



- (12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) 
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
1-0048629
(51)^{2020.01} C22C 38/58; C22C 38/02; C22C 38/42; (13) B
C22C 38/44; C22C 38/00; C22C 38/04
-

- (21) 1-2021-01318 (22) 22/08/2019
(86) PCT/KR2019/010718 22/08/2019 (87) WO2020/054999 19/03/2020
(30) 10-2018-0109790 13/09/2018 KR
(45) 25/07/2025 448 (43) 25/10/2021 403A
(73) POSCO (KR)
6261, Donghaean-ro, Nam-gu, Pohang-si, Gyeongsangbuk-do, 37859, Republic of Korea
(72) KIM, Sang Seok (KR); AHN, Deok Chan (KR); PARK, Mi-Nam (KR); MIN, Hyun Woong (KR); KIM, Yung Min (KR).
(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)
-

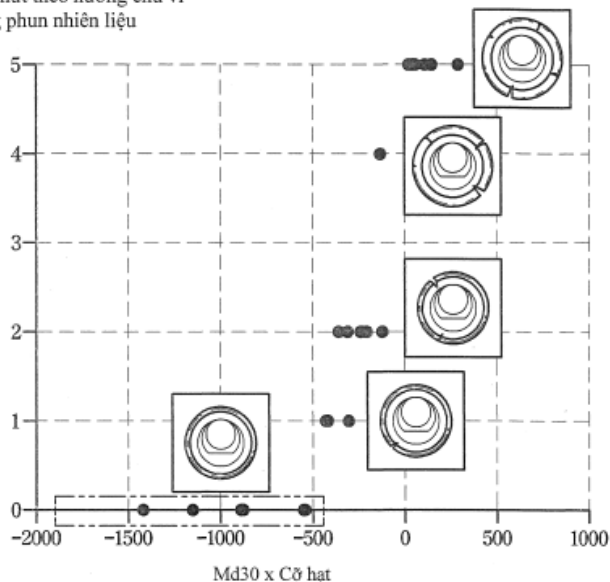
- (54) THÉP KHÔNG GỈ AUSTENIT CÓ KHẢ NĂNG DẼ GIA CÔNG NONG RỘNG
ỐNG VÀ KHẢ NĂNG CHỐNG NÚT DO LÃO HÓA

(21) 1-2021-01318

(57) Sáng chế đề cập đến thép không gỉ austenit trong đó các khuyết tật như vết nứt do lão hóa hoặc đứt gãy chậm không bị sinh ra ngay cả sau quy trình nong rộng và uốn cong đầu có nhiều hơn 5 bước. Thép không gỉ austenit này có khả năng dễ gia công nong rộng ống tốt và khả năng chống nứt do lão hóa bao gồm các thành phần, tính theo phần trăm (%) khối lượng của tất cả các thành phần của thép này, C: 0,01 tới 0,04%, Si: 0,1 tới 1,0%, Mn: 0,1 tới 2,0%, Cr: 16 tới 20%, Ni: 6 tới 10%, Cu: 0,1 tới 2,0%, Mo: 0,2% hoặc thấp hơn, N: 0,035 tới 0,07%, lượng còn lại là của sắt (Fe) và các tạp chất khó tránh khỏi khác, và C+N cần phải bằng 0,1% hoặc thấp hơn, tích của trị số Md30 (°C) và cỡ hạt trung bình (μm) cần phải nhỏ hơn -500.

Fig.2

Số lượng vết nứt theo hướng chu vi
của ống phun nhiên liệu



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thép không gỉ austenit có khả năng dễ gia công nóng rộng ống tốt, và cụ thể hơn, thép không gỉ austenit có khả năng dễ gia công nóng rộng ống tốt và khả năng chống nứt do lão hóa, mà sẽ không có các khuyết tật như vết nứt do lão hóa hoặc đứt gãy chậm ngay sau quy trình nóng rộng và uốn cong đầu (curling) có từ 5 bước trở lên.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Gần đây, các vật liệu làm ống phun nhiên liệu dùng cho ô tô đang được thay thế dần bằng thép không gỉ, nó có khả năng chống ăn mòn vượt trội và độ bền cao so với thép cacbon nhờ có trọng lượng nhẹ hơn và chức năng cao. Nói chung, sau khi ống thép cacbon dày 1,2mm được tạo ra, nó được chuyển sang quy trình sơn và phủ để chống gỉ, nhưng thép không gỉ có ưu điểm là không cần đến quy trình sơn và phủ do khả năng chống ăn mòn tuyệt vời của nó.

Tuy nhiên, do việc gia công các ống phun nhiên liệu dùng cho ô tô cần phải trải qua các bước gia công phức tạp như quy trình nóng rộng gồm 5 tới 6 bước và quy trình uốn cong đầu cuối cùng, việc dùng thép ferit không gỉ hoặc thép không gỉ duplex có khả năng dễ gia công kém là không dễ dàng, và việc dùng thép không gỉ austenit có khả năng dễ gia công tốt đã và đang được xem đến. Đặc biệt, các nhà sản xuất ô tô đang hy vọng phát triển thép không gỉ để dùng cho các ống phun nhiên liệu trong phạm vi đáp ứng các tiêu chuẩn thành phần 304 (KS, JIS, ASTM), vì vậy cần đến việc phát triển thép không gỉ austenit đáp ứng các tiêu chuẩn vật liệu 304 (EN, KS) bao gồm giới hạn chảy bằng 230 MPa hoặc cao hơn và độ bền kéo bằng 550MPa hoặc cao hơn và không bị nứt ngay cả trong quá trình gia công phức tạp các ống phun nhiên liệu.

Tài liệu sáng chế 1 mô tả ống dẫn dầu, đặc trưng ở chỗ, nó được làm từ ống bằng thép không gỉ austenit có chỉ số làm cứng khi gia công (trị số n) bằng 0,49 hoặc thấp hơn. Tuy nhiên, các đặc điểm vật liệu của các sản phẩm cán nguội

với chỉ số làm cứng khi gia công (trị số n) bằng 0,49 hoặc thấp hơn đã được thừa nhận trong tài liệu sáng chế 1 là rất khó để áp dụng đơn thuần cho việc đúc các ống phun nhiên liệu dùng cho ô tô mà thường là đa dạng và phức tạp.

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Hàn Quốc No. 10-2003-0026330 (2003.03.31.)

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Nhằm giải quyết các vấn đề nêu trên, mục đích của sáng chế là đề xuất thép không gỉ austenit có khả năng dễ gia công nóng rộng ống tốt và khả năng chống nứt do lão hóa mà có thể không bị nứt do lão hóa ngay trong quá trình gia công các hình dạng khác nhau và phức tạp và trong quá trình gia công nóng rộng nhiều giai đoạn trong phạm vi tiêu chuẩn thành phần của thép 304.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất thép không gỉ austenit có khả năng dễ gia công nóng rộng ống tốt và khả năng chống nứt do lão hóa bao gồm các thành phần, tính theo hàm lượng phần trăm (%) khối lượng của tất cả các thành phần của thép này, C: 0,01 tới 0,04%, Si: 0,1 tới 1,0%, Mn: 0,1 tới 2,0%, Cr: 16 tới 20%, Ni: 6 tới 10%, Cu: 0,1 tới 2,0%, Mo: 0,2% hoặc thấp hơn, N: 0,035 tới 0,07%, lượng còn lại là của sắt (Fe) và các tạp chất khó tránh khỏi khác, và C+N cần phải bằng 0,1% hoặc thấp hơn, tích của trị số Md30 (°C) tính được theo công thức (1) và cỡ hạt trung bình (μm) cần phải nhỏ hơn -500.

$$(1) \text{Md30} = 551 - 462 \cdot (C+N) - 9,2 \cdot \text{Si} - 8,1 \cdot \text{Mn} - 13,7 \cdot \text{Cr} - 29 \cdot (\text{Ni} + \text{Cu}) - 18,5 \cdot \text{Mo}$$

Trong đó, C, N, Si, Mn, Cr, Ni, Cu, Mo chỉ hàm lượng (% khối lượng) của mỗi nguyên tố.

C+N cần phải nằm trong khoảng từ 0,06 đến 0,1%.

Trị số mũ n của chỉ số làm cứng khi gia công trong khoảng biến dạng thực 0,3 tới 0,4 cần phải nằm trong khoảng từ 0,45 đến 0,5.

Trị số Md30 tính được theo công thức (1) nêu trên có thể bằng -10°C hoặc thấp hơn.

Cỡ hạt trung bình có thể bằng 45μm hoặc lớn hơn.

Tỷ lệ kéo giới hạn nứt do lão hóa của thép không gỉ này có thể bằng 2,97 hoặc lớn hơn.

Tỷ lệ nong rộng lỗ (HER) tính được theo công thức (2) có thể bằng 72% hoặc lớn hơn.

$$(2) \text{ HER} = (D_h - D_0) / D_0 \times 100$$

Trong đó, D_h là đường kính trong sau khi gãy và D_0 là đường kính trong ban đầu.

Thép không gỉ austenit theo phương án này của sáng chế có khả năng dễ gia công nong rộng ống tốt với tỷ lệ nong rộng lỗ bằng 70% hoặc lớn hơn, và có khả năng chống nứt do lão hóa tốt với tỷ lệ kéo giới hạn nứt do lão hóa bằng 2,9 hoặc lớn hơn, nhờ vậy các vết nứt theo chu vi có thể không xuất hiện khi tạo hình các ống phun nhiên liệu dùng cho ô tô.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ thể hiện dưới dạng sơ đồ trình tự của quy trình tạo hình ống phun nhiên liệu dùng cho ô tô nhờ sử dụng hệ thống thiết bị tạo ống.

Fig.2 là đồ thị thể hiện mối tương quan của số lượng vết nứt theo hướng chu vi của ống phun nhiên liệu theo $Md30 (^{\circ}C) \times C_{\text{hạt}} (\mu m)$.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện dưới dạng sơ đồ phương pháp xác định tỷ lệ nong rộng lỗ.

Fig.4 là đồ thị thể hiện tỷ lệ kéo giới hạn nứt do lão hóa và khoảng tỷ lệ nong rộng lỗ theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tiếp theo, các phương án của sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Các phương án dưới đây được đưa ra nhằm mô tả các dấu hiệu của sáng chế cho người người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Tuy nhiên, sáng chế không chỉ giới hạn ở các phương án này, và có thể còn có nhiều phương án khác. Trên các hình vẽ, các bộ phận không liên quan đến việc mô tả có thể không được thể hiện để sáng chế dễ hiểu, và ngoài ra, để dễ hiểu, các kích thước của các thành phần ít nhiều được thể hiện dưới dạng đã được phóng to.

Gần đây, các ống phun nhiên liệu dùng cho ô tô đang được chuyển đổi dần sang làm bằng thép không gỉ có khả năng chống ăn mòn tốt và độ bền cao. Tuy nhiên, do các ống phun nhiên liệu dùng cho ô tô bị trải qua các bước gia công phức tạp gồm 5 tới 6 bước, nên các vết nứt theo chu vi xuất hiện trong quy trình nong rộng và quy trình uốn cong đầu cuối. Do đó, các tác giả sáng chế đã đề xuất thép không gỉ có các đặc tính nong rộng tốt và khả năng chống nứt do lão hóa tốt sao cho các sản phẩm cán nguội có thể được sản xuất bằng cách sử dụng thép tấm không gỉ austenit để sử dụng làm ống phun nhiên liệu dùng cho ô tô.

Theo sáng chế này, giải pháp được đưa ra nhằm phát triển vật liệu thép có khả năng dễ gia công nong rộng ống tốt và khả năng chống nứt do lão hóa đồng thời vẫn đảm bảo độ bền vật liệu (giới hạn chảy là 230MPa hoặc lớn hơn, độ bền kéo là 550MPa hoặc lớn hơn) mà đáp ứng khoảng tiêu chuẩn vật liệu 304. Không dễ dàng đảm bảo đồng thời mức độ nong rộng lỗ và khả năng chống nứt do lão hóa cần thiết trong quy trình đúc ống phun nhiên liệu dùng cho ô tô đáp ứng khoảng tiêu chuẩn vật liệu và tiêu chuẩn thành phần 304. Nói chung, thép 304 là thép có sự chuyển biến pha sinh ra do biến dạng dẻo (TRIP), và là loại thép thường được dùng cho bồn rửa và bộ đồ ăn phương tây do có chỉ số làm cứng khi gia công cao (n) bằng 0,5 hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, thép 304 có nhược điểm là sự nứt do lão hóa xảy ra tạo hình ống phun nhiên liệu do một lượng lớn martensit được tạo ra bởi sự TRIP gây ra.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện dưới dạng sơ đồ trình tự quy trình tạo hình ống phun nhiên liệu dùng cho ô tô nhờ sử dụng hệ thống thiết bị tạo ống.

Như được thể hiện trên Fig.1, để đúc ống phun nhiên liệu dùng cho ô tô, một đầu của ống có đường kính 28,6mm được nong rộng tới đường kính khoảng 50mm trong 4 tới 5 bước, và nhằm mục đích này, tỷ lệ nong rộng bằng 70% hoặc lớn hơn được đòi hỏi. Ngoài ra, lỗ phun nhiên liệu mà sau bước nong rộng cuối được đúc để có đường kính 59mm nhờ quy trình uốn cong đầu, và tỷ lệ nong rộng lớn hơn 100%.

Tương tự như vậy, nếu thép 304 thông thường được đúc thành ống phun nhiên liệu theo cách thông thường, một số lượng lớn vết nứt do lão hóa xuất hiện theo hướng chu vi của lỗ phun của ống phun nhiên liệu do tỷ lệ nong rộng cao cần

thiết không được đáp ứng. Do đó, để đảm bảo khả năng chống nứt do lão hóa, đòi hỏi phương pháp kiểm soát trị số mũ n của chỉ số làm cứng khi gia công bằng 0,5 hoặc thấp hơn bằng cách làm giảm duy nhất trị số $Md30$ ($^{\circ}C$). Tuy nhiên, do tỷ lệ nong rộng lỗ thấp, nên sẽ có vấn đề là các vết nứt xuất hiện trong các bước gia công nong rộng/uốn cong đầu gồm gồm 5 hoặc 6 bước như được thể hiện trên Fig.1. Do đó, theo sáng chế này, các thông số và khoảng thành phần của các sản phẩm cán nguội cụ thể có được khả năng dễ gia công nong rộng ống cao đồng thời với khả năng chống nứt do lão hóa.

Thép không gỉ austenit có khả năng dễ gia công nong rộng ống tốt và khả năng chống nứt do lão hóa theo một phương án của sáng chế bao gồm các thành phần, tính theo hàm lượng phần trăm (%) khối lượng của tất cả các thành phần của thép này, C: 0,01 tới 0,04%, Si: 0,1 tới 1,0%, Mn: 0,1 tới 2,0%, Cr: 16 tới 20%, Ni: 6 tới 10%, Cu: 0,1 tới 2,0%, Mo: 0,2% hoặc thấp hơn, N: 0,035 tới 0,07%, lượng còn lại là của sắt (Fe) và các tạp chất khó tránh khỏi khác.

Dưới đây, các lý do để giới hạn trị số hàm lượng nguyên tố hợp kim theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả. Trừ khi có quy định khác, đơn vị được đưa ra theo % khối lượng.

Hàm lượng của C nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,04%.

Trong thép này, C là một nguyên tố làm ổn định pha austenit, và việc thêm vào càng nhiều, thì pha austenit được làm ổn định càng hiệu quả, do vậy đòi phải được thêm vào ở mức 0,01% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, nếu có mặt với mức lớn hơn 0,04%, nó làm cứng hóa các mactensit do sự biến dạng gây ra, tạo nên các vết nứt do lão hóa (các vết nứt địa cầu) ở các vùng bị biến dạng nghiêm trọng trong quá trình đúc.

Hàm lượng của Si nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,0%.

Trong thép này, Si là một thành phần được thêm vào làm chất chống oxy hóa trong bước luyện thép, và khi một lượng nhất định được thêm vào, thì khi trải qua quy trình ủ bóng (Bright Annealing), Si-Oxit được tạo ra trong màng thụ động để cải thiện khả năng chống ăn mòn của thép. Tuy nhiên, khi có mặt nhiều hơn mức 1,0%, sẽ có vấn đề về việc làm giảm độ dẻo của thép.

Hàm lượng của Mn nằm trong khoảng từ 0,1 đến 2,0%.

Nằm trong thép, Mn là một nguyên tố làm ổn định pha austenit, nó mặt càng nhiều, thì pha austenit được làm ổn định càng hiệu quả, và mức lớn hơn 0,1% được thêm vào. Việc thêm vào quá mức sẽ ức chế khả năng chống ăn mòn, vì nó được giới hạn ở mức 2% hoặc thấp hơn.

Hàm lượng của Cr nằm trong khoảng từ 16,0 đến 20,0%.

Cr trong thép là một nguyên tố chủ yếu để cải thiện khả năng chống ăn mòn, và cần phải thêm vào với mức 16,0% hoặc lớn hơn để đảm bảo khả năng chống ăn mòn. Việc thêm vào quá mức làm tăng cứng vật liệu và làm giảm bất lợi đến khả năng dễ tạo hình như khả năng dễ nong rộng ống, vì vậy nó được giới hạn ở mức 20,0%.

Hàm lượng của Ni nằm trong khoảng từ 6,0 đến 10,0%.

Nickel trong thép là một nguyên tố làm ổn định pha austenit, và nó mặt càng nhiều, thì pha austenit được làm ổn định càng hiệu quả để làm mềm vật liệu, và cần phải thêm vào với mức 6,0% hoặc lớn hơn để ức chế sự làm cứng nguội do sự xuất hiện của mactensit do biến dạng gây ra. Tuy nhiên, nếu Ni đất tiền được thêm vào quá mức, vấn đề tăng chi phí xảy ra, và nó được giới hạn ở mức 10,0%.

Hàm lượng của Cu nằm trong khoảng từ 0,1 đến 2,0%.

Trong thép này, Cu là một nguyên tố làm ổn định pha austenit, và khi được thêm vào, pha austenit được làm ổn định và có tác dụng ức chế sự làm cứng nguội do sự có mặt của mactensit do biến dạng gây ra, vì vậy mức 0,1% hoặc lớn hơn được thêm vào. Tuy nhiên, nếu nó được thêm vào quá mức 2,0%, sẽ có vấn đề về việc làm giảm khả năng chống ăn mòn và làm tăng chi phí.

Hàm lượng của Mo bằng 0,2% hoặc thấp hơn.

Trong thép này, Mo có tác dụng cải thiện khả năng chống ăn mòn và khả năng dễ gia công khi được thêm vào, tuy nhiên việc thêm vào quá mức dẫn đến việc làm tăng chi phí, vì vậy nó được giới hạn ở mức 0,2% hoặc thấp hơn.

Hàm lượng của N nằm trong khoảng từ 0,035 đến 0,07%.

Trong thép này, N là một nguyên tố làm ổn định pha austenit, và nó được thêm vào càng nhiều, thì càng có hiệu quả để làm ổn định pha austenit. Ngoài ra, cần phải thêm vào với mức 0,035% hoặc lớn hơn để cải thiện độ bền của vật liệu. Tuy nhiên, nếu có mặt với mức lớn hơn 0,07%, nó sẽ làm tăng cứng mactensit do

biến dạng và gây ra các vết nứt do lão hóa ở các vùng bị biến dạng trầm trọng trong quá trình đúc.

Ngoài ra, theo một phương án của sáng chế, C+N cần phải nằm trong khoảng từ 0,06 đến 0,1%.

Bằng cách khống chế hàm lượng của C+N ở mức 0,06% hoặc lớn hơn, thép không gỉ austenit theo sáng chế có thể có giới hạn chảy (YS) bằng 230MPa hoặc lớn hơn và độ bền kéo (TS) bằng 550MPa hoặc lớn hơn, và đáp ứng tiêu chuẩn vật liệu 304. Nếu C+N vượt mức 0,1%, thì trị số Md30 và trị số mũ n của chỉ số làm cứng khi gia công thấp, nhưng độ bền lại quá cao và vật liệu tăng cứng, làm tăng khả năng nứt do lão hóa.

Ngoài ra, đối với thép không gỉ austenit có khả năng dễ gia công nông rộng ống tốt và khả năng chống nứt do lão hóa theo một phương án của sáng chế, tích của trị số Md30 (°C) và cỡ hạt trung bình (μm) cần phải nhỏ hơn -500.

Tức là, $[\text{Md30 (}^\circ\text{C)} \times \text{Cỡ hạt (}\mu\text{m)} < -500]$ phải được đáp ứng, và Md30 được tính theo công thức (1) sau.

$$(1) \quad \text{Md30} = 551 - 462 \cdot (\text{C+N}) - 9,2 \cdot \text{Si} - 8,1 \cdot \text{Mn} - 13,7 \cdot \text{Cr} - 29 \cdot (\text{Ni+Cu}) - 18,5 \cdot \text{Mo} - 68 \cdot \text{Nb}$$

Mặc dù công thức (1) bao gồm nguyên tố Nb, nhưng sáng chế không bao gồm thêm vào Nb. Do đó, nếu Nb không được thêm vào, thì biến số Nb tương ứng bằng 0, và nếu nó có mặt dưới dạng tạp chất ở mức có thể xác định được thì trị số có thể được thay thế.

Ví dụ, trị số Md30 của thép không gỉ austenit theo sáng chế có thể bằng -10°C hoặc thấp hơn, và cỡ hạt trung bình (GS) có thể bằng 45 μm hoặc lớn hơn.

Trong thép không gỉ austenit siêu bền, sự biến dạng mactensit xảy ra do gia công dẻo ở nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ bắt đầu chuyển pha mactensit (M_s). Nhiệt độ giới hạn trên gây ra sự chuyển pha do sự gia công như vậy được thể hiện bằng trị số Md, và đặc biệt là, nhiệt độ (°C) mà ở đó xảy ra sự chuyển pha từ martensit 50% khi tác động 30% ứng suất được thể hiện bằng Md30. Khi trị số Md30 cao, pha mactensit do biến dạng gây ra dễ dàng tạo ra, ngược lại khi trị số Md30 thấp, pha mactensit do biến dạng gây ra rất khó tạo ra. Trị số Md30 được sử

dụng làm một chỉ số để xác định mức độ ổn định austenit của thép không gỉ austenit siêu bền truyền thống.

Trị số Md30 ảnh hưởng đến việc tạo ra mactensit do biến dạng gây ra cũng như chỉ số làm cứng khi gia công. Do đó, đối với thép không gỉ austenit có khả năng dễ gia công nóng rộng ống tốt và khả năng chống nứt do lão hóa theo một phương án của sáng chế, trị số mũ n của chỉ số làm cứng khi gia công trong khoảng biến dạng thực 0,3 tới 0,4 cần phải nằm trong khoảng từ 0,45 đến 0,5. Phần lớn các vật liệu thép không gỉ austenit loại 300 đều có chỉ số làm cứng khi gia công (n) trong khoảng biến dạng thực 0,3 tới 0,4 nằm trong khoảng 10 đến 20% khi bắt đầu biến dạng. Tuy nhiên, phần lớn các vật liệu thép không gỉ austenit loại 300 đều có chỉ số làm cứng khi gia công bằng 0,55 hoặc lớn hơn ở mức biến dạng thực 30% hoặc lớn hơn ở nửa sau của quá trình biến dạng tùy thuộc vào độ bền austenit (Md30).

Nếu trị số mũ n của chỉ số làm cứng khi gia công nhỏ hơn 0,45, thì sự tăng bền cơ học đủ không đạt được và độ giãn dài tương đối thấp. Nếu lớn hơn mức 0,5, sự làm cứng nguội quá mức dư có thể xảy ra và sự nứt do lão hóa có thể xuất hiện do sự chuyển pha mactensit do biến dạng gây ra.

Do đó, tỷ lệ kéo giới hạn nứt do lão hóa của thép không gỉ austenit theo một phương án của sáng chế có thể bằng 2,97 hoặc lớn hơn. Tỷ lệ kéo giới hạn nứt do lão hóa chỉ tỷ lệ kéo giới hạn mà ở đó sự nứt do lão hóa không xảy ra, và chỉ tỷ lệ (D/D') giữa đường kính lớn nhất (D) của vật liệu và đường kính lỗ đục (D') trong quá trình kéo.

Theo sáng chế này, khả năng dễ gia công nóng rộng ống tốt và khả năng chống nứt do lão hóa có thể được đảm bảo bởi việc làm hài hòa giữa các trị số Md30, cỡ hạt trung bình và khoảng hàm lượng C+N của sản phẩm cán nguội thành phẩm và các vết nứt có thể tránh được ngay trong quá trình đúc nóng rộng/uốn cong đầu các ống phun nhiên liệu dùng cho ô tô.

Ngoài ra, theo một phương án của sáng chế, tỷ lệ nóng rộng lỗ (HER) tính được theo công thức (2) dưới đây có thể bằng 72% hoặc lớn hơn.

$$(2) \quad \text{HER} = (D_h - D_0) / D_0 \times 100$$

Trong đó, D_h là đường kính trong sau khi gãy, và D_0 là đường kính trong ban đầu.

Dưới đây, sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết hơn thông qua các phương án được ưu tiên của sáng chế.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Đánh giá mức độ nứt khi đúc ống phun nhiên liệu

Việc làm nóng chảy chân không quy mô phòng thí nghiệm được thực hiện trên một phần bằng thép không gỉ austenit được thể hiện trong bảng 1 sau đây để tạo ra thỏi, và một phần được đúc liên tục bằng lò điện trở VOD để tạo ra tấm. Các thỏi và tấm này được nung lại ở 1240°C trong 1 tới 2 giờ, và sau đó được làm thành vật liệu cán nóng bằng cách cán thô và cán tinh liên tục, và sau khi ủ cán nóng ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1000 đến 1100°C, việc cán nguội và ủ cán nguội được thực hiện.

Bảng 1

	C	N	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu
Ví dụ theo sáng chế 1	0,02	0,04	0,3	1,5	18,3	8,3	0,1	1,2
Ví dụ theo sáng chế 2	0,02	0,04	0,3	1,5	18,3	8,3	0,1	1,2
Ví dụ theo sáng chế 3	0,056	0,04	0,39	1,01	18,1	8,07	0,101	0,82
Ví dụ theo sáng chế 4	0,049	0,036	0,39	1,06	18,1	8,1	0,099	1,09
Ví dụ theo sáng chế 5	0,05	0,038	0,4	1,0	18	9,2	0,096	0,102
Ví dụ theo sáng chế 6	0,051	0,041	0,4	3,62	18,1	8,1	0,104	0,102
Ví dụ theo sáng chế 7	0,052	0,041	0,4	4,5	18,1	8,09	0,097	0,1
Ví dụ so sánh 1	0,047	0,089	0,41	0,99	18,1	8,13	0,099	0,104
Ví dụ so sánh 2	0,054	0,108	0,4	0,97	18,2	8,12	0,103	0,1
Ví dụ so sánh 3	0,054	0,108	0,4	0,97	18,2	8,12	0,103	0,1
Ví dụ so sánh 4	0,048	0,042	0,4	2,13	18,2	8,04	0,099	0,11

Ví dụ so sánh 5	0,048	0,042	0,4	2,13	18,2	8,04	0,099	0,11
Ví dụ so sánh 6	0,051	0,041	0,4	3,62	18,1	8,1	0,104	0,103
Ví dụ so sánh 7	0,052	0,041	0,4	4,5	18,1	8,09	0,097	0,101
Ví dụ so sánh 8	0,048	0,054	0,37	1,01	18,2	8,11	0,103	0,101
Ví dụ so sánh 9	0,048	0,054	0,37	1,01	18,2	8,11	0,103	0,104
Ví dụ so sánh 10	0,047	0,089	0,41	0,99	18,1	8,13	0,099	0,1
Ví dụ so sánh 11	0,02	0,04	0,3	1,5	18,3	8,3	0,1	1,2
Ví dụ so sánh 12	0,06	0,025	0,4	0,8	18	8,1	0,3	0,8
Ví dụ so sánh 13	0,048	0,041	0,42	1,0	17,9	8,07	0,1	0,091
Ví dụ so sánh 14	0,048	0,041	0,42	1,0	17,9	8,07	0,1	0,091
Ví dụ so sánh 15	0,05	0,039	0,42	1,0	18,2	8,26	0,102	0,45
Ví dụ so sánh 16	0,05	0,039	0,42	1,0	18,2	8,26	0,102	0,45
Ví dụ so sánh 17	0,056	0,04	0,39	1,01	18,1	8,07	0,101	0,82
Ví dụ so sánh 18	0,049	0,036	0,39	1,06	18,1	8,1	0,099	1,09
Ví dụ so sánh 19	0,053	0,038	0,4	1,02	18	8,4	0,102	0,1
Ví dụ so sánh 20	0,053	0,038	0,4	1,02	18	8,4	0,102	0,1
Ví dụ so sánh 21	0,05	0,041	0,4	0,95	17,9	8,72	0,101	0,1
Ví dụ so sánh 22	0,05	0,041	0,4	0,95	17,9	8,72	0,101	0,1
Ví dụ so sánh 23	0,05	0,038	0,4	1,0	18	9,2	0,096	0,102

Bằng cách sử dụng các loại thép của ví dụ theo sáng chế và ví dụ so sánh được thể hiện trong bảng 1, các bước từ thứ nhất tới thứ năm để nong rộng ống như được thể hiện trên Fig.1, bước thứ sáu để uốn cong đầu được thực hiện.

Bảng 2

	C+N	Md30 (°C)	Cỡ hạt (μm)	Md30 $\times$ Cỡ hạt	Chỉ số làm cứng khi gia công n (@ biến dạng thực 0,3~0,4)	Số lượng vết nứt theo hướng chu vi của phần uốn cong đầu
Ví dụ theo sáng chế 1	0,06	-19,7	45	-886,1	0,45 ~ 0,5	0
Ví dụ theo sáng chế 2	0,06	-19,7	72	-1417,7	0,45 ~ 0,5	0
Ví dụ theo sáng chế 3	0,10	-12,8	42	-536,3	0,45 ~ 0,5	0
Ví dụ theo sáng chế 4	0,09	-16,8	52	-871,3	0,45 ~ 0,5	0
Ví dụ theo sáng chế 5	0,09	-19,5	59	-1147,8	0,45 ~ 0,5	0
Ví dụ theo sáng chế 6	0,09	-12,1	45	-545,1	0,45 ~ 0,5	0
Ví dụ theo sáng chế 7	0,09	-19,2	46	-884,4	0,45 ~ 0,5	0
Ví dụ so sánh 1	0,14	-12,1	55	-665,2	0,40 ~ 0,45	2
Ví dụ so sánh 2	0,16	-25,0	25	-625,2	0,30 ~ 0,40	3
Ví dụ so sánh 3	0,16	-25,0	47	-1175,3	0,40 ~ 0,45	4
Ví dụ so sánh 4	0,09	1,0	27	26,1	0,50 ~ 0,55	4
Ví dụ so sánh 5	0,09	1,0	68	65,7	0,50 ~ 0,65	4
Ví dụ so sánh 6	0,09	-12,1	25	-302,8	0,30 ~ 0,45	1

Ví dụ so sánh 7	0,09	-19,2	22	-423,0	0,30 ~ 0,40	1
Ví dụ so sánh 8	0,10	3,1	20	61,4	0,50 ~ 0,55	4
Ví dụ so sánh 9	0,10	3,1	48	147,4	0,50 ~ 0,65	4
Ví dụ so sánh 10	0,14	-12,1	23	-278,2	0,30 ~ 0,40	1
Ví dụ so sánh 11	0,06	-19,7	21	-413,5	0,30 ~ 0,40	1
Ví dụ so sánh 12	0,09	-8,7	23	-199,6	0,40 ~ 0,45	2
Ví dụ so sánh 13	0,09	14,2	21	297,5	0,50 ~ 0,70	4
Ví dụ so sánh 14	0,09	14,2	47	665,9	0,50 ~ 0,70	4
Ví dụ so sánh 15	0,09	-5,9	20	-118,0	0,40 ~ 0,50	2
Ví dụ so sánh 16	0,09	-5,9	38	-224,2	0,40 ~ 0,55	2
Ví dụ so sánh 17	0,10	-12,8	24	-306,5	0,40 ~ 0,45	2
Ví dụ so sánh 18	0,09	-16,8	25	-418,9	0,40 ~ 0,45	1
Ví dụ so sánh 19	0,09	2,0	22	44,6	0,50 ~ 0,55	4
Ví dụ so sánh 20	0,09	2,0	55	111,6	0,50 ~ 0,65	4
Ví dụ so sánh 21	0,09	-5,2	24	-125,7	0,40 ~ 0,50	3
Ví dụ so sánh 22	0,09	-5,2	45	-235,7	0,40 ~ 0,55	2
Ví dụ so sánh 23	0,09	-19,5	22	-428,0	0,30 ~ 0,40	1

Từ các bảng 1 và 2, có thể thấy rằng khi C+N theo sáng chế nằm trong khoảng từ 0,06 đến 0,1%, và trị số $Md30 (^{\circ}C) \times C\ddot{u} \text{ hạt } (\mu m)$ nhỏ hơn -500, sẽ không thấy có các vết nứt xuất hiện theo hướng chu vi trong phần uốn cong đầu ở đầu của ống phun nhiên liệu ngay sau bước thứ năm để gia công nông rộng và bước thứ sáu để uốn cong đầu.

Fig.2 là đồ thị thể hiện mối tương quan của số lượng vết nứt theo hướng chu vi của ống phun nhiên liệu theo trị số $Md30 (^{\circ}C) \times C\ddot{u} \text{ hạt } (\mu m)$. Mối tương

quan giữa $Md30 (^{\circ}C) \times C\ddot{u} \text{ hạt } (\mu m)$ và số lượng vết nứt theo hướng chu vi ở đầu của ống là rất rõ rệt như được thể hiện trên Fig.2. Khi trị số $Md30 (^{\circ}C) \times C\ddot{u} \text{ hạt } (\mu m)$ nằm trong khoảng từ -500 đến 0, thì theo hướng chu vi, các vết nứt gia công hoặc các vết nứt do lão hóa xuất hiện tới tận 4 nơi và ít nhất là 1 nơi. Ngoài ra, điều đã được xác nhận là số lượng vết nứt theo hướng chu vi là tới 5 hoặc nhiều hơn khi giá trị số của tham số $Md30 (^{\circ}C) \times C\ddot{u} \text{ hạt } (\mu m)$ có trị số tuyệt đối (trị số dương) nằm trong khoảng từ 0 đến 500.

Các ví dụ theo sáng chế 1 tới 7 không chế trị số $Md30$ ở $-10^{\circ}C$ hoặc thấp hơn và tạo ra cỡ hạt trung bình khoảng $45\mu m$ hoặc lớn hơn và không chế tham số $Md30(^{\circ}C) \times C\ddot{u} \text{ hạt } (\mu m)$ bằng -500 hoặc thấp hơn. Trong thử nghiệm kéo đơn trục, chỉ số làm cứng khi gia công (n) trong khoảng biến dạng thực 0,3 tới 0,4 nằm trong khoảng từ 0,45 đến 0,5, nhờ đó các vết nứt không xuất hiện trong quá trình gia công nong rộng và quá trình gia công uốn cong đầu.

Các ví dụ so sánh 1, 2, 3, và 10 đã cho thấy rằng khoảng C+N vượt quá mức 0,1% và trị số $Md30$ thấp tới $-10^{\circ}C$ hoặc thấp hơn, nhưng chỉ số làm cứng khi gia công (n) trong khoảng biến dạng thực 0,3 ~ 0,4 cũng thấp tới 0,45 hoặc thấp hơn. Với mức thấp như vậy, các vết nứt đã xuất hiện sau khi gia công nong rộng ống và gia công uốn cong đầu.

Các ví dụ so sánh 6, 7, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 21, 23 có trị số $Md30$ thấp bằng $-5^{\circ}C$ hoặc thấp hơn. Tuy nhiên, do cỡ hạt mịn thấp hơn $45\mu m$, do chỉ số làm cứng khi gia công (n) thấp tới 0,45 hoặc thấp hơn nằm trong khoảng biến dạng thực 0,3 ~ 0,4, nên các vết nứt đã xuất hiện sau quy trình nong rộng ống và quy trình uốn cong đầu.

Các ví dụ so sánh 4, 5, 8, 9, 13, 14, 19, 20 có chỉ số làm cứng khi gia công (n) bằng 0,5 hoặc lớn hơn trong khoảng biến dạng thực 0,3 ~ 0,4 do trị số $Md30$ cao tới $0^{\circ}C$ hoặc lớn hơn. Do đó, nhiều mactensit do biến dạng gây ra đã được tạo ra sau khi gia công nong rộng ống và gia công uốn cong đầu, và do đó các vết nứt do sự nứt do lão hóa đã xuất hiện.

Đánh giá tỷ lệ kéo giới hạn và tỷ lệ nong rộng

Tỷ lệ kéo giới hạn nứt do lão hóa và tỷ lệ nong rộng lỗ (HER) được xác định đối với một số loại thép của các ví dụ theo sáng chế và ví dụ so sánh được liệt kê trong bảng 1. Tỷ lệ kéo giới hạn nứt do lão hóa là tỷ lệ kéo giới hạn mà sự nứt do lão hóa không xuất hiện, và chỉ tỷ lệ (D/D') của đường kính lớn nhất (D) và đường kính lỗ đục (D') của vật liệu trong quá trình gia công kéo.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện dưới dạng sơ đồ phương pháp để xác định tỷ lệ nong rộng lỗ. Tỷ lệ nong rộng lỗ được xác định theo công thức (2) nêu trên bằng cách áp dụng phương pháp đánh giá được thể hiện trên Fig.3.

Bảng 3

	Md30 (°C)	Cỡ hạt (μm)	$\text{Md30} \times \text{Cỡ hạt}$	Tỷ lệ kéo giới hạn nứt do lão hóa	Tỷ lệ nong rộng lỗ (HER, %)
Ví dụ theo sáng chế 1	-19,69	45	-886,05	3,33	75,3
Ví dụ theo sáng chế 2	-19,69	72	-1417,68	3,54	77,0
Ví dụ theo sáng chế 3	-12,7695	42	-536,319	3,17	75,3
Ví dụ theo sáng chế 4	-16,7555	52	-871,286	3,17	75,3
Ví dụ theo sáng chế 5	-19,454	59	-1147,786	3,17	75,3
Ví dụ theo sáng chế 6	-12,113	45	-545,085	2,97	72,0
Ví dụ theo sáng chế 7	-19,2255	46	-884,373	3,33	75,3
Ví dụ so sánh 1	-12,0945	55	-665,1975	2,21	62,1
Ví dụ so sánh 2	-25,0065	25	-625,1625	2,34	65,2
Ví dụ so sánh 3	-25,0065	47	-1175,3055	2,50	66,5
Ví dụ so sánh 4	0,9655	27	26,0685	2,21	72,0
Ví dụ so sánh 5	0,9655	68	65,654	2,21	77,0
Ví dụ so sánh 6	-12,113	25	-302,825	2,97	62,1
Ví dụ so sánh 7	-19,2255	22	-422,961	2,97	62,1

Ví dụ so sánh 8	3,0715	20	61,43	2,21	72,6
Ví dụ so sánh 9	3,0715	48	147,432	1,97	75,3
Ví dụ so sánh 12	-8,68	23	-199,64	2,50	65,2
Ví dụ so sánh 14	14,169	47	665,943	1,91	77,0
Ví dụ so sánh 15	-5,899	20	-117,98	2,21	65,2
Ví dụ so sánh 16	-5,899	38	-224,162	2,50	72,0
Ví dụ so sánh 19	2,029	22	44,638	2,21	69,1
Ví dụ so sánh 20	2,029	55	111,595	2,50	75,3
Ví dụ so sánh 23	-19,454	22	-427,988	3,17	65,1

Fig.4 là đồ thị thể hiện tỷ lệ kéo giới hạn nứt do lão hóa và khoảng tỷ lệ nồng rộng lỗ theo một phương án của sáng chế. Để đảm bảo tính dễ đúc mà không tạo các vết nứt ngay sau quá trình gia công nồng rộng năm bước và quá trình gia công phần uốn cong đầu của của ống phun nhiên liệu, mức độ nồng rộng lỗ đủ và khả năng chống nứt do lão hóa của vật liệu được đòi hỏi. Bằng cách không chế trị số Md30 ở -10°C hoặc thấp hơn và tạo ra cỡ hạt trung bình bằng $45\mu\text{m}$ hoặc lớn hơn và không chế trị số của thông số $\text{Md30} (^{\circ}\text{C}) \times \text{Cỡ hạt} (\mu\text{m})$ bằng -500 hoặc thấp hơn, các ví dụ theo sáng chế 1 tới 7 đồng thời đáp ứng yêu cầu về tỷ lệ kéo giới hạn nứt do lão hóa bằng 2,97 hoặc lớn hơn và yêu cầu về tỷ lệ nồng rộng lỗ (HER) bằng 72% hoặc lớn hơn. Có thể thấy rằng các ví dụ theo sáng chế nằm trong các ô vuông được thể hiện trên Fig.4 đáp ứng các yêu cầu về cả tỷ lệ kéo giới hạn nứt do lão hóa lẫn về tỷ lệ nồng rộng lỗ theo sáng chế.

Các ví dụ so sánh 2, 6, 7, 12, 15, và 23 có các trị số Md30 thấp tới -5°C hoặc thấp hơn, nhưng lại có tỷ lệ nồng rộng bằng 70% hoặc thấp hơn do cỡ hạt mịn bằng 30μ hoặc thấp hơn.

Các ví dụ so sánh 4, 5, 8, 9, 14, 19, và 20 có các tỷ lệ kéo giới hạn nứt do lão hóa nhỏ hơn 2,97 do trị số Md30 cao tới 0°C hoặc lớn hơn.

Như đã nêu trên, mặc dù các phương án làm ví dụ của sáng chế đã được mô tả, nhưng sáng chế không chỉ giới hạn ở các phương án này, và điều rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này là các cải biến và biến thể khác nhau là có thể có mà không vượt quá phạm vi của sáng chế được xác định trong các điểm yêu cầu bảo hộ dưới đây.

Yêu cầu bảo hộ

1. Thép không gỉ austenit có khả năng dễ gia công nóng rộng ống tốt và khả năng chống nứt do lão hóa bao gồm các thành phần, tính theo hàm lượng phần trăm (%) khối lượng của tất cả các thành phần của thép này, C: 0,01 tới 0,04%, Si: 0,1 tới 1,0%, Mn: 0,1 tới 2,0%, Cr: 16 tới 20%, Ni: 6 tới 10%, Cu: 0,1 tới 2,0%, Mo: 0,2% hoặc thấp hơn, N: 0,035 tới 0,07%, lượng còn lại là của sắt (Fe) và các tạp chất khó tránh khỏi khác, và

C+N cần phải nằm trong khoảng từ 0,06% đến 0,1%,

tích của trị số Md30 (°C) tính được theo công thức (1) và cỡ hạt trung bình (μm) cần phải nhỏ hơn -500,

$$(1) \text{Md30} = 551 - 462 \cdot (\text{C} + \text{N}) - 9,2 \cdot \text{Si} - 8,1 \cdot \text{Mn} - 13,7 \cdot \text{Cr} - 29 \cdot (\text{Ni} + \text{Cu}) - 18,5 \cdot \text{Mo}$$

(trong đó, C, N, Si, Mn, Cr, Ni, Cu, Mo chỉ hàm lượng (% khối lượng) của mỗi nguyên tố)

trong đó trị số Md30 tính được theo công thức (1) nêu trên bằng -10°C hoặc thấp hơn, cỡ hạt trung bình bằng $45\mu\text{m}$ hoặc lớn hơn;

trong đó trị số mũ n của chỉ số làm cứng khi gia công trong khoảng biến dạng thực 0,3 tới 0,4 cần phải nằm trong khoảng từ 0,45 đến 0,5;

trong đó tỷ lệ kéo giới hạn nứt do lão hóa của thép không gỉ này bằng 2,97 hoặc lớn hơn;

trong đó tỷ lệ nóng rộng lỗ (HER) tính được theo công thức (2) bằng 72% hoặc lớn hơn.

$$(2) \text{HER} = (\text{D}_h - \text{D}_0) / \text{D}_0 \times 100$$

(trong đó, D_h là đường kính trong sau khi gãy và D_0 là đường kính trong ban đầu).

Fig.1

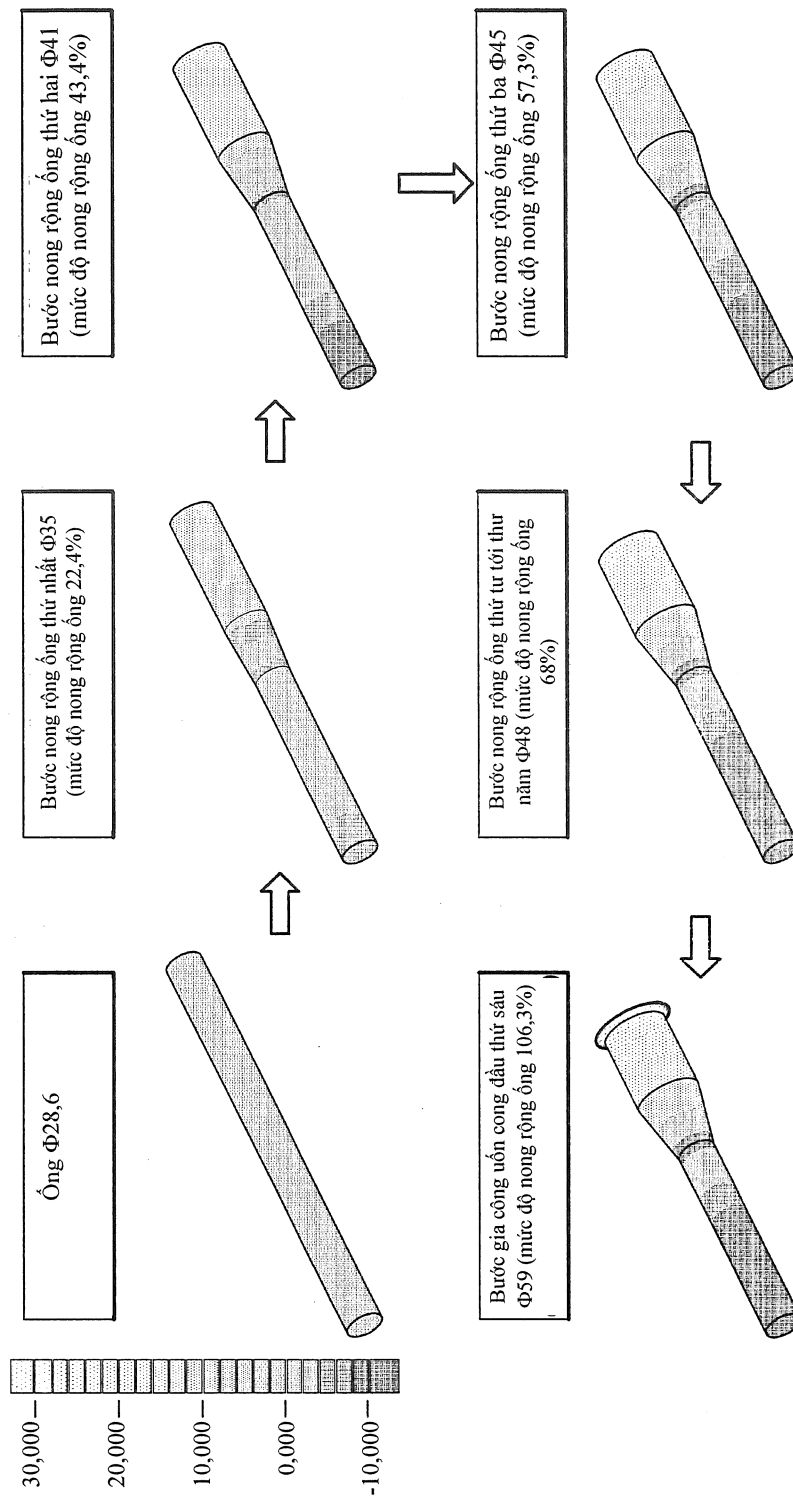


Fig.2

Số lượng vết nứt theo hướng chu vi
của ống phun nhiên liệu

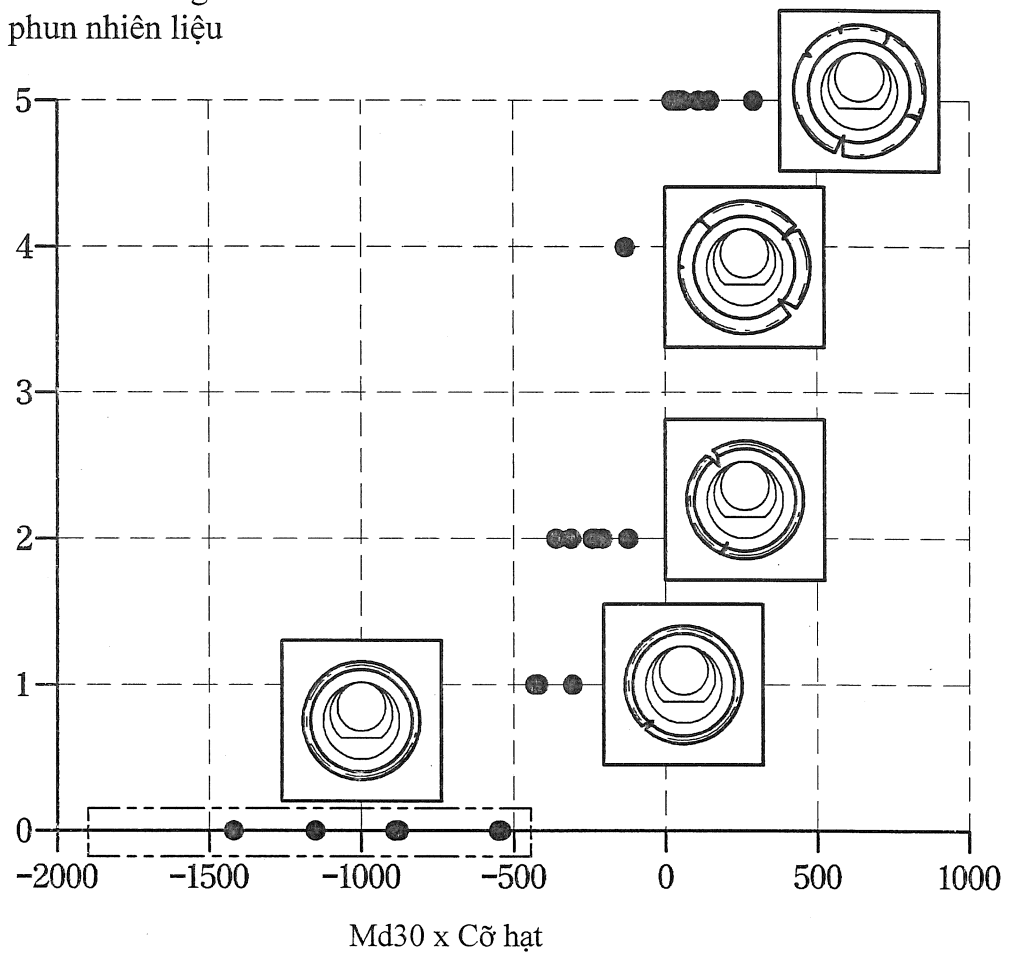


Fig.3

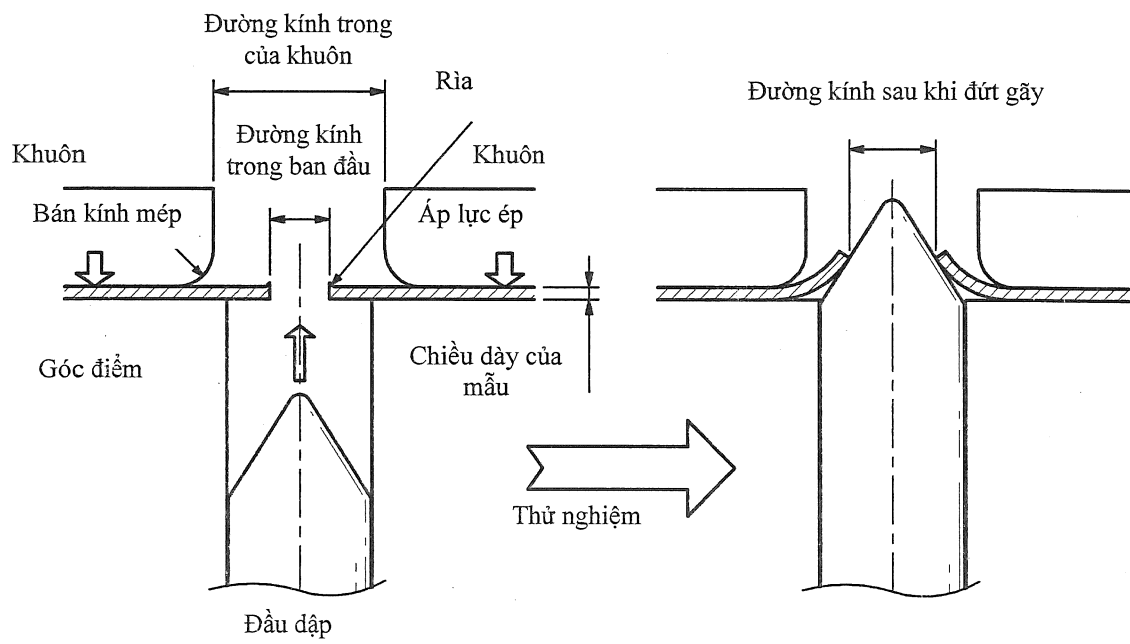


Fig.4

