhất 5% oxy, lên tới nhiệt độ θ_1 nằm trong khoảng từ 750 đến 1000°C, trong khoảng thời gian t_1 từ t_{1min} đến t_{1max} , trong đó:

$$t_{1min} = 23500 / (\theta_1 - 729,5) \text{ và}$$

$$t_{1max} = 4,946 \times 10^{41} \times \theta_1^{-13,08},$$

t_1 biểu thị tổng thời gian trong lò nung,

nhiệt độ θ_1 được biểu thị bằng °C và t_{1min} và t_{1max} được biểu thị bằng giây, tiếp đó

- làm nguội cuộn, tấm hoặc phôi thép không dập với tốc độ làm nguội V_{r1} xuống đến nhiệt độ θ_i , tiếp đó
- duy trì cuộn, tấm hoặc phôi thép không dập ở nhiệt độ θ_2 nằm trong khoảng từ 100 đến 500°C, trong khoảng thời gian t_2 từ 3 đến 45 phút, để thu được hàm lượng hydro có thể khuếch tán nhỏ hơn 0,35ppm.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo phương án thực hiện quy trình của sáng chế, cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập, chứa lớp khuếch tán trung gian giữa nền thép và lớp phủ, với độ dày nằm trong khoảng từ 2 đến 16 μ m, lớp khuếch tán trung gian là lớp có cấu trúc ferit α (Fe), có Al và Si trong dung dịch rắn.

Theo phương án thực hiện quy trình khác của sáng chế, cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập có lớp oxit chứa oxit nhôm ở trên có độ dày lớn hơn 0,10 μ m.

Tốt hơn là, V_{r1} được chọn sao cho tổng các phần vùng bainit và mactensit nhỏ hơn 30% trong nền thép, sau khi làm nguội với V_{r1} và trước khi nung nóng tiếp theo.

Còn tốt hơn là, V_{r1} được chọn để thu được cấu trúc ferit-peclit trong nền thép sau khi làm nguội với V_{r1} và trước khi nung nóng tiếp theo.

Theo phương án thực hiện quy trình khác của sáng chế, nhiệt độ θ_2 cao hơn hoặc bằng 100°C và thấp hơn 300°C .

Nhiệt độ θ_2 tốt hơn là cao hơn hoặc bằng 300°C và thấp hơn hoặc bằng 400°C .

Theo phương án được ưu tiên khác, nhiệt độ θ_2 cao hơn 400°C và thấp hơn hoặc bằng 500°C .

Khoảng thời gian t_2 tốt hơn là từ 4 đến 15 phút.

Thép phương án cụ thể, nhiệt độ θ_1 bằng nhiệt độ phòng và cuộn, tấm hoặc phôi không dập, sau khi được làm nguội ở nhiệt độ phòng, được nung nóng lên tới nhiệt độ θ_2 .

Theo phương án cụ thể khác, nhiệt độ θ_1 bằng nhiệt độ θ_2 .

Theo phương án khác, ngay sau khi duy trì cuộn, tấm hoặc phôi thép không dập ở nhiệt độ θ_2 nằm trong khoảng từ 100 đến 500°C trong khoảng thời gian t_2 , cuộn, tấm hoặc phôi thép không dập được làm nguội xuống đến nhiệt độ phòng.

Sáng chế cũng đề cập đến cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập, bao gồm nền thép có thể xử lý nhiệt được bao phủ bởi lớp phủ sơ bộ được hợp kim hóa chứa nhôm và sắt, nhôm không có ở dạng nhôm tự do, trong đó cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập này chứa lớp khuếch tán trung gian ở mặt trung gian giữa nền thép và lớp phủ sơ bộ, với độ dày nằm trong khoảng từ 2 đến $16\mu\text{m}$, lớp khuếch tán trung gian là lớp có cấu trúc ferit $\alpha(\text{Fe})$, có Al và Si trong dung dịch rắn.

Theo một phương án, cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập có lớp oxit chứa oxit nhôm ở trên lớp phủ sơ bộ được hợp kim hóa có độ dày lớn hơn $0,10\mu\text{m}$.

Theo một phương án khác, lượng hydro có thể khuếch tán nhỏ hơn $0,35\text{ppm}$.

Độ dày của cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập tốt hơn là nằm trong khoảng từ $0,5$ đến 5mm .

Theo phương án khác, nền thép của cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập có độ dày không đồng nhất.

Tốt hơn là, tổng các phần vùng bainit và mactensit nhỏ hơn 30% trong vi cấu trúc thép.

Còn tốt hơn là, nền thép của cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập có vi cấu trúc ferit-peclit.

Sáng chế cũng đề cập đến quy trình sản xuất chi tiết thép được phủ được tăng cứng bằng cách dập, trong đó bao gồm các bước:

- tạo ra cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập theo phương án bất kỳ trong số các phương án nêu trên, hoặc được sản xuất theo phương án bất kỳ trong số các phương án nêu trên, tiếp đó
- nếu cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập này ở dạng cuộn hoặc tấm, cắt cuộn hoặc tấm để thu được phôi thép được hợp kim hóa trước, tiếp đó
- nung nóng phôi thép được hợp kim hóa trước không dập này sao cho thời gian nung nóng ΔT_{20-700° từ nhiệt độ 20 đến 700°C , được biểu thị bằng s , nhỏ hơn $((26,22 \times th) - 0,5)$, th là độ dày, được biểu thị bằng mm , của phôi thép được hợp kim hóa trước này, lên tới nhiệt độ θ_3 , và duy trì phôi thép được hợp kim hóa trước không dập ở nhiệt độ θ_3 trong khoảng thời gian t_3 để thu được cấu trúc austenit một phần hoặc toàn bộ trong nền thép, tiếp đó
- chuyển phôi đã được nung nóng vào trong máy dập, tiếp đó

- tạo hình bằng cách dập nóng phôi đã được nung nóng để thu được chi tiết, tiếp đó
- làm nguội chi tiết này trong khi giữ nó trong khuôn dập, để thu được vi cấu trúc trong nền thép bao gồm ít nhất mactensit và/hoặc bainit, và thu được chi tiết được phủ được tăng cứng bằng cách dập.

Theo phương án thực hiện quy trình cụ thể, tạo ra phôi thép được hợp kim hóa trước không dập được sản xuất theo phương án bất kỳ trong số các phương án nêu trên, phôi thép được hợp kim hóa trước không dập này không được làm nguội ở nhiệt độ phòng giữa bước duy trì ở nhiệt độ θ_2 và nung nóng ở nhiệt độ θ_3 .

Theo phương án thực hiện quy trình khác, độ chênh lệch ΔH_{diff} giữa hàm lượng hydro có thể khuếch tán trong chi tiết được phủ được tăng cứng bằng cách dập và hàm lượng hydro có thể khuếch tán trong phôi được hợp kim hóa trước không dập, là nhỏ hơn 0,10ppm.

Tốt hơn là, việc nung nóng phôi thép được hợp kim hóa trước không dập lên tới nhiệt độ θ_3 được thực hiện bởi phương pháp được chọn trong số các phương pháp nung nóng bằng nhiệt cảm ứng, nung nóng bằng điện trở hoặc nung nóng bằng cách dẫn nhiệt.

Theo phương án thực hiện quy trình được ưu tiên khác của sáng chế, vi cấu trúc của nền thép của chi tiết được phủ được tăng cứng bằng cách dập có nhiều hơn 80% mactensit.

Theo phương án thực hiện quy trình khác của sáng chế, chi tiết được phủ được tăng cứng bằng cách dập có giới hạn chảy lớn hơn 1000MPa.

Sáng chế cũng đề cập đến việc sử dụng chi tiết được tăng cứng bằng cách dập được sản xuất theo phương án bất kỳ trong số các phương án nêu trên, để chế tạo các chi tiết kết cấu hoặc chi tiết bảo vệ của xe.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế sẽ được mô tả ở đây một cách chi tiết và được minh họa bởi các ví dụ mà không giới hạn phạm vi của nó, có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong số đó:

Fig.1 minh họa sự thay đổi của O, Al, Si, Fe, trên bề mặt của phôi thép được hợp kim hóa trước không dập theo sáng chế, được xác định bởi biện pháp kỹ thuật quang phổ phát xạ phóng điện phát sáng (GDOES - Glow Discharge Optical Emission Spectroscopy).

Fig.2 minh họa trạng thái oxy hóa của nhôm trên lớp biên (tức là 0 đến 0,01 μ m bên dưới bề mặt lớp phủ) của lớp phủ của phôi thép được hợp kim hóa trước không dập theo sáng chế, được xác định bởi máy quang phổ quang điện tử tia X (XPS - X-Ray Photoelectron Spectroscopy).

Mô tả chi tiết sáng chế

Cuộn tấm thép, hoặc phôi được cung cấp, có độ dày nằm trong khoảng 0,5 đến 5mm. Theo khoảng được ưu tiên, độ dày nằm trong khoảng từ 0,5 đến 2,5mm. Tùy thuộc vào độ dày của nó, nó có thể được sản xuất bằng cách cán nóng hoặc cán nóng sau đó là cán nguội. Độ dày nhỏ hơn 0,5mm, sẽ khó sản xuất các chi tiết được tăng cứng bằng cách dập đáp ứng các yêu cầu về độ phẳng chính xác. Độ dày tấm lớn hơn 5mm, các chênh lệch nhiệt độ ngang qua độ dày có thể xảy ra ở các bước nung nóng hoặc làm nguội, mà có thể gây ra sự không đồng nhất về vi cấu trúc, cơ học hoặc hình học.

Sản phẩm ban đầu này có thể ở dạng cuộn, mà tự thu được từ việc cuộn dải thép cán. Nó cũng có thể ở dạng dải, thu được chẳng hạn sau khi tháo và cắt cuộn. Theo cách khác, nó có thể ở dạng phôi, thu được chẳng hạn từ việc tạo phôi hoặc cắt đoạn các cuộn đã gỡ cuộn hoặc các dải, dạng biên dạng của phôi này về cơ bản là phức tạp theo mối tương quan hình học của chi tiết được tăng cứng bằng cách dập thành phẩm.

Sản phẩm ban đầu có thể có độ dày đồng nhất. Nó cũng có thể có độ dày không đồng nhất nằm trong khoảng nêu trên. Trong trường hợp sau, có thể thu được nhờ chính quy trình đã biết, như hàn bán thành phẩm các phôi hoặc cán bán thành phẩm Do đó, các phôi được hàn bán thành phẩm thu được từ việc hàn các tấm có độ dày khác nhau, hoặc các phôi được cán bán thành phẩm, có thể được thực hiện.

Cuộn, tấm hoặc phôi có cấu trúc bao gồm nền thép phẳng có lớp phủ sơ bộ bằng nhôm, hoặc hợp kim chủ yếu chứa nhôm, hoặc hợp kim nhôm. Do đó, ở giai đoạn này, nền thép phẳng này, ở dạng cuộn, tấm, hoặc phôi, không trải qua hoạt động dập bất kỳ để thu được hình dạng chi tiết thành phẩm.

Thép của nền này là thép có thể xử lý nhiệt, tức là thép có thành phần mà khiến cho có thể thu được mactensit và/hoặc bainit sau khi nung nóng trong vùng austenit và sau đó tôi bằng cách làm nguội nhanh. Thành phần thép này không bị giới hạn cụ thể, tuy nhiên sáng chế được thực hiện theo cách có lợi với các thành phần thép mà khiến cho có thể thu được giới hạn chảy lớn hơn 1000Mpa sau khi tăng cứng bằng cách dập.

Liên quan đến vấn đề này, thành phần thép có thể chứa các nguyên tố sau, được thể hiện theo phần trăm (%) khối lượng:

- $0,06\% \leq C \leq 0,1\%$, $1,4\% \leq Mn \leq 1,9\%$ và các bổ sung tùy chọn nhỏ hơn 0,1% Nb, nhỏ hơn 0,1% Ti, nhỏ hơn 0,010% B, lượng còn lại là của sắt và các tạp chất khó tránh khỏi thu được từ quá trình sản xuất.

- $0,15\% \leq C \leq 0,5\%$, $0,5\% \leq Mn \leq 3\%$, $0,1\% \leq Si \leq 1\%$, $0,005\% \leq Cr \leq 1\%$, $Ti \leq 0,2\%$, $Al \leq 0,1\%$, $S \leq 0,05\%$, $P \leq 0,1\%$, $B \leq 0,010\%$, lượng còn lại là của sắt và các tạp chất khó tránh khỏi thu được từ quá trình sản xuất.

- $0,20\% \leq C \leq 0,25\%$, $1,1\% \leq Mn \leq 1,4\%$, $0,15\% \leq Si \leq 0,35\%$, $\leq Cr \leq 0,30\%$, $0,020\% \leq Ti \leq 0,060\%$, $0,020\% \leq Al \leq 0,060\%$, $S \leq 0,005\%$, $P \leq 0,025\%$, $0,002\% \leq B \leq 0,004\%$, lượng còn lại là của sắt và các tạp chất khó tránh khỏi thu được từ quá trình sản xuất.

- $0,24\% \leq C \leq 0,5\%$, $0,5\% \leq Mn \leq 3\%$, $0,1\% \leq Si \leq 1\%$, $0,015\% \leq Cr \leq 1\%$, $Ti \leq 0,060\%$, $Al \leq 0,1\%$, $S \leq 0,010\%$, $P \leq 0,1\%$, $B \leq 0,025\%$, lượng còn lại là của sắt và các tạp chất khó tránh khỏi thu được từ quá trình sản xuất.

Các thành phần này khiến cho có thể đạt được các mức giới hạn chảy và ứng suất kéo khác nhau sau khi tăng cứng bằng cách đập.

Lớp phủ sơ bộ có thể là nhôm, hoặc hợp kim chủ yếu chứa nhôm (tức là nhôm là nguyên tố chính theo phần trăm khối lượng của lớp phủ sơ bộ) hoặc hợp kim nhôm (tức là nhôm nhiều hơn 50% khối lượng ở lớp phủ sơ bộ).

Tấm thép có thể thu được bằng cách nhúng nóng trong bể ở nhiệt độ trong khoảng từ 670 đến 680°C, nhiệt độ chính xác phụ thuộc vào thành phần của hợp kim chủ yếu chứa nhôm hoặc hợp kim nhôm. Lớp phủ sơ bộ tốt hơn là Al-Si mà thu được bằng cách nhúng nóng tấm này trong bể có, theo khối lượng, từ 5% đến 11% Si, từ 2% đến 4% Fe, theo cách tùy chọn từ 0,0015 đến 0,0030% Ca, lượng còn lại là của Al và các tạp chất thu được từ quá trình nấu chảy. Các đặc trưng của lớp phủ sơ bộ này được làm thích ứng cụ thể với các chu trình nhiệt theo sáng chế.

Lớp phủ sơ bộ thu được một cách trực tiếp từ quy trình nhúng nóng, điều đó có nghĩa là, ở giai đoạn này, xử lý nhiệt bổ sung không được thực hiện với sản phẩm thu được một cách trực tiếp bằng cách mạ nhôm nhúng nóng, trước các bước nung nóng mà sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Độ dày lớp phủ sơ bộ trên mỗi mặt của cuộn, tấm, hoặc phôi thép nằm trong khoảng từ 10 đến 35µm. Với độ dày lớp phủ sơ bộ nhỏ hơn 10µm, khả năng chống ăn mòn sau khi tăng cứng bằng cách đập bị giảm.

Nếu độ dày lớp phủ sơ bộ lớn hơn 35µm, việc hợp kim hóa với sắt từ nền thép sẽ khó khăn hơn ở phần ngoài của lớp phủ sơ bộ, điều này làm tăng nguy cơ xuất hiện pha lỏng ở bước nung nóng ngay sau khi tăng cứng bằng cách đập nêu trên, do đó có nguy cơ gây nhiễm bẩn các con lăn trong lò nung.

Sau khi tạo ra cuộn, tấm hoặc phôi thép có lớp phủ không dập, nó được nung nóng trong lò nung đến nhiệt độ θ_1 . Lò nung có thể là một khu vực hoặc lò nung nhiều khu vực, tức là có các khu vực khác nhau mà có bản thân các phương tiện nung nóng và các thiết lập riêng của chúng. Việc nung nóng có thể được thực hiện nhờ các phương tiện như các ống bức xạ, các điện trở bức xạ hoặc nhờ sự cảm ứng. Môi trường lò nung cần chứa ít nhất 5% oxy để có thể tạo ra lớp oxit chứa oxit nhôm trên bề mặt biên của cuộn, tấm, hoặc phôi thép, sẽ được giải thích dưới đây.

Nó được nung nóng lên tới nhiệt độ lò nung lớn nhất θ_1 nằm trong khoảng từ 750 đến 1000°C. Điều này gây ra sự biến đổi, ít nhất một phần, vi cấu trúc thép ban đầu, thành austenit. Thấp hơn 750°C, việc hợp kim hóa sơ bộ giữa lớp phủ sơ bộ và nền thép sẽ rất lâu và không hiệu quả về chi phí. Cao hơn 1000°C, việc làm nguội ngay sau khi đến nhiệt độ θ_1 có thể sinh ra các vi cấu trúc trên nền với độ cứng cao, mà sẽ khiến khó khăn cho một số bước tiếp theo, như bước cắt, bước đục, bước cắt đoạn hoặc bước gỡ cuộn. Hơn thế nữa, cao hơn 1000°C, thời gian duy trì ở nhiệt độ này cần được hạn chế để tránh làm thô hạt và giảm độ bền. Nếu dây chuyền sản xuất dừng vì lý do bất ngờ, các phôi đang ở trong lò nung sẽ bị giữ quá lâu và sẽ bị loại bỏ, điều này không hiệu quả về chi phí.

Do đó cuộn, tấm hoặc phôi thép không dập được duy trì ở nhiệt độ θ_1 trong khoảng thời gian t_1 trong lò nung. Theo cách này lớp khuếch tán trung gian, nằm ở mặt trung gian giữa lớp phủ sơ bộ và nền thép, thu được ở cuối thời gian t_1 . Đã biết rằng độ dày của lớp khuếch tán trung gian thay đổi không đáng kể trong quá trình nung nóng thêm và duy trì ở nhiệt độ θ_2 . Lớp khuếch tán trung gian có cấu trúc ferit (α -Fe), được làm giàu bởi nhôm trong dung dịch rắn, cũng có thể bao gồm silic trong dung dịch rắn. Ví dụ, lớp dẻo này có thể chứa ít hơn 10% Al theo khối lượng và nhỏ hơn 4% Si theo khối lượng, lượng còn lại chủ yếu là của Fe.

Tổng thời gian trong lò nung t_1 phải nằm trong khoảng ($t_{1\min}$ - $t_{1\max}$) được xác định như sau:

$$t_{1\min} = 23500 / (\theta_1 - 729,5) \text{ (biểu thức [1])}$$

$$t_{1\max} = 4,946 \times 10^{41} \times \theta_1^{-13,08} \text{ (biểu thức [2])}$$

trong đó θ_1 được biểu thị bằng $^{\circ}\text{C}$ và $t_{1\min}$ và $t_{1\max}$ được biểu thị bằng giây.

Nếu cuộn, tấm hoặc phôi được nung nóng trong lò nung với khu vực nung nóng duy nhất, θ_1 biểu thị nhiệt độ lò nung. Theo cách khác, cuộn, tấm hoặc phôi có thể được nung nóng trong lò nung nằm ở các khu vực nung nóng khác nhau, mỗi khu vực (i) có nhiệt độ $\theta_1(i)$ riêng. Do đó, nhiệt độ cao nhất $\theta_1(\max)$ và nhiệt độ thấp nhất $\theta_1(\min)$ được xác định bên trong lò nung. Trong trường hợp này, biểu thức [1] được tính toán nhờ sử dụng $\theta_1(\min)$ và biểu thức [2] được tính toán nhờ sử dụng $\theta_1(\max)$.

Khi khoảng thời gian t_1 nhỏ hơn $t_{1\min}$, lượng khuếch tán giữa nền thép và lớp phủ sơ bộ không đủ. Do đó, có nguy cơ là việc nung nóng thêm ở nhiệt độ θ_3 gây ra sự hình thành pha lỏng trên bề mặt của lớp phủ và gây nhiễm bẩn các con lăn trong lò nung.

Hơn thế nữa, khi thời gian nung nóng nhỏ hơn $t_{1\min}$, độ dày của lớp oxit chứa oxit nhôm có mặt trên cuộn, tấm hoặc phôi được hợp kim hóa trước không đạt, là không đủ, tức là nhỏ hơn $0,01\mu\text{m}$. Tham khảo sự thay đổi của hàm lượng oxy trên bề mặt, trị số này tương ứng với toàn độ rộng ở nửa cực đại, như được định nghĩa trong “Quang phổ phát xạ phóng điện phát sáng: Hướng dẫn thực hành”, của T.Nellis và R.Payling, Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2003.

Không bị ràng buộc bởi lý thuyết, đã tin rằng sự hình thành của lớp oxit chứa oxit nhôm trên mặt ngoài này xuất hiện do phản ứng giữa oxy bị hấp thụ và nhôm trên bề mặt lớp phủ sơ bộ, ở khoảng nhiệt độ cao trong toàn bộ quy trình sản xuất cuộn, tấm hoặc phôi được hợp kim hóa trước. Lượng oxy cần thiết cho phản ứng này được tạo ra một phần bởi sự phân ly của nước có trong môi trường lò nung. Do sự phân ly của nước bị hấp thụ trên bề mặt lớp phủ sơ

bộ khiến sinh ra hydro bị hấp thụ, hàm lượng hydro trong nền thép tăng sau khi nung nóng và duy trì ở nhiệt độ θ_1 . Tuy nhiên, như sẽ được giải thích, ở bước thứ hai được thực hiện trong quy trình, hàm lượng hydro sẽ được giảm và lớp chứa oxit nhôm mà đã được tạo ra sẽ khiến cho có thể không nhiều lượng hydro thêm vào đáng kể sẽ xuất hiện ở bước nung nóng thứ ba.

Lớp chứa oxit nhôm này có thể là lớp phức, tức là chẳng hạn lớp oxit nhôm (Al_2O_3) được phủ trên bởi oxi-hydroxit nhôm (AlOOH).

Khi t_1 nằm ngoài khoảng ($t_{1\min} - t_{1\max}$), độ dày lớp khuếch tán trung gian có thể nằm ngoài khoảng từ 2 đến $16\mu\text{m}$. Điều này, đến lượt nó, gây ra nguy cơ là cấu trúc lớp phủ của chi tiết được tăng cứng bằng cách đập thành phẩm không được thích ứng tốt với phương pháp hàn điểm bằng điện trở, tức là khoảng cường độ hàn nhỏ hơn 1kA.

Hơn thế nữa, khi $t_{1\max}$ bị vượt quá, khả năng chống ăn mòn của chi tiết được phủ được tăng cứng bằng cách đập thành phẩm có xu hướng giảm.

Sau khi duy trì ở nhiệt độ θ_1 , cuộn, tấm hoặc phôi thép không đập được làm nguội xuống ở nhiệt độ trung gian θ_i .

Khi vi cấu trúc thép đã được biến đổi, ít nhất một phần, thành austenit, tốt hơn là tốc độ làm nguội V_{r1} được chọn sao cho không tạo ra các thành phần biến đổi cứng như mactensit hoặc bainit, ở bước làm nguội này. Cụ thể là, tốc độ làm nguội được chọn sao cho tổng các phần vùng bainit và mactensit nhỏ hơn 30% trong vi cấu trúc thép. Để đạt được mục đích này, V_{r1} tốt hơn là không cao hơn 10°C/s .

Thậm chí tốt hơn nữa là việc làm nguội được chọn để thu được vi cấu trúc ferit-peclit mà khiến cho có thể thực hiện các hoạt động cuối cùng như cắt, cắt đoạn, đục hoặc gỡ cuộn. Việc chọn tốc độ làm nguội này có thể được thực hiện, chẳng hạn, nhờ sử dụng số lượng giới hạn các thử nghiệm trên máy đo giãn nở, xác định các tốc độ làm nguội tới hạn thích hợp mà khiến cho có thể thu được các dấu hiệu vi cấu trúc này. Để đạt được mục đích này, V_{r1} tốt hơn là không cao hơn 5°C/s , và tốt hơn nữa là không cao hơn 3°C/s .

Hơn thế nữa, nếu việc làm nguội được thực hiện với tốc độ chậm, sự phát triển của lớp oxit chứa oxit nhôm có thể tiếp tục diễn ra trong khoảng nhiệt độ cao.

Nhiệt độ trung gian θ_i có thể là nhiệt độ phòng, hoặc có thể cao hơn nhiệt độ phòng.

Trong trường hợp thứ nhất, cuộn, tấm hoặc phôi thép không dập sau đó được nung nóng từ nhiệt độ phòng lên tới nhiệt độ θ_2 nằm trong khoảng từ 100 đến 500°C.

Trong trường hợp thứ hai, cuộn, tấm hoặc phôi thép không dập được nung nóng ở nhiệt độ θ_1 được chuyển trực tiếp vào lò nung được nung nóng ở nhiệt độ θ_2 nằm trong khoảng từ 100 đến 500°C, tức là $\theta_i = \theta_2$. Trong lò nung này, môi trường chứa ít nhất 5% oxy.

Dù là phương án thứ nhất hay phương án thứ hai, sau khi duy trì ở nhiệt độ θ_2 trong khoảng thời gian t_2 từ 3 đến 45 phút, thu được cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập.

Bước duy trì ở nhiệt độ θ_2 cũng là bước quan trọng trong quy trình sản xuất: sau khi nung nóng và duy trì ở nhiệt độ θ_1 , hydro có trong nền thép do sự hấp thụ trên bề mặt lớp phủ sơ bộ của hơi nước từ lò nung. Ở giai đoạn này, lượng hydro có thể khuếch tán trong thép phụ thuộc chủ yếu vào điểm sương của môi trường lò nung khi nung nóng ở nhiệt độ θ_1 , vào nhiệt độ θ_1 , chính nó và vào khoảng thời gian t_1 . Lượng hydro có thể khuếch tán có thể lớn do độ hòa tan hydro tăng ở nhiệt độ cao. Các trị số của lượng hydro có thể khuếch tán nằm trong khoảng từ 0,35 đến 0,50ppm có thể được xác định ở giai đoạn này, chẳng hạn.

Khi cuộn, tấm hoặc phôi được làm nguội từ nhiệt độ θ_1 , độ hòa tan hydro giảm và hydro có xu hướng giải hấp. Tuy nhiên, khi nhiệt độ thấp hơn 100°C, đã biết rằng lớp phủ được hợp kim hóa trước hoạt động như một hàng rào cho hydro, do đó quá trình giải hấp hydro rất hạn chế.

Các tác giả sáng chế đã tìm ra rằng việc duy trì cuộn, tấm hoặc phôi không dập, nằm trong khoảng nhiệt độ từ 100 đến 500°C, trong khoảng thời gian từ 3 đến 45 phút, khiến cho có thể thu được tốc độ giải hấp hiệu quả.

Như phương án được ưu tiên thứ nhất, các tác giả sáng chế đã tìm ra rằng việc duy trì ở nhiệt độ θ_2 cao hơn 400°C và thấp hơn 500°C, là có lợi do khiến cho có thể đạt được hàm lượng hydro có thể khuếch tán trung bình ở chi tiết được phủ được tăng cứng bằng cách dập thành phẩm, nhỏ hơn 0,25ppm.

Như phương án được ưu tiên thứ hai, các tác giả sáng chế đã tìm ra rằng việc duy trì ở nhiệt độ θ_2 cao hơn 100°C và thấp hơn 300°C, cũng có lợi do khiến cho có thể đạt được hàm lượng hydro có thể khuếch tán trung bình ở chi tiết được phủ được tăng cứng bằng cách dập thành phẩm, nhỏ hơn 0,28ppm.

Như phương án được ưu tiên thứ ba, các tác giả sáng chế đã tìm ra rằng việc duy trì ở nhiệt độ θ_2 nằm trong khoảng từ 300 đến 400°C là rất có lợi, do khoảng này khiến cho có thể thu được lượng hydro có thể khuếch tán trung bình với khoảng thời gian ngắn t_2 .

Bất kể khoảng nhiệt độ được ưu tiên đối với nhiệt độ θ_2 , khoảng thời gian t_2 từ 4 đến 15 phút khiến cho có thể thu được lượng hydro có thể khuếch tán trung bình ở chi tiết được phủ được tăng cứng bằng cách dập thành phẩm, nhỏ hơn 0,25ppm với khoảng thời gian ngắn, tức là trong điều kiện có lợi cho chi phí sản xuất.

Sau khi duy trì ở nhiệt độ θ_2 , như một cách thay thế thứ nhất, cuộn, tấm hoặc phôi có thể được làm nguội xuống đến nhiệt độ phòng để thu được cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập. Do đó, có thể được bảo quản ở nhiệt độ này cho đến khi nung nóng thêm ở nhiệt độ θ_3 trong quy trình sản xuất chi tiết được tăng cứng bằng cách dập. Ở giai đoạn này, cuộn hoặc tấm được hợp kim hóa trước được cắt để thu được phôi được hợp kim hóa trước không dập, mà biên dạng của nó liên quan tới dạng hình học của chi tiết được tăng cứng bằng cách dập thành phẩm.

Như cách thay thế thứ hai, sản phẩm được duy trì ở nhiệt độ θ_2 ở dạng phôi được hợp kim hóa trước mà sau đó có thể được nung nóng trực tiếp ở nhiệt độ θ_3 mà không cần làm nguội ở nhiệt độ phòng.

Ở giai đoạn này, sản phẩm thép được hợp kim hóa trước được bao phủ bởi lớp phủ sơ bộ trong đó không có nhôm tự do, tức là nhôm bị ràng buộc với các nguyên tố khác. Hàm lượng khuếch tán trung bình của sản phẩm này nhỏ hơn 0,35ppm, và có thể nhỏ hơn 0,25ppm.

Hơn thế nữa, như sẽ được thể hiện dưới đây, lớp oxit chứa oxit nhôm được tạo ra trong khoảng nhiệt độ cao ở các bước trước đó khiến cho có thể nung nóng thêm để tăng cứng bằng cách đập mà không khiến cho lượng hydro thêm vào đáng kể.

Dù là phương án thay thế thứ nhất hay thứ hai trên đây, phôi thép được hợp kim hóa trước không đập sau khi được nung nóng tới nhiệt độ θ_3 trong toàn bộ thời gian t_3 , để thu được cấu trúc austenit một phần hoặc toàn bộ trong nền thép. Tốt hơn là, θ_3 nằm trong khoảng từ 850 đến 1000°C.

Việc nung nóng nhanh được thực hiện ở bước này để hạn chế hạt austenit phát triển và thực hiện xử lý trong điều kiện rất màu mỡ. Ở bước nung nóng này, thời gian nung nóng ΔT_{20-700° mà biểu thị thời gian đã trôi qua từ nhiệt độ 20 tới 700°C, được biểu thị bằng giây, nhỏ hơn $((26,22 \times t_h) - 0,5)$. Trong biểu thức này, t_h biểu thị độ dày của phôi được hợp kim hóa trước, được biểu thị bằng mm. Nếu phôi có độ dày thay đổi được từ $t_{\min}$ đến $t_{\max}$, thì t_h biểu thị $t_{\max}$.

Nhờ xử lý hợp kim hóa sơ bộ trước, bước nung nóng ở nhiệt độ θ_3 không gây ra sự hình thành pha lỏng ở lớp phủ. Do đó, nếu phôi được hợp kim hóa trước được nung nóng trong lò trên các con lăn, tránh được việc gây nhiễm bẩn các con lăn bởi chất lỏng.

Do không xuất hiện sự hình thành pha lỏng, các quy trình nung nóng hiệu quả có thể được thực hiện như nung nóng bằng điện trở, tức là các quy trình dựa trên hiệu ứng Joule, hoặc nung nóng bằng nhiệt cảm ứng. Như các quy

trình thay thế, việc nung nóng bằng cách dẫn nhiệt có thể được thực hiện, chẳng hạn bằng cách đặt phôi được hợp kim hóa trước tiếp xúc giữa hai tấm đã nung nóng (“tấm nung nóng”). Việc hợp kim hóa sơ bộ trước hạn chế nguy cơ xuất hiện pha nóng chảy gây ra việc bám dính giữa phôi và các tấm này.

Cũng nhờ xử lý hợp kim hóa sơ bộ trước, bước nung nóng ở nhiệt độ θ_3 có thể được thực hiện với tốc độ nung nóng cao.

Cũng nhờ xử lý hợp kim hóa sơ bộ trước, lượng tăng hydro có thể khuếch tán trung bình ΔH_{diff} ở bước nung nóng và duy trì ở nhiệt độ θ_3 , được giảm để nhỏ hơn 0,10ppm, và hàm lượng hydro có thể khuếch tán trung bình của chi tiết được tăng cứng bằng cách đập nhỏ hơn 0,04ppm và có thể nhỏ hơn 0,30ppm.

Sau khi duy trì ở nhiệt độ θ_3 , phôi đã được nung nóng được chuyển nhanh vào trong máy đập tạo hình và được tạo hình ở trạng thái nóng để thu được một chi tiết. Chi tiết này được giữ bên trong khuôn đập để đảm bảo tốc độ làm nguội thích hợp và tránh sự biến dạng do co ngót không đồng nhất và sự biến đổi pha. Chi tiết này chủ yếu làm nguội bằng cách dẫn qua sự truyền nhiệt với các công cụ đập. Các công cụ này có thể bao gồm vòng tuần hoàn tác nhân làm nguội để tăng tốc độ làm nguội, hoặc có thể bao gồm các hộp nung nóng để làm giảm tốc độ làm nguội. Do đó, tốc độ làm nguội có thể được điều chỉnh chính xác nhờ tính đến độ thấm tôi của thành phần nền nhờ sử dụng các phương tiện này. Tốc độ làm nguội có thể đồng đều trên chi tiết hoặc có thay đổi từ vùng này sang vùng khác tùy theo các phương tiện làm nguội, do đó khiến cho có thể đạt được độ bền cục bộ tăng hoặc các đặc tính dẻo tăng.

Để đạt được ứng suất kéo cao, vi cấu trúc trong chi tiết đã được tạo hình ở trạng thái nóng bao gồm mactensit hoặc bainit. Tốc độ làm nguội được chọn theo thành phần thép, để cao hơn tốc độ làm nguội bainit hoặc mactensit tới hạn, tùy thuộc vào vi cấu trúc và các đặc tính cơ học cần đạt được. Cụ thể là, như phương án được ưu tiên, vi cấu trúc chứa nhiều hơn 80% mactensit và/hoặc bainit, nhờ vậy tạo ra ưu điểm cho khả năng tăng cứng cấu trúc của thép.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các tấm thép 22MnB5, dày 1.5 mm, có thành phần như ở Bảng 1. Các nguyên tố khác là sắt và các tạp chất vốn có trong quá trình sản xuất

C	Mn	Si	Al	Cr	Ti	B	N	S	P
0,22	1,16	0,26	0,030	0,17	0,035	0,003	0,005	0,001	0,012

Bảng 1 thành phần thép (% khối lượng)

Các tấm thu được từ các cuộn mà đã được phủ sơ bộ bằng Al-Si nhờ nhúng nóng liên tục, sau đó được cắt thành các phôi. Độ dày lớp phủ sơ bộ là 25 μ m ở cả hai mặt. Lớp phủ sơ bộ chứa 9% Si theo khối lượng, 3% Fe theo khối lượng, lượng còn lại là của nhôm và các tạp chất thu được từ quá trình nấu chảy.

Các phôi phẳng đã chịu các xử lý nhiệt khác nhau theo các điều kiện sản xuất được nêu trong Bảng 2.

Việc xử lý nhiệt lên tới nhiệt độ θ_1 đã được thực hiện trong lò nung trong môi trường chứa 21% oxy trong khi duy trì các phôi với các trị số khác nhau theo tổng thời gian ngừng t_1 . Các trị số t_{1min} và t_{1max} đã được tính toán từ nhiệt độ θ_1 theo biểu thức [1] và [2] nêu trên, và các trị số t_1 đã được so sánh với khoảng được xác định bởi t_{1min} và t_{1max} . Sau khi duy trì ở nhiệt độ này, các phôi đã được làm nguội xuống nhiệt độ phòng nhờ sự đối lưu tự nhiên và sự bức xạ, để đạt được vi cấu trúc ferit-peclit. Các phôi sau đó đã được nung nóng lên tới nhiệt độ θ_2 bằng khoảng 600°C và đã được duy trì ở nhiệt độ trong khoảng thời gian t_2 từ 4 phút đến 24 giờ, trong môi trường chứa 21% oxy. Do đó, thu được các phôi được hợp kim hóa trước không dập.

Khi so sánh thêm, phôi thép có lớp phủ đã được tăng cứng bằng cách dập mà không trải qua xử lý hợp kim hóa sơ bộ ở nhiệt độ θ_2 và θ_3 . Thử nghiệm này tương ứng với mẫu thử nghiệm R6 trong Bảng 2.

Thử nghiệm	θ_1 (°C)	t_1	t_1 nằm trong khoảng từ t_{1min} đến t_{1max} ?	θ_2 (°C)	t_2	ΔT_{20-700° (s)	θ_3 (°C)	t_3 (°C)
I1	900	4'	Có	250	40'	35	900	1'40''
I2	900	4'	Có	250	40'	35	900	2'30''
I3	900	4'	Có	500	4'	35	n.a.	n.a.
I4	900	4'	Có	500	15'	35	n.a.	n.a.
I5	900	5'30''	Có	350	15'	35	900	1'40''
I6	900	5'30''	Có	350	15'	35	900	6'
R1	900	<u>2'</u>	<u>Không</u>	350	15'	n.a.	900	1'40''
R2	900	<u>2'</u>	<u>Không</u>	350	15'	n.a.	900	2'30''
R3	900	4'	Có	<u>600</u>	4'	35	n.a.	n.a.
R4	900	4'	Có	<u>20</u>	<u>24h</u>	35	900	1'40''
R5	<u>700</u>	<u>40'</u>	<u>Không</u>	250	40'	35	900	1'40''
R6	=	=	=	=	=	<u>95</u>	900	6'

Bảng 2 - Các điều kiện sản xuất.

Các trị số gạch chân: không theo sáng chế

n.a: không áp dụng hoặc không được đánh giá

Các dấu hiệu đặc trưng của các phôi được hợp kim hóa trước không đập trước khi nung nóng ở nhiệt độ θ_3 đã được xác định và nêu trong Bảng 3:

- độ dày của lớp khuếch tán trung gian đã được xác định nhờ cắt, đánh bóng, khắc mòn các mẫu nhờ chất ăn mòn Nital, và sự quan sát bằng kính hiển vi quang học với độ phóng đại 500 lần. Lớp khuếch tán trung gian có thể nhận biết nhờ cấu trúc ferit của nó.
- độ dày và các dấu hiệu của lớp oxit chứa oxit nhôm ở trên lớp phủ được hợp kim hóa trước đã được đo bởi biện pháp kỹ thuật quang phổ phát xạ

phóng điện phát sáng và bởi phép trắc phổ khối ion thứ cấp (SIMS - Secondary Ion Mass Spectrometry), là các biện pháp kỹ thuật chúng ta đã biết. Biện pháp kỹ thuật sau được thực hiện nhờ sử dụng nguồn nhôm đơn sắc và khiến cho có thể nhận biết trạng thái oxy hóa của nhôm ở lớp bề mặt trên, dày $0,01\mu\text{m}$, của lớp phủ được hợp kim hóa trước.

- lượng hydro có thể khuếch tán đã được xác định bởi phương pháp phân tích giải hấp nhiệt mà cũng là biện pháp kỹ thuật đã được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật này: mẫu cần xác định được đặt trong lò nung và được nung nóng bằng tia hồng ngoại. Nhiệt độ được ghi liên tục trong quá trình nung nóng. Hydro thoát ra được mang theo bởi khí nitơ và được xác định bằng máy quang phổ. Lượng hydro có thể khuếch tán được xác định bằng cách hợp nhất hydro thoát ra nằm trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ phòng đến 360°C . Lượng hydro có thể khuếch tán trung bình thu được nhờ trị số trung bình đo riêng lẻ N , N nằm trong khoảng từ 3 đến 9. Lượng hydro có thể khuếch tán trung bình đã được xác định ở các phôi thép được phủ được hợp kim hóa trước trước khi nung nóng ở nhiệt độ θ_3 , và ở các chi tiết được phủ được tăng cứng bằng cách đập. Độ chênh lệch ΔH_{diff} giữa hai trị số xác định biểu thị lượng hydro thêm vào do quy trình tăng cứng bằng cách đập.

Các phôi được phủ được hợp kim hóa trước đã được nung nóng lên tới nhiệt độ θ_3 và sự xuất hiện pha lỏng cuối cùng đã được kiểm tra. Nếu pha lỏng đã xuất hiện trong quá trình nung nóng, về bên ngoài bề mặt lớp phủ khi được quan sát bởi kính hiển vi điện tử quét, là rất nhỏ do sức căng bề mặt của chất lỏng.

Ở nhiệt độ $\theta_3 = 900^{\circ}\text{C}$, cấu trúc của thép hoàn toàn là austenit. Các phôi đã được chuyển trong 10s vào trong máy đập, được tạo hình ở trạng thái nóng và tăng cứng bằng cách đập. Quá trình làm nguội trong máy đập được thực hiện để đảm bảo rằng vi cấu trúc thép của các chi tiết được phủ được tăng cứng bằng cách đập, hoàn toàn là mactensit.

Sau khi tăng cứng bằng cách đập, các chi tiết thép được phủ được cắt, đánh bóng, khắc mòn nhờ chất ăn mòn Nital và được quan sát bởi kính hiển vi quang học với độ phóng đại 500 lần. Cấu trúc lớp phủ được quan sát để xác định xem nó có hiển thị cấu trúc bốn lớp rõ ràng được thích ứng để hàn điện trở, như được mô tả trong WO2008053273, tức là trong khoảng từ nền thép tới bề mặt lớp phủ:

- lớp khuếch tán trung gian
- lớp trung gian
- lớp liên kim loại
- lớp ngoài

Các chi tiết được phủ được tăng cứng bằng cách đập có giới hạn chảy lớn hơn 1000MPa.

Các dấu hiệu đặc trưng của các chi tiết được tăng cứng bằng cách đập cũng được nêu trong Bảng 3.

	Không có nhôm tự do trước khi nung nóng ở nhiệt độ θ_3	Lượng hydro có thể khuếch tán trung bình của các phôi được hợp kim hóa trước khi ở nhiệt độ θ_3 (ppm)	Độ dày lớp khuếch tán trung gian của các phôi được hợp kim hóa trước khi ở nhiệt độ θ_3 (ppm)	Độ dày lớp oxit chứa oxit nhôm trước khi ở nhiệt độ θ_3 (μm)	Không có pha lỏng khi nung nóng ở nhiệt độ θ_3	Hàm lượng hydro có thể khuếch tán trung bình của chi tiết được tăng cứng bằng cách đập (ppm)	Lượng ΔH_{diff} trung bình (ppm)	Có cấu trúc bốn lớp được thích ứng để hàn điểm
I1	Có	0,2	4	n.a.	Có	0,21	0,01	Có
I2	Có	0,2	4	n.a.	Có	0,21	0,01	Có
I3	Có	0,21	4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
I4	Có	0,15	4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
I5	Có	0,14	5	0,17	Có	0,20	0,06	Có
I6	Có	0,14	5	0,17	Có	0,20	0,06	Có
R1	<u>Không</u>	0,11	<u>1</u>	n.a.	<u>Không</u>	0,28	<u>0,17</u>	<u>Không</u>
R2	<u>Không</u>	0,11	<u>1</u>	n.a.	<u>Không</u>	0,35	<u>0,24</u>	<u>Không</u>
R3	Có	<u>0,38</u>	4	n.a.	Có	n.a.	n.a.	n.a.
R4	Có	<u>0,37</u>	4	n.a.	Có	<u>0,40</u>	0,03	Có
R5	Có	<u>0,36</u>	5	n.a.	Có	<u>0,41</u>	0,05	<u>Không</u>
R6	<u>Không</u>	0,05	n.a.	<u>0,01</u>	<u>Không</u>	<u>0,40</u>	<u>0,35</u>	Có

Bảng 3 - Các dấu hiệu đặc trưng của các phôi được hợp kim hóa trước và các chi tiết được tăng cứng bằng cách đập

Các trị số gạch chân: không theo sáng chế

n.a: không áp dụng hoặc không được đánh giá

Trong các thử nghiệm I1 và I2, các phôi được hợp kim hóa trước không đập đã được chế tạo theo các điều kiện của sáng chế, và còn được tăng cứng bằng cách đập theo các điều kiện của sáng chế. Không có nhôm tự do ở các

phôi được hợp kim hóa trước. Không có pha lỏng nào xuất hiện trong quá trình nung nóng ở nhiệt độ θ_3 mặc dù thời gian nung nóng ngắn.

Lượng hydro trung bình thêm vào do nung nóng ở nhiệt độ θ_3 là rất thấp (0,01 ppm), cũng như bản thân lượng hydro trung bình (0,21ppm). Do đó, nguy cơ xảy ra hiện tượng gãy trễ giảm nhiều do hàm lượng hydro thấp. Hơn thế nữa, thấy rõ rằng kể cả nếu các phôi được giữ lại một khoảng thời gian lâu hơn trong lò nung (từ 1 phút 40 giây đến 2 phút 30 giây trong các thử nghiệm I1 và I2), không xuất hiện hydro bổ sung thêm vào ΔH_{diff} . Do đó, kể cả nếu các phôi được hợp kim hóa trước phải lưu lại trong khoảng thời gian lâu hơn trong lò nung do sự cố bất ngờ trong dây chuyền sản xuất, điều này không gây hậu quả bất lợi.

Cấu trúc lớp phủ sau khi tăng cứng bằng cách đập là tương tự với cấu trúc được mô tả trong WO2008053273, khiến cho có thể đạt được khoảng cường độ rộng theo phương pháp hàn điểm bằng điện trở.

Trong các thử nghiệm I3 và I4, các phôi được hợp kim hóa trước không đập đã được chế tạo với nhiệt độ θ_2 cao hơn và khoảng thời gian t_2 ngắn hơn so với trong các thử nghiệm I1 và I2. Điều này khiến cho có thể thu được các phôi được hợp kim hóa trước mà có hàm lượng khuếch tán trung bình bằng hoặc nhỏ hơn (0,15 - 0,21ppm) so với một trong số các thử nghiệm I1 hoặc I2.

Trong các thử nghiệm I5 và I6, theo các điều kiện cho (θ_1 , t_1 , θ_2 , t_2), lớp oxit chứa oxit nhôm, dày 0,17 μ m cùng với hàm lượng hydro có thể khuếch tán trung bình là 0,14ppm, đã được tạo ra. Như được thể hiện bởi Fig.1, trị số độ dày này tương ứng với toàn độ rộng ở nửa cực đại của hàm lượng O. Fig.1 chứng tỏ rằng Fe và Si cũng có thể có ở khoảng cách nhất định từ bề mặt. Trên bề mặt biên của nó, tức là từ 0 đến 0,01 μ m dưới bề mặt của lớp phủ như được thể hiện trên Fig.2, lớp này có cấu trúc bao gồm 30% Al₂O₃ được phủ trên bởi AlOOH, kiểu Bomit, có kết quả thu được từ chu trình nhiệt cụ thể và có oxy và hơi nước trong lò nung. Sau khi duy trì ở nhiệt độ 350°C trong 15 phút, hàm lượng hydro có thể khuếch tán trung bình của phôi được hợp kim hóa trước

gần bằng như ở thử nghiệm I4. Hydro thêm vào ΔH_{diff} nhỏ hơn 0,06ppm, mà khiến cho có thể thu được chi tiết được tăng cứng bằng cách đập với lượng hydro có thể khuếch tán trung bình chỉ là 0,02ppm. Hơn thế nữa, việc tăng thời gian t_3 từ 1 phút 40 giây (I5) lên 6 phút (I6) không dẫn đến tăng lượng hydro có thể khuếch tán trong chi tiết được tăng cứng bằng cách đập. Do đó, kể cả nếu các phôi được hợp kim hóa trước phải lưu lại trong khoảng thời gian lâu hơn trong lò nung trước khi đập nóng, không có tác động bất lợi nào xuất hiện.

Các đặc tính thu được này được với điều kiện năng suất cao, tức là có tốc độ nung nóng nhanh $\Delta T_{20-700^\circ(s)}$ là 35s. Cấu trúc lớp phủ sau khi tăng cứng bằng cách đập là tương tự với cấu trúc được mô tả trong WO2008053273. Cũng được nêu ra rằng bước xử lý nhiệt (θ_3, t_3) không thay đổi đáng kể lớp chứa oxit nhôm: trước khi nung nóng ở ($\theta_3=900^\circ\text{C}, t_3=1$ phút 40 giây), lớp chứa oxit nhôm có độ dày 0,17 μm , sau khi nung nóng ở (θ_3, t_3) và tăng cứng bằng cách đập, lớp chứa oxit nhôm có độ dày là 0,18 μm , với các dấu hiệu vi cấu trúc tương tự.

Với tất cả các thử nghiệm I1 đến I6, vi cấu trúc ferit-peclit của các phôi được hợp kim hóa trước khiến cho có thể thực hiện đục và cắt một cách dễ dàng.

Trong các thử nghiệm R1 và R2, thời gian duy trì t_1 đủ để tạo ra lớp khuếch tán trung gian dày ít nhất 2 μm . Do đó, nhôm tự do có trong phôi được hợp kim hóa trước và sự nóng chảy xảy ra ở lớp phủ sơ bộ khi nung nóng ở nhiệt độ θ_3 . Hơn thế nữa, lớp chứa oxit nhôm không đủ ngăn ngừa lượng hydro thêm vào đáng kể ΔH_{diff} trong quá trình tăng cứng bằng cách đập. Việc thêm vào này đặc biệt cao khi khoảng thời gian duy trì t_3 lâu hơn.

Trong thử nghiệm R3, mặc dù (θ_1, t_1) đã được chọn theo sáng chế, nhiệt độ θ_2 là quá cao. Không bị ràng buộc bởi lý thuyết, đã tin rằng điều này có thể do độ hòa tan hydro mà vẫn cao ở nhiệt độ này, hoặc sự hấp thụ nước mà xảy ra ở nhiệt độ này. Kết quả là, hàm lượng hydro có thể khuếch tán là quá cao trong phôi được hợp kim hóa trước.

Trong thử nghiệm R4, mặc dù (θ_1, t_1) đã được chọn theo sáng chế, nhiệt độ θ_2 là quá thấp, do đó sự phóng lưu hydro không đủ do lớp phủ hoạt động như một hàng rào cho quá trình giải hấp hydro. Kết quả là, hàm lượng hydro có thể khuếch tán là quá cao trong phôi được hợp kim hóa trước.

Trong thử nghiệm R5, do (θ_1, t_1) nằm ngoài các điều kiện của sáng chế, lượng hydro có thể khuếch tán ở phôi được hợp kim hóa trước và được tăng cứng bằng cách đập là quá cao, kể cả cho dù (θ_2, t_2) , (θ_3, t_3) theo các điều kiện của sáng chế.

Trong thử nghiệm R6, đã không sử dụng các bước hợp kim hóa sơ bộ. Do đó pha lỏng có trong quá trình nung nóng ở nhiệt độ θ_3 . Kể cả cho dù lượng có thể khuếch tán thấp trước khi nung nóng ở nhiệt độ θ_3 , độ dày oxit chứa oxit nhôm của nó ở phần trên của lớp phủ là không đủ ($0,01\mu\text{m}$), do đó lượng hydro có thể khuếch tán trung bình trong chi tiết thành phẩm không nhỏ hơn $0,40\text{ppm}$.

Do đó, các chi tiết thép được phủ được tăng cứng bằng cách đập theo sáng chế có thể được sử dụng theo cách có lợi để chế tạo các chi tiết kết cấu hoặc chi tiết bảo vệ của xe.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình sản xuất cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập bao gồm lần lượt các bước sau:

tạo ra cuộn, tấm hoặc phôi thép có lớp phủ sơ bộ không dập có cấu trúc bao gồm nền thép có thể xử lý nhiệt được bao phủ bởi lớp phủ sơ bộ bằng nhôm, hoặc hợp kim chủ yếu chứa nhôm, hợp kim chủ yếu chứa nhôm là hợp kim trong đó nhôm là nguyên tố chính theo phần trăm khối lượng, hoặc hợp kim nhôm, hợp kim nhôm là hợp kim trong đó nhôm nhiều hơn 50% khối lượng, lớp phủ sơ bộ thu được một cách trực tiếp từ quy trình mạ nhôm nhúng nóng mà không cần xử lý nhiệt bổ sung, trong đó độ dày lớp phủ sơ bộ nằm trong khoảng từ 10 đến 35 μ m trên mỗi mặt của cuộn, tấm hoặc phôi thép, tiếp đó

nung nóng cuộn, tấm hoặc phôi thép không dập trong lò nung trong môi trường chứa ít nhất 5% oxy, lên tới nhiệt độ θ_1 nằm trong khoảng từ 750 đến 1000°C, trong khoảng thời gian t_1 từ t_{1min} đến t_{1max} , trong đó:

$$t_{1min} = 23500 / (\theta_1 - 729,5) \text{ và}$$

$$t_{1max} = 4,946 \times 10^{41} \times \theta_1^{-13,08},$$

t_1 biểu thị tổng thời gian trong lò nung,

nhiệt độ θ_1 được biểu thị bằng °C và t_{1min} và t_{1max} được biểu thị bằng giây, tiếp đó

làm nguội cuộn, tấm hoặc phôi thép không dập với tốc độ làm nguội V_{r1} xuống đến nhiệt độ θ_i , trong đó trong đó tốc độ làm nguội V_{r1} được chọn sao cho tổng các phần vùng bainit và mactensit nhỏ hơn 30% trong nền thép và để thu được cấu trúc ferit-peclit trong nền thép, sau khi làm nguội với V_{r1} và trước khi nung nóng tiếp theo, sau đó

duy trì cuộn, tấm hoặc phôi thép không dập ở nhiệt độ θ_2 nằm trong khoảng từ 100 đến 500°C, trong khoảng thời gian t_2 từ 3 đến 45 phút, để thu được hàm lượng hydro có thể khuếch tán nhỏ hơn 0,35ppm, được

xác định bởi phương pháp phân tích giải hấp nhiệt như được bộc lộ trong phần mô tả.

2. Quy trình sản xuất cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập theo điểm 1, trong đó nhiệt độ θ_2 cao hơn hoặc bằng 100°C và thấp hơn 300°C .
3. Quy trình sản xuất cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập theo điểm 1, trong đó nhiệt độ θ_2 cao hơn hoặc bằng 300°C và thấp hơn hoặc bằng 400°C .
4. Quy trình sản xuất cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập theo điểm 1, trong đó nhiệt độ θ_2 cao hơn 400°C và thấp hơn hoặc bằng 500°C .
5. Quy trình sản xuất cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó khoảng thời gian t_2 từ 4 đến 15 phút.
6. Quy trình sản xuất cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó nhiệt độ θ_1 bằng nhiệt độ phòng và trong đó cuộn, tấm hoặc phôi không dập, sau khi làm nguội ở nhiệt độ phòng, được nung nóng lên tới nhiệt độ θ_2 .
7. Quy trình sản xuất cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó nhiệt độ θ_1 bằng nhiệt độ θ_2 .

8. Quy trình sản xuất cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó quy trình này còn bao gồm bước, ngay sau khi duy trì cuộn, tấm hoặc phôi thép không dập ở nhiệt độ θ_2 nằm trong khoảng từ 100 đến 500°C trong khoảng thời gian t_2 , làm nguội cuộn, tấm hoặc phôi thép này, xuống đến nhiệt độ phòng.

9. Cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập, bao gồm nền thép có thể xử lý nhiệt được bao phủ bởi lớp phủ sơ bộ được hợp kim hóa chứa nhôm và sắt, nhôm không có ở dạng nhôm tự do, trong đó cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập này chứa lớp khuếch tán trung gian ở mặt trung gian giữa nền thép và lớp phủ sơ bộ, với độ dày nằm trong khoảng từ 2 đến 16 μm , lớp khuếch tán trung gian là lớp có cấu trúc ferit $\alpha(\text{Fe})$, có Al và Si trong dung dịch rắn, và lớp oxit chứa oxit nhôm ở trên lớp phủ sơ bộ được hợp kim hóa có độ dày lớn hơn 0,10 μm ,

trong đó hydro có thể khuếch tán nhỏ hơn 0,35ppm, được xác định bởi phương pháp phân tích giải hấp nhiệt như được bộc lộ trong phần mô tả, và trong đó nền thép có vi cấu trúc ferit-peclit và trong đó tổng các phần vùng bainit và mactensit nhỏ hơn 30% trong vi cấu trúc thép.

10. Cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập theo điểm 9, trong đó độ dày của lớp khuếch tán trung gian nằm trong khoảng từ 0,5 đến 5mm.

11. Cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập theo điểm 10, trong đó nền thép có độ dày không đồng nhất.

12. Quy trình sản xuất chi tiết thép được phủ được tăng cứng bằng cách dập, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

tạo ra cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 9 đến 11, hoặc được sản xuất bởi quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, tiếp đó

nếu cuộn, tấm hoặc phôi thép được hợp kim hóa trước không dập này ở dạng cuộn hoặc tấm, cắt cuộn hoặc tấm này để thu được phôi thép được hợp kim hóa trước, tiếp đó

nung nóng phôi thép được hợp kim hóa trước không dập này sao cho thời gian nung nóng ΔT_{20-700° từ nhiệt độ 20 đến 700°C , được biểu thị bằng s, nhỏ hơn $((26,22 \times th) - 0,5)$, th là độ dày, được biểu thị bằng mm, của phôi thép được hợp kim hóa trước không dập, lên tới nhiệt độ θ_3 , và duy trì phôi thép được hợp kim hóa trước không dập ở nhiệt độ θ_3 này trong khoảng thời gian t_3 để thu được cấu trúc austenit một phần hoặc toàn bộ trong nền thép, tiếp đó

chuyển phôi đã được nung nóng vào trong máy dập, tiếp đó

tạo hình bằng cách dập nóng phôi đã được nung nóng để thu được chi tiết, tiếp đó

làm nguội chi tiết này trong khi giữ nó trong khuôn dập, để thu được vi cấu trúc trong nền thép bao gồm ít nhất martensit và/hoặc bainit, và thu được chi tiết được phủ được tăng cứng bằng cách dập.

13. Quy trình sản xuất chi tiết thép được phủ được tăng cứng bằng cách dập, theo điểm 12, trong đó tạo ra phôi thép được hợp kim hóa trước không dập được sản xuất theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, phôi thép được hợp kim hóa trước không dập không được làm nguội ở nhiệt độ phòng giữa bước duy trì ở nhiệt độ θ_2 và nung nóng ở nhiệt độ θ_3 .

14. Quy trình sản xuất chi tiết thép được phủ được tăng cứng bằng cách dập theo điểm 12 hoặc 13, trong đó độ chênh lệch ΔH_{diff} giữa hàm lượng hydro có thể khuếch tán trong chi tiết được phủ được tăng cứng bằng cách dập và hàm

lượng hydro có thể khuếch tán trong phôi được hợp kim hóa trước không dập, là nhỏ hơn 0,10ppm.

15. Quy trình sản xuất chi tiết thép được phủ được tăng cứng bằng cách dập theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 đến 14, trong đó việc nung nóng phôi thép được hợp kim hóa trước không dập lên tới nhiệt độ θ_3 được thực hiện bởi phương pháp được chọn trong số các phương pháp nung nóng bằng nhiệt cảm ứng, nung nóng bằng điện trở hoặc nung nóng bằng cách dẫn nhiệt.

16. Quy trình sản xuất chi tiết thép được phủ được tăng cứng bằng cách dập theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 đến 15, trong đó vi cấu trúc của nền thép của chi tiết được phủ được tăng cứng bằng cách dập có nhiều hơn 80% mactensit.

17. Quy trình sản xuất chi tiết thép được phủ được tăng cứng bằng cách dập theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 đến 16, trong đó chi tiết được phủ được tăng cứng bằng cách dập có giới hạn chảy lớn hơn 1000MPa.

1/2

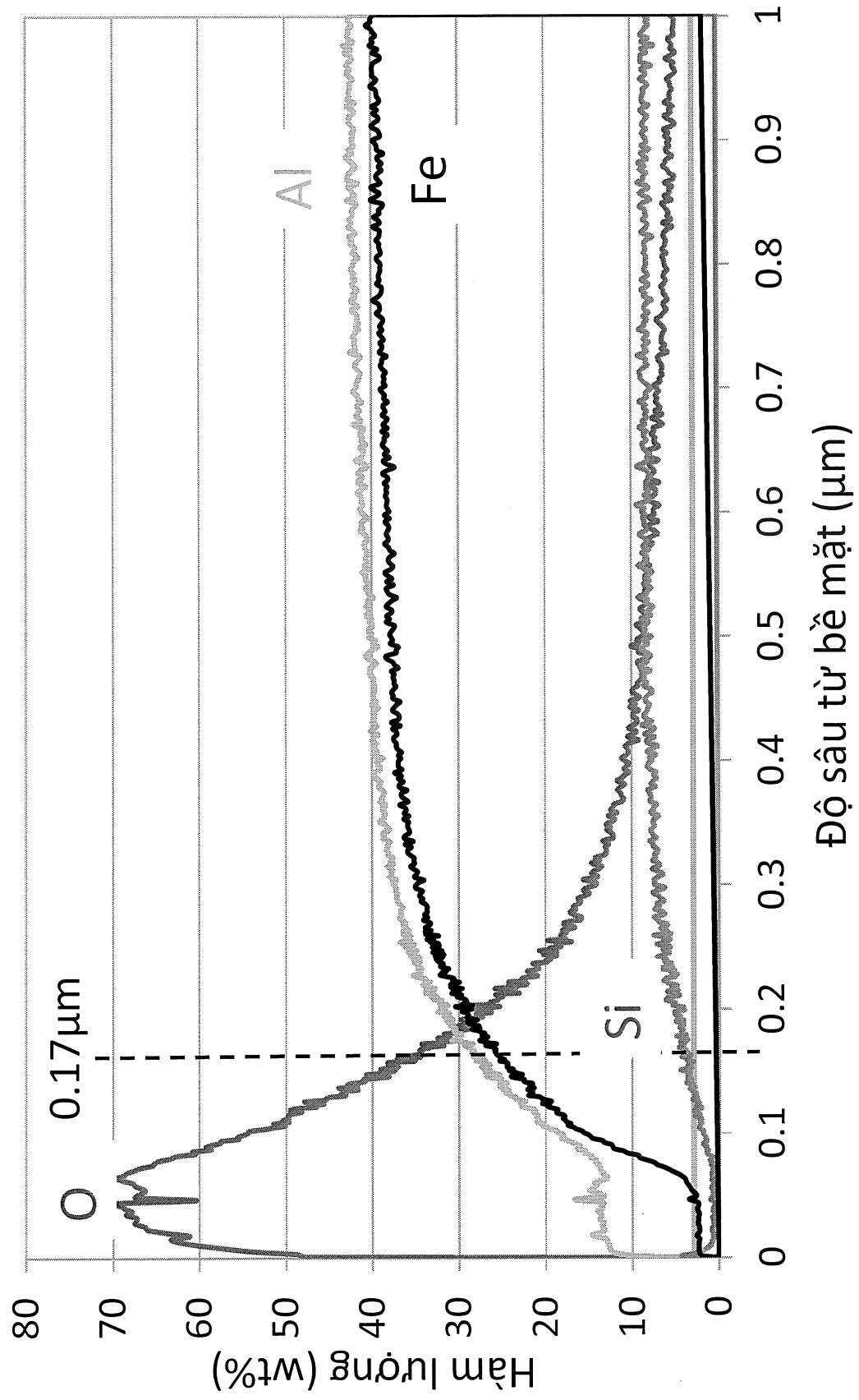


Fig. 1

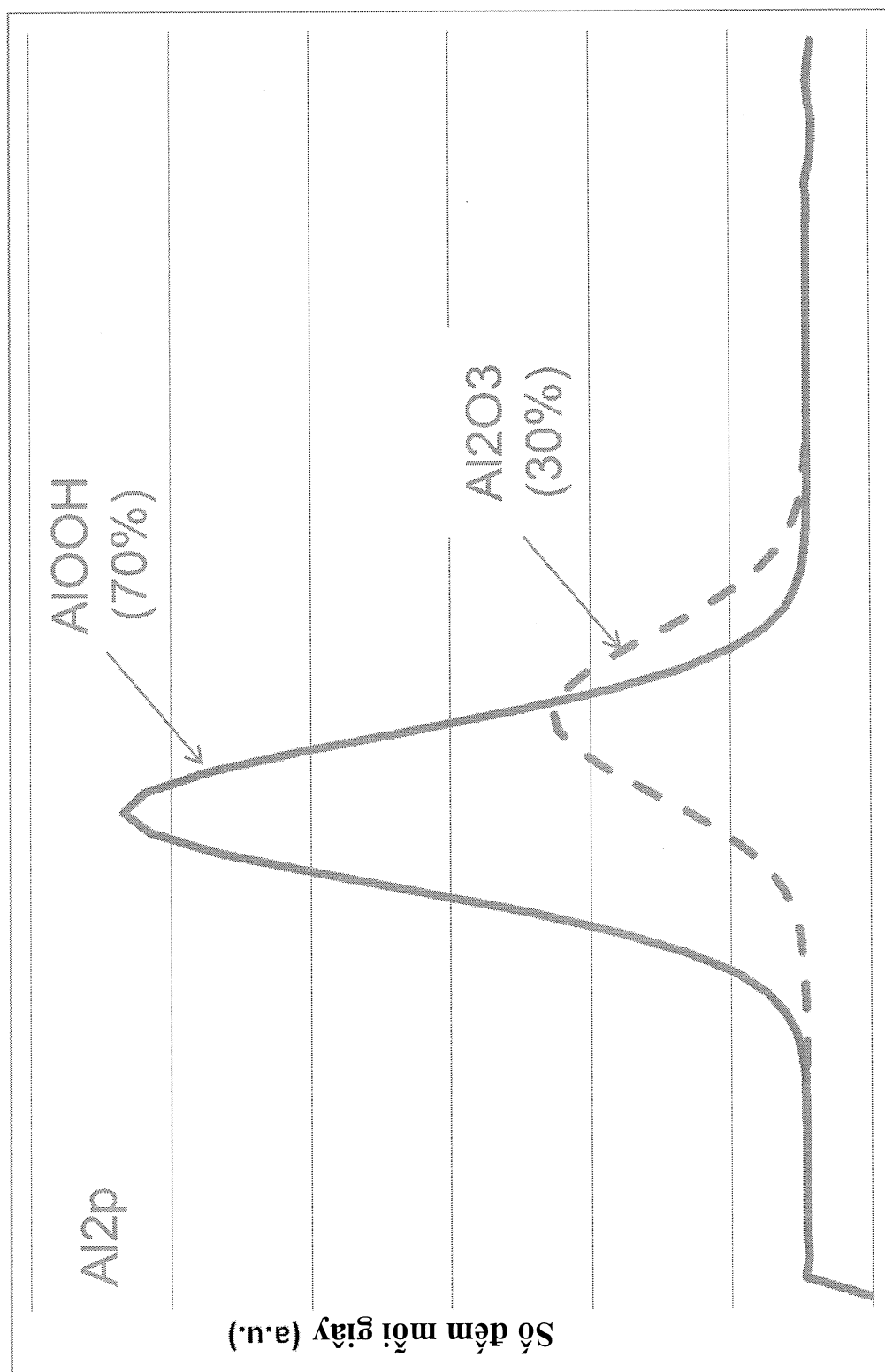


Fig. 2