



(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)



1-0028017

(51)⁸ F16B 27/00

(13) B

(21) 1-2017-05128

(22) 18/12/2017

(45) 25/04/2021 397

(43) 26/02/2018 359A

(73) Tập đoàn Công nghiệp - Viễn thông Quân đội (VN)

Số 1 Trần Hữu Dực, Mỹ Đình 2, quận Nam Từ Liêm, thành phố Hà Nội

(72) Vũ Trọng Đại (VN); Nguyễn Đình Nguyên (VN).

(74) Công ty Luật TNHH quốc tế BMVN (BMVN INTERNATIONAL LLC)

(54) QUY TRÌNH CHẾ TẠO BU LÔNG

(57) Sáng chế đề xuất quy trình chế tạo bu lông bao gồm các bước sau: a) tạo phôi thép hình trụ tròn từ thép chưa qua xử lý nhiệt luyện được lựa chọn từ các loại thép C45, 40Cr, 40CrMn, 40CrNiMo, 42CrMo, hoặc 50Mn; b) tiến hành kéo phôi thép để biến dạng dẻo theo tỷ lệ biến dạng dẻo thích hợp; c) gia công phôi thép đã được kéo biến dạng dẻo trong bước b) để thu được bu lông thành phẩm. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến quy trình chế tạo bu lông có vị trí kéo đứt xác định.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình chế tạo bu lông để sử dụng trong ngành hàng không vũ trụ và trong các hệ thống cơ khí, neo hãm có yêu cầu đặc biệt về độ bền kéo đứt, độ giãn dài trước khi đứt và vị trí đứt. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến sản phẩm bu lông được chế tạo theo quy trình này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Bu lông thông thường được phân loại theo kích thước và được kí hiệu theo hệ thống tiêu chuẩn xác định. Cấp bền bu lông được quy định tiêu chuẩn, với các loại bu lông sử dụng trong lĩnh vực hàng không thường có cấp bền cao, đạt mức 12.9 (giải thích: Đây là quy ước quốc tế, nghĩa là giới hạn bền kéo 1200 MPa, giới hạn chảy 1080 MPa (= 1200 MPa x 0,9)).

Các loại bu lông hiện có và có thể mua được dễ dàng trên thị trường thường có hình dạng và cấp bền xác định trước, vị trí kéo đứt của bu lông không đoán biết trước được và thường nằm trên phần ren của bu lông. Đồng thời, độ giãn dài của bu lông trước khi bị kéo đứt không kiểm soát được. Việc thay đổi kết cấu của các loại bu lông này là rất khó khăn do đã là thành phẩm. Do đó, với những hệ thống phức tạp, đặc biệt là các hệ thống neo giữ có yêu cầu đặc biệt về lực kéo đứt, thời gian kéo đứt và vị trí đứt chính xác thì không thể sử dụng được các loại bu lông này.

Bu lông được sử dụng trong các hệ thống phóng các thiết bị trong lĩnh vực hàng không vũ trụ có yêu cầu là phải giữ được các thiết bị cần phóng trong suốt quá trình vận chuyển, cũng như trong quá trình chuẩn bị phóng. Trong quá trình phóng, bu lông phải đạt được 2 tiêu chí sau:

- Lực kéo đứt bu lông đúng như đã định: tiêu chí này đảm bảo về mặt tích lực và độ bền của bu lông dưới tác dụng của ngoại lực; và
- Độ giãn dài trước khi đứt đúng như đã định: tiêu chí này đảm bảo về mặt lực hấp thụ trong quá trình phóng và khả năng chịu tải trọng động của bu lông.

Các loại bu lông đã biết tuy có kích thước hình học và chủng loại vật liệu đáp ứng được yêu cầu sử dụng trong lĩnh vực hàng không, thậm chí các loại bu lông được chế tạo theo quy trình áp dụng phương pháp nhiệt luyện nhưng các chỉ tiêu hoạt động đều chưa đạt được các yêu cầu nêu trên. Cụ thể là, các loại bu lông này không đảm bảo lực kéo đứt, cũng như độ giãn dài trước khi đứt đúng như đã định.

Do đó, có nhu cầu về quy trình chế tạo loại bu lông được sử dụng trong các trường hợp neo, giữ có yêu cầu đặc biệt, và có lực và vị trí kéo đứt xác định trước.

Theo Patent EP2803742A1, quy trình chế tạo bu lông thông thường bao gồm các công đoạn cán nóng tạo hình phôi, ủ, kéo sợi, tạo hình bu lông, rèn mũ bu lông, tiện ren, nhiệt luyện (tôi và ram), xử lý bề mặt trước khi xuất xưởng chẳng hạn như mạ hoặc phốt phát hóa.

Quy trình này có ưu điểm là có thể sản xuất hàng loạt và thích hợp để sản xuất các chi tiết bu lông tiêu chuẩn có thể sử dụng ngay, tuy nhiên nhược điểm là quá trình tạo hình bu lông có thể gây biến dạng không mong muốn (thông qua quá trình cán, kéo phôi để tạo hình bu lông và rèn để tạo mũ bu lông). Quá trình nhiệt luyện trong điều kiện tại Việt Nam chưa thể đảm bảo chất lượng như nhau trong mỗi lô sản phẩm do vẫn sử dụng thiết bị thô sơ, phụ thuộc nhiều vào kinh nghiệm của người thao tác thiết bị. Do đó, các tác giả đã nghiên cứu và đề xuất quy trình chế tạo sản phẩm bu lông đạt các tính chất mong muốn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất quy trình chế tạo bu lông bao gồm các bước sau:

- a) tạo phôi thép hình trụ tròn từ thép chưa qua xử lý nhiệt luyện được lựa chọn từ các loại thép sau: C45, 40Cr, 40CrMn, 40CrNiMo, 42CrMo, và 50Mn;
- b) tiến hành kéo phôi thép để biến dạng dẻo theo tỷ lệ biến dạng dẻo thích hợp, tỷ lệ biến dạng dẻo thích hợp đối với mỗi loại thép là như sau:

<i>Loại thép</i>	<i>Tỷ lệ biến dạng dẻo (%)</i>
C45	10 - 10,8
40Cr	10 - 11
40CrMn	10 - 11
40CrNiMo	10 - 10,9
42CrMo	10 - 11,2
50Mn	10 - 11,2

- c) gia công phôi thép đã được kéo biến dạng dẻo trong bước b) để thu được bu lông thành phẩm.

Việc kéo phôi thép đến khi đạt tỷ lệ biến dạng dẻo thích hợp nêu trên nhằm mục đích giảm độ giãn dài tổng của phôi, qua đó làm giảm độ giãn dài của bu lông sau khi chế tạo. Việc này nhằm giúp kiểm soát độ giãn dài của bu lông. Tùy vào từng mác thép sẽ có độ giãn dài khác nhau, do đó cần kéo phôi đến các tỷ lệ biến dạng dẻo thích hợp khác nhau như nêu trong bảng trên đây.

Theo một phương án khác của sáng chế, bu lông có thêm vị trí thắt để đáp ứng yêu cầu về vị trí đứt.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là sơ đồ khối thể hiện quy trình chế tạo bu lông theo sáng chế.

Hình 2 là bản vẽ chi tiết bu lông được chế tạo theo quy trình theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Như được thể hiện trên Hình 1, quy trình chế tạo bu lông theo sáng chế bao gồm: đầu tiên tiến hành lựa chọn phôi thép để chế tạo bu lông. Đối với bu lông được chế tạo theo quy trình của sáng chế, các loại thép có thể được lựa chọn bao gồm: C45, 40Cr, 40CrMn, 40CrNiMo, 42CrMo, và 50Mn. Độ bền kéo của các loại bu lông thông thường được chế tạo từ các loại thép này phụ thuộc nhiều vào quá trình nhiệt luyện, và được đưa thành tiêu chuẩn (các cấp bền 10.8; 12.9;...) và không thể thay đổi được.

Theo quy trình của sáng chế, do không có bước nhiệt luyện thép nên cấp bền sẽ phụ thuộc hoàn toàn vào vật liệu được lựa chọn. Do đó, phôi thép cần có chất lượng đảm bảo yêu cầu. Đồng thời phôi thép này cần có kích thước, chỉ tiêu cơ tính trong khoảng cho phép và chưa qua nhiệt luyện.

Theo sáng chế, vật liệu phôi thép (chưa qua nhiệt luyện) được lựa chọn cần đảm bảo các yêu cầu về giới hạn chảy, giới hạn bền và thêm dẻo. Cụ thể là:

- Giới hạn chảy $\sigma_y = 400 - 450$ MPa;
- Giới hạn bền $\sigma_b = 700 - 750$ MPa;
- Thêm dẻo (độ giãn dài đến vị trí đứt khi thực hiện thí nghiệm kéo): 12 - 14%.

Phôi thép sau khi được gia công có dạng hình trụ tròn, có đường kính và chiều dài được tính toán tùy thuộc vào đường kính của bu lông cần chế tạo. Đường kính phôi phải lớn hơn kích thước lớn nhất của phần mũ bu lông, và đủ để có thể đưa vào máy phay, tiện để gia công.

Độ giãn dài của phôi khi kéo biến dạng dẻo được kiểm soát bởi giới hạn biến dạng dẻo của phôi. Việc kéo phôi gây biến dạng dẻo được thực hiện bằng cách sử dụng máy kéo có tải trọng và khoảng làm việc phù hợp với phôi.

Theo một phương án ví dụ của sáng chế, phôi thép được lựa chọn có chiều dài 50 cm, do vậy thiết bị sử dụng để kéo phôi có các thông số như sau:

- Khoảng làm việc lớn nhất > 1 m
- Khoảng làm việc nhỏ nhất < 40 cm
- Điều khiển hoạt động kéo giãn của máy bằng phần mềm máy tính, có khả năng xuất biểu đồ kéo và các thông số trong quá trình kéo theo thời gian thực
- Hệ thống gia tải bằng thủy lực, có khả năng kiểm soát tốc độ kéo theo thời gian. Máy kéo này có tốc độ kéo 5 mm/phút để đảm bảo tốc độ biến dạng và độ bền kéo theo tính toán.

- Sử dụng thiết bị đo độ giãn dài (extensometer) để kiểm soát biến dạng trong quá trình kéo

Theo đó, máy kéo có thể được sử dụng là MTS SHT400, Instron 2290.

Phôi thép hình trụ tròn được kéo đồng trục cho đến biến dạng dẻo ε_1 (tỷ lệ %) được xác định theo công thức (1) dưới đây. Lực kéo đứt của bu lông được tính toán dựa trên giới hạn bền và đường kính của bu lông. Thông qua mô phỏng, các tác giả đã xác định được rằng cần kéo đồng trục phôi thép hình trụ tròn cho đến khi thêm dẻo chỉ còn α % (khoảng 2 – 3%) để đảm bảo độ giãn dài.

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \alpha (\%) \quad (1)$$

Như vậy đối với các loại thép đã đề xuất, tỷ lệ biến dạng dẻo (ε_1) cần tạo ra nằm trong khoảng 10 – 12%.

Tỷ lệ biến dạng dẻo này được áp dụng cho tất cả các phôi thép lựa chọn từ các loại thép nêu trên (C45, 40Cr, 40CrMn, 40CrNiMo, 42CrMo, 50Mn). Độ giãn dài thích hợp khi kéo phôi đối với mỗi loại thép được thể hiện trong bảng sau:

Bảng 1

<i>Loại thép</i>	<i>Độ giãn dài thích hợp khi kéo phôi (%)</i>
C45	10 - 10,8
40Cr	10 - 11
40CrMn	10 - 11
40CrNiMo	10 - 10,9
42CrMo	10 - 11,2
50Mn	10 - 11,2

Với mỗi loại thép, độ giãn dài và giới hạn bền kéo là khác nhau, do đó mức độ kéo phôi cũng là khác nhau. Các loại thép được chọn trong bảng trên có các giá trị này gần như tương đương, do đó độ giãn dài cần thiết khi kéo phôi gần như không có khác biệt.

Việc kéo phôi đến các giá trị độ giãn dài này nhằm đảm bảo phôi sau kéo đạt độ giãn dài 2 – 3% như đã nói ở trên và đạt giá trị giới hạn bền thích hợp, nhằm chế tạo ra sản phẩm bu lông có những phẩm chất tương tự, nhằm đạt được các giá trị lực kéo đứt và độ giãn dài khi đứt theo giải thích tại ví dụ thực hiện sáng chế dưới đây.

Theo một phương án của sáng chế, bu lông này có chỗ thắt lại, vị trí kéo đứt được xác định trước chính là vị trí thắt này trên bu lông - tức là vị trí mà tiết diện ngang của bu lông

bị thu hẹp lại làm tập trung ứng suất tại đây. Theo sáng chế, vị trí thắt lại được đặt tại khu vực đuôi bu lông như được thể hiện trên Hình 2. Vị trí thắt được tạo ra bằng phương pháp tiện, tạo ra vết thắt có đường kính nhỏ hơn đường kính của phần cắt ren của bu lông. Kích thước vị trí thắt được người thiết kế tính toán, mô phỏng đưa ra.

Như được thể hiện trên Hình 2, a là chiều dài phần thân bu lông; b là chiều dài phần cắt ren trên thân bu lông; c, d, e tương ứng là các kích thước của phần mũ bu lông; f là bán kính vị trí thắt bu lông; và g là đường kính tiết diện của phần thắt lại của bu lông.

Phôi sau khi được kéo gây biến dạng dẻo sẽ được cắt thành các đoạn với chiều dài phù hợp, sau đó được gia công tạo hình. Quá trình gia công tạo hình bu lông chỉ bao gồm các phương pháp không làm thay đổi cơ tính vật liệu. Ví dụ về các phương pháp gia công tạo hình bu lông bao gồm: tiện phôi, tiện vị trí thắt, tiện ren, phay hoặc cắt dây tạo hình phần mũ bu lông.

Trong trường hợp cần thiết, bu lông được xử lý bề mặt (mạ crôm hoặc cadimi).

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế sẽ trở nên rõ ràng hơn qua ví dụ chế tạo bu lông có lực kéo đứt xác định đã được thực hiện tại Viện Hàng không Vũ trụ Viettel. Cụ thể như sau:

Các yêu cầu của Viện Hàng không Vũ trụ Viettel: bu lông phải giữ được thiết bị phóng trong quá trình vận chuyển cũng như giai đoạn đầu của quá trình phóng, lực kéo đứt bu lông nằm trong khoảng từ 900 kgf - 1000 kgf, độ giãn dài trước khi bị kéo đứt nằm trong khoảng từ 0,3 mm - 0,5 mm để đảm bảo năng lượng không bị hao hụt trong quá trình phóng. Bu lông cần có vị trí đứt phù hợp để không làm ảnh hưởng đến các cơ cấu phóng thiết bị.

Để đáp ứng các yêu cầu này, các tác giả sáng chế đã thiết kế và chế tạo bu lông, theo các bước sau:

a) Chọn vật liệu và kích thước phôi: Các tác giả đã sử dụng loại thép 40Cr có các chỉ tiêu nằm trong khoảng nêu trên. Lựa chọn các phôi dạng trụ tròn có đường kính Ø28 mm, chiều dài 500 ± 5 mm.

b) Kéo phôi

Các tác giả đã sử dụng máy kéo TT-HW2-1000 (Canada) để kéo phôi theo yêu cầu sau đây:

- Khoảng má kẹp ăn vào phôi nằm trong khoảng từ 80 mm - 85 mm.
- Tốc độ kéo 0,5 mm/phút.

Khi lực kéo đạt đến mức khoảng 44800 kgf - 45000 kgf (tương đương 439 kN – 441 kN), tương ứng độ giãn dài nằm trong khoảng 10,8 % - 11,2 % (xác định trên đồ thị ứng

suất – biến dạng trong thời gian thực khi kéo và dựa vào kết quả hiển thị lực kéo trên màn hình thiết bị) thì dừng máy.

Đây là kết quả đối với thép 40Cr, và là một phương án cụ thể. Với các loại thép khác phương án thực hiện tương tự, do đây là những loại thép có cơ tính gần như tương đương ở trạng thái chưa nhiệt luyện.

c) Chế tạo bu lông có lực kéo đứt xác định: Chế tạo bu lông có các thông số như được thể hiện trên Hình 2.

Các kích thước được xác định như sau:

$$a = 46\text{mm}, b = 40\text{mm}, c = 16\text{mm}, e = 8\text{mm}, d = 10\text{mm}, f = 1,52\text{mm}, g = \phi 3,4\text{mm}.$$

Sau khi áp dụng quy trình theo sáng chế, các tác giả đã tiến hành thử nghiệm lô bu lông được chế tạo. Cụ thể, các tác giả thử nghiệm kéo cho từ 2 đến 3 mẫu bu lông với mỗi loại thép, kết quả thu được trên máy kéo TT-HW2-1000.

Kết quả thu được được thể hiện trong Bảng dưới đây:

<i>STT</i>	<i>Nội dung</i>	<i>Lực kéo đứt (kgf)</i>	<i>Độ giãn dài trước khi đứt (mm)</i>
1	Chỉ tiêu đặt ra	900 – 1000	0,3 – 0,5
2	Các mẫu bu lông làm từ thép 40Cr	942 – 956 – 960	0,32 – 0,5 – 0,4
3	Các mẫu bu lông làm từ thép C45	930 – 910	0,42 – 0,48
4	Các mẫu bu lông làm từ thép 40CrMn	950 – 986	0,44 – 0,32
5	Các mẫu bu lông làm từ thép 40CrNiMo	966 – 980 – 994	0,4 – 0,3 – 0,44
6	Các mẫu bu lông làm từ thép 42CrMo	966 - 978	0,46 - 0,4
7	Các mẫu bu lông làm từ thép 50Mn	956 – 960	0.46 – 0.38

Ngoài ra, các bu lông đã được sử dụng trên thực tế và đã cho thấy hoạt động ổn định trong những đợt thử nghiệm, trình diễn của Viện Hàng không Vũ trụ Viettel.

Các lợi ích đạt được của sáng chế

Quy trình theo sáng chế cho phép tạo ra các bu lông có lực kéo đứt theo yêu cầu, đặc biệt các bu lông chuyên dụng để sử dụng trong ngành công nghiệp hàng không và trong các hệ thống cơ khí, neo, hãm có yêu cầu đặc biệt về đứt và lực kéo đứt.

Trong phần ví dụ thực hiện sáng chế nêu trên, đã sử dụng loại thép 40Cr (theo tiêu chuẩn GB - Trung Quốc) hoặc các loại thép tương đương. Đây là các loại thép rất phổ biến trên thị trường Việt Nam. Như vậy, quy trình theo sáng chế cho phép thay đổi tính chất vật liệu theo ý muốn, thay vì phải tìm mua loại vật liệu đặc chủng, khó tìm trên thị trường. Điều này đem lại giá trị về kinh tế cũng như rút ngắn đáng kể thời gian chế tạo sản phẩm.

Ngoài ra, quy trình theo sáng chế không cần sử dụng phương pháp nhiệt luyện cũng đem lại độ tin cậy cao hơn và chất lượng đồng đều hơn cho các sản phẩm bu lông. Với số lượng sản phẩm không lớn (chỉ sử dụng một sản phẩm để neo/hãm cho một lần thực hiện thử nghiệm sản phẩm), việc kéo phôi tỏ ra đặc biệt hiệu quả, tiết kiệm phôi và chi phí, chất lượng đồng đều giữa các bu lông. Hơn nữa, việc kiểm soát nhiệt độ chi tiết trong lò là tương đối khó khăn, nên không đảm bảo được chất lượng đồng đều giữa các mẻ nung.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình chế tạo bu lông bao gồm các bước sau:

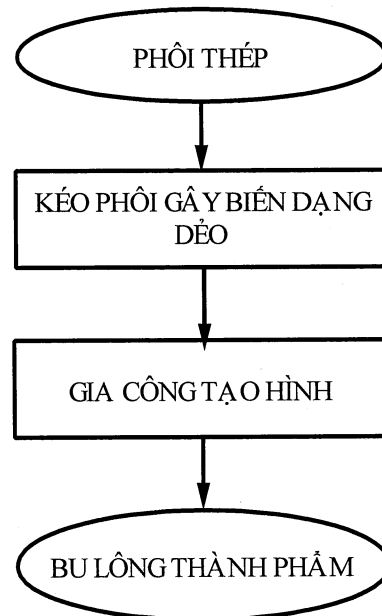
a) tạo phôi thép hình trụ tròn từ thép chưa qua xử lý nhiệt luyện được lựa chọn từ các loại thép sau: C45, 40Cr, 40CrMn, 40CrNiMo, 42CrMo, 50Mn;

b) tiến hành kéo phôi thép để biến dạng dẻo theo độ giãn dài thích hợp, trong đó độ giãn dài thích hợp khi kéo phôi đối với mỗi loại thép nêu trên là:

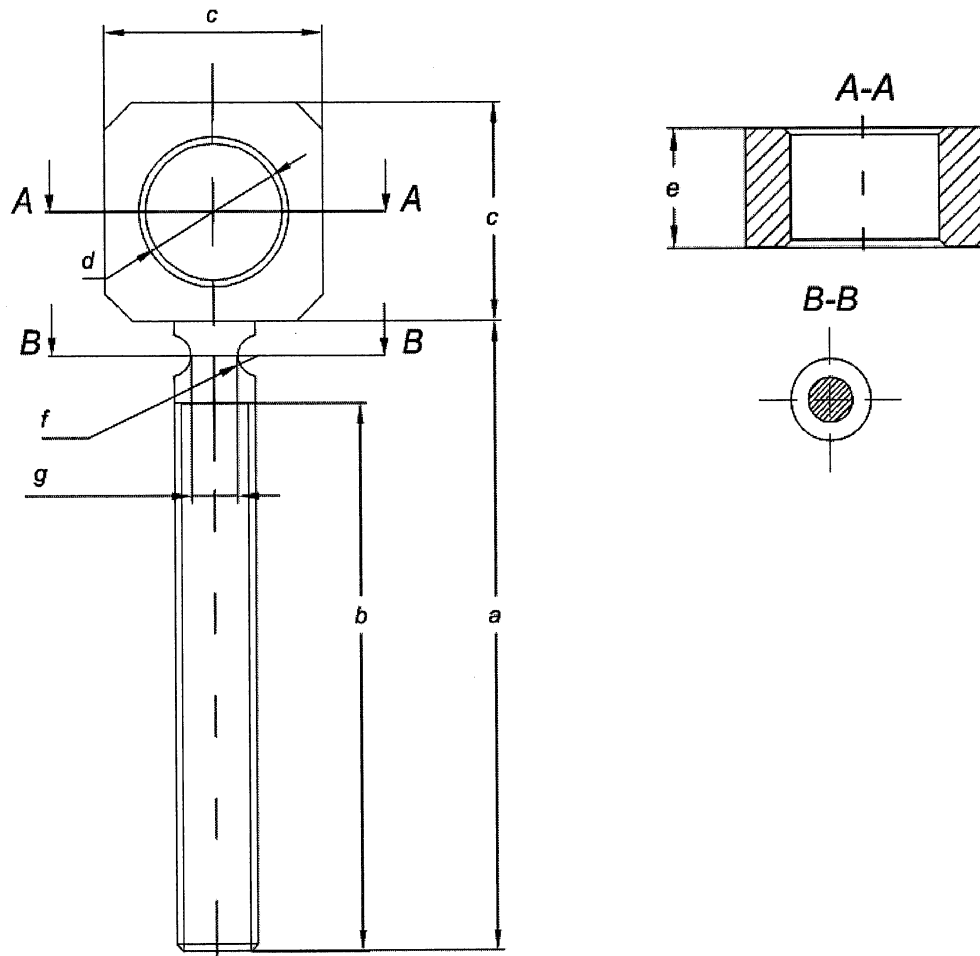
<i>Loại thép</i>	<i>Độ giãn dài thích hợp khi kéo phôi (%)</i>
C45	10 - 10,8
40Cr	10 - 11
40CrMn	10 - 11
40CrNiMo	10 - 10,9
42CrMo	10 - 11,2
50Mn	10 - 11,2

c) gia công phôi thép đã được kéo biến dạng dẻo trong bước b) để thu được bu lông thành phẩm.

2. Quy trình chế tạo bu lông theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, trong bước c) còn có công đoạn tạo phần thắt lại trên thân bu lông để bu lông bị đứt tại phần thắt này khi lực kéo đã đạt giá trị xác định trước do tập trung ứng suất.



Hình 1



Hình 2