(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) **1-0030533**

(51)[7] **C22C 38/00**; F16F 1/02; C21D 6/00; C21D 8/06; C21D 9/02; C21D 9/52; C22C 38/02; C22C 38/04; C22C 38/06; C22C 38/18; C22C 38/20; C22C 38/22; C22C 38/24; C22C 38/26; C22C 38/28; C22C 38/32; C22C 38/42; C22C 38/60; C21D 1/18; C21D 1/25

(13) **B**

(21) 1-2016-00872 (22) 11/09/2014
(86) PCT/JP2014/004722 11/09/2014 (87) WO2015/037246 A1 19/03/2015
(30) 2013-188516 11/09/2013 JP
(45) 25/12/2021 405 (43) 27/06/2016 339A
(73) JFE Steel Corporation (JP)
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan
(72) HONJO, Minoru (JP); UWAI, Kiyoshi (JP); ENDO, Shigeru (JP); YAMASHITA, Katsutoshi (JP); TSURU, Koei (JP); FUJIE, Keiichi (JP); TANGE, Akira (JP).
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) THÉP DÙNG CHO LÒ XO VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT LÒ XO

(57) Sáng chế đề cập đến thép có độ bền cao dùng cho lò xo, mà so với các thép có độ bền cao thông thường dùng cho lò xo, có khả năng chống sự khử cacbon ưu việt và đặc tính tróc vảy, bằng cách tối ưu các lượng bổ sung của C, Si, Mn, và Cr cũng như của Sb và Sn. Thép dùng cho lò xo chứa C: lớn hơn 0,45% khối lượng và nhỏ hơn 0,65% khối lượng, Si: 0,15% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 0,70% khối lượng, Mn: 0,10% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 1,00% khối lượng, Cr: 0,20% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 1,50% khối lượng, P: 0,025% khối lượng hoặc nhỏ hơn, S: 0,025% khối lượng hoặc nhỏ hơn, O: 0,0015% khối lượng hoặc nhỏ hơn, Sb: 0,010% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 0,030% khối lượng, và Sn: 0,010% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 0,030% khối lượng, trong các điều kiện định trước.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thép dùng cho lò xo mà được sử dụng thích hợp làm vật liệu của, ví dụ, các lò xo có độ bền cao, như các lò xo treo, các thanh xoắn, và các chân chống mà ở các bộ phận gầm xe của các xe ô tô, và các lò xo dùng cho máy móc xây dựng và các toa xe lửa, và đề cập đến phương pháp sản xuất lò xo sử dụng thép dùng cho lò xo.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Theo quan điểm về môi trường toàn cầu gần đây, có các nhu cầu làm giảm phát thải cacbon dioxit, và do đó nhu cầu làm giảm trọng lượng của các xe ô tô, máy móc xây dựng, và các toa xe lửa ngày càng cao. Cụ thể, có nhu cầu mạnh mẽ làm giảm trọng lượng của các lò xo được sử dụng trong đó, nhờ thiết kế ứng suất cao được áp dụng cho các lò xo này bằng cách sử dụng làm vật liệu của chúng vật liệu được làm tăng bền có độ bền sau tôi ủ là khoảng 1800MPa hoặc lớn hơn.

Các thép đa dụng dùng cho lò xo có độ bền sau tôi ủ là nằm trong khoảng từ 1600 đến 1800MPa, như được quy định trong JIS G4801 và quy định tương tự. Thép dùng cho lò xo này được sản xuất thành thép cuộn được định trước bằng cách cán nóng, và thép cuộn được tạo hình bằng nhiệt thành dạng giống lò xo và được đưa vào xử lý tôi-ủ trong trường hợp lò xo được tạo hình nóng. Ngoài ra, trong trường hợp lò xo được tạo hình nguội, thép cuộn được đưa vào xử lý kéo và sau đó được đưa vào xử lý tôi-ủ và được tạo hình thành dạng giống lò xo.

Ví dụ, trong trường hợp lò xo được tạo hình nóng, độ bền mỏi của lò xo được cải thiện bằng cách áp dụng ứng suất dư nén lên bề mặt của lò xo thông qua việc phun bi làm sạch sau khi tôi-ủ.

Các vật liệu thường được sử dụng cho các lò xo nêu trên bao gồm SUP9A được mô tả trong JIS G4801. SUP9A được tạo hình nóng thành dạng giống lò xo, và ứng suất dư nén được áp dụng lên bề mặt thông qua việc phun bi làm sạch để cải thiện độ bền mỏi. Tuy nhiên, khi S UP 9A, được sản xuất thành thép cuộn được định trước bằng cách cán nóng, hoặc được nung để tạo hình thành dạng giống lò xo, cacbon ở lớp bề mặt bị giảm, và toàn

bộ sự khử cacbon xảy ra. Do đó, độ cứng của bề mặt lò xo được sản xuất dễ suy giảm, làm cho việc áp dụng ứng suất dư nén thông qua việc phun bi làm sạch là không đủ, mà ảnh hưởng xấu đến các đặc tính của lò xo (cụ thể là, đặc tính mỏi).

Như đã nêu trên, do các thép dùng cho lò xo được nung ít nhất một lần để tạo hình, cacbon ở lớp bề mặt bị giảm xuống, và xảy ra sự khử cacbon. Đối với sự khử cacbon, JIS G 0558 định nghĩa bốn loại độ sâu lớp khử cacbon: "độ sâu của toàn bộ lớp khử cacbon", "độ sâu của lớp khử cacbon ferit", "độ sâu của lớp khử cacbon với tỷ lệ cacbon còn lại được định rõ",và "độ sâu của sự khử cacbon hiệu quả". Về sự khử cacbon của các thép dùng cho lò xo, "độ sâu của lớp khử cacbon ferit" và "độ sâu của sự khử cacbon hiệu quả" là hai độ sâu lớp khử cacbon không chắc chắn. Độ sâu của lớp khử cacbon ferit là độ sâu của lớp được đo từ bề mặt của vật liệu thép, trong đó hàm lượng cacbon trong lớp này gần như bằng 0, do đó mặc dù làm nguội nhanh sau khi nung, lớp này biến đổi thành ferit, và các dạng pha ferit. Độ sâu của sự khử cacbon hiệu quả là khoảng cách (độ sâu) từ bề mặt của vật liệu thép đến vị trí mà ở đó hàm lượng cacbon bị giảm so với của vật liệu nền, mặc dù hàm lượng cacbon không đạt đến 0, do đó làm cho độ cứng suy giảm so với vật liệu nền trong trường hợp làm nguội nhanh sau khi nung, nhưng độ cứng thích hợp cho các mục đích thực tiễn thu được. Trong các thép dùng cho lò xo, hoặc là lớp khử cacbon ferit tạo thành trên bề mặt của vật liệu thép với sự khử cacbon hiệu quả xảy ra hướng vào trong từ lớp khử cacbon ferit, hoặc tùy thuộc vào thành phần hóa học, sự khử cacbon hiệu quả xảy ra mà không tạo thành lớp khử cacbon ferit. Như được sử dụng trong bản mô tả này, "sự khử cacbon" dùng để chỉ sự khử cacbon hiệu quả. Như được mô tả ở trên, khi sự khử cacbon này xảy ra ở gần bề mặt vật liệu thép, ứng suất dư nén thông qua việc phun bi làm sạch không thể được áp dụng đầy đủ, dẫn đến vấn đề ảnh hưởng xấu đến các đặc tính của lò xo, cụ thể là đặc tính mỏi.

Một số đề xuất đã được thực hiện để khắc phục vấn đề này.

JP2003105496A (Tài liệu sáng chế 1) mô tả các thép có độ bền cao dùng cho lò xo mà đạt được sự khử cacbon thấp và khả năng chống gãy trễ ưu việt bằng cách kiểm soát các lượng bổ sung C, Si, Mn, P, S, Cu, Ni, Cr, Mo, V, Nb, Ti, Al, N, và B, cũng như kiểm soát lượng bổ sung của toàn bộ As, Sn, và Sb và các lượng bổ sung Cu và Ni. Tài liệu sáng

chế 1 đưa ra mối quan hệ giữa độ sâu khử cacbon và lượng bổ sung của toàn bộ As, Sn, và Sb, nhưng ngay cả tối ưu lượng bổ sung của toàn bộ As, Sn, và Sb không đạt mục đích ngăn chặn sự khử cacbon ferit. Do đó, tài liệu sáng chế 1 có thể không nhất thiết phải ngăn chặn sự khử cacbon xảy ra hướng vào trong từ lớp khử cacbon ferit.

JPS61183442A (Tài liệu sáng chế 2) mô tả các thép dùng cho lò xo trong đó sự khử cacbon được ngăn chặn bằng cách tối ưu các lượng bổ sung C, Si, Mn, Sb, As, và Sn. Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ mối quan hệ giữa độ sâu khử cacbon và các lượng bổ sung As, Sn, và Sb cũng như lượng bổ sung của toàn bộ As, Sn, và Sb, nhưng ngay cả việc tối ưu lượng bổ sung của toàn bộ As, Sn, và Sb không đạt mục đích ngăn chặn sự khử cacbon ferit. Do đó, tài liệu sáng chế 2 có thể không nhất thiết phải ngăn chặn sự khử cacbon xảy ra hướng vào trong từ lớp khử cacbon ferit.

JPH01319650A (Tài liệu sáng chế 3) mô tả các thép dùng cho lò xo trong đó khử cacbon được ngăn chặn bằng cách tối ưu các lượng bổ sung C, Si, Mn, Cr, và Sb. Tuy nhiên, như được trình bày sau, nếu Sb được bổ sung nhiều hơn được yêu cầu, các vảy lớn thêm nhanh chóng và làm tăng độ dày trong quá trình nung vật liệu, do đó làm nó khó khăn để làm tróc các vảy trong quá trình sản xuất của vật liệu và sự tạo hình của các lò xo, và suy giảm đặc tính tróc vảy. Do đó, các khuyết tật bề mặt xuất hiện do sự mắc vảy trong quá trình sản xuất của vật liệu và sự tạo hình các lò xo, làm suy giảm đặc tính mỏi của các lò xo.

JP2004169142A (Tài liệu sáng chế 4) mô tả các thép dùng cho lò xo trong đó khả năng tôi cứng và khả năng chống ăn mòn điểm được cải thiện bằng cách tối ưu các lượng bổ sung C, Si, Mn, Cr, Nb, Al, N, Ti, và B và bằng cách bổ sung Sb là nguyên tố được chọn. Tuy nhiên, điều này là khó khăn để ngăn chặn sự khử cacbon bằng cách chỉ bổ sung Sb duy nhất và, như được mô tả dưới đây, nếu Sb được bổ sung nhiều hơn được yêu cầu, các vảy lớn thêm nhanh chóng và làm tăng độ dày trong quá trình nung vật liệu, do đó làm nó khó khăn để làm tróc các vảy trong quá trình sản xuất của vật liệu và sự tạo hình các lò xo, và làm suy giảm đặc tính tróc vảy. Do đó, vật liệu và các lò xo bị các khuyết tật bề mặt do sự mắc vảy trong quá trình sản xuất của vật liệu và sự tạo hình các lò xo, do đó làm suy giảm đặc tính mỏi của các lò xo.

Như đã nêu trên, do các thép dùng cho lò xo được nung ít nhất một lần, nên các vảy tạo thành trên bề mặt vật liệu. Nếu các lượng bổ sung As, Sn, và Sb nằm trong khoảng được mô tả trong tài liệu sáng chế từ tài liệu sáng chế 1 đến tài liệu sáng chế 4, các vảy lớn thêm nhanh chóng trong quá trình nung vật liệu và làm tăng độ dày, mà tránh sự tróc các vảy được tạo thành trong quá trình sản xuất của vật liệu và sự tạo hình của các lò xo, và gây ra vết nứt lõm ở bề mặt, dẫn đến vấn đề làm suy giảm đặc tính mỏi của các thép dùng cho lò xo thu được. Do đó, có nhu cầu về các thép dùng cho lò xo mà biểu lộ đặc tính tróc vảy ưu việt.

Danh sách tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP2003105496A

Tài liệu sáng chế 2: JPS61183442A

Tài liệu sáng chế 3: JPH01319650

Tài liệu sáng chế 4: JP2004169142A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Như được mô tả ở trên, theo quan điểm về việc làm giảm phát thải cacbon dioxit, sự tăng cư ờng thêm các lò xo được sử dụng trong các xe ô tô, máy móc xây dựng, các toa xe lửa, và các phương tiện tương tự là một vấn đề. Khi sản xuất vật liệu cho trước bằng cách cán nóng, tuy nhiên, hoặc nung để tạo thành dạng giống lò xo, cacbon trên lớp bề mặt bị giảm, và sự khử cacbon (sự khử cacbon ferit và/hoặc sự khử cacbon hiệu quả) xảy ra. Do đó, độ cứng của bề mặt của lò xo được sản xuất dễ suy giảm, làm cho việc áp dụng ứng suất dư nén thông qua việc phun bi làm sạch là không đủ. Điều này dẫn đến vấn đề ảnh hưởng xấu lên các đặc tính của lò xo, cụ thể là độ bền mỏi. Hơn nữa, sự suy giảm của đặc tính tróc vảy được mô tả ở trên cũng là một vấn đề.

Sáng chế đã được thực hiện để khắc phục các vấn đề nêu trên, và một mục đích của sáng chế là đề xuất các thép có độ bền cao dùng cho lò xo mà, so với các thép có độ bền

cao thông thường dùng cho lò xo, có khả năng chống sự khử cacbon và đặc tính tróc vảy ưu việt, bằng cách tối ưu các lượng bổ sung của C, Si, Mn, và Cr cũng như của Sb và Sn.

Giải quyết vấn đề

Tác giả sáng chế đã nhận thức được về tầm quan trọng của việc điều chỉnh tỷ lệ bổ sung các nguyên tố ngăn chặn sự khử cacbon và các nguyên tố thúc đẩy sự khử cacbon để ngăn chặn sự khử cacbon. Để khắc phục các vấn đề nêu trên, tác giả sáng chế đã tập trung vào các lượng bổ sung của C, Si, Mn, và Cr cũng như của Sb và Sn, và vào trị số của "A" (trị số A) được biểu diễn trong Công thức (1), trị số của "B" (trị số B) được biểu diễn trong Công thức (2), và trị số của "C" (trị số C) được biểu diễn trong Công thức (3) dưới đây. Cụ thể là, tác giả sáng chế đã suy luận rằng các đặc tính khác nhau cần cho các thép dùng cho lò xo có thể được đảm bảo bằng cách tối ưu các lượng bổ sung của C, Si, Mn, và Cr, mà có thể ngăn chặn sự khử cacbon bằng cách định rõ, với việc sử dụng trị số của A và B, tỷ lệ bổ sung các nguyên tố mà kiểm soát sự thúc đẩy và ngăn chặn toàn bộ sự khử cacbon, và sự suy giảm của đặc tính tróc vảy có thể được ngăn chặn bằng cách định rõ, với việc sử dụng trị số của B và C, tỷ lệ bổ sung các nguyên tố mà kiểm soát sự tróc vảy.

$$A = [C] / ([Si] + [Sb] + [Sn]) \quad (1),$$

$$B = [Si] / ([Sn] + [Sb]) \quad (2),$$

$$C = [Sb] + [Sn] \quad (3),$$

trong đó các dấu ngoặc vuông thể hiện hàm lượng theo % khối lượng của nguyên tố ở trong các dấu ngoặc vuông.

Để khắc phục các vấn đề nêu trên, sáng chế đã sản xuất các thép có độ bền cao dùng cho lò xo bằng cách thay đổi các lượng bổ sung của C, Si, Mn, và Cr cũng như của Sb và Sn và bằng cách thay đổi trị số của A được biểu diễn trong công thức (1), trị số của B được biểu diễn trong công thức (2), và trị số của C được biểu diễn trong công thức (3) nêu trên. Sau đó, sáng chế đã tăng cường nghiên cứu khả năng chống sự khử cacbon và đặc tính tróc vảy. Do đó, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc kiểm soát các lượng bổ sung của C, Si, Mn, và Cr và của Sb và Sn, cũng như trị số của A, B, và C, nằm trong các khoảng

thích hợp cho phép làm tăng khả năng chống sự khử cacbon và ngăn chặn sự suy giảm của đặc tính tróc vảy, do đó hoàn thành sáng chế.

Do đó, sáng chế đề xuất:

1. Thép dùng cho lò xo, thép này bao gồm thành phần hóa học chứa:

C: 0,45% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,65% khối lượng,

Si: 0,15% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 0,70% khối lượng,

Mn: 0,10% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 1,00% khối lượng,

Cr: 0,20% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 1,50% khối lượng,

P: 0,025% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

S: 0,025% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

O: 0,0015% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

Sb: 0,010% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 0,030% khối lượng,

Sn: 0,010% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 0,030% khối lượng, và

phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên, và trị số A được tính bằng công thức (1) là 0,65 hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 3,50, trị số B được tính bằng công thức (2) là 3,10 hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 34,00, và trị số C được tính bằng Công thức (3) là 0,020% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 0,050% khối lượng hoặc:

$$A = [C] / ([Si] + [Sb] + [Sn]) \quad (1),$$

$$B = [Si] / ([Sn] + [Sb]) \quad (2),$$

$$C = [Sb] + [Sn] \quad (3),$$

trong đó các dấu ngoặc vuông là hàm lượng theo % khối lượng của nguyên tố ở trong các dấu ngoặc vuông.

2. Các thép dùng cho lò xo theo khía cạnh 1 nêu trên, trong đó thành phần hóa học còn chứa một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có:

Al: 0,50% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

Cu: 1,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

Ni: 2,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

W: 2, 0% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

Nb: 0,1% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

Ti: 0,2% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

V: 0,5% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

Mo: 1,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn, và

B: 0, 005% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

3. Phương pháp sản xuất lò xo, trong đó phương pháp này bao gồm:

đưa bán thành phẩm bằng thép có thành phần hóa học theo khía cạnh 1 hoặc 2 nêu trên vào cán nóng để được gia công thành thanh thép hoặc thép cuộn; và tạo hình nóng thanh thép hoặc thép cuộn thành dạng giống lò xo.

4. Phương pháp s ản xuất lò xo theo khía cạnh 3 nêu trên, trong đó trị số D được tính bằng công thức (4) là 125 hoặc nhỏ hơn, trị số D có liên quan đến nhiệt độ nung T (°C) trong quá trình tạo hình nóng và liên quan đến hàm lượng Sb [Sb] (% khối lượng) và hàm lượng Sn [Sn] (% khối lượng) trong bán thành phẩm bằng thép:

$$D = 6883,66 \times [Sb] - 5213,09 \times [Sn] + 0,65 \times T - 543,76 \qquad (4).$$

Hiệu quả có lợi của sáng chế

Theo sáng chế, có thể sản xuất các thép có độ bền cao dùng cho lò xo theo cách ổn định sao cho thép có khả năng chống sự khử cacbon và đặc tính tróc vảy tốt hơn nhiều so với các thép có độ bền cao thông thường dùng cho lò xo.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trước hết, thành phần hóa học của các thép có độ bền cao dùng cho lò xo theo sáng chế sẽ được mô tả.

C: 0,45% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,65% khối lượng

Cacbon (C) là nguyên tố cần thiết để đảm bảo độ bền yêu cầu. Ở hàm lượng C nhỏ hơn 0,45% khối lượng, khó đảm bảo độ bền được định trước. Để đảm bảo độ bền được định trước, việc bổ sung lượng lớn các nguyên tố hợp kim trở nên cần thiết, dẫn đến chi phí hợp kim tăng lên. Do đó, hàm lượng này cần được thiết lập là 0,45% khối lượng hoặc lớn hơn. Hơn nữa, hàm lượng C thấp tạo điều kiện thuận lợi khử cacbon. Ngược lại, việc bổ sung 0,65% khối lượng hoặc lớn hơn làm giảm độ dẻo dai. Theo quan điểm nêu trên, hàm lượng C là 0,45% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,65% khối lượng. Hàm lượng C tốt hơn là 0,46% khối lượng hoặc lớn hơn.

Si: 0,15% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 0,70% khối lượng

Si (silic) là nguyên tố đóng vai trò là chất khử oxy và tăng cường độ bền và khả năng chống võng xuống của thép bằng cách làm tăng bề n dung dịch rắn và bằng cách tăng cường khả năng chống hóa mềm khi ủ. Tại hàm lượng Si nhỏ hơn 0,15% khối lượng, khó đảm bảo được độ bền được định trước. Để đảm bảo độ bền được định trước, việc bổ sung lượng lớn các nguyên tố hợp kim trở nên cần thiết, dẫn đến chi phí hợp kim tăng lên. Do đó, hàm lượng này cần được thiết lập là 0,15% khối lượng hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, Si là nguyên tố mà thúc đẩy sự khử cacbon và gây ra fayalit để tạo thành trong các vảy, do đó làm suy giảm đặc tính tróc vảy. Do đó, việc bổ sung quá 0,70% khối lượng thúc đẩy sự khử cacbon và làm cho sự tróc vảy khó khăn. Do đó, giới hạn trên về hàm lượng Si được thiết lập là 0,70% khối lượng. Vì các lý do này, hàm lượng Si cần được thiết lập là 0,15% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 0,70% khối lượng. Hàm lượng Si tốt hơn là 0,69% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Mn: 0,10% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 1,00% khối lượng

Mn (mangan) là hữu ích để cải thiện khả năng tôi cứng của thép và làm tăng độ bền của nó, và do đó M n được bổ sung với hàm lượng là 0,10% khối lượng hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, hàm lượng quá 1,0% khối lượng, làm tăng bền thép quá mức, dẫn đến việc làm giảm về độ dẻo dai của vật liệu nền. Do đó, giới hạn trên về hàm lượng Mn được thiết lập là 1,00% khối lượng. Vì các lý do này, hàm lượng Mn cần được thiết lập là 0,10% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 1,00% khối lượng. Hàm lượng Mn tốt hơn là 0,12% khối lượng hoặc lớn hơn.

P: 0,025% khối lượng hoặc nhỏ hơn, S: 0,025% khối lượng hoặc nhỏ hơn

P (phospho) và S (lưu huỳnh) được tách ra ở biên hạt, mà dẫn đến sự làm giảm về độ dẻo dai của vật liệu nền. Vì lý do này, tốt hơn là các nguyên tố này được giảm càng nhiều càng tốt. Do đó, mỗi P và S được thiết lập cần chứa theo lượng là 0,025% khối lượng hoặc nhỏ hơn. Trong khi không có các giới hạn dưới cụ thể được đặt vào các hàm lượng P và S, tốt hơn về mặt công nghiệp là giới hạn dưới về sự làm giảm các hàm lượng P và S là 0,0002% khối lượng, do việc giảm các hàm lượng P và S dưới 0,0002% khối lượng là tốn kém để thực hiện.

Cr: 0,20% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 1,50% khối lượng

Cr (crôm) là nguyên tố cải thiện khả năng tôi cứng của thép và làm tăng độ bền của thép. Do đó, Cr được bổ sung theo lượng là 0,20% khối lượng hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, hàm lượng quá 1,50% khối lượng, làm tăng bền thép quá mức, dẫn đến sự làm giảm về độ dẻo dai của vật liệu nền. Hơn nữa, hàm lượng Cr vượt quá 1,50% khối lượng dẫn đến thể vùi của Cr trong các vảy, dẫn đến sự suy giảm về đặc tính tróc vảy do hiệu ứng giữ chặt. Vì các lý do này, hàm lượng Cr cần được thiết lập là 0,20% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 1,50% khối lượng.

O: 0, 0015% khối lượng hoặc nhỏ hơn

O (oxy) là nguyên tố mà liên kết với Si hoặc Al để tạo thành thể vùi phi kim loại dựa trên oxit cứng, mà dẫn đến sự suy giảm về các đặc tính lò xo. Do đó, tốt hơn là càng ít O càng tốt. Tuy nhiên, theo sáng chế, hàm lượng lên đến 0,0015% khối lượng là chấp nhận được. Trong khi không có giới hạn dưới cụ thể được đặt vào hàm lượng O, tốt hơn về mặt công nghiệp là giới hạn dưới về sự làm giảm hàm lượng O là 0,0002% khối lượng, do việc giảm hàm lượng O dưới 0,0002% khối lượng là tốn kém để thực hiện.

Sb: 0,010% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 0,030% khối lượng

Sb (antimon) tập trung ở lớp bề mặt khi vật liệu được nung, và có hiệu quả ngăn chặn sự làm giảm lượng C ở lớp bề mặt trong quá trình nung. Để thu được hiệu quả này, Sb được bổ sung theo lượng là 0,010% khối lượng hoặc lớn hơn. Khi bổ sung Sb theo lượng là 0,030% khối lượng hoặc lớn hơn, tuy nhiên, Sb tạo thành kim loại lỏng trong quá trình

nung vật liệu, mà làm mòn biên hạt auxtenit trước và làm suy giảm đặc tính tróc vảy do hiệu ứng giữ chặt. Vì các lý do này, hàm lượng Sb cần được thiết lập là 0,010% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 0,030% khối lượng. Hàm lượng Sb tốt hơn là 0,029% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Sn: 0,010% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 0,030% khối lượng

Sn (thiếc) tập trung ở lớp bề mặt khi vật liệu được nung, và có hiệu quả ngăn chặn sự làm giảm về lượng C ở lớp bề mặt trong quá trình nung. Hơn nữa, Sn có hiệu quả làm giảm độ dày của các vảy được tạo thành trong quá trình nung của thép, và hiệu quả ngăn chặn sự suy giảm đặc tính tróc vảy do sự bổ sung Sb. Để thu được các hiệu quả này, Sn được bổ sung theo lượng là 0, 010% khối lượng hoặc lớn hơn. Khi bổ sung lượng Sn vượt quá 0,030% khối lượng, tuy nhiên, Sn tạo thành kim loại lỏng trong quá trình nung vật liệu, mà làm mòn biên hạt auxtenit trước và làm suy giảm đặc tính tróc vảy do hiệu ứng giữ chặt. Vì các lý do này, hàm lượng Sn cần được thiết lập là 0,010% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 0,030% khối lượng. Hàm lượng Sn tốt hơn là 0,029% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Trị số A (được biểu diễn trong công thức (1)): 0,65 hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 3,50

Trị số A, mà được tính bằng công thức (1) dưới đây, là chỉ số mà có ảnh hưởng đến việc ngăn chặn sự khử cacbon. Trị số A vượt quá 3,50 chỉ ra lượng bổ sung C lớn, hoặc các lượng bổ sung Sb và Sn nhỏ đối với cùng lượng bổ sung C. Cụ thể, lượng bổ sung C lớn dẫn đến sự làm giảm về độ dẻo dai, trong khi các lượng bổ sung Sb và Sn nhỏ cuối cùng làm tăng sự khử cacbon. Mặt khác, trị số A nhỏ hơn 0,65 chỉ ra lượng bổ sung C nhỏ hoặc các lượng bổ sung Si, Sb, và Sn lớn, dẫn đến sự suy giảm của đặc tính tróc vảy. Vì các lý do này, trị số A cần được thiết lập là 0,65 hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 3,50. Trị số A tốt hơn là 0,66 hoặc lớn hơn.

$$A = [C] / ([Si] + [Sb] + [Sn]) \qquad (1),$$

trong đó các dấu ngoặc vuông thể hiện hàm lượng theo % khối lượng của nguyên tố ở trong các dấu ngoặc vuông.

Trị số B (được biểu diễn trong công thức (2)): 3,10 hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 34,00

Trị số B, mà được tính bằng công thức (2) dưới đây, là chỉ số mà có ảnh hưởng đến việc ngăn chặn sự khử cacbon. Trị số B cũng là chất chỉ thị được sử dụng để kiểm soát độ dày vảy và thành phần vảy. Nếu trị số B dưới 3,10, lượng lớn Sb và Sn cần được bổ sung, và các nguyên tố này tạo thành kim loại lỏng trong quá trình nung vật liệu, mà làm mòn biên hạt auxtenit trước và làm suy giảm đặc tính tróc vảy do hiệu ứng giữ chặt. Mặt khác, trị số B vượt quá 34,00 chỉ ra lượng bổ sung Si lớn, mà thúc đẩy sự khử cacbon. Vì các lý do này, trị số B cần được thiết lập là 3,10 hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 34,00. Trị số B tốt hơn là 3,13 hoặc lớn hơn.

$$B = [Si] / ([Sn] + [Sb]) \qquad (2),$$

trong đó các dấu ngoặc vuông thể hiện hàm lượng theo % khối lượng của nguyên tố ở trong các dấu ngoặc vuông.

Trị số C (được biểu diễn trong công thức (3)): 0,020% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 0,050% khối lượng

Trị số C, mà được tính bằng công thức (3) dưới đây, là chỉ số mà có ảnh hưởng đến việc ngăn chặn sự khử cacbon, và ngăn chặn tạo thành kim loại lỏng bởi Sb và Sn trong quá trình nung vật liệu, sự ăn mòn của biên hạt auxtenit trước bằng kim loại lỏng, và sự suy giảm đặc tính tróc vảy do hiệu ứng giữ chặt. Trị số C dưới 0,020% khối lượng thúc đẩy sự khử cacbon. Hơn nữa, nếu trị số C vượt quá 0,05% khối lượng, Sb và Sn tạo thành ki m loại lỏng trong quá trình nung vật liệu, mà làm mòn biên hạt auxtenit trước và làm suy giảm đặc tính tróc vảy do hiệu ứng giữ chặt. Vì các lý do này, trị số C cần được thiết lập là 0,020% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 0,050% khối lượng hoặc.

$$C = [Sb] + [Sn] \qquad (3),$$

trong đó các dấu ngoặc vuông là hàm lượng theo % khối lượng của nguyên tố ở trong các dấu ngoặc vuông.

Hơn nữa, ngoài các thành phần cơ bản nêu trên, một hoặc nhiều nguyên tố hóa học sau đây có thể được bổ sung khi cần thiết:

Al: 0,50% khối lượng hoặc nhỏ hơn; Cu: 1,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn; Ni: 2,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn; W: 2,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn; Nb: 0,1% khối lượng hoặc nhỏ hơn; Ti: 0,2% khối lượng hoặc nhỏ hơn; V: 0,5% khối lượng hoặc nhỏ hơn; M o: 1,00% khối lượng hoặc nhỏ hơn; và B: 0, 005% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Cu (đồng) và Ni (nicken) là các nguyên tố mà cải thiện khả năng tôi cứng và độ bền sau khi ủ của thép và do đó có thể được bổ sung một cách chọn lọc. Để đạt được các hiệu quả này, Cu và Ni tốt hơn là được bổ sung theo lượng là 0,005% khối lượng hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, hàm lượng Cu vượt quá 1,0% khối lượng và hàm lượng Ni vượt quá 2,0% khối lượng cuối cùng làm tăng các chi phí hợp kim. Do đó, giới hạn trên về việc bổ sung Cu tốt hơn là 1, 0% khối lượng, và giới hạn trên về việc bổ sung Ni tốt hơn là 2,0% khối lượng, tốt hơn nữa là 1,0% khối lượng.

Al (nhôm) là nguyên tố mà có thể được bổ như chất khử oxy và mà cũng ngăn chặn sự lớn thêm của các hạt auxtenit trong quá trình tôi để duy trì độ bền của thép hiệu quả. Do đó, Al tốt hơn là được bổ sung theo lượng là 0,01% khối lượng hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, việc bổ sung Al quá 0, 50% khối lượng không làm tăng thêm hiệu quả này, mà thay vào đó bất lợi là làm tăng chi phí. Hơn nữa, trong trường hợp tạo hình nguội thành dạng giống lò xo, hàm lượng Al làm suy giảm khả năng tạo hình của thép. Do đó, giới hạn trên về việc bổ sung Al tốt hơn là 0,50% khối lượng. Tốt hơn nữa là, hàm lượng Al là 0,01% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 0,300% khối lượng.

W (vonfam), Nb (niobi), Ti (titan) và V (vanadi) là các nguyên tố mà mỗi nguyên tố tăng cường khả năng tôi cứng và độ bền sau ủ của thép, và có thể được bổ sung một cách chọn lọc một cách chọn lọc vào thép tùy thuộc vào độ bền yêu cầu. Để đạt được các hiệu quả này, W, Nb, và Ti tốt hơn là mỗi nguyên tố được bổ sung theo lượng là 0, 001% khối lượng hoặc lớn hơn, và V tốt hơn là được bổ sung theo lượng là 0,002% khối lượng hoặc lớn hơn.

Tuy nhiên, hàm lượng V vượt quá 0,5% khối lượng, hàm lượng Nb vượt quá 0,1% khối lượng, và hàm lượng Ti vượt quá 0,2% khối lượng dẫn đến lượng lớn cacbua được tạo ra trong thép, làm tăng quá mức độ bền của thép và làm giảm đi độ dẻo dai. Do đó, tốt hơn là mỗi nguyên tố Nb, Ti, và V được bổ sung theo lượng lên đến giới hạn trên được định

nghĩa ở trên. Hơn nữa, hàm lượng W trong thép vượt quá 2,0% khối lượng làm tăng độ bền quá mức và làm giảm đi độ dẻo dai, dẫn đến làm tăng về chi phí hợp kim. Do đó, giới hạn trên về việc bổ sung W tốt hơn là 2,0% khối lượng. Giới hạn trên được ưu tiên hơn về việc bổ sung W là 1,0% khối lượng.

Mo (molypden) là nguyên tố cải thiện khả năng tôi cứng và độ bền sau khi ủ của thép và do đó có thể được bổ sung một cách chọn lọc. Để đạt được các hiệu quả này, Mo tốt hơn là được bổ sung theo lượng là 0,01% khối lượng hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, hàm lượng Mo vượt quá 1,00% khối lượng cuối cùng làm tăng các chi phí hợp kim. Do đó, giới hạn trên về việc bổ sung Mo tốt hơn là 1,00% khối lượng. Tốt hơn nữa là, hàm lượng Mo là 0,01% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 0,80% khối lượng.

B (boron) là nguyên tố mà tăng cường độ bền của thép sau khi ủ nhờ làm tăng về khả năng tôi cứng và có thể được bổ sung khi cần thiết. Để đạt được hiệu quả này, B tốt hơn là được bổ sung theo lượng là 0,0002% khối lượng hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, việc bổ sung B vào thép theo lượng vượt quá 0, 005% khối lượng làm suy giảm khả năng tạo hình nguội của thép. Do đó, B tốt hơn là được bổ sung theo lượng nằm trong khoảng từ 0,0002% khối lượng đến 0,005% khối lượng.

Sau đây phương pháp sản xuất các thép dùng cho lò xo và phương pháp s ản xuất lò xo sử dụng các thép dùng cho lò xo theo sáng chế sẽ được mô tả.

Vật liệu thép bất kỳ (bán thành phẩm bằng thép) có thành phần hóa học nêu trên có thể được sử dụng trong luyện thép hoặc với lò chuyển hoặc lò nấu chảy chân không. Vật liệu thép như phôi, phôi tấm, thỏi đúc, hoặc thỏi thép được đưa vào nung và cán nóng để được gia công thành, tốt hơn là, thanh thép hoặc thép cuộn, để sử dụng làm các thép dùng cho lò xo. Các thép dùng cho lò xo bất kỳ với thành phần hóa học nêu trên có thể ngăn chặn sự khử cacbon ở giai đoạn nung mẫu trong quá trình cán nóng, và làm các vảy bất kỳ được tạo thành ở giai đoạn nung mẫu dễ tróc ra. Điều này tránh các vảy này không bị ép vào bề mặt vật liệu và làm cho vết nứt lõm ở bề mặt trong việc xử lý tạo hình tiếp theo của thanh thép hoặc thép cuộn thành dạng giống lò xo. Lưu ý rằng thanh thép hoặc thép cuộn được cán nóng có thể được đưa vào làm sạch vảy như thông qua việc phun bi làm sạch khi cần thiết để thu được các thép dùng cho lò xo.

Phương pháp sản xuất lò xo được ưu tiên cụ thể sử dụng các thép dùng cho lò xo do đó thu được là phương pháp được kết hợp với tạo hình nóng. Trong trường hợp tạo hình thành dạng giống lò xo bằng cách tạo hình nóng, các thép dùng cho lò xo thu được như đã nêu trên được đưa vào cuộn và tạo hình nóng như hóa rắn nóng, sau đó được tạo thành dạng giống lò xo, và được đưa vào xử lý tôi-ủ. Trong trường hợp tạo hình nóng các thép dùng cho lò xo có thành phần hóa học nêu trên làm vật liệu, sự khử cacbon có thể được ngăn chặn trong quá trình tạo hình nóng, và các vảy bất kỳ được tạo thành trong quá trình tạo hình nóng sẽ có đặc tính tróc tốt. Điều này tránh các vảy không bị ép vào bề mặt vật liệu và làm cho vết nứt lõm ở bề mặt trong việc xử lý tạo hình của thanh thép hoặc thép cuộn thành dạng giống lò xo.

Để tránh làm tăng khả năng chống biến dạng của vật liệu trong quá trình tạo hình nóng và sự suy giảm của khả năng tạo hình, nhiệt độ nung T trong quá trình tạo hình nóng tốt hơn là được thiết thập là 850°C hoặc cao hơn.

Hơn nữa, việc kiểm soát nhiệt độ nung T (°C) trong quá trình tạo hình nóng nằm trong khoảng trong đó trị số D được tính bằng Công thức (4) nêu trên là 125 hoặc nhỏ hơn tốt hơn là theo quan điểm về việc làm giảm độ dày của các vảy được tạo thành trong quá trình tạo hình nóng, cải thiện đặc tính tróc vảy, và ngăn chặn sự xuất hiện vết nứt lõm ở bề mặt ở bề mặt lò xo trong quá trình tạo thanh thép hoặc thép cuộn thành dạng giống lò xo, do đó kéo dài tuổi bền mỏi của các lò xo.

Ở đây, trị số D là chất chỉ thị để diễn tả độ dày vảy sau khi nung. Cụ thể, nghiên cứu của chúng tôi đã tiết lộ rằng độ dày vảy của thép bất kỳ có thành phần hóa học nêu trên sau khi được nung thay đổi theo Sb hàm lượng (% khối lượng) [Sb] , Sn hàm lượng (% khối lượng) [Sn] , và nhiệt độ nung T (°C), và có tương quan với trị số D được tính bằng Công thức (4) dưới đây. Nghiên cứu cũng phát hiện ra rằng khi trị số D là 125 hoặc nhỏ hơn, độ dày của các vảy được tạo thành trong quá trình nung giảm xuống và đặc tính tróc vảy cải thiện nhiều hơn. Do đó, nhiệt độ nung T (°C) tốt hơn là được thiết lập theo cách sao cho trị số D là 125 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 19 hoặc lớn hơn.

$$D = 6883{,}66 \times [Sb] - 5213{,}09 \times [Sn] + 0{,}65 \times T - 543{,}76 \qquad (4)$$

Ở đây, trị số D trở nên nhỏ hơn với sự giảm hàm lượng Sb, tăng hàm lượng Sn, và giảm nhiệt độ nung T. Như được mô tả ở trên, giới hạn dưới của hàm lượng Sb là 0,01% khối lượng, giới hạn trên của hàm lượng Sn là 0,03% khối lượng, và nhiệt độ nung T tốt hơn là 850°C hoặc cao hơn, và do đó, thay thế các trị số này ở vế phải của công thức (4) cho ra kết quả là -79, mà là giới hạn dưới được ưu tiên của trị số D.

Lưu ý rằng vì xử lý tôi-ủ được ưu tiên, việc tôi được thực hiện từ khoảng auxtenit và việc ủ được thực hiện bằng cách nung tới các nhiệt độ nằm trong khoảng từ 200°C đến 420° C. Hơn nữa, việc xử lý tôi-ủ có thể l à sau quy trình đã biết bổ sung như phun bi làm sạch.

Mặc dù có thể sản xuất ở chi phí thấp, các thép có độ bền cao dùng cho lò xo thu được theo cách này có khả năng chống sự khử cacbon ưu việt và đặc tính tróc vảy. Thép này có thể, ví dụ, do đó được áp dụng với các lò xo treo mà các bộ phận gầm xe của các xe ô tô và áp dụng với các lò xo treo được sử dụng trong máy móc xây dựng, các toa xe lửa, và các phương tiện tương tự.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Các mẫu thép có các thành phần hóa học được thể hiện trong Bảng 1 được chuẩn bị bằng cách luyện thép với lò nấu chảy chân không để tạo ra các phôi thép từ các mẫu thép này. Các phôi thép được nung tới nhiệt độ 1050°C và sau đó được đưa vào cán nóng để được gia công thành các thanh thép có đường kính là 42mm. Môi trường trong quá trình nung là môi trường khí M, nhưng việc nung có thể được thực hiện trong môi trường khác nhau (ví dụ, không khí, LNG, khí thành phố, khí hỗn hợp như COG/BFG, COG, dầu nặng, nitơ, argon, và các khí tương tự). Các mẫu (đường kính: 42mm, chiều dài: 10mm) được lấy từ các thanh thép sau khi được đưa vào cán nóng. Khả năng chống sự khử cacbon và các đặc tính tróc vảy sau đó được thử nghiệm bằng cách sử dụng các phương pháp được mô tả dưới đây.

Khả năng chống sự khử cacbon

Khả năng chống sự khử cacbon được đánh giá bằng cách nung, làm nguội (tôi), và ủ các mẫu mà được cắt từ các thanh thép được cán nóng thành các mẫu 10mm theo hướng dọc (hướng cán), và đo sự thay đổi về độ cứng của các mẫu được xử lý theo hướng độ sâu từ lớp bề mặt. Phương pháp đánh giá là như sau. Các mẫu được nung trong môi trường không khí tới nhiệt độ 1000° C trong thời gian khoảng 30 phút và sau đó được làm nguội ở nhiệt độ 60°C trong dầu. Việc ủ được tiến hành trong các điều kiện sau đây: các mẫu được nung trong môi trường không khí đến nhiệt độ 400°C trong khoảng thời gian 60 phút và sau đó được làm nguội bằng nước. Sau đó, để thực hiện đo độ cứng trên bề mặt cắt (tiết diện có đường kính là 42mm vuông góc với hướng dọc; dưới đây được gọi là "tiết diện C"), các mẫu thử nghiệm thu được được gắn vào trong nhựa, và độ cứng được đo sau khi đánh bóng gương tiết diện C. Độ cứng được đo bằng cách sử dụng phương pháp đo theo thử nghiệm độ cứng được liệt kê trong "phương pháp đo độ sâu khử cacbon trong thép" theo JIS G 0558. Cụ thể, các điều kiện là như sau. Việc đo được thực hiện trong dụng cụ thử độ cứng tế vi được sản xuất bởi Akashi Corporation (HM-115, độ cứng Vickers) với tải trọng 0,98N và khoảng dài 25 μm. Theo các kết quả, tổng độ sâu khử cacbon được xác định là vùng có độ cứng Vickers nhỏ hơn HV400.

Đặc tính tróc vảy

Đặc tính tróc vảy được đánh giá bằng cách cắt các thanh thép được cán nóng thành các mẫu thử nghiệm 10mm theo hướng dọc (hướng cán) theo các mép tương ứng, nung các mẫu thử nghiệm đến các nhiệt độ tương ứng như được liệt kê trong Bảng 2, và làm nguội bằng nước chúng ngay lập tức để quan sát các vảy bị tróc trong quá trình xử lý làm nguội bằng nước. Ngoài ra, băng giấy bóng kính được áp lên bề mặt của mỗi mẫu thử nghiệm được xử lý bằng nhiệt (42mmϕ về đường kính) và được kéo bật ra để nghiên cứu các vảy bị tróc bị mắc vào băng, trên cơ s ở đó việc xác định được thực hiện trong sự kết hợp với các kết quả của việc quan s át các vảy bị tróc trong quá trình xử lý làm nguội bằng nước. Trong việc đánh giá đặc tính tróc vảy trong quá trình xử lý làm nguội bằng nước và đặc tính tróc vảy được xác định bằng cách sử dụng băng giấy bóng kính, tiêu chí sau đây được xem xét:

1: tróc vảy nghiêm trọng (đường kính vòng tròn tương đương trung bình của các vảy bị tróc là 5mm hoặc lớn hơn)

2: tróc vảy vừa phải (đường kính vòng tròn tương đương trung bình của các vảy bị tróc là 3mm hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 5mm)

3: tróc vảy nhẹ (đường kính vòng tròn tương đương trung bình của các vảy bị tróc là 1mm hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 3mm)

4: tróc vảy không đáng kể (đường kính vòng tròn tương đương trung bình của các vảy bị tróc nhỏ hơn 1mm)

5: không tróc vảy (các vảy không tróc ra)

Đặc tính tróc vảy được đánh giá dựa trên tổng số các vết xước của các đánh giá được thực hiện trên các vảy bị tróc trong quá trình xử lý làm nguội bằng nước và trên các vảy bị tróc bị mắc vào băng; những cái có vết xước là 6 hoặc thấp hơn được xem là có đặc tính tróc vảy tốt.

Độ bền kéo

Các thanh thép nêu trên có đường kính 42mm được nung trong môi trường không khí ở nhiệt độ 900°C trong khoảng thời gian 30 phút và sau đó được làm nguội ở nhiệt độ 60°C trong dầu. Việc ủ được tiến hành trong các điều kiện sau đây: các mẫu được nung trong môi trường không khí ở nhiệt độ 400°C trong khoảng thời gian 60 phút và sau đó được làm nguội bằng nước. Tiếp theo, từ các mẫu thử nghiệm thu được, các mẫu thử nghiệm kéo được liệt kê trong ASTM E8 có đường kính là 6mm được thu gom tập trung vào vị trí 1/4 x Đường kính từ bề mặt của mỗi thanh thép ("Đường kính" là đường kính của thanh thép). Sau đó, độ bền kéo được tính bằng cách thực hiện thử nghiệm với chiều dài đo là 24mm và tốc độ kéo là 5mm/phút. Theo sáng chế, độ bền kéo là 1730 MPa hoặc lớn hơn được đánh giá là tốt. Lý do đó là độ bền kéo nhỏ hơn 1730M Pa dẫn đến sự làm giảm về độ bền mỏi của lò xo.

Độ dẻo dai

Các thanh thép nêu trên có đường kính 42mm được nung trong môi trường không khí ở nhiệt độ 970°C trong khoảng thời gian 30 phút và sau đó được làm nguội ở nhiệt độ

60°C trong dầu. Việc ủ được tiến hành trong các điều kiện sau đây: các mẫu được nung trong môi trường không khí ở nhiệt độ 400°C trong khoảng thời gian 60 phút và sau đó được làm nguội bằng nước. Sau đó, từ các mẫu thử nghiệm thu được, các mẫu thử nghiệm được cắt rãnh chữ U như được liệt kê trong JIS Z 2242 được thu gom tập trung vào vị trí 1/4 x Đường kính từ bề mặt của mỗi thanh thép ("Đường kính" là đường kính của thanh thép), và thử nghiệm được thực hiện ở nhiệt độ thử nghiệm là 20°C. Nếu độ bền va đập ở nhiệt độ thử nghiệm 20° C là 20 J/cm^2 hoặc lớn hơn, độ dẻo dai được đánh giá là tốt. Lý do là vì độ bền va đập là một trong các đặc tính cần cho các thép dùng cho lò xo, theo sáng chế mẫu thử có độ dẻo dai cao hơn ít nhất 1,5 lần so với của thép tiêu chuẩn được đánh giá là có độ dẻo dai tốt, và độ bền va đập là 20 J/cm^2 hoặc lớn hơn được đánh giá là tốt.

Bảng 1

Thép số	Thành phần hóa học (% khối lượng)									Trị số A	Trị số B	Trị số C	Chú thích
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Sn	Sb	O				
A-1	0,59	0,26	0,84	0,011	0,009	0,84	-	-	0,0009	2,27	-	-	Thép t iêu chuẩn
A-2	0,56	0,35	0,45	0,008	0,002	1,15	0,015	0,015	0,0009	1,47	11,67	0,030	Thép theo sáng chế
A-3	0,51	0,15	0,25	0,007	0,003	0,95	0,017	0,018	0,0008	2,76	4,29	0,035	Thép theo sáng chế
A-4	0,53	0,23	0,34	0,005	0,001	1,03	0,018	0,019	0,0008	1,99	6,22	0,037	Thép theo sáng chế
A-5	0,64	0,69	0,12	0,005	0,002	0,20	0,024	0,024	0,0007	0,87	14,38	0,048	Thép theo sáng chế
A-6	0,46	0,15	1,00	0,006	0,003	0,60	0,010	0,010	0,0009	2,71	7,50	0,020	Thép theo sáng chế
A-7	0,49	0,15	0,26	0,008	0,004	0,99	0,016	0,015	0,0008	2,71	4,84	0,031	Thép theo sáng chế
A-8	0,57	0,70	0,44	0,005	0,005	1,10	0,018	0,017	0,0008	0,78	20,00	0,035	Thép theo sáng chế
A-9	0,47	0,67	0,65	0,006	0,001	0,44	0,020	0,020	0,0007	0,66	16,75	0,040	Thép theo sáng chế
A-10	0,60	0,15	1,00	0,006	0,003	1,50	0,011	0,011	0,0007	3,49	6,82	0,022	Thép theo sáng chế
A-11	0,57	0,68	0,44	0,007	0,003	0,20	0,010	0,010	0,0009	0,81	34,00	0,020	Thép theo sáng chế
A-12	0,64	0,15	0,75	0,005	0,003	1,35	0,024	0,024	0,0010	3,23	3,13	0,048	Thép theo sáng chế
A-13	0,55	0,49	0,50	0,007	0,003	1,11	0,017	0,018	0,0010	1,05	14,00	0,035	Thép theo sáng chế
A-14	0,52	0,17	0,90	0,007	0,001	0,77	0,012	0,018	0,0010	2,60	5,67	0,030	Thép theo sáng chế
A-15	0,56	0,70	1,00	0,006	0,003	0,35	0,020	0,025	0,0009	0,75	15,56	0,045	Thép theo sáng chế
A-16	0,54	0,68	0,95	0,007	0,003	0,55	0,018	0,018	0,0009	0,75	18,89	0,036	Thép theo sáng chế
A-17	0,55	0,65	0,51	0,006	0,002	0,57	0,019	0,018	0,0008	0,80	17,57	0,037	Thép theo sáng chế
A-18	0,52	0,18	0,12	0,006	0,002	1,00	0,018	0,017	0,0008	2,42	5,14	0,035	Thép theo sáng chế
A-19	0,47	0,69	0,65	0,007	0,001	0,43	0,020	0,020	0,0007	0,64	17,25	0,040	Thép so sánh
A-20	0,60	0,15	1,00	0,006	0,003	1,50	0,010	0,010	0,0007	3,53	7,50	0,020	Thép so sánh
A-21	0,58	0,69	0,44	0,007	0,003	0,10	0,010	0,010	0,0009	0,82	34,50	0,020	Thép so sánh
A-22	0,63	0,15	0,75	0,005	0,003	1,35	0,025	0,025	0,0010	3,15	3,00	0,050	Thép so sánh

Ghi chú: Các số liệu gạch chân nếu nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Bảng 1 (tiếp theo)

Thép số	Thành phần hóa học (% khối lượng)									Trị số A	Trị số B	Trị số C	Chú thích
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Sn	Sb	O				
A-23	0,53	0,48	0,59	0,006	0,001	1,01	0,009	0,009	0,0011	1,06	26,67	0,018	Thép so sánh
A-24	0,54	0,46	0,57	0,005	0,002	0,99	0,027	0,025	0,0009	1,05	8,85	0,052	Thép so sánh
A-25	0,44	0,24	0,35	0,004	0,001	1,02	0,018	0,019	0,0009	1,59	6,49	0,037	Thép so sánh
A-26	0,65	0,23	0,34	0,005	0,001	1,03	0,018	0,019	0,0010	2,43	6,22	0,037	Thép so sánh
A-27	0,62	0,71	0,51	0,006	0,002	0,54	0,011	0,011	0,0008	0,85	32,27	0,022	Thép so sánh
A-28	0,53	0,14	0,51	0,006	0,002	0,56	0,010	0,012	0,0008	3,27	6,36	0,022	Thép so sánh
A-29	0,52	0,19	0,05	0,007	0,003	1,00	0,017	0,016	0,0008	2,33	5,76	0,033	Thép so sánh
A-30	0,51	0,18	1,05	0,005	0,001	1,01	0,019	0,018	0,0008	2,35	4,86	0,037	Thép so sánh
A-31	0,59	0,15	0,99	0,006	0,001	0,15	0,013	0,012	0,0007	3,37	6,00	0,025	Thép so sánh
A-32	0,60	0,15	0,98	0,006	0,002	1,55	0,011	0,015	0,0007	3,41	5,77	0,026	Thép so sánh
A-33	0,53	0,22	0,35	0,005	0,001	1,00	0,009	0,018	0,0008	2,15	8,15	0,027	Thép so sánh
A-34	0,53	0,24	0,36	0,004	0,001	1,01	0,032	0,015	0,0008	1,85	5,11	0,047	Thép so sánh
A-35	0,62	0,15	0,75	0,005	0,003	1,35	0,017	0,032	0,0010	3,12	3,06	0,049	Thép so sánh
A-36	0,61	0,16	0,77	0,005	0,003	1,34	0,017	0,009	0,0011	3,28	6,15	0,026	Thép so sánh
A-37	0,47	0,67	0,65	0,006	0,001	0,44	0,011	-	0,0008	0,69	60,91	0,011	Thép so sánh
A-38	0,47	0,67	0,65	0,006	0,001	0,44	-	0,011	0,0008	0,69	60,91	0,011	Thép so sánh
A-39	0,55	0,65	0,51	0,006	0,002	0,57	0,019	0,018	0,0008	0,80	17,57	0,037	Thép theo sáng chế
A-40	0,52	0,18	0,12	0,006	0,002	1,00	0,018	0,017	0,0008	2,42	5,14	0,035	Thép theo sáng chế
A-41	0,56	0,35	0,45	0,008	0,002	1,15	0,015	0,015	0,0009	1,47	11,67	0,030	Thép theo sáng chế
A-42	0,51	0,15	0,25	0,007	0,003	0,95	0,017	0,018	0,0008	2,76	4,29	0,035	Thép theo sáng chế
A-43	0,52	0,17	0,90	0,007	0,001	0,77	0,012	0,018	0,0010	2,60	5,67	0,030	Thép theo sáng chế

Ghi chú: Các số liệu gạch chân nếu nằm ngoài phạm vi của sáng chế

Bảng 2 liệt kê các kết quả về độ sâu khử cacbon, đặc tính tróc vảy, độ bền kéo, và độ dẻo dai. Các mẫu thép từ A-2 đến A-18 có thành phần hóa học và các trị số A, B, và C theo sáng chế không bị khử cacbon và có đặc tính tróc vảy tốt. Ngược lại, các mẫu thép từ A-19 đến A-38, mà một hoặc nhiều hơn về thành phần hóa học, trị số A, trị số B, và trị số C là nằm ngoài phạm vi của sáng chế, bị khử cacbon, có đặc tính tróc vảy kém, có độ bền kéo nhỏ hơn 1730MPa, hoặc có độ dẻo dai nhỏ hơn 20 J/cm^2 . Hơn nữa, các mẫu thép từ A-2 đến A-18 có trị số D là 125 hoặc nhỏ hơn, mà nằm trong phạm vi của sáng chế, mỗi mẫu thép có đặc tính tróc vảy tốt hơn đối với các mẫu thép từ A-39 đến A -43 có trị số D lớn hơn 125.

Bảng 2

Thép số	Nhiệt độ nung để đánh giá đặc tính tróc vảy (°C)	Trị số D	Độ sâu khử cacbon (mm)	Đặc tính tróc vảy			Độ bền kéo (MPa)	Độ dẻo dài (J/cm^2)	Chú thích
				Làm nguội bằng nước	Băng	Tổng			
A-1	980	93	0,075	2	4	6	1811	12,7	Thép tiêu chuẩn
A-2	910	73	0,000	1	4	5	1782	32,1	Thép theo sáng chế
A-3	910	83	0,000	2	4	6	1741	33,3	Thép theo sáng chế
A-4	900	78	0,000	2	4	6	1755	34,1	Thép theo sáng chế
A-5	950	114	0,000	1	4	5	1732	34,2	Thép theo sáng chế
A-6	900	58	0,000	2	4	6	1756	33,9	Thép theo sáng chế
A-7	900	61	0,000	2	4	6	1741	34,3	Thép theo sáng chế
A-8	950	97	0,000	1	3	4	1844	31,1	Thép theo sáng chế
A-9	950	107	0,000	1	3	4	1748	34,0	Thép theo sáng chế
A-10	950	92	0,000	1	4	5	1923	30,1	Thép theo sáng chế
A-11	900	58	0,000	1	4	5	1735	34,5	Thép theo sáng chế
A-12	920	94	0,000	2	4	6	1942	30,0	Thép theo sáng chế
A-13	900	77	0,000	2	4	6	1828	32,0	Thép theo sáng chế
A-14	910	109	0,000	1	4	5	1783	33,7	Thép theo sáng chế
A-15	850	77	0,000	2	4	6	1778	33,6	Thép theo sáng chế
A-16	910	78	0,000	1	5	6	1939	30,2	Thép theo sáng chế
A-17	910	73	0,000	1	5	6	1859	31,9	Thép theo sáng chế
A-18	900	64	0,000	2	4	6	1801	32,3	Thép theo sáng chế
A-19	950	107	0,000	3	5	8	1737	33,8	Thép so sánh
A-20	950	90	0,100	3	5	8	1873	31,4	Thép so sánh
A-21	950	90	0,075	3	5	8	1732	34,0	Thép so sánh
A-22	950	116	0,000	3	5	8	1932	30,1	Thép so sánh

Bảng 2 (tiếp theo)

Thép số	Nhiệt độ để đánh giá đặc tính tróc vảy (°C)	Trị số D	Độ sâu khử cacbon (mm)	Đặc tính tróc vảy			Độ bền kéo (MPa)	Độ dẻo dai (J/cm2)	Chú thích
				Làm nguội bằng nước	Băng	Tổng			
A-23	950	89	0,075	2	4	6	1853	32,5	Thép so sánh
A-24	950	105	0,000	3	5	8	1854	32,1	Thép so sánh
A-25	950	111	0,050	2	4	6	1696	34,7	Thép so sánh
A-26	950	111	0,000	2	4	6	1974	14,3	Thép so sánh
A-27	950	92	0,125	3	5	8	1895	16,3	Thép so sánh
A-28	950	104	0,000	2	4	6	1716	34,3	Thép so sánh
A-29	950	95	0,000	2	4	6	1724	34,5	Thép so sánh
A-30	950	99	0,000	2	4	6	1866	15,3	Thép so sánh
A-31	950	89	0,000	2	4	6	1714	34,6	Thép so sánh
A-32	950	120	0,000	3	5	8	1930	18,2	Thép so sánh
A-33	910	125	0,075	2	4	6	1750	33,9	Thép so sánh
A-34	1000	43	0,000	3	5	8	1775	33,4	Thép so sánh
A-35	820	121	0,000	3	5	8	1922	30,1	Thép so sánh
A-36	950	47	0,075	2	5	7	1914	30,3	Thép so sánh
A-37	1000	49	0,050	2	4	6	1748	33,9	Thép so sánh
A-38	910	123	0,050	2	4	6	1748	33,7	Thép so sánh
A-39	1000	131	0,000	2	5	7	1858	31,4	Thép theo sáng chế
A-40	1000	129	0,000	2	5	7	1802	31,9	Thép theo sáng chế
A-41	1000	131	0,000	2	5	7	1782	31,9	Thép theo sáng chế
A-42	980	129	0,000	2	5	7	1741	33,1	Thép theo sáng chế
A-43	940	129	0,000	2	5	7	1793	33,5	Thép theo sáng chế

Ví dụ 2

Các mẫu thép có các thành phần hóa học được thể hiện trong Bảng 3 được chuẩn bị bằng cách luyện thép với lò nấu chảy chân không để tạo ra các phôi thép từ các mẫu thép này. Các phôi thép được nung đến nhiệt độ 1050° C và sau đó được đưa vào cán nóng để được gia công thành các thanh thép có đường kính là 42mm. Môi trường trong quá trình nung là môi trường khí M, nhưng quá trình nung có thể được thực hiện trong môi trường khác nhau (ví dụ, không khí, LNG, khí thành phố, khí hỗn hợp như COG/BFG, COG, dầu nặng, nitơ, argon, và các khí tương tự). Các mẫu (đường kính: 42mm, chiều dài: 10mm) được lấy từ các thanh thép sau khi được đưa vào cán nóng. Sau đó, khả năng chống sự khử cacbon được thử nghiệm bằng cách sử dụng phương pháp nêu trên. Đặc tính tróc vảy của các thép dùng cho lò xo cũng được thử nghiệm bằng cách sử dụng phương pháp nêu trên.

Bảng 3

Thép số	Thành phần hóa học (% khối lượng)																			Trị số A	Trị số B	Trị số C	Chú thích
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Sn	Sb	O	As	Mo	Al	Cu	Ni	W	Nb	Ti	V	B				
A-1	0,60	0,25	0,85	0,010	0,010	0,85	-	-	0,0010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Thép tiêu chuẩn
B-1	0,54	0,68	0,25	0,008	0,001	1,50	0,020	0,020	0,0009	-	-	0,031	-	-	-	-	0,035	-	-	0,75	17,00	0,040	Thép theo sáng chế
B-2	0,44	0,48	0,83	0,007	0,005	0,95	0,015	0,011	0,0011	-	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	0,87	18,46	0,026	Thép so sánh
B-3	0,46	0,48	0,53	0,009	0,002	1,21	0,030	0,020	0,0011	-	-	-	-	-	-	-	0,021	-	0,0020	0,87	9,60	0,050	Thép theo sáng chế
B-4	0,48	0,70	0,80	0,008	0,001	0,75	0,010	0,010	0,0011	-	0,25	0,035	-	-	-	0,011	-	-	-	0,67	35,00	0,020	Thép so sánh
B-5	0,51	0,15	0,25	0,006	0,002	0,95	0,017	0,017	0,0009	-	0,35	0,045	-	-	-	0,005	0,005	-	-	2,77	4,41	0,034	Thép theo sáng chế
B-6	0,53	0,23	0,34	0,006	0,003	1,03	0,017	0,019	0,0007	-	0,45	0,052	-	-	-	0,035	0,005	-	-	1,99	6,39	0,036	Thép theo sáng chế
B-7	0,64	0,15	0,74	0,005	0,003	1,35	0,015	0,019	0,0010	-	-	-	0,11	0,21	-			-	-	3,48	4,41	0,034	Thép theo sáng chế
B-8	0,60	0,15	0,95	0,008	0,002	0,95	0,010	0,010	0,0011	-	-	0,035	-	-	-	0,011	0,032	-	0,0025	3,53	7,50	0,020	Thép so sánh
B-9	0,54	0,50	0,62	0,004	0,003	0,72	0,025	0,019	0,0011	-	0,11	0,041	-	-	0,11	0,015	0,025	0,12		0,99	11,36	0,044	Thép theo sáng chế
B-10	0,64	0,15	0,95	0,005	0,002	1,11	0,025	0,011	0,0010	-	0,51	-	-	-	-	-	-	-	-	3,44	4,17	0,036	Thép theo sáng chế
B-11	0,61	0,31	0,82	0,005	0,003	0,85	0,022	0,018	0,0011	-	-	0,029	0,25	0,50	-	-	-	-	-	1,74	7,75	0,040	Thép theo sáng chế
B-12	0,64	0,69	0,92	0,007	0,003	0,22	0,019	0,029	0,0011	-	0,25	0,051	-	-	-	-	-	-	-	0,87	14,38	0,048	Thép theo sáng chế
B-13	0,52	0,17	0,90	0,007	0,001	0,77	0,012	0,018	0,0010	-	-	-	-	-	-	0,040	-	-	-	2,60	5,67	0,030	Thép theo sáng chế
B-14	0,56	0,70	1,00	0,006	0,003	0,35	0,020	0,025	0,0009	-	0,45	-	-	-	-	-	0,035	-	0,0015	0,75	15,56	0,045	Thép theo sáng chế

Bảng 3 (tiếp theo)

Thép số	Thành phần hóa học (% khối lượng)																			Trị số A	Trị số B	Trị số C	Chú thích
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Sn	Sb	O	As	Mo	Al	Cu	Ni	W	Nb	Ti	V	B				
B-15	0,54	0,68	0,95	0,007	0,003	0,55	0,018	0,018	0,0009	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25	-	0,75	18,89	0,036	Thép theo sáng chế
B-16	0,55	0,65	0,51	0,006	0,002	0,57	0,019	0,018	0,0008	-	-	0,035	-	-	0,50	0,020	-	-	-	0,80	17,57	0,037	Thép theo sáng chế
B-17	0,53	0,23	0,34	0,006	0,002	1,03	0,018	0,019	0,0008	-	0,39	0,045	-	-	-	0,016	0,005	-	-	1,99	6,22	0,037	Thép theo sáng chế
B-18	0,51	0,25	0,36	0,005	0,003	1,00	0,015	0,016	0,0011	0,015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	8,06	0,031	Thép so sánh
B-19	0,55	0,35	0,91	0,005	0,002	0,56	0,032	0,015	0,0008	-	-	0,039	-	-	-	-	-	0,31	-	1,39	7,45	0,047	Thép so sánh
B-20	0,55	0,34	0,89	0,006	0,003	0,54	0,015	0,031	0,0009	-	-	0,040	-	-	-	-	-	0,29	-	1,42	7,39	0,046	Thép so sánh
B-21	0,47	0,55	0,77	0,006	0,002	0,89	0,008	0,009	0,0010	-	0,41	0,040	-	-	-	0,011	-	-	-	0,83	32,35	0,017	Thép so sánh
B-22	0,53	0,22	0,34	0,004	0,003	1,03	0,015	0,018	0,0008	-	-	0,031	1,00	1,00	-	-	0,035	-	-	2,09	6,67	0,033	Thép theo sáng chế
B-23	0,52	0,23	0,35	0,005	0,002	1,01	0,015	0,017	0,0007	-	0,80	0,033	-	-	-	-	-	-	-	1,98	7,19	0,032	Thép theo sáng chế
B-24	0,53	0,24	0,34	0,003	0,001	1,00	0,018	0,018	0,0009	-	-	0,300	-	-	-	-	-	-	-	1,92	6,67	0,036	Thép theo sáng chế
B-25	0,54	0,23	0,34	0,005	0,001	1,02	0,018	0,019	0,0007	-	-	0,040	-	-	-	-	0,200	-	-	2,02	6,22	0,037	Thép theo sáng chế
B-26	0,53	0,23	0,33	0,005	0,003	1,00	0,018	0,019	0,0011	-	-	0,035	-	-	1,00	-	-	-	-	1,99	6,22	0,037	Thép theo sáng chế
B-27	0,53	0,22	0,34	0,006	0,001	0,99	0,015	0,019	0,0007	-	-	0,033	-	-	-	0,100	0,025	-	-	2,09	6,47	0,034	Thép theo sáng chế
B-28	0,52	0,24	0,32	0,005	0,001	1,03	0,016	0,018	0,0009	-	-	0,031	-	-	-	-	0,022	0,50	-	1,90	7,06	0,034	Thép theo sáng chế
B-29	0,53	0,22	0,34	0,005	0,002	1,00	0,018	0,017	0,0007	-	-	0,033	-	-	-	-	0,025	-	0,005	2,08	6,29	0,035	Thép theo sáng chế

Bảng 4 liệt kê các kết quả về độ sâu khử cacbon, đặc tính tróc vảy, độ bền kéo, và độ dẻo dai. Các mẫu thép B-1, B-3, từ B-5 đến B-7 và từ B-9 đến B-17 có thành phần hóa học và các trị số A, B, và C theo sáng chế không bị khử cacbon và có đặc tính tróc vảy tốt. Ngược lại, các mẫu thép B-2, B-4, B-8, và từ B-18 đến B-21, mà một hoặc nhiều thành phần hóa học, trị số A, trị số B, và trị số C là nằm ngoài phạm vi của sáng chế, thì bị khử cacbon, và có đặc tính tróc vảy kém, có độ bền kéo nhỏ hơn 1730MPa, hoặc có độ dẻo dai nhỏ hơn 20 J/cm^2.

Bảng 4

Thép số	Nhiệt độ để đánh giá đặc tính tróc vảy (°C)	Trị số D	Độ sâu khử cacbon (mm)	Đặc tính tróc vảy			Độ bền kéo (MPa)	Độ dẻo dai 2	Chú thích
				Làm nguội bằng nước	Băng	Tổng			
A-1	980	93	0,075	2	4	6	1811	12,7	Thép tiêu chuẩn
B-1	950	107	0,000	1	4	5	1862	30,1	Thép theo sáng chế
B-2	950	71	0,050	2	4	6	1716	33,7	Thép so sánh
B-3	910	29	0,000	1	4	5	1813	31,1	Thép theo sáng chế
B-4	960	97	0,075	3	5	8	1857	30,3	Thép so sánh
B-5	970	115	0,000	1	4	5	1788	33,1	Thép theo sáng chế
B-6	950	116	0,000	1	5	6	1816	31,4	Thép theo sáng chế
B-7	920	107	0,000	1	4	5	1895	30,1	Thép theo sáng chế
B-8	935	81	0,100	2	4	6	1906	30,0	Thép so sánh
B-9	930	61	0,000	2	4	6	1768	34,5	Thép theo sáng chế
B-10	950	19	0,000	2	4	6	1954	30,0	Thép theo sáng chế
B-11	1000	115	0,000	2	4	6	1893	30,9	Thép theo sáng chế
B-12	850	109	0,000	2	4	6	1860	31,2	Thép theo sáng chế
B-13	900	103	0,000	1	5	6	1783	33,5	Thép theo sáng chế
B-14	910	116	0,000	2	3	5	1890	31,0	Thép theo sáng chế

Bảng 4 (tiếp theo)

Thép số	Nhiệt độ để đánh giá đặc tính tróc vảy (°C)	Trị số D	Độ sâu khử cacbon (mm)	Đặc tính tróc vảy			Độ bền kéo (MPa)	Độ dẻo dai (J/cm^2)	Chú thích
				Làm nguội bằng nước	Băng	Tổng			
B-15	920	84	0,000	2	5	7	1789	32,5	Thép theo sáng chế
B-16	930	86	0,000	1	5	6	1759	33,3	Thép theo sáng chế
B-17	950	111	0,000	2	5	7	1852	31,1	Thép theo sáng chế
B-18	930	93	0,000	4	5	9	1753	31,1	Thép so sánh
B-19	1050	75	0,000	3	5	8	1781	31,2	Thép so sánh
B-20	820	124	0,000	3	5	8	1773	31,0	Thép so sánh
B-21	960	100	0,050	2	5	7	1853	30,1	Thép so sánh
B-22	955	123	0,000	1	4	5	1853	30,1	Thép theo sáng chế
B-23	960	119	0,000	1	5	6	1853	30,1	Thép theo sáng chế
B-24	950	104	0,000	1	4	5	1853	30,1	Thép theo sáng chế
B-25	950	111	0,000	1	4	5	1853	30,1	Thép theo sáng chế
B-26	960	117	0,000	1	4	5	1853	30,1	Thép theo sáng chế
B-27	940	120	0,000	1	5	6	1853	30,1	Thép theo sáng chế
B-28	960	121	0,000	1	5	6	1853	30,1	Thép theo sáng chế
B-29	960	103	0,000	1	5	6	1853	30,1	Thép theo sáng chế

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thép dùng cho lò xo, trong đó thép này bao gồm thành phần hóa học gồm có:

C: 0,45% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,65% khối lượng,

Si: 0,15% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 0,70% khối lượng,

Mn: 0,10% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 1,00% khối lượng,

Cr: 0,20% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 1,50% khối lượng,

P: 0,025% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

S: 0,025% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

O: 0,0015% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

Sb: 0,010% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,030% khối lượng,

Sn: 0,010% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 0,030% khối lượng,

tùy chọn còn bao gồm một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có:

Al: 0,50% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

Cu: 1,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

Ni: 2,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

W: 2,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

Nb: 0,1% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

Ti: 0,2% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

V: 0,5% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

Mo: 1,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn,

B: 0,005% khối lượng hoặc nhỏ hơn, và

phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên, và trị số A được tính bằng công thức (1) là 0,65 hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 3,50, trị số B được tính bằng công thức (2) là 3,10 hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 34,00, và trị số C được tính bằng công thức (3) là 0, 020% khối lượng hoặc lớn hơn và 0, 050% khối lượng hoặc nhỏ hơn:

$$A = [C] / ([Si] + [Sb] + [Sn]) \quad (1),$$

$$B = [Si] / ([Sn] + [Sb]) \quad (2),$$

$$C = [Sb] + [Sn] \quad (3),$$

trong đó các dấu ngoặc là hàm lượng theo % khối lượng của nguyên tố ở trong các dấu ngoặc vuông.

2. Phương pháp sản xuất lò xo, trong đó phương pháp này bao gồm:

đưa bán thành phẩm bằng thép có thành phần hóa học theo điểm 1 vào cán nóng để được được gia công thành thanh thép hoặc thép cuộn; và

tạo hình nóng thanh thép hoặc thép cuộn thành dạng giống lò xo với nhiệt độ nung là 850°C hoặc cao hơn, và đưa thép vào xử lý tôi-ủ.

3. Phương pháp sản xuất lò xo theo điểm 2, trong đó trị số D được tính bằng công thức (4) là 125 hoặc nhỏ hơn, trị số D có liên quan đến nhiệt độ nung T tính theo °C trong quá trình tạo hình nóng và liên quan đến hàm lượng Sb [Sb] theo % khối lượng và hàm lượng Sn [Sn] theo % khối lượng trong bán thành phẩm bằng thép:

$$D = 6883,66 \times [Sb] - 5213,09 \times [Sn] + 0,65 \times T - 543,76 \quad (4).$$