

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 12728:2019**

**Xuất bản lần 1**

**NỒI HƠI - YÊU CẦU KỸ THUẬT VỀ THIẾT KẾ,  
CHẾ TẠO, LẮP ĐẶT, SỬ DỤNG VÀ SỬA CHỮA**

***Boilers - Technical requirement of design, manufacture, installation,  
operation and maintenance***

**HÀ NỘI - 2019**

## Mục lục

Lời nói đầu.....	5
1 Phạm vi áp dụng và các yêu cầu chung.....	7
1.1 Phạm vi áp dụng .....	7
1.2 Tài liệu viện dẫn .....	7
1.3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	9
1.4 Ký hiệu phân cấp.....	18
1.5 Van và phụ tùng đường ống.....	18
1.6 Công suất danh nghĩa .....	19
2 Vật liệu và ứng suất thiết kế.....	20
2.1 Vật liệu .....	20
2.2 Ứng suất thiết kế lớn nhất .....	21
2.3 Tuổi thọ thiết kế.....	60
3 Thiết kế.....	61
3.1 Nguyên tắc thiết kế.....	61
3.2 Thân hình trụ, bao hơi, bao nước và ống góp chịu áp suất trong .....	62
3.3 Đáy cong chịu áp lực phía trong.....	89
3.4 Ống góp có tiết diện hình chữ nhật.....	99
3.5 Đáy ống góp.....	102
3.6 Các bộ phận chịu áp lực có hình dạng bất quy tắc.....	107
3.7 Ống tiếp nhiệt và các ống kết nối.....	107
3.8 Các chi tiết đỡ ống .....	111
3.9 Cửa kiểm tra.....	117
3.10 Thanh giằng, bộ phận tăng cứng và bề mặt được tăng cứng đối với nồi hơi ống lửa và các nồi hơi khác .....	127
3.11 Ống và mặt sàng ống cho nồi hơi ống lửa và các nồi hơi khác.....	162
3.12 Ống lò, buồng quặt khói và hộp lửa có dạng hình trụ chịu áp lực ngoài.....	165
3.13 Kết cấu tường lò.....	179
3.14 Các ống nối và ống nhánh.....	179
4 Chế tạo và trình độ chế tạo.....	208
4.1 Yêu cầu chung .....	208
4.2 Phân nhóm vật liệu.....	208
4.3 Bản vẽ chế tạo và chất lượng sản phẩm .....	211
4.4 Nhận dạng vật liệu.....	211
4.5 Cắt vật liệu .....	213
4.6 Gia công tạo hình các bộ phận chịu áp lực.....	215
4.7 Dung sai kích thước đối với các bộ phận chịu áp lực được gia công tạo hình.....	226
4.8 Kết cấu hàn – Gá lắp các mối nối trước khi hàn .....	234
4.9 Đánh giá chấp nhận quy trình hàn, vật liệu hàn và thiết bị hàn.....	239
4.10 Gia nhiệt sơ bộ khi hàn.....	242
4.11 Mối hàn .....	244

## TCVN 12728:2019

4.12 Các mối kết nối không hàn .....	247
4.13 Kiểm tra không phá hủy và sửa chữa mối hàn.....	248
4.14 Nhiệt luyện.....	249
4.15 Khoan lỗ lắp ống và nút ống.....	265
4.16 Các yêu cầu khác về chế tạo các bộ phận của nồi hơi .....	268
4.17 Các yêu cầu đối với nồi hơi tuần hoàn cưỡng bức kiểu ống xoắn .....	272
5 Giám sát chế tạo và thử nghiệm .....	273
5.1 Giám sát chế tạo.....	273
5.2 Thử thủy lực sau khi chế tạo.....	275
5.3 Xuất xưởng nồi hơi.....	276
6 Các yêu cầu đối với các phương tiện đo kiểm, các cơ cấu an toàn và thiết bị phụ trợ .....	278
6.1 Các phương tiện đo kiểm.....	278
6.2 Các cơ cấu an toàn.....	282
6.3 Các thiết bị phụ và các bộ phận khác của nồi hơi .....	283
7 Các yêu cầu về lắp đặt, sử dụng, sửa chữa.....	286
7.1 Yêu cầu về nhà đặt nồi hơi.....	286
7.2 Nồi hơi đặt trong xường máy .....	286
7.3 Yêu cầu về chiếu sáng.....	287
7.4 Vị trí nồi hơi .....	287
7.5 Yêu cầu về sàn thao tác và cầu thang .....	288
7.6 Hệ thống cấp nhiên liệu - thải tro xỉ.....	289
7.7 Lắp đặt nồi hơi.....	290
7.8 Yêu cầu về sử dụng.....	290
7.9 Tổ chức sửa chữa nồi hơi.....	291
7.10 Yêu cầu về chế độ nước cấp và nước ở bên trong nồi hơi .....	292
7.11 Chỉ tiêu chất lượng nước cấp cho nồi hơi và nước ở bên trong nồi hơi.....	293
8 Kiểm định sau khi lắp đặt và trong quá trình sử dụng.....	298
8.1 Những quy định chung.....	298
8.2 Những quy định về kiểm định lần đầu sau khi lắp đặt.....	298
8.3 Những quy định về kiểm định định kỳ và kiểm định bất thường trong quá trình sử dụng.....	299
8.4 Điều tra sự cố và tai nạn lao động có liên quan đến thiết bị nồi hơi.....	301
Phụ lục A (Tham khảo) - Ứng suất thiết kế của một số thép thông dụng.....	302
Phụ lục B (Tham khảo) - Cơ sở xác định ứng suất thiết kế của vật liệu .....	303
Phụ lục C (Tham khảo) - Tính toán nhiệt độ của mặt sàng ống.....	306

**Lời nói đầu**

TCVN 12728:2019 thay thế TCVN 7704:2007 và TCVN 6413:1998.

TCVN 12728:2019 được biên soạn trên cơ sở tiêu chuẩn AS 1228:2016, *Pressure equipment – Boilers (Thiết bị áp lực – Nồi hơi)* và AS 4458:1997, *Pressure equipment – Manufacture (Thiết bị áp lực – Chế tạo)*.

TCVN 12728:2019 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 11 *Nồi hơi và bình chịu áp lực* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

## **Nồi hơi**

### **Yêu cầu kỹ thuật về thiết kế, chế tạo, lắp đặt, sử dụng và sửa chữa**

*Boilers –*

*Technical requirement of design, manufacture, installation, operation, maintenance*

#### **1 Phạm vi áp dụng và các yêu cầu chung**

##### **1.1 Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu về thiết kế, chế tạo, lắp đặt, sử dụng và sửa chữa các nồi hơi và nồi đun nước nóng được phân cấp theo quy định trong Bảng 1.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho:

- a) Nồi hơi được cấp nhiệt bằng năng lượng hạt nhân;
- b) Bình bốc hơi mà nguồn nhiệt là hơi nước từ nơi khác đưa tới;
- c) Nồi hơi được cấp nhiệt bằng năng lượng mặt trời;
- d) Các nồi hơi đặt trên tàu hỏa, tàu thủy và các phương tiện vận tải khác.
- e) Nồi hơi được cấp nhiệt bằng năng lượng điện.

##### **1.2 Tài liệu viện dẫn**

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản đã nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi (nếu có).

TCVN 1916, *Bulông, vít, vít cấy và đai ốc - Yêu cầu kỹ thuật.*

## **TCVN 12728:2019**

TCVN 3223, *Que hàn điện dùng cho thép cacbon thấp và thép hợp kim thấp - Ký hiệu, kích thước và yêu cầu kỹ thuật chung.*

TCVN 4681, *Ren ống hình trụ.*

TCVN 6008, *Thiết bị áp lực - Mối hàn - Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử.*

TCVN 6700-1, *Kiểm tra chấp nhận thợ hàn - Hàn nóng chảy - Phần 1: Thép.*

TCVN 7870 (ISO 80000), *Đại lượng và đơn vị - Phần 1: Quy định chung.*

TCVN 7915-1 (ISO 4126-1) *Thiết bị an toàn chống quá áp - Phần 1 - Van an toàn*

TCVN 8366, *Bình chịu áp lực - Yêu cầu về thiết kế và chế tạo.*

TCVN 8888 (ISO 65), *Ống thép cacbon thích hợp đối với việc tạo ren.*

TCVN 8985, *Đặc tính kỹ thuật và sự chấp nhận các quy trình hàn kim loại - Quy tắc chung.*

TCVN 9441 (ISO 5208) *Van công nghiệp - Thử áp lực cho van kim loại.*

TCVN 9443 (ISO 6002) *Van cửa có nắp bắt bu lông.*

TCVN 9444 (ISO 7121) *Van bi thép thông dụng trong công nghiệp.*

TCVN 9837 (ISO 3419), *Phụ tùng đường ống thép hợp kim và không hợp kim hàn giáp mép.*

TCVN 10828 (ISO 5752) *Van kim loại dùng cho hệ thống lắp bích - Kích thước mặt lắp mặt và tâm đến mặt.*

TCVN 10831 (ISO 12149) *Van cầu thép có nắp bắt bu lông công dụng chung.*

TCVN 10864 (ISO 888), *Chi tiết lắp xiết - Bu lông, vít và vít cấy - Chiều dài danh nghĩa và chiều dài cắt ren.*

AS 1228, *Pressure equipment - Boilers (Thiết bị chịu áp lực – Nồi hơi).*

AS 4458, *Pressure equipment - Manufacture (Thiết bị chịu áp lực – Chế tạo).*

ANSI B16.5, *Pipe flanges and flanged fittings (Mặt bích đường ống và các phụ kiện dạng bích).*

ASME BPV, *Boiler and pressure vessel code (Tiêu chuẩn nồi hơi và bình chịu áp lực).*

ASME BPV-I, *Section I - Rules for construction of power boilers (Tập I: Quy định về thiết kế chế tạo nồi hơi năng lượng).*

ASME BPV-II-A, *Section II - Materials, Part A - Ferrous material specifications (Tập II: Vật liệu, Phần A – Các thông số kỹ thuật vật liệu chứa sắt).*

ASME BPV-II-D, *Section II - Materials, Part D - Properties (Tập II: Vật liệu, Phần D – Đặc tính kỹ thuật).*

BS PD 5500, *Specification for unfired fusion welded pressure vessels (Yêu cầu kỹ thuật đối với các bình chịu áp lực hàn nóng chảy không đốt nóng).*

### 1.3 Thuật ngữ và định nghĩa

Các thuật ngữ và định nghĩa dưới đây được áp dụng trong tiêu chuẩn này. Đối với các tính toán, áp dụng hệ đơn vị quốc tế SI theo TCVN 7870 (ISO 80000).

#### 1.3.1 Thuật ngữ về thiết bị

##### 1.3.1.1

##### Nồi hơi (boiler)

Thiết bị dùng để sản xuất hơi từ nước bằng nguồn nhiệt do sự đốt cháy nhiên liệu hữu cơ, do nhiệt của các khí thải, có thể gồm nhiều bộ phận, khác nhau về trạng thái vật lý của nước hay của hơi nước, nhưng có liên hệ với nhau để sản xuất hơi nước, đó là các bộ phận chịu áp lực của nồi hơi:

- Phần sinh hơi;
- Bộ hâm nước;
- Bộ quá nhiệt;
- Bộ tái quá nhiệt.

Những nồi hơi đơn giản có thể chỉ có phần sinh hơi.

##### 1.3.1.2

##### Phần sinh hơi (steam generating part)

Các bộ phận của nồi hơi mà ở đây nước được bốc hơi. Sự chuyển động của hỗn hợp hơi nước trong phần sinh hơi có thể là sự chuyển động tuần hoàn tự nhiên hay có trợ lực hoặc là sự chuyển động cưỡng bức.

##### 1.3.1.3

##### Bộ hâm nước (bộ tiết kiệm nhiên liệu) (economizer)

Thiết bị trao đổi nhiệt được thiết kế nhằm sử dụng nhiệt của sản phẩm cháy để gia nhiệt cho nước cấp vào nồi hơi, và thường được đặt giữa bơm cấp nước và nồi hơi..

Bộ hâm nước có thể làm việc ở trạng thái sôi (đã có sinh hơi), hoặc chưa sôi. Bộ hâm nước gọi là "không ngắt được" khi nó được nối với phần sinh hơi không qua van khóa và gọi là "ngắt được" khi có van khóa trên đường nối này.

##### 1.3.1.4

##### Bộ quá nhiệt (superheater)

Bộ phận của nồi hơi để quá nhiệt hơi bão hòa. Bộ quá nhiệt có thể có nhiều cấp tùy theo yêu cầu sử dụng nhiệt độ của hơi.

## **TCVN 12728:2019**

### **1.3.1.5**

#### **Bộ tái quá nhiệt (reheater)**

Bộ phận của nồi hơi để gia nhiệt hơi quá nhiệt đã qua sử dụng.

### **1.3.1.6**

#### **Bộ phận của nồi hơi (boiler part)**

Mỗi bộ phận của nồi hơi có thể gồm nhiều phần tử chịu áp lực: ống góp, bao hơi, bao nước, ống tiếp nhiệt, ống kết nối trong phạm vi nồi hơi.

### **1.3.1.7**

#### **Nồi hơi ống nước (water-tube boiler)**

Nồi hơi trong đó nước và hơi đi trong ống còn nguồn đốt nóng ở ngoài ống.

### **1.3.1.8**

#### **Nồi hơi ống lò - ống lửa (fire-tube boiler)**

Nồi hơi trong đó nước và hơi bao quanh bên ngoài ống còn nguồn đốt nóng ở bên trong ống. Ống làm nhiệm vụ buồng đốt nhiên liệu gọi là ống lò; ống dẫn khói để đốt nóng gọi là ống lửa. Buồng đốt có thể có dạng là hộp lửa. Các ví dụ điển hình về nồi hơi ống lò - ống lửa được giới thiệu trên các Hình 1 đến Hình 5.

### **1.3.1.9**

#### **Nồi hơi tuần hoàn tự nhiên (natural circulation boiler)**

Nồi hơi trong đó sự chuyển động tuần hoàn của nước và hỗn hợp hơi nước được tạo nên bởi sự chênh lệch trọng lượng cột nước giữa phần đi lên và phần đi xuống của vòng tuần hoàn.

### **1.3.1.10**

#### **Nồi hơi tuần hoàn cưỡng bức hoặc có trợ lực (forced or assisted circulation boiler)**

Nồi hơi ống nước trong đó sự chuyển động tuần hoàn của nước và hỗn hợp hơi nước được thực hiện nhờ tác động hoàn toàn hoặc một phần của bơm đẩy.

### **1.3.1.11**

#### **Nồi hơi trực lưu (once-through boiler)**

Nồi hơi ống nước mà sự chuyển động của nước và hơi nước là chuyển động một chiều, được tạo ra bởi giáng áp giữa đầu vào nồi hơi là nước cấp và đầu ra nồi hơi là hơi lấy đi.

**1.3.1.12****Thiết bị sinh hơi thu hồi nhiệt (heat recovery steam generator (HRSG))**

Nồi hơi có nguồn năng lượng nhiệt chủ yếu là dòng khí nóng có nhiệt độ cao. Thiết bị có thể bao gồm nguồn đốt bổ sung.

**1.3.1.13****Bao hơi và bao nước (steam drum and water drum)**

Bộ phận hình trụ chịu áp lực có đường kính đủ lớn để người thao tác có thể vào bên trong qua cửa người chui. Bao hơi và bao nước có thể có chức năng của một bình góp, hoặc có thêm chức năng khác như tách nước khỏi hơi, hoặc hoạt động như một khoang chứa nước lò.

**1.3.1.14****Ống góp (header)**

Bộ phận chịu áp lực có mục đích chính là gom nước và/hoặc hơi nước từ giàn ống được trực tiếp nối nó, hoặc phân phối nước và/hoặc hơi nước cho giàn ống này.

**1.3.1.15****Ống tiếp nhiệt (heating tube)**

Bộ phận chịu áp lực dạng ống hoặc được hàn trực tiếp với bộ phận chịu áp lực dạng ống tương tự, mà phần lớn bề mặt của nó được tiếp xúc với khí nóng nhằm mục đích truyền nhiệt.

CHÚ THÍCH: Thuật ngữ này cũng bao gồm cả các đoạn ống nối hàn sẵn trên bao hơi, bao nước hoặc ống góp để nối với các ống tiếp nhiệt.

**1.3.1.16****Đường ống kết nối liên thông (integral piping)**

Bộ phận chịu áp lực dạng ống nhưng không phải là ống truyền nhiệt, bao hơi, bao nước hoặc ống góp.

CHÚ THÍCH:

1. Thuật ngữ "đường ống (piping)" chỉ các bộ phận chịu áp lực được thiết kế không nhằm mục đích truyền nhiệt qua vách.
2. Thuật ngữ "kết nối liên thông (integral)" chỉ các bộ phận chịu áp lực được kết nối trực tiếp với các bộ phận chịu áp lực khác không qua bất kỳ van trung gian nào.
3. Thuật ngữ "đường ống kết nối liên thông" bao gồm các bộ phận của đường ống chuyển tải dòng hơi hoặc nước trong quá trình hoạt động của nồi hơi, các đường ống chuyển tải dòng gián đoạn như đường ống xả, và các đường ống không có dòng chảy như đường ống kết nối với các dụng cụ đo.

**1.3.2 Các thuật ngữ liên quan đến thông số và đặc tính của thiết bị****1.3.2.1****Áp suất làm việc định mức (nominal working pressure)**

Áp suất lớn nhất mà nồi hơi được phép làm việc lâu dài:

## **TCVN 12728:2019**

- a) Đối với nồi hơi chỉ sản xuất hơi bão hòa là áp suất hơi ra khỏi nồi hơi;
- b) Đối với nồi hơi sản xuất hơi quá nhiệt là áp suất hơi ra khỏi bộ quá nhiệt.

### **1.3.2.2**

#### **Áp suất thiết kế (design pressure)**

Áp suất làm việc lớn nhất cho phép:

- a) Tại bao hơi đối với nồi hơi tuần hoàn tự nhiên hoặc tuần hoàn có trợ lực;
- b) Tại đầu ra cuối cùng của bộ quá nhiệt đối với nồi hơi trực lưu (trừ khi ở đây có đặt van khóa trung gian);
- c) Tại đầu ra bộ tái quá nhiệt, bộ quá nhiệt được đốt độc lập, bộ hâm nước "ngắt được".

### **1.3.2.3**

#### **Áp suất tính toán (calculation pressure)**

Áp suất áp dụng cho thiết kế có tính đến:

- a) Áp suất thủy tĩnh và ứng với chế độ làm việc khắc nghiệt nhất;
- b) Đối với các bộ phận chịu áp lực của nồi hơi có ứng suất thiết kế lấy theo giá trị phụ thuộc vào thời gian  $S_R$  (xem 2.2.2 và 2.2.3), áp suất tính toán là áp suất mở thấp nhất của van an toàn trên bộ quá nhiệt hoặc trên đường ra của bộ tái quá nhiệt, có tính gia tăng để bù vào sự giảm áp suất khi thiết bị phải làm việc trong điều kiện khắc nghiệt nhất.

### **1.3.2.4**

#### **Nhiệt độ thiết kế (design temperature)**

Nhiệt độ thành kim loại tại áp suất tính toán tương ứng được sử dụng để lựa chọn ứng suất thiết kế và xác định kích thước của các bộ phận nồi hơi.

**CHÚ THÍCH:** Cần lưu ý đến các điều kiện làm việc có thể gây ra nhiệt độ kim loại cao hơn ở áp suất làm việc tương ứng. Các bộ phận được lựa chọn cần phải được kiểm tra tính đồng nhất ở các điều kiện này và được tính toán trên cơ sở các điều kiện nhiệt độ và áp suất khắc nghiệt nhất.

### **1.3.2.5**

#### **Chiều dày danh nghĩa (nominal thickness)**

Chiều dày danh nghĩa của vật liệu.

### **1.3.2.6**

#### **Chiều dày thực (actual thickness)**

Chiều dày thực tế của vật liệu được sử dụng trong bộ phận chịu áp lực, là chiều dày danh nghĩa có trừ (hoặc cộng) dung sai chế tạo.

**1.3.2.7****Tuổi thọ thiết kế (design lifetime)**

Tuổi thọ được quy định theo thoả thuận giữa nhà sản xuất và người mua cho từng bộ phận nồi hơi làm việc trong phạm vi rão (ở nhiệt độ cao) và được dùng để xác định ứng suất thiết kế của vật liệu; tuổi thọ thiết kế được biểu thị bằng số giờ làm việc trong các điều kiện được quy định.

CHÚ THÍCH: Tuổi thọ thiết kế chỉ liên quan đến đặc tính rão của bộ phận liên quan và không nhất thiết phải liên quan đến tuổi thọ của nồi hơi

**1.3.2.8****Công suất của nồi hơi (boiler capacity)**

Sản lượng hơi sinh ra trong một đơn vị thời gian, được đo bằng kg/h, tấn/h, kg/s hoặc tính theo đơn vị năng lượng (Watt, kW, MW), tương ứng với thông số hơi của nồi hơi.

**1.3.2.9****Ứng suất thiết kế (design strength)**

Ứng suất cho phép lớn nhất sử dụng trong các công thức tính toán các bộ phận chịu áp lực.

**1.3.3 Thuật ngữ liên quan đến người thiết kế, chế tạo, mua bán và sử dụng nồi hơi****1.3.3.1****Người thiết kế (designer)**

Người có tư cách pháp nhân (cá nhân hay tổ chức) và có nghiệp vụ chuyên môn trong lĩnh vực thiết kế nồi hơi.

**1.3.3.2****Người chế tạo (manufacturer)**

Người có tư cách pháp nhân (cá nhân hay tổ chức) có trình độ chuyên môn và có đủ điều kiện thỏa mãn yêu cầu chế tạo nồi hơi theo thiết kế hoặc theo tiêu chuẩn chế tạo mà họ công bố áp dụng

**1.3.3.3****Người bán nồi hơi (boiler seller)**

Người có tư cách pháp nhân (cá nhân hay tổ chức) thực hiện việc bán nồi hơi trên thị trường.

**1.3.3.4****Người cung cấp vật liệu (material supplier)**

Người có tư cách pháp nhân (cá nhân hay tổ chức) thực hiện việc buôn bán các vật liệu dùng để chế tạo, lắp đặt, sửa chữa nồi hơi.

## **TCVN 12728:2019**

### **1.3.3.5**

#### **Người lắp đặt, sửa chữa nồi hơi (boiler installer, service provider)**

Người có tư cách pháp nhân (cá nhân hay tổ chức), có trình độ chuyên môn và có các thiết bị chuyên dùng phục vụ cho việc lắp đặt và sửa chữa nồi hơi.

### **1.3.3.6**

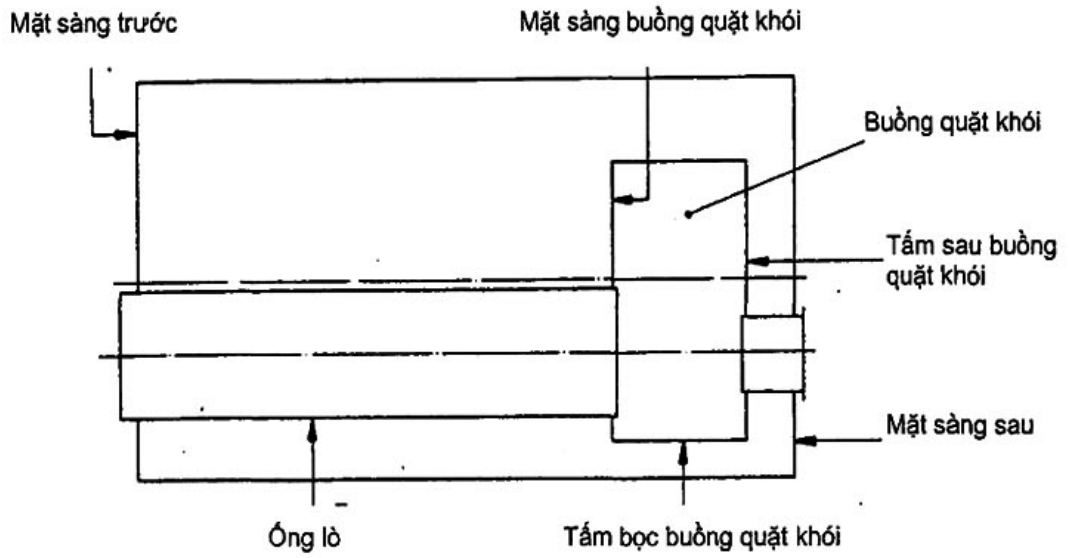
#### **Người chủ sở hữu nồi hơi (boiler owner)**

Người đầu tư xây dựng công trình nồi hơi.

### **1.3.3.7**

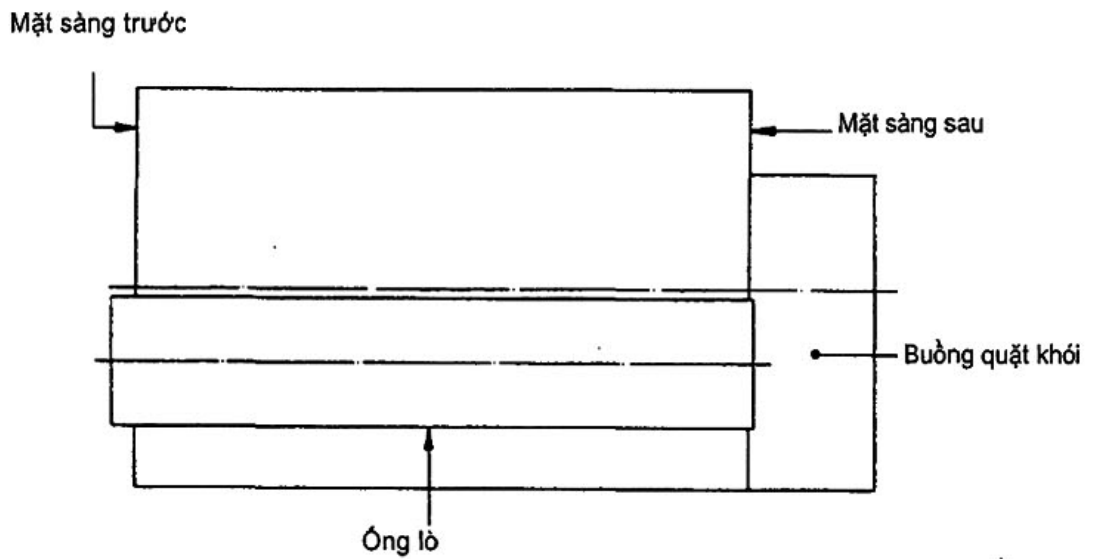
#### **Người sử dụng nồi hơi (boiler user)**

Người có trách nhiệm trực tiếp hay gián tiếp trong việc sử dụng nồi hơi.



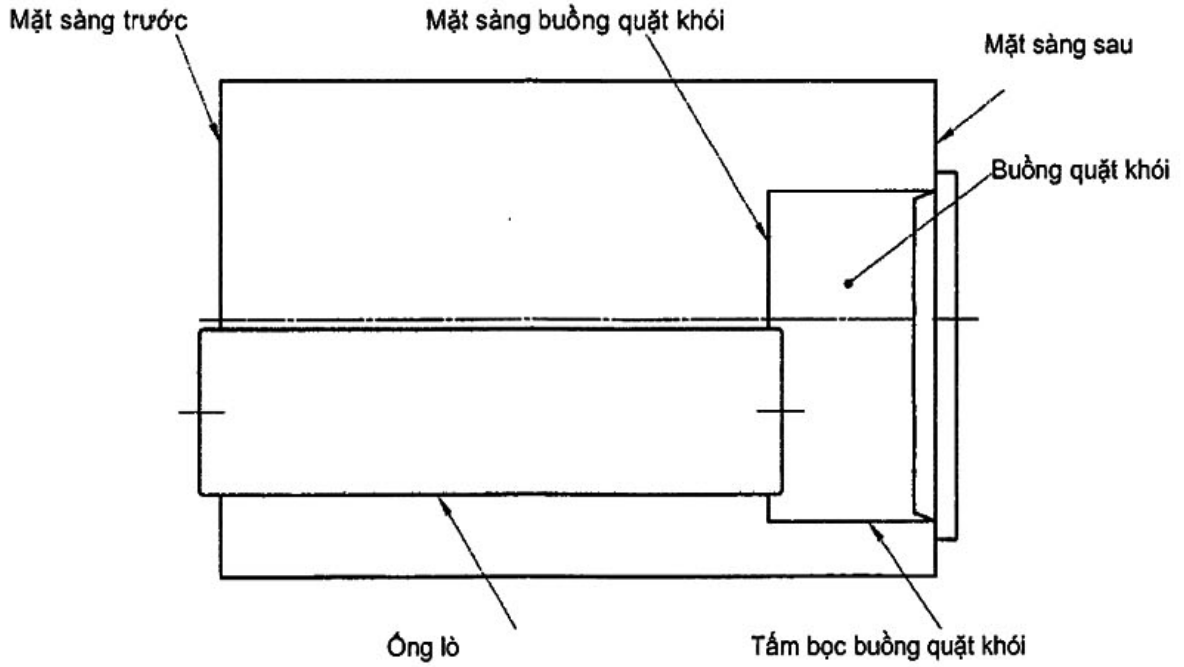
CHÚ THÍCH: Bề mặt tiếp nhiệt bức xạ gồm buồng đốt, tấm bọc và tấm sau buồng quặt khói.

Hình 1 – Nồi hơi hộp khói ướt



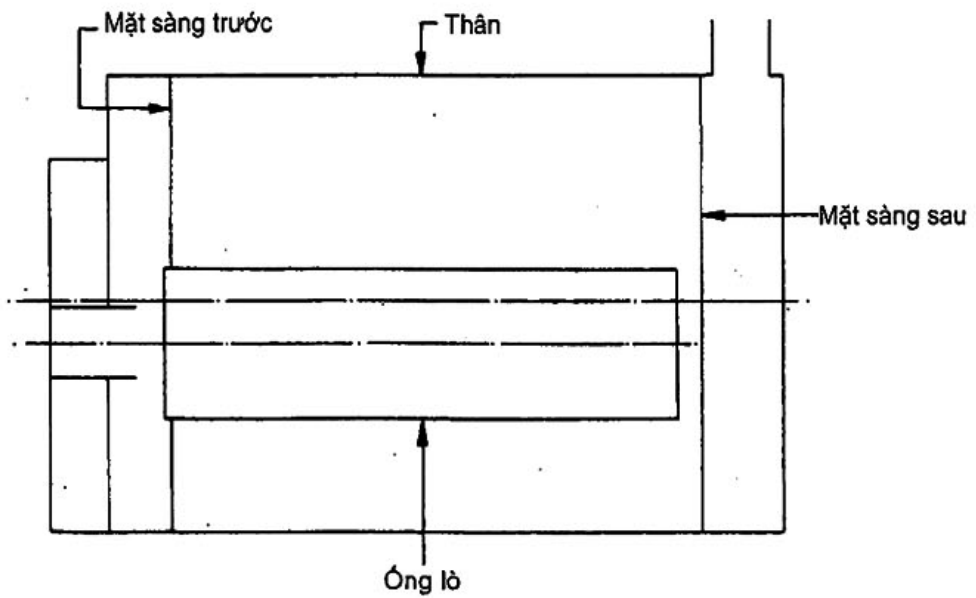
CHÚ THÍCH: Bề mặt tiếp nhiệt bức xạ gồm có ống lò

Hình 2 – Nồi hơi hộp khói khô



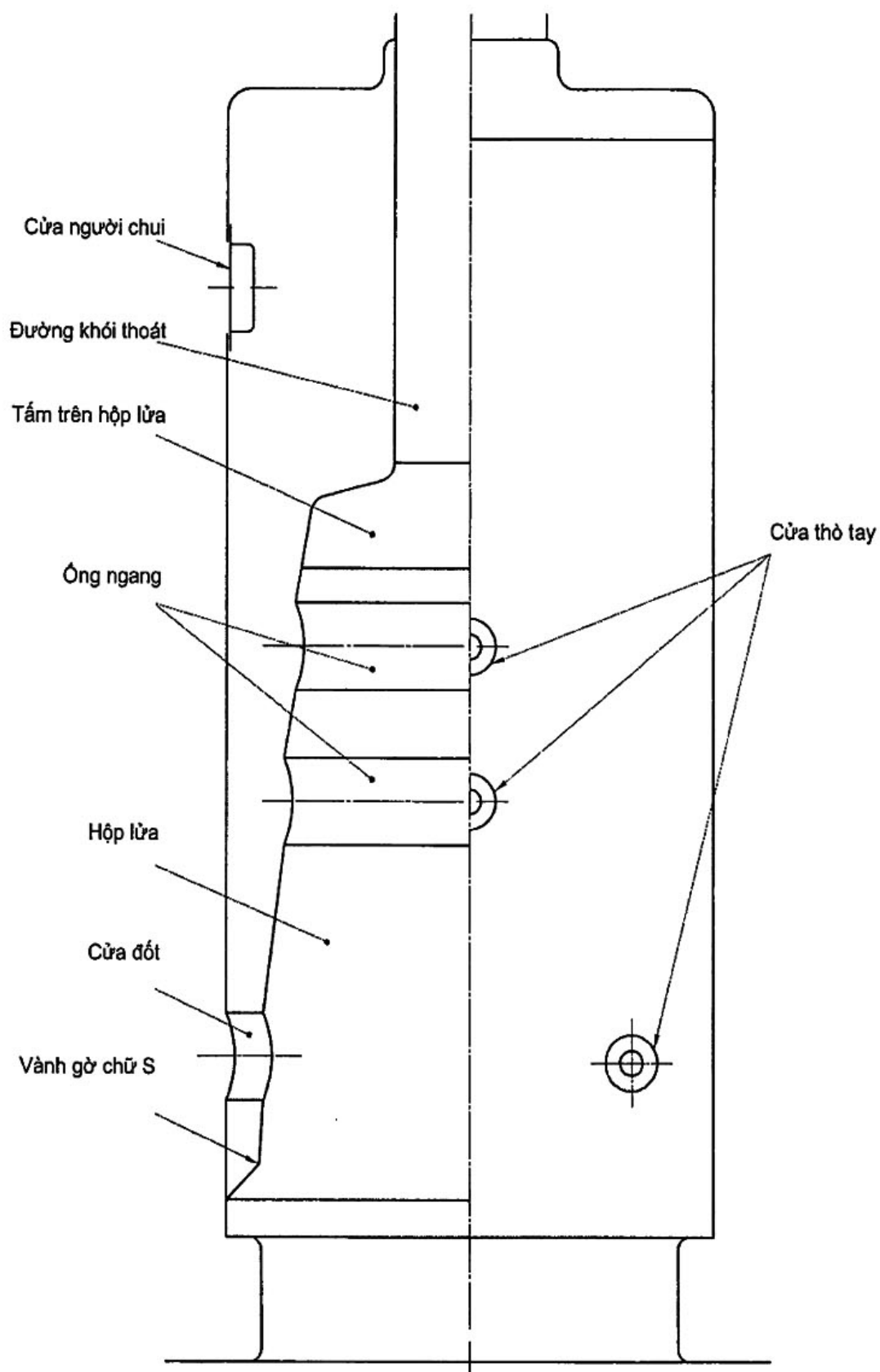
CHÚ THÍCH: Bề mặt tiếp nhiệt bức xạ gồm có ống lò và mặt sàng buồng quặt khói.

Hình 3 – Nồi hơi hộp khói bán ướt



CHÚ THÍCH: Bề mặt tiếp nhiệt bức xạ gồm có ống lò

Hình 4 – Nồi hơi ngọn lửa đảo chiều



CHÚ THÍCH: Bề mặt tiếp nhiệt bức xạ gồm hộp lửa và các ống ngang

Hình 5 – Nồi hơi dạng đứng

## TCVN 12728:2019

### 1.4 Ký hiệu phân cấp

Ký hiệu phân cấp sau đây được sử dụng để nhận biết các nồi hơi được thiết kế chế tạo theo tiêu chuẩn này:

TCVN 12728 – Cấp X

trong đó:

TCVN 12728 là số hiệu của tiêu chuẩn này

X là phân cấp của nồi hơi

(xem Bảng 1).

**Bảng 1 – Phân cấp nồi hơi**

Yêu cầu	Cấp 3	Cấp 2	Cấp 1
Áp suất thiết kế, kPa	≤ 250, đối với nồi hơi ống lửa và các nồi hơi khác	≤ 750, đối với nồi hơi ống lửa và các nồi hơi khác	> 750, đối với nồi hơi ống lửa, các nồi hơi khác và tất cả các nồi hơi ống nước
Áp suất thiết kế (kPa) × đường kính trong của thân trụ lớn nhất chịu áp lực (mm) × 10 <sup>-3</sup>	≤ 300	≤ 900	Vượt quá các yêu cầu của cấp 2
Hệ số bền mối hàn $\eta$	0,65	a) 0,85, khi có siêu âm hoặc chụp tia X b) 0,75 khi không chụp tia X	1,0 khi có siêu âm hoặc chụp tia X 100% mối hàn giáp mép
Nhiệt luyện sau hàn	Không yêu cầu	Theo quy định trong 4.4	
Thử cơ tính mẫu hàn sản xuất		Theo quy định trong 5.1.5	
Kiểm tra không phá hủy		Theo quy định trong 5.1.6	
Thử thủy lực	Theo quy định trong 5.2		

### 1.5 Van và phụ tùng đường ống

Mọi nồi hơi theo tiêu chuẩn này phải được trang bị đầy đủ tất cả các van và các phụ tùng đường ống cần thiết. Tất cả các van và phụ tùng đường ống phải phù hợp với TCVN 10831 (ISO 12149), TCVN 10828 (ISO 5752), TCVN 9444 (ISO 7121), TCVN 9443 (ISO 6002), TCVN 7915-1 (ISO 4126-1), TCVN 9837 (ISO 3419) hoặc các tiêu chuẩn quốc tế tương đương khác và phải cho phép nồi hơi có thể ngắt được khỏi tất cả các đường ống kết nối với các thiết bị khác như đường cấp nước, đường hơi, và đường xả.

**1.6 Công suất danh nghĩa**

Công suất danh nghĩa của nồi hơi phải được xác định bằng sản lượng hơi định mức sinh ra trong một đơn vị thời gian (tính theo kg/h, tấn/h, kg/s), năng lượng đầu ra định mức (tính theo Watt, kW, MW), tương ứng với thông số làm việc định mức của nồi hơi.

## **2 Vật liệu và ứng suất thiết kế**

### **2.1 Vật liệu**

#### **2.1.1 Yêu cầu chung**

Các vật liệu được sử dụng để chế tạo các bộ phận chịu áp lực của nồi hơi phải tuân theo các thông số hoặc các yêu cầu kỹ thuật thích hợp được liệt kê trong Bảng 2 và các yêu cầu trong 2.1.5, 2.1.6 và 2.1.7, và phải được nhận dạng theo 2.1.2.

#### **2.1.2 Nhận dạng vật liệu**

Việc nhận dạng vật liệu chế tạo các bộ phận chịu áp lực của nồi hơi phải tuân thủ các yêu cầu trong 4.4.

#### **2.1.3 Vật liệu hàn**

Vật liệu hàn phải tuân theo TCVN 3223 hoặc các tiêu chuẩn quốc tế tương đương khác.

#### **2.1.4 Một số vật liệu cấm sử dụng**

Không được phép sử dụng gang đúc và hợp kim đồng không chứa sắt để chế tạo các bộ phận chịu áp lực, trừ các van và phụ tùng đường ống trong phạm vi giới hạn được quy định tại TCVN 9441 (ISO 5208), TCVN 9837 (ISO 3419).

#### **2.1.5 Đặc tính kỹ thuật của các vật liệu được lựa chọn khác**

Theo thỏa thuận giữa người mua và nhà sản xuất, có thể sử dụng các vật liệu khác ngoài các vật liệu được liệt kê trong Bảng 2, với điều kiện là các vật liệu này đáp ứng toàn bộ các yêu cầu của các tiêu chuẩn quốc tế liên quan về các đặc tính vật liệu. (Xem 2.2.1 để xác định ứng suất thiết kế).

#### **2.1.6 Sử dụng thép kết cấu hoặc các loại thép có chất lượng tương tự**

Thép kết cấu hoặc các loại thép có chất lượng tương tự ở dạng thép tấm, thép ống, thép tròn và thép hình không được liệt kê trong Bảng 2 cũng có thể sử dụng để chế tạo các bộ phận chịu áp lực khi đáp ứng đầy đủ các điều kiện sau:

- a) độ bền kéo quy định nhỏ nhất của thép không được lớn hơn 460 MPa;
- b) thành phần hoá học của các nguyên tố chính không được vượt quá:

Cacbon	0,25 %
Photpho	0,040 %
Lưu huỳnh	0,040 %
Cacbon + $\frac{\text{Mangan}}{6}$	0,45 %

- c) có các chứng chỉ thử nghiệm nhận dạng thép theo một tiêu chuẩn quốc tế và thép phải được đóng mác hoặc ghi nhãn phù hợp;
- d) thép không được có kích thước lớn hơn:
  - 40 mm đối với chiều dày của thép tấm
  - 60 mm đối với đường kính của thép tròn; hoặc
  - 16 mm đối với chiều dày của thép ống, thép hình;
- e) ứng suất thiết kế sử dụng để tính toán được xác định theo Phụ lục B đối với vật liệu không có các giá trị thử nghiệm theo nhiệt độ, và được nhân với hệ số 0,92;
- f) nhiệt độ thiết kế không được lớn hơn 250 °C;
- g) bộ phận chịu áp lực không làm việc trong điều kiện có độ rủi ro cao về khả năng bị tách lớp hoặc bị phồng rộp do hydro;
- h) tất cả các mép hàn và các lỗ khoét trên thép tấm, các đầu ống, thép tròn và thép hình phải được kiểm tra ngoại quan, nếu có dấu hiệu tách lớp thì vật liệu phải được loại bỏ;
- i) các ống hàn phải tuân thủ các yêu cầu về thử thủy lực;
- j) thép hình được chế tạo bằng phương pháp cán nguội không được phép sử dụng.

### 2.1.7 Các vật liệu phải được thử nghiệm đặc biệt

Được phép sử dụng thép ngoài các giới hạn trong 2.1.5 hoặc các vật liệu khác để chế tạo các bộ phận chịu áp lực của nồi hơi với điều kiện:

- a) qua các thử nghiệm đặc biệt, vật liệu được chứng minh là phù hợp với các ứng dụng cụ thể như các vật liệu tương tự trong Bảng 2; và
- b) được các bên có liên quan chấp thuận.

Các thử nghiệm đặc biệt này có thể bao gồm phân tích thành phần hoá học, kiểm tra cơ tính hoặc kiểm tra không phá huỷ.

## 2.2 Ứng suất thiết kế lớn nhất

### 2.2.1 Yêu cầu chung

Ứng suất thiết kế của vật liệu  $f$  (xem Bảng 3) sử dụng trong tất cả các công thức tính toán các bộ phận chịu áp lực phải phù hợp với Bảng 3 về cấp vật liệu, nhiệt độ thiết kế và tuổi thọ thiết kế quy định khi được áp dụng.

CHÚ THÍCH: Trường hợp vật liệu sử dụng có các đặc tính đã được chứng minh bằng thử nghiệm cao hơn các đặc tính vật liệu liên quan, thì có thể cho phép sử dụng các đặc tính cao hơn đó để xác định ứng suất thiết kế của giá trị  $f$  ở nhiệt độ thiết kế theo Phụ lục B, tùy thuộc vào thỏa thuận giữa nhà sản xuất và các bên liên quan.

## TCVN 12728:2019

Đối với các vật liệu không được liệt kê trong Bảng 3 thì ứng suất thiết kế của vật liệu đó được xác định theo Phụ lục B, hoặc đối với vật liệu theo ASTM (được ASME thừa nhận), có thể được xác định theo Tiêu chuẩn ASME BPV-1.

Ngoài ra, các yêu cầu trong 2.2.2 đến 2.2.6 phải được áp dụng một cách phù hợp.

### 2.2.2 Thép cacbon và cacbon - mangan

Ứng suất thiết kế của các loại thép cacbon và cacbon - mangan quy định trong Bảng 3 được sử dụng chung cho các loại thép được liệt kê (xem các chú thích dưới đây).

#### CHÚ THÍCH:

1 Trường hợp thép cacbon hoặc cacbon - mangan được nhiệt luyện theo từng chi tiết của cụm lắp ráp thì nói chung không yêu cầu thử nghiệm lại khi tiếp nhận, vì mọi sự suy giảm đặc tính vật liệu do nhiệt luyện sau hàn đã được bù lại bằng lợi ích tổng thể đạt được do khử ứng suất của chi tiết.

2 Khi người mua yêu cầu thử nghiệm lại đối với các vật liệu đã được nhiệt luyện theo từng chi tiết của cụm lắp ráp bằng các phương pháp nhiệt luyện tiêu chuẩn hoặc phi tiêu chuẩn, thì các thử nghiệm này phải được quy định trong yêu cầu kỹ thuật bổ sung cùng với các chỉ tiêu nghiệm thu được thỏa thuận.

Trong các thiết kế mà sự biến dạng có thể đạt tới hạn, thì cần phải thử nghiệm vật liệu sau khi nhiệt luyện, hoặc nhà chế tạo phải đảm bảo duy trì được các cơ tính quy định tối thiểu bằng cách tiến hành các thử nghiệm theo quy trình thích hợp.

**Bảng 2 - Vật liệu**

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Tiêu chuẩn	Cấp vật liệu
C, C-Mn	Thép tấm	AS 1548 AS/NZS 3678 BS 1501: Part 1 ASTM A515 ASTM A516 EN 10028-2 EN 10028-3	PT, 5 và 7 250, 300 và 350 (xem chú thích) 151, 161, 164, 223, 224 60, 65, 70 60, 65, 70 P235GH, P265GH, P295GH, P355GH P275N, P355N, P275NH, P355NH, P460NH
	Thép hình và thép thanh	AS/NZS 3679.1 BS 1502 EN 10273	250, 300 and 350 (xem chú thích) 151, 161, 211, 221, 224 P235GH, P250GH, P265GH, P295GH, P355GH, P275NH, P355NH, P460NH, P355QH, P460QH, P500QN, P690QH
	Thép rèn	BS 1503 EN 10222-2 EN 10222-4 ASTM A105	221, 223, 224 P245GH, P280GH, P305GH P285NH, P355NH, P420NH, P285QH, P355QH, P420QH
	Thép đúc	AS 2074 BS 1504 ASTM A216	C7A-1, C7A-2 161-430A,E, 480A,E, 540A WCA, WCB, WCC
	Thép ống	BS 3059: Part 1 BS 3059: Part 2 BS 3601 BS 3602: Parts 1 & 2	320 360, 440 320, 360, 430 360, 410, 430, 460, 500 Nb

Bảng 2 - (Tiếp theo)

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Tiêu chuẩn	Cấp vật liệu
		EN 10216-1 EN 10216-2 EN 10216-3 EN 10217-1 EN 10217-2 EN 10217-3	P195TR2, P235TR2, P265TR2 P195GH, P235GH, P265GH P275NL1, P275NL2, P355NH, P460N P195TR2, P235TR2, P265TR2 P195GH, P235GH, P265GH P275NL1, P275NL2, P355NH, P460N
		ASTM A53	B
		ASTM A106	B
		ASTM A192	
		API 5L	B
C-½ Mo	Thép tấm	BS 1501 : Part 1 EN 10028-2	240 16Mo3
	Thép rèn	BS 1503 EN 10222-2	245 16Mo3
	Thép đúc	AS 2074 BS 1504 ASTM A217	L5A-2 245E WC1
	Thép ống	BS 3059: Part 2 EN 10216-2 EN 10217-2	243 16Mo3 16Mo3
1¼ Ni Cu Mo Nb	Thép ống	BS 3604: Part 1	591
1 Cr-½ Mo	Thép tấm	BS 1501 : Part 2 EN 10028-3	620 13CrMo4-5
	Thép rèn	EN 10222-1	620
	Thép ống	BS 3604: Part 1 BS 3059: Part 2 EN 10216-2	620-440 620-460 13CrMo4-5
1¼ Cr-½ Mo	Thép tấm	BS 1501: Part 2	621
	Thép rèn	BS 1503	621
	Thép đúc	AS 2074 BS 1504 ASTM A217	L5B 621A WC6
	Thép ống	BS 3604: Part 1 EN 10216-2	621-420 10CrMo5-5
Mn-Cr-Mo-V Ni-Cr-Mo-V	Thép tấm	BS 1501: Part 2	271, 281
	Thép rèn	BS 1503	271
½ Cr-½ Mo-¼ V	Thép rèn	BS 1503 EN 10222-2	660 14MoV6-3
	Thép đúc	AS 2074 BS 1504	L5H 660A
	Thép ống	BS 3 604 EN 10216-2	660-460 14MoV6-3
2¼ Cr-1 Mo	Thép tấm	BS 1501: Part 2 EN 10028-2	622 10CrMo9-10, 11CrMo9-10
	Thép rèn	BS 1503 EN 10222-2	622 11CrMo9-10

Bảng 2 - (Tiếp theo)

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Tiêu chuẩn	Cấp vật liệu
	Thép đúc	AS 2074 BS 1504 ASTM A217	L5C 622E WC9
	Thép ống	BS 3604: Part 1 BS 3059: Part 2 EN 10216-2	622-490 622-490 10CrMo9-10, 11CrMo9-10
5 Cr-½ Mo	Thép tấm	ASTM A387	5 C1
	Thép rèn	BS 1503 EN 10222-2 ASTM A182 ASTM A336	625 X1 6CrMo5-1 F5, F5a F5, F5A
	Thép đúc	AS 2074 ASTM A217	L5E C5
	Thép ống	BS 3604: Part 1 EN 1021 6-2  ASTM A213 ASTM A335	625 X11CrMo5+1, X11CrMo5+NT1, X11CrMo5+NT2 T5 P5, P5b, P5c
9 Cr Mo-V Nb-N	Thép tấm	ASTM A387	91
	Thép rèn	BS 1503 ASTM A182	91 F91
	Thép ống	BS 3059: Part 2 BS 3604: Part 1 EN 10216-2 ASTM A213 ASTM A335	91 91 X10CrMoVNB9-1 T91 P91
2 Cr-1 Mo-V	Thép rèn	BS 1503	762-690
	Thép ống	BS 3604: Part 1 BS 3059: Part 2 EN 10216-2	762 762 X20CrMoV11-1
18 Cr-12 Ni-2 Mo	Thép tấm	BS 1501 : Part 3 EN 10028-7 ASTM A240	316S31, S33, 316S11, S13, 316S51, S53 X5CrNiMo17-12-2, X2CrNiMo17-12-2 316, 316H
	Thép rèn	BS 1503 EN 10222-5 ASTM A182	16S31, S33, 316S11, S13 , 316S51 X5CrNiMo17-12-2, X2CrNiMo17-12-2 F316, F316H
	Thép đúc	BS 1504 ASTM A351	316C71 CF8M
	Thép ống	BS 3059: Part 2 BS 3605 EN 10216-5  EN 10217-7	316S51, 316S52 316S31, 33, 316S11, 13, 316S51, 52 X2CrNiMo17-12-2, X5CrNiMo17-12-2 X3CrNiMo17-13-3 , X6CrNiNb17-13-2 X2CrNiMo17-12-2, X5CrNiMo17-12-2,

Bảng 2 - (Kết thúc)

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Tiêu chuẩn	Cấp vật liệu
		ASTM A213 ASTM A312	X2CrNiMo17-12-3, X3CrNiMo17-13 -3 TP304, TP304H TP316, TP316H
18 Cr-10 Ni-Ti	Thép tấm	BS 1501: Part 3 EN 10028-7 ASTM A240	321S31, 321S51 X6CrNiTi18-10 321, 321H
	Thép rèn	BS 1503 EN 10222-5 ASTM A182	321S31, 321S51 X6CrNiTi18-10 F321, F321H
	Thép ống	BS 3059: Part 2 BS 3605: Parts 1 & 2 EN 10216-5 EN 10217-7 ASTM A213 ASTM A312	321S51 (1010), 321S51 (1105 ) 321S51 (1010), 321S51 (1105 ) X6CrNiTi18-10, X7CrNiTi18-10 X6CrNiTi18-10 TP321, TP321H TP321, TP321H
18 Cr-10 Ni-Nb	Thép tấm	BS 1501: Part 3 EN 10028-7 ASTM A240	347S31, 347S51 X6CrNiNb18-10, X8CrNiTi16-13 347, 347H
	Thép rèn	BS 1503 EN 10222-5 ASTM A182	347S31, 347S51 X6CrNiNb18-10, X7CrNiNb18-10 F347, F347H
	Thép đúc	BS 1504	347C17A
	Thép ống	BS 3059: Part 2 BS 3605: Parts 1 & 2 EN 10216-5 EN 10217-7 ASTM A213 ASTM A312	347S51 347S31, 347S51 X6CrNiNb18-10, X7CrNiNb18-10 X6CrNiNb18-10 TP347, TP347H TP347, TP347H
15 Cr-10 Ni-6 Mo-Nb-V	Thép ống	BS 3059: Part 2 BS 3605: Parts 1 & 2	215S15 215S15
<b>CHÚ THÍCH:</b> 1 AS/NZS 3678, AS/NZS 3679.1 có thể được sử dụng để chế tạo các bộ phận chịu áp lực với giới hạn chiều dày và nhiệt độ nêu trong 2.1.6. 2 Một số Tiêu chuẩn Anh (BS) có thể đã được thay thế bởi các tiêu chuẩn Châu Âu (EN) và một số vật liệu liên quan có thể không còn hiện diện. Tuy nhiên, các vật liệu này vẫn được liệt kê ở đây, do có thể vẫn còn vật liệu tồn kho.			

Bảng 3 – Giá trị ứng suất thiết kế

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích*	Tuổi thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho ph															
							Nhiệt độ															
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480	
C, C-Mn	Thép tấm	AS 1548	PT430	>3 ≤16		Không xác định	159	159	155	142	131	121	113	111	110	109	108	107	105	104	103	
				>16 ≤40			159	157	145	133	122	113	106	104	103	102	101	100	99	98	97	
				>40 ≤80			159	152	139	128	117	109	102	100	99	98	97	96	95	94	93	
				>80 ≤150			159	141	129	119	109	101	95	93	92	91	90	89	88	87	86	
			PT460	>3 ≤16		Không xác định	170	170	157	144	133	123	115	113	112	111	110	109	108	107	106	
				>16 ≤40			170	166	152	139	128	119	111	109	108	107	106	105	104	103	102	
				>40 ≤80			167	155	142	130	119	111	104	102	100	99	98	97	95	93	93	
				>80 ≤150			161	149	137	125	115	107	100	98	97	96	95	94	93	92	91	
			PT490	>8 ≤16		Không xác định	181	181	181	170	157	145	136	134	132	130	129	128	126	125	124	
				>16 ≤40			181	181	175	161	148	137	129	127	125	124	122	121	120	119	118	
				>40 ≤80			181	181	170	156	144	133	125	123	121	120	118	117	116	115	114	
				>80 ≤150			181	179	165	151	140	129	121	119	117	116	115	114	113	112		
			7-460 R,N,T	Tất cả	23	Không xác định	124	110	105						98	86	73	61	52	45	38	32
							100 000								98	86	73	61	52	44	37	
							150 000								98	89	75	63	54	46	38	30
							200 000								98	82	69	58	49	42	34	
							250 000								93	78	65	55	46	38		
			7-460RH, NH, TH	Tất cả	23	Không xác định	132	117	112	105					101	86	73	61	52	45	38	32
							100 000								104	99	84	71	60	52	44	37
							150 000								104	89	75	63	54	46	38	30
200 000												98	82	69	58	49	42	34				
250 000												93	78	65	55	46	38					

\* Xem chú thích ở cuối bảng này

**Bảng 3 - (tiếp theo)**

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích*	Tuổi thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho ph															
							Nhiệt độ															
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480	
			5-490N	Tất cả	23	Không xác định 100 000 150 000 200 000				150	138	130	110	97	82	69	59	49	43	36	31	
			5-490NH, AH	Tất cả	23	Không xác định 100 000 150 000 200 000				160	147	139	110	97	82	69	59	49	43	36	31	
			7-490R, N, T	Tất cả	23	Không xác định 100 000 150 000 200 000 250 000				133	120	114	108	105	91	78	67	57	49	42	37	
			7-490RH, NH, TH, AH	Tất cả	23	Không xác định 100 000 150 000 200 000 250 000				141	128	121	115	105	91	78	67	57	49	42	37	
		ASTM A515	60(415)	Tất cả	21, 22, 23	Không xác định	118	118	118	118	115	108	88,9	83	78	72	67	63	55	48	42	
			65(450)	Tất cả	21, 22, 23	Không xác định	128	128	128	128	125	118	95	88	82	76	69	63	56	48	42	
			70(485)	Tất cả	21, 22, 23	Không xác định	138	138	138	138	136	128	101	94	87	80	73	67	60	54	47	
		ASTM A516	60(415)	Tất cả	21, 22, 23	Không xác định	118	118	118	118	115	108	89	83	78	72	67	63	55	48	42	
			65(450)	Tất cả	21, 22, 23	Không xác định	128	128	128	128	125	118	95	88	82	76	69	63	56	48	42	
			70(485)	Tất cả	21, 22, 23	Không xác định	138	138	138	138	136	128	101	94	87	80	73	67	60	54	47	

\* Xem chú thích ở cuối bảng này



Bảng 3 - (tiếp theo)

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích*	Tuổi thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho phép																	
							Nhiệt độ																	
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500	
			223-460B	Tất cả	11	Không xác định 100 000	158	158	158	158	139	131	124	110	91	78	67	57	49	42	37			
						150 000								124	121	105	90	77	65	56	48	42		
						200 000								124	111	95	81	68	58	50	43	38		
						250 000								121	104	88	75	63	54	46	40	34		
			223-490A	Tất cả	11	Không xác định 100 000	158	158	158	158	139	131	119	105	91	78	67	57	49	42	37			
						150 000								124	121	105	90	77	65	56	48	42		
						200 000								121	104	88	75	63	54	46	40	34		
						250 000								115	98	83	70	59	51	43	37	32		
			223-490B	Tất cả	11	Không xác định 100 000	168	168	168	168	147	137	119	105	91	78	67	57	49	42	37			
						150 000								132	121	105	90	77	65	56	48	42		
						200 000								128	111	95	81	68	58	50	43	38		
						250 000								121	104	88	75	63	54	46	40	34		
			224-430A	Tất cả	11	Không xác định 100 000	121	121	121	121	108	101	95	94	89	78	67	57	49	42	37			
						150 000										93	90	77	66	56	48	42		
						200 000											88	75	63	54	46	40	34	
						250 000											83	70	59	51	43	37	32	
			224-430B-460A	Tất cả	11	Không xác định 100 000	132	132	132	132	117	111	105	104	89	78	67	57	49	42	37			
						150 000										104	103	90	77	66	56	48	42	
						200 000											104	95	81	68	58	50	43	38
						250 000											98	83	70	59	51	43	37	32

\* Xem chú thích ở cuối bảng này

Bảng 3 - (tiếp theo)

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích*	Tuổi thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho phép																
							Nhiệt độ																
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500
			224-490A, B-460B	Tất cả	11	Không xác định	142	142	142	142	128	121	115	105	91	78	67	57	49	42	37		
						100 000							115	114	105	90	77	65	56	48	42		
						150 000							115	111	95	81	68	58	50	43	38		
						200 000							115	104	88	75	63	54	46	40	34		
						250 000							115	98	83	70	59	51	43	37	32		
	Thép hình và thép tròn	BS 1502	151-430	>3 ≤16 (≤25)	7,11,17	Không xác định	128	128	128	128	107	102	94	85	76	68	60	52	45	38	31		
161-430			>16 ≤40 (25≤63)		100 000	121	121	121	121				99	98	88	79	69	60	52	44	36		
			>40 ≤63 (63 ≤100)		150 000	119	119	119	119				99	93	83	74	65	56	48	40	32		
			>63 ≤100 (100 ≤160)		200 000	115	115	115	115				99	90	80	71	62	53	45	37	28		
					250 000								97	87	78	68	59	51	42	35	26		
211-430			>3 ≤16 (≤25)	7,11,17	Không xác định	128	128	128	128	107	102	99	98	89	78	67	57	49	42	37			
221-430			>16 ≤40 (25 ≤63)		100 000	121	121	121	121						97	90	77	65	56	48	42		
			>40 ≤63 (63 ≤100)		150 000	119	119	119	119						95	81	68	58	50	43	38		
			>63 ≤100 (100 ≤160)		200 000	115	115	115	115						88	75	63	54	46	40	34		
					250 000										83	70	59	51	43	37	31		
					224-430	Tất cả	11	Không xác định	121	121	121	121	108	101	95	94	89	78	67	57	49	42	37
								100 000									93	90	77	65	56	48	42
						150 000									93	81	68	58	50	43	38		
						200 000									88	75	63	54	46	40	34		
						250 000									83	70	59	51	43	37	32		

\* Xem chú thích ở cuối bảng này

**Bảng 3 - (tiếp theo)**

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích*	Thời thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho phép																		
							Nhiệt độ																		
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490			
			224-490	Tất cả	11	Không xác định 100 000	142	142	142	142	128	121	115	105	91	78	67	57	49	42	37				
						150 000								114	105	90	77	65	56	48	42				
						200 000								111	95	81	68	58	50	43	37				
						250 000								104	88	75	63	54	46	40	34				
		AS/NZS 3679.1	250	—	9,10	Không xác định	114	114	114	114															
		AS/NZS 3679.1	350	—	9,10	Không xác định	138	138	138	138															
	Thép rèn	BS 1503	221-430	≤100	6,7,11	Không xác định	119	119	119	119	107	102	99	99	89	78	67	57	49	42	37				
100 000						115	115	115	115									99	98	90	77	65	56	48	42
150 000																		99	95	81	68	58	50	43	38
200 000																		99	88	75	63	54	46	40	34
250 000																		98	83	70	59	51	43	37	32
Không xác định						129	129	129	129	117	112	108	104	91	78	67	57	49	42	37					
			221-460	≤100	6,7,11	Không xác định	129	129	129	129	117	112	108	104	91	78	67	57	49	42	37				
100 000						125	125	125	125									108	105	90	77	65	56	48	42
150 000																		108	95	81	68	58	50	43	38
200 000																		104	88	75	63	54	46	40	34
250 000																		98	83	70	59	51	43	37	32
Không xác định						140	140	140	140	128	122	118	105	91	78	67	57	49	42	37					
	221-490	≤100	6,7,11	Không xác định	140	140	140	140	128	122	118	105	91	78	67	57	49	42	37						
100 000				135	135	135	135									118	118	105	90	77	65	56	48	42	
150 000																118	111	95	81	68	58	50	43	38	
200 000																118	104	88	75	63	54	46	40	34	
250 000																115	98	83	70	59	51	43	37	32	
Không xác định				140	140	140	140	128	122	118	105	91	78	67	57	49	42	37							

\* Xem chú thích ở cuối bảng này

Bảng 3 - (tiếp theo)

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích*	Tuổi thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho phép																		
							Nhiệt độ																		
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490			
			221-510	≤100	6,11	Không xác định 100 000	147	147	147	147	135	129	119	105	91	78	67	57	49	42	37				
						150 000							124	121	105	90	77	66	56	48	42				
						200 000							124	111	95	81	68	58	50	43	38				
						250 000							121	104	88	75	63	54	46	40	34				
													115	98	83	70	59	51	43	37	32				
			223-430	≤100	6,7,11	Không xác định 100 000	128	128	128	128	114	107	100	99	89	78	67	57	49	42	37				
				>100		100 000	123	123	123	123					98	90	77	66	56	48	42				
						150 000									95	81	68	58	50	43	38				
						200 000									88	75	63	54	46	40	34				
						250 000									83	70	59	51	43	37	32				
			223-460	≤100	6,7,11	Không xác định 100 000	140	140	140	140	127	119	111	104	91	78	67	57	49	42	37				
				>100		100 000	135	135	135	135				110	105	90	77	66	56	48	42				
						150 000								110	95	81	68	58	50	43	38				
						200 000								104	88	75	63	54	46	40	34				
						250 000								98	83	70	59	51	43	37	32				
			223-490	≤100	6,7,11	Không xác định 100 000	152	152	152	152	139	131	119	105	91	78	67	57	49	42	37				
				>100		100 000	146	146	146	146			123	121	105	90	77	66	56	48	42				
						150 000							123	111	95	81	68	58	50	43	38				
						200 000							121	104	88	75	63	54	46	40	34				
						250 000							115	98	83	70	59	51	43	37	32				
			223-510	≤100	6,11	Không xác định 100 000	159	159	159	159	147	138	119	105	91	78	67	57	49	42	37				
						100 000							131	121	105	90	77	66	56	48	42				
						150 000							128	111	95	81	68	58	50	43	38				
						200 000							121	104	88	75	63	54	46	40	34				
						250 000							115	98	83	70	59	51	43	37	32				

\* Xem chú thích ở cuối bảng này

Bảng 3 - (tiếp theo)

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích*	Tuổi thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho p																		
							Nhiệt																		
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480				
			224-430	≤100	6,7,11	Không xác định	121	121	121	121	108	101	96	95	89	78	67	57	49	42	37				
				>100		100 000	117	117	117	117					95	90	77	66	56	48	42				
				150 000											95	81	68	58	50	43	38				
				200 000											88	75	63	54	46	40	34				
			250 000											83	70	59	51	43	37	32					
			224-460	≤100	6,7,11	Không xác định	132	132	132	132	118	111	105	105	104	78	67	57	49	42	37				
				>100		100 000	127	127	127	127					105	104	90	77	66	56	48	42			
				150 000											105	95	81	68	58	50	43	38			
				200 000											104	88	75	63	54	46	40	34			
			250 000											98	83	70	59	51	43	37	32				
			224-490	≤100	6,7,11	Không xác định	142	142	142	142	128	121	115	106	97	78	67	57	49	42	37				
				>100		100 000	137	137	137	137					115	115	105	90	77	66	56	48	42		
				150 000											115	111	95	81	68	58	50	43	38		
				200 000											115	104	88	75	63	54	46	40	34		
			250 000											115	98	83	70	59	51	43	37	32			
			224-510	≤100	6,11	Không xác định	149	149	149	149	135	128	119	106	97	78	67	57	49	42	37				
>100	100 000											122	121	105	90	77	66	56	48	42					
150 000												122	111	95	81	68	58	50	43	38					
200 000												121	104	88	75	63	54	46	40	34					
250 000											115	98	83	70	59	51	43	37	32						
ASTM A105		All	14	Không xác định	136	136	136	136	129	121	107	94	87	81	74	67	61	54	48						
Thép đúc	AS 2074	C7A-1	All	2	Không xác định	98	98	98	98	93	89	86	84	83	74	62	53	45	38	30					
					100 000											83	79	71	60	51	44	37			
					150 000											83	75	63	54	46	38	30			
					200 000											82	69	58	49	42	34				
250 000												78	65	54	46	38									

\* Xem chú thích ở cuối bảng này

Bảng 3 - (tiếp theo)

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích*	Tuổi thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho p																		
							Nhiệt																		
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480				
			C7A-1E	Tất cả	2	Không xác định 100 000	104	104	104	104	99	95	92	91	89	74	63	53	45	38	30				
						150 000									91	84	71	60	51	44	37				
						200 000									89	75	63	54	46	38	30				
						250 000									82	69	58	49	42	34					
			C7A-2	Tất cả	2	Không xác định 100 000	113	113	113	113	108	103	100	98	89	74	63	53	45	38	30				
						150 000									99	99	84	71	60	51	44	37			
						200 000									99	89	75	63	54	46	38	30			
						250 000									92	82	69	58	49	42	34				
			C7A-2E	Tất cả	2	Không xác định 100 000	120	120	120	120	115	109	107	99	88	78	65	54	46	38	30				
						150 000									106	99	84	71	60	51	44	37			
						200 000									100	89	75	63	54	46	38	30			
						250 000									103	92	82	69	58	49	42	34			
	Thép ống	BS 3059-1	320 HFS,CFS ERW,CEW	Tất cả	11		86	86	86	86	77	71	68												
		BS 3601	320,ERW																						
		BS 3601	360 S,ERW	Tất cả	11		95	95	95	95	86	79	75												
		BS 3059-2	360 S1,S2	Tất cả	11	Không xác định 100 000	111	111	111	111	97	87	79	78	77	66	60	52	45	38	31				
			ERW,CEW			150 000										76	69	60	52	44	36				
		BS 3602-1	360			200 000										74	65	56	48	40	32				
			HFS,CFS ERW,CEW			250 000										71	62	53	45	37	28				
																68	59	51	42	35	26				

\* Xem chú thích ở cuối bảng này



Bảng 3 - (tiếp theo)

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích*	Tuổi thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho																	
							Nhiệt độ																	
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480			
C - 1/2 Mo	Thép đúc	AS 2074	L5A-2	≤32	2	Không xác định	131	131	131	131	113	106	104					103	101	99	98			
			L5A-2E	≥32	2	Không xác định 100 000 150 000 200 000 250 000	140	140	140	140	121	113	111						110	109	106	98		
	Thép ống	BS 3059-2	243	Tất cả	11	Không xác định 100 000 150 000 200 000 250 000	149	149	149	149	128	120	117						115	113	99	98		
			S1, S2 ERW, CEW																			111	101	101
1 1/4 Ni-Cu-Mo-Nb	Thép ống	BS 3604-1	591 HFS, CFS	Tất cả	11,13	Không xác định	226	226	226	226	226	226	226											

\* Xem chú thích ở cuối bảng này

**Bảng 3 - (tiếp theo)**

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích*	Tuổi thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho phép,																														
							Nhiệt độ,																														
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490															
1 Cr- 1/2 Mo	Thép tấm	BS 1501-2	620-A	≤75	11		154	154	154	154	143	134	132					129	127			106															
				≤100			136	136	136	136	121	113	110																								
				≤150			125	125	125	125	108	99	96														92										
			620-B	≤75	11	Không xác định	100 000	165	165	165	165	152	143	141												128	117										
				150 000																									135	131							
				200 000																											135	127					
				250 000																												135	117				
			620-B	>75 ≤100	11	Không xác định	100 000	145	145	145	145	129	121	117																	113	112					
				150 000																														113	112		
				200 000																															112	112	
				250 000																															112	107	
			620-B	>100 ≤150	11	Không xác định	100 000	133	133	133	133	115	105	103																				98	98		
150 000																																					
200 000																																					
250 000																																					
Thép rèn	BS 1503	620-440	Tất cả	6,11	Không xác định	100 000	131	131	131	131	123	113	108																			105	105				
						150 000																															
						200 000																															
						250 000																															
						250 000																															

\* Xem chú thích ở cuối bảng này

Bảng 3 - (tiếp theo)

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích*	Tuổi thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho p																		
							Nhiệt																		
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480				
			620-540	≤200	6,11	Không xác định 100 000 150 000 200 000 250 000	200	200	200	200	196	189	186							182	181	157	140		
	Thép ống	BS 3604-1	620-440 HFS,CFS ERW,CEW	Tất cả	11	Không xác định 100 000 150 000 200 000 250 000	157	157	157	157	128	121	116							112			112		
		BS 3059-2	620-460 S1,S2 ERW,CEW	Tất cả	11	Không xác định 100 000 150 000 200 000 250 000	129	129	129	129	129	129	120							116			114		
1 1/4 Cr-1/2 Mo	Thép tấm	BS 1501-2	621-A	≤76	11		175	175	175	175	166	159	157							153	152				
				>76 ≤100			166	166	166	166	156	149	146									143	141		
				>100 ≤150			160	160	160	160	149	142	139										136	134	
		621-B	≤76	11	Không xác định 100 000 150 000 200 000 250 000	187	187	187	187	177	170	167								163	162	161	136		
																						161	160		
																							161	149	
																							161	136	
																							155	131	

\* Xem chú thích ở cuối bảng này

**Bảng 3 - (tiếp theo)**

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích *	Tuổi thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho p																							
							Nhiệt độ																							
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480									
			621-B	>76 ≤100	11	Không xác định	177	177	177	177	167	159	156							152	150	13								
						100 000																		150	14					
						150 000																				150	14			
			200 000																					150	13					
			250 000																						150	13				
			621-B	>100 ≤150	11	Không xác định	171	171	171	171	159	151	148								145	142	13							
	Thép rèn	BS 1503	621-460	Tất cả	6,11	Không xác định	145	145	145	145	137	127	122								117		11							
						100 000																								
						150 000																								
						200 000																								
						250 000																								
						Thép đúc	AS 2074	L5B	Tất cả	2	Không xác định	136	136	136	136	128	119	114								110		10		
Thép ống	BS 3604-1	621	Tất cả	11	Không xác định	145	145	145	145	118	110	105									101		10							
					100 000																									
					150 000																									
					200 000																									
Mn-Cr-Mo-V	Thép tấm	BS 1501-2	271	≤25	11	Không xác định	237	237	237	237	237	237	234								232	230	205	181	157	13				
						100 000																			231	231	209	181	15	
						150 000																					229	202	173	14
						200 000																						221	192	160
						250 000																	216	188	157	12				

\* Xem chú thích ở cuối bảng này



Bảng 3 - (tiếp theo)

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích*	Tuổi thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho																		
							Nhiệt độ																		
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510	520
			281	>76 ≤150	11	Không xác định 100 000	219	219	219	219	207	201	195					193	181	163	146	126			
						150 000													193	182	158	135			
						200 000													193	177	152	128			
						250 000													191	172	147	123			
1/2 Cr-1/2 Mo-1/4 V	Thép rèn	BS 1503	660-460	Tất cả	6,11	Không xác định 100 000	161	161	161	161	150	144	139								135				
						150 000																			
						200 000																			
						250 000																			
	Thép đúc	AS 2074	L5H	Tất cả	2	Không xác định	145	145	145	145	137	128	118								112	111	109		
	Thép ống	BS 3604-1	660 HFS,CFS	Tất cả	11	Không xác định 100 000	161	161	161	161	150	144	139								135				
						150 000																			
						200 000																			
						250 000																			
2 1/4 Cr-1 Mo	Thép tấm	BS 1501-2	622-515A	≤100	11		166	166	166	166	163	158	153							146					
				>100 ≤150			155	155	155	155	151	147	143								134				
			622-515B	≤100	3,8,11	Không xác định 100 000	177	177	177	177	173	168	163							156	144	134	124		
						150 000														156	154	152	143		
						200 000															154	148	135		
						250 000															154	143	130		
																					152	139	126		

\* Xem chú thích ở cuối bảng này

Bảng 3 - (tiếp theo)

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích*	Tuổi thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho p																					
							Nhiệt																					
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480							
			622-515B	>100 ≤150	11	Không xác định	100 000	165	165	165	165	161	157	153						143	141	124	114					
							150 000																	143	141	139	131	
							200 000																			141	135	122
			622-690A	≤50	3,8,11	Không xác định	100 000																					
							150 000																					
							250 000																					
	622-690B	≤50	3,8,11	Không xác định	100 000	256	256	256	256	256	256	256	250	238	226	215	204	147	136	124	114							
					150 000								256	256	256	248	235	170	157	143	131							
					200 000									256	251	238	225	161	148	135	122							
					250 000										256	247	234	221	156	143	130	117						
																255	242	229	216	152	139	126	113					
					Thép rèn	BS 1503	622-490	Tất cả	3,6,8,11	Không xác định	100 000	157	157	157	157	153	149	145	143	141	139	138	137	135	124	114		
150 000																								132	131			
200 000																										132	122	
622-560	Tất cả	3,6,8,11	Không xác định	100 000																								
				150 000																								
				200 000																								
Thép đúc	AS 2074	L5C	Tất cả	2,3	Không xác định	100 000	185	185	185	185	181	175	170															
						150 000																						
						200 000																						
						250 000																						

\* Xem chú thích ở cuối bảng này

Bảng 3 - (tiếp theo)

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích*	Tuổi thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho																		
							Nhiệt độ																		
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480				
			L5C-E	Tất cả	2,3	Không xác định 100 000 150 000 200 000 250 000	197	197	197	197	193	187	181				175	161	147	133	119	105			
	Thép ống	BS 3059-2	622-490	Tất cả	3,8,11	Không xác định 100 000 150 000 200 000 250 000	157	157	157	157	153	149	145	143	141	139	138	137	135	124	111	98			
		BS 3604-1	622	Tất cả	3,8,11	Không xác định 100 000 150 000 200 000 250 000													135	133	131	129			
			HFS,CFS																	130	128	126	124		
5 Cr- 1/2 Mo	Thép tấm	ASTM A387	5CL1	Tất cả	14	Không xác định	113	113	113	113	112	109	104	103	101	99	98	96	91	84	77	71			
	Thép rèn	ASTM A182	F5	Tất cả	14	Không xác định	132	132	132	132	131	128	121	120	118	115	108	102	94	86	77	71			
			F5a	Tất cả		Không xác định	170	170	170	170	168	164	156	147	138	128	116	104	94	86	77	71			
		ASTM A336	F5	Tất cả	14	Không xác định	113	113	113	113	112	109	104	103	101	99	98	96	91	84	77	71	65		
			F5A	Tất cả		Không xác định	151	151	151	151	150	146	139	136	134	128	116	104	94	86	77	71	65		
	Thép đúc	AS 2074	L5E	Tất cả	2		230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	228	224	220						
			L5E-E	Tất cả	2		230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230						
	Thép ống	ASTM A213	T5,T5b,T5c	Tất cả	14	Không xác định	113	113	113	113	112	109	104	103	101	99	98	96	91	84	77	71	65		
ASTM A335		P5,P5b,P5c	Tất cả	14																					

\* Xem chú thích ở cuối bảng này

Bảng 3 - (tiếp theo)

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích*	Tuổi thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho p																					
							Nhiệt																					
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480							
9 Cr- 1 Mo	Thép rèn	ASTM A182	F9	Tất cả	14	Không xác định	161	161	161	161	159	155	147	145	143	141	139	136	131	123	115							
	Thép đúc	ASTM A217	C12	Tất cả	2	Không xác định	170	170	170	170	168	164	156	154	152	150	147	145	137	127	116							
	Thép ống	BS 3059-2 BS 3604-1	629-590 S1,S2 629-590 HFS,CFS	Tất cả	Tất cả	11	Không xác định 100 000	219	219	219	219	217	215	211	210	209	208	208	188	169	153	138						
						11	150 000														207	195	176	158				
							200 000																	207	188	169	152	
							250 000																	204	183	165	148	
	ASTM A213 ASTM A335	T9 P9	Tất cả	14	Không xác định	113	113	113	113	112	109	104	103	101	99	98	98	96	94	92	90							
9 Cr-Mo-V	Thép ống	ASTM A213	T91	Tất cả	14	Không xác định	166	166	166	166	164	161	153	141	138	135	132	129	126	123	119							
		ASTM A335	P91																									
9 Cr-Mo V- Nb-N	Thép ống	BS 3604-1 BS 3059-2	91 HFS,CFS 91 S1,S2	Tất cả	Tất cả	11	Không xác định 100 000	233	233	233	233	233	229	221	207	204	201	190	177	165	153	141						
						11	150 000															198	194	190	176	163		
							200 000																		194	185	171	158
							250 000																		194	182	168	154
12 Cr- 1 Mo-V	Thép ống	BS 3059-2	762 S1,S2	Tất cả	11	Không xác định 100 000	241	241	241	241	234	230	225															
						150 000																		215	200	192	180	
						200 000																						
						250 000																						

\* Xem chú thích ở cuối bảng này



Bảng 3 - (tiếp theo)

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích*	Tuổi thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho p																					
							Nhiệt độ																					
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480							
Thép đúc	Thép đúc	BS 1504	304C15A	Tất cả	2,11,13	Không xác định	108	108	108	108	104	101	99							95	92	82	70					
						150 000																			90	81		
						200 000																					90	76
						250 000																						85
	Thép ống	BS 3059-2 BS 3605	304S51 CFS HFS,CFS, HFM	Tất cả	11	Không xác định	101	101	101	101	97	94	91								88	86						
						150 000																						
						200 000																						
ASTM A312	TP304 không hàn	Tất cả	14,15	Không xác định	122	122	122	122	116	111	107							105		99	98	96						
				150 000																								
ASTM A213	TP304H không hàn	Tất cả	14,15	Không xác định	122	122	122	122	116	111	107							105		99	98	96						
18 Cr-12-Ni-2 Mo	Thép tấm	BS1501-3	316S51,S53	s100	11	Không xác định	111	111	111	111	106	101	99							96								
						150 000																						
						200 000																						
						250 000																						
	ASTM A240	316H	Tất cả	14,15	Không xác định	127	127	127	127	119	113	111								109								
					150 000																							
316	Tất cả	14,15	Không xác định	127	127	127	127	119	113	111								109										
Thép rèn	BS1503	316S51	Tất cả	11	Không xác định	111	111	111	111	106	101	99							96									
					150 000																							
					200 000																							
250 000																												

\* Xem chú thích ở cuối bảng này

Bảng 3 - (tiếp theo)

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích *	Tuổi thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho																				
							Nhiệt độ																				
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480						
Thép đúc	ASTM A182	F316H F316	s127	14,15 14,15	Không xác định Không xác định	127	127	127	127	127	119	113	111						109								
							127	127	127	127	119	113	111								109						
							Nhiệt độ																				
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480						
	BS 1504	316C17	Tất cả	2,11,13	Không xác định 100 000 150 000 200 000 250 000	122	122	122	122	122	116	110	106							102							
							Nhiệt độ																				
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480						
Thép ống	BS 3059-2	316S51,S52 CFS	Tất cả	3,11	Không xác định 100 000 150 000 200 000 250 000	111	111	111	111	111	106	102	98							96		93					
							Nhiệt độ																				
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	500	520						
	BS 3605	316S51,S52 HFS,CFS HFM	Tất cả	3,11	Không xác định 100 000 150 000 200 000 250 000	111	111	111	111	111	106	102	98								96		93				
							Nhiệt độ																				
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	500	520						
ASTM A312	TP316H không hàn	Tất cả	14,15	Không xác định	127	127	127	127	127	119	113	111							109		106						
ASTM A231	TP316 không hàn	Tất cả	14,15	Không xác định	127	127	127	127	127	119	113	111							109		106						

\* Xem chú thích ở cuối bảng này

Bảng 3 - (tiếp theo)

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích*	Tuổi thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho p																
							Nhiệt																
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480		
18Cr-10 Ni-Ti	Thép tấm	BS 1501-3	321S31	≤100	11	Không xác định	121	121	121	121	117	113	110						107	104	103		
						100 000																	
			150 000																				
			200 000																				
	321S51	≤100	11	Không xác định	104	104	104	104	99	96	93								90	87			
				100 000																			
ASTM A240	321H 321	Tất cả	14,15,16	Không xác định	129	129	129	129	127	122	119								116		114		
					129	129	129	129	127	122	119										116		114
Thép rèn	BS 1503	321S51-490	Tất cả	11	Không xác định	93	93	93	93	87	84	81							79				
					100 000																		
					150 000																		
					200 000																		

\* Xem chú thích ở cuối bảng này

**Bảng 3 - (tiếp theo)**

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích*	Tuổi thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho p																		
							Nhiệt																		
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480				
			321S51-510	Tất cả	11	Không xác định 100 000 150 000 200 000 250 000	121	121	121	121	117	113	110							107	104	103	102		
		ASTM A182	F321H F321	≤127	14,15,16 14,15,16	Không xác định Không xác định	129	129	129	129	127	122	119							116			111		
	Thép ống	BS 3059-2	321S51 (1010) CFS	Tất cả	11	Không xác định 100 000 150 000 200 000 250 000	121	121	121	121	117	112	110							107	104		102		
			321S51 (1105) CFS	Tất cả	11	Không xác định 100 000 150 000 200 000 250 000	93	93	93	93	87	84	82							79	76				
		BS 3605	321S51 (1010) HFS,CFS HFM	Tất cả	11	Không xác định 100 000 150 000 200 000 250 000	121	121	121	121	117	112	110							107	104		102		

\* Xem chú thích ở cuối bảng này

Bảng 3 - (tiếp theo)

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích*	Tuổi thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho phép																		
							Nhiệt độ																		
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480				
			321S51 (1105) HFS,CFS HFM	Tất cả	11	Không xác định 100 000 150 000 200 000 250 000	93	93	93	93	87	84	82							79	76				
			ASTM A312	TP321H không hàn	Tất cả	14,15,16	Không xác định	129	129	129	129	127	122	119							116			110	
			ASTM A213	TP321 không hàn			Không xác định	129	129	129	129	127	122	119							116			110	
			18 Cr-10 Ni-Nb	Thép tấm	BS 1501-3	347S51	≤100	11	Không xác định 100 000 150 000 200 000 250 000	127	127	127	127	123	120	118						116	115		
			347H 347	Tất cả	14,15,16 14,15,16	Không xác định	119	119	119	119	117	116	116							116	115		113		
			ASTM A240				Không xác định	119	119	119	119	117	116	116							116	115		110	
			Thép rèn	BS 1503	347S51	Tất cả	11	Không xác định 100 000 150 000 200 000 250 000	127	127	127	127	123	120	118							116	115		
			ASTM A182	F347H F347	≤127		Không xác định Không xác định	119	119	119	119	117	116	116								116	115		113
						Không xác định	119	119	119	119	117	116	116							116	115		110		

\* Xem chú thích ở cuối bảng này

Bảng 3 - (tiếp theo)

Loại vật liệu	Dạng vật liệu	Số hiệu tiêu chuẩn	Cấp vật liệu MPa	Kích thước mm	Chú thích*	Tuổi thọ thiết kế giờ	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho ph															
							Nhiệt độ															
							100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450	460	470	480	
	Thép đúc	BS 1504	347C17A	Tất cả	2,11,13	Không xác định 100 000	132	132	132	132	128	126	122					119	116	114	103	
						150 000															113	
						200 000																112
						250 000																106
		Thép ống	BS 3059-2	347S51	Tất cả	11	Không xác định 100 000	135	135	135	135	130	124	122					119	119		117
							150 000															
							200 000															
							250 000															
			BS 3605	347S51 HFS,CFS HFM	Tất cả	11	Không xác định 100 000	135	135	135	135	130	124	122					119	118		117
							150 000															
						200 000																
						250 000																
		ASTM A312	TP347H không hàn	Tất cả	14,15,16	Không xác định	119	119	119	119	117	116	116					116	115		113	
		ASTM A313	TP347 không hàn	Tất cả	14,15,16	Không xác định	119	119	119	119	117	116	116					116	115		110	
15 Cr-10 Ni-6 Mn-Nb-V	Thép ống	BS 3059	215S15	Tất cả		Không xác định 100 000	141	141	141	141	138	136	135					133	132			
		Part 2	CFS			150 000																
		BS 3605	215S15			200 000																
			HFS,CFS HFM			250 000																

## CHÚ THÍCH:

## 1 Các chú thích chung

- a) Bảng 3 quy định ứng suất thiết kế lớn nhất ( $f$ ) của các loại vật liệu tại các nhiệt độ thiết kế được ghi ở đầu mỗi cột. Các giá trị trong bảng) là các giá trị được quy định đối với tuổi thọ thiết kế ("không xác định" và các tuổi thọ thiết kế 100 000 h, 150 000 h). Nhiệt độ trung gian và thời gian trung gian phải được xác định bằng nội suy tuyến tính. Đối với các vật liệu không liệt kê theo Phụ lục B.

Khi trong mác vật liệu có thêm ký hiệu riêng cho các vật liệu có đặc tính chịu nhiệt độ cao (đã được thử nghiệm nóng), thì điều kiện, ví dụ đối với thép tấm theo tiêu chuẩn AS 1548 thì chữ "H" trong ký hiệu vật liệu chỉ vật liệu được thử nghiệm nóng. "A" chỉ vật liệu được thử nghiệm nguội và chữ "B" chỉ vật liệu được thử nghiệm nóng, đối với thép đúc theo AS 2074 và thép thử nghiệm nóng.

- b) Nhiệt độ thiết kế xác định theo 2.2.5 không được vượt quá nhiệt độ lớn nhất có quy định giá trị ứng suất  $f$ , trừ khi áp dụng trong bảng, thì việc ngoại suy phải được sự chấp thuận của các bên có liên quan.
- c) Trong trường hợp cần phân tích ứng suất, thì sự chuyển tiếp từ trạng thái đàn hồi tuyến tính sang trạng thái chảy dẻo thì ứng suất thiết kế xảy ra ở ứng suất bằng  $1,5f$  (trừ trường hợp  $f$  phụ thuộc vào thời gian. Đối với thép austenit ứng suất tương đương  $f_{eq}$  phải được xác định bằng nội suy tuyến tính).
- d) Các giới hạn chiều dày được xác định đối với các mác vật liệu liên quan.
- e) Đối với giá trị chiều dày trung gian giữa các chiều dày quy định trong bảng, thì ứng suất thiết kế được xác định bằng nội suy tuyến tính.

## 2 Phải áp dụng hệ số chất lượng đúc phù hợp với quy định trong 2.2.4 cho các giá trị ứng suất này.

## 3 Các giá trị ứng suất phụ thuộc thời gian có thể tăng lên đến 10% tùy thuộc vào sự đánh giá khả năng làm việc tiếp tục (xem 2.3) và các điều kiện thiết kế quy định, với điều kiện giá trị nhận được không được vượt quá giá trị ứng suất thấp nhất không phụ thuộc thời gian.

## 4 Các giá trị ứng suất phụ thuộc thời gian cần được giảm đi 10% nếu có sự đánh giá khả năng làm việc tiếp tục (xem 2.3) tại thời điểm thiết kế.

## 5 Việc sử dụng các ống được hàn hồ quang dưới lớp thuốc phải kèm theo điều kiện là ống phải được kiểm tra không phá hủy theo tiêu chuẩn bảo nước.

## 6 Các vật liệu có thể được cung cấp ở trạng thái đã được tôi và ram, trong trường hợp đó các tính chất của vật liệu rất dễ bị suy giảm.

## 7 Các giá trị đặt bên trái dấu "+" có liên quan kích thước vật liệu (không liên quan đến tuổi thọ thiết kế).

8 Ở nhiệt độ  $\geq 580^\circ\text{C}$ , hiệu ứng tạo vảy rất dễ xảy ra và cần phải có dự phòng cho việc này.

## 9 Chiều dày phải thỏa mãn các yêu cầu nêu trong 2.1.6, xem thêm 2.1.7.

## 10 Các cấp vật liệu hoặc chiều dày vật liệu theo AS/NZS 3678 được sản xuất bởi quá trình cơ - nhiệt có kiểm soát (TMCP). Thép giảm đặc tính sau khi gia công nóng hoặc thường hóa. Nhà chế tạo cần kiểm tra tính phù hợp của thép tấm cho các ứng dụng trong trường hợp áp dụng gia công nóng hoặc thường hóa, cơ tính của thép tấm có thể cần phải được kiểm tra lại bằng các thử nghiệm tương đương với điều kiện sẽ áp dụng cho thiết bị.

## 11 Một số Tiêu chuẩn Anh quốc (BS) cho các vật liệu này có thể đã bị thay thế bằng các tiêu chuẩn Châu Âu (EN). Những vật liệu này có thể vẫn sử dụng các giá trị ứng suất thiết kế được đưa ra trong Bảng 3. Các giá trị ứng suất thiết kế cho các vật liệu theo tiêu chuẩn EN có thể được tính toán theo Phụ lục B, sử dụng các đặc tính lấy từ các Tiêu chuẩn EN.

12 Các giá trị ứng suất thiết kế phụ thuộc thời gian chỉ áp dụng nếu hàm lượng cacbon tối thiểu  $\geq 0,04\%$ .

**Bảng 3 - (Kết thúc)**

- 13 Việc sử dụng thép BS 3604-1 cấp 591 chỉ giới hạn trong các ứng dụng ở nhiệt độ thiết kế không quá 400°C.
- 14 Đối với các chú thích, khuyến nghị, điều kiện, và giới hạn chung về việc sử dụng vật liệu ASME, cần tham khảo các chú thích.
- 15 Do do giới hạn chảy của các vật liệu này tương đối thấp, các giá trị ứng suất cao hơn ở đây được thiết lập tại nhiệt độ mà ở đó để cho phép sử dụng các hợp kim này khi chấp nhận biến dạng lớn hơn một chút. Các giá trị ứng suất trong phạm vi này vượt quá giới hạn chảy ở nhiệt độ. Việc sử dụng các ứng suất này có thể dẫn đến những thay đổi về kích thước do biến dạng dư. Những giá trị ứng suất áp dụng cho các ứng dụng khác, khi một lượng biến dạng nhỏ có thể gây rò rỉ hoặc gây hỏng hóc.
- 16 Với nhiệt độ trên 540°C, các giá trị ứng suất này chỉ có thể được sử dụng nếu vật liệu được nhiệt luyện bằng cách gia nhiệt hoặc làm mát nhanh bằng các phương pháp khác.
- 17 Các kích thước trong đầu ngoặc áp dụng cho thép hình và thanh phẳng (lập là).
- 18 Giá trị ứng suất thiết kế cho các ống hàn (A53 E/B, API-5L ERW) có hệ số bền mối hàn là 1,0. Các giá trị này có thể được sử dụng nếu yêu cầu sau:
  - a) Ống sử dụng cho các bộ phận chịu áp lực được bao bọc kín trong phần vỏ lò.
  - b) Đường kính ngoài lớn nhất không được vượt quá 89 mm.
  - c) Mối hàn của từng ống phải được kiểm tra bằng siêu âm với góc đầu dò thỏa mãn các yêu cầu của ASME BPV-II-A SA-450.
  - d) Việc kiểm tra bằng chiếu tia X toàn bộ chiều dài của từng ống phải thực hiện để thỏa mãn các yêu cầu của ASME BPV-II-A SA-450.
  - e) Từng ống phải được thử thủy lực để thỏa mãn các yêu cầu của ASME BPV-II-A SA-450.
  - f) Phải có chứng chỉ thử nghiệm vật liệu.
- 19 Khi tiếp xúc lâu dài với nhiệt độ trên 425°C, pha cacbua của thép cacbon có thể bị chuyển hóa thành graphite.
- 20 Cho phép sử dụng các giá trị ứng suất ở nhiệt độ  $\geq 450^\circ\text{C}$ , nhưng hiện tại thường không sử dụng các vật liệu này ở nhiệt độ ngoài  $\leq 75$  mm trong việc lắp đặt nổi hơi.
- 21 Ứng suất cho phép đối với nhiệt độ  $\geq 370^\circ\text{C}$  là các giá trị nhận được từ các đặc tính phụ thuộc vào thời gian. Chữ in nghiêng.
- 22 Ứng suất cho phép đối với nhiệt độ  $\geq 400^\circ\text{C}$  là các giá trị nhận được từ các đặc tính phụ thuộc vào thời gian. Chữ in nghiêng.
- 23 Các giá trị ứng suất thiết kế cho các mức vật liệu đã được thay thế này được đưa vào chỉ nhằm mục đích chỉ dẫn và tham khảo.

### **2.2.3 Thép hợp kim**

Phải sử dụng ứng suất thiết kế của các thép hợp kim được liệt kê trong Bảng 3.

CHÚ THÍCH:

- 1 Trong trường hợp các vật liệu hoặc các thông số nhiệt luyện phi tiêu chuẩn được sử dụng, thì ứng suất thiết kế, thời gian nhiệt luyện và nhiệt độ nhiệt luyện phải được thỏa thuận của các bên có liên quan.
- 2 Khi có yêu cầu thử để nghiệm thu trên vật liệu được xử lý theo từng chi tiết của bộ phận lắp ráp, thì các thử nghiệm này phải được quy định trong bản yêu cầu kỹ thuật bổ sung cùng với các chỉ tiêu nghiệm thu được thỏa thuận.

### **2.2.4 Thép đúc**

Đối với thép đúc, ứng suất thiết kế  $f$  phải được lấy bằng 80% giá trị quy định trong Bảng 3, ngoại trừ các sản phẩm đúc cao cấp tuân theo quy định về kiểm tra không phá hủy trong tiêu chuẩn liên quan đến sản phẩm đúc thì  $f$  được lấy bằng 90% giá trị quy định trong Bảng 3.

### **2.2.5 Nhiệt độ thiết kế đối với nồi hơi ống nước**

#### **2.2.5.1 Yêu cầu chung**

Nhiệt độ thiết kế  $T$  dùng để chọn ứng suất thiết kế  $f$  phải được xác định theo 2.2.5.2 đến 2.2.5.7.

#### **2.2.5.2 Thân, bao hơi, bao nước, ống góp và các bộ phận chịu áp lực tương tự**

Đối với các bao hơi, bao nước, ống góp và các bộ phận chịu áp lực tương tự, nhiệt độ thiết kế phải được xác định như sau:

- a) đối với các bộ phận chịu áp lực không bị đốt nóng bởi khói nóng và các bộ phận được bảo vệ đầy đủ bằng lớp cách nhiệt với khói nóng thì  $T$  phải bằng nhiệt độ lớn nhất của môi chất bên trong;  
CHÚ THÍCH Lớp bọc bằng vật liệu chịu lửa hoặc vật liệu cách nhiệt có khả năng bị bong tróc khỏi bề mặt cần bảo vệ không được coi là bảo vệ đầy đủ.
- b) đối với các bộ phận chịu áp lực bị đốt nóng bởi khói nóng thì  $T$  là nhiệt độ trung bình của thành do nhà chế tạo xác định nhưng phải lấy lớn hơn nhiệt độ lớn nhất của môi chất bên trong ít nhất là 25 °C.

Bao hơi, bao nước và ống góp có chiều dày lớn hơn 30 mm không được tiếp xúc trực tiếp với khói nóng có nhiệt độ cao hơn 650 °C, trừ khi có các biện pháp làm mát hiệu quả bằng các ống được bố trí lân cận.

Khi xác định nhiệt độ lớn nhất của hơi quá nhiệt cần tính đến các yếu tố sau đây:

- i) Sự gia tăng dòng nhiệt đưa vào các dàn ống của bộ quá nhiệt, gia tăng nhiệt độ của hơi ở các dàn ống được tiếp nhiệt trước và sự sai lệch so với điều kiện cháy lý tưởng
- ii) Sự không đồng đều về nhiệt độ và lưu lượng của khói nóng trong tiết diện bất kỳ của đường dẫn khói.

Khi nhiệt độ của hơi trong bộ phận khảo sát không vượt quá 425 °C, thì cần cộng thêm 15 °C vào trị số nhiệt độ để đáp ứng được các yếu tố trên; khi nhiệt độ của hơi cao hơn 425 °C, thì chỉ trong các trường hợp đặc biệt mới cần cộng thêm mức chênh lệch dưới 15 °C vào trị số nhiệt độ này.

### 2.2.5.3 Các ống nồi hơi

Đối với các ống nồi hơi,  $T$  được xác định như sau:

- a) đối với các ống chủ yếu chịu tác dụng của nhiệt đối lưu,  $T$  phải lớn hơn nhiệt độ hơi bão hòa ở áp suất tính toán một trị số nhỏ nhất là 25 °C;
- b) đối với các ống chủ yếu chịu tác dụng của nhiệt bức xạ,  $T$  phải lớn hơn nhiệt độ hơi bão hòa ở áp suất tính toán một trị số nhỏ nhất là 50 °C.

### 2.2.5.4 Các ống của bộ quá nhiệt và tái quá nhiệt

Đối với các ống của bộ quá nhiệt và tái quá nhiệt,  $T$  được xác định như sau:

- a) Đối với các ống chủ yếu chịu tác dụng của nhiệt đối lưu,  $T$  phải lớn hơn nhiệt độ của hơi ra khỏi bộ phận khảo sát một trị số ít nhất là 35 °C;
- b) Đối với các ống chủ yếu chịu tác dụng của nhiệt bức xạ,  $T$  phải lớn hơn nhiệt độ hơi ra khỏi bộ phận khảo sát một trị số ít nhất là 50 °C.

Đối với các ống của bộ quá nhiệt và tái quá nhiệt chịu tác dụng trực tiếp của nhiệt bức xạ từ buồng lửa, hoặc khi nhiệt độ của hơi đi ra khỏi bộ phận khảo sát vượt quá 425 °C thì khi xác định nhiệt độ  $T$  phải chú ý đến các yếu tố sau:

- i) Sự khác biệt về lưu lượng hơi trong từng ống riêng biệt của dàn ống so với giá trị trung bình do điều kiện khác nhau tại đầu vào và đầu ra, cũng như khác nhau về dung sai chế tạo đối với chiều dày và đường kính ống;
- ii) Sự gia tăng dòng nhiệt đưa vào dàn ống, sự gia tăng nhiệt độ hơi tại đường vào do có khác biệt bề mặt được đốt nóng phía trước và sai lệch so với điều kiện cháy lý tưởng;
- iii) Sự không đồng đều về nhiệt độ và lưu lượng của khói nóng trong tiết diện bất kỳ của đường dẫn khói.

### 2.2.5.5 Các ống của bộ hâm nước

Đối với các ống của bộ hâm nước,  $T$  phải cao hơn nhiệt độ làm việc của môi chất bên trong ít nhất là 25 °C, nhưng không được thấp hơn nhiệt độ bão hòa ứng với áp suất thiết kế của nồi hơi.

### 2.2.5.6 Các ống kết nối

Đối với các ống kết nối với các bộ phận như ống liên thông, ống nối, v.v.,  $T$  được lấy bằng nhiệt độ lớn nhất của môi chất bên trong ống.

## TCVN 12728:2019

Đối với các ống kết nối giữa các cấp của bộ quá nhiệt, bộ tái quá nhiệt và bộ giảm ôn, phải tính đến các yếu tố liên quan đến sự mất cân bằng về điều kiện hơi cũng như các độ chênh lệch được nêu ra trong 2.2.5.2 i) và ii).

### 2.2.5.7 Các bộ phận ở sau ống góp cuối cùng của bộ quá nhiệt hoặc bộ tái quá nhiệt

Đối với các bộ phận ở sau ống góp cuối cùng của bộ quá nhiệt hoặc bộ tái quá nhiệt, khi được bố trí kết cấu thích hợp thì các yếu tố chênh lệch về nhiệt độ và lưu lượng dòng khói trong tiết diện bất kỳ của đường dẫn khói không ảnh hưởng đáng kể đến nhiệt độ hơi, do đó  $T$  của các bộ phận đó được lấy bằng nhiệt độ danh nghĩa của hơi ở đầu ra bộ quá nhiệt hoặc bộ tái quá nhiệt, với điều kiện là khi làm việc:

- a) nhiệt độ trung bình trong một năm vận hành bất kỳ không được vượt quá nhiệt độ thiết kế; và
- b) hoặc:
  - i) đối với các hệ thống có nhiệt độ danh nghĩa  $\leq 380$  °C, độ dao động nhiệt độ không vượt quá trên 10% nhiệt độ thiết kế, hoặc
  - ii) đối với các hệ thống có nhiệt độ danh nghĩa  $> 380$  °C thì:
    - A) Độ dao động bình thường của nhiệt độ không vượt quá trên 8 °C nhiệt độ danh nghĩa, và
    - B) Độ dao động bất thường của nhiệt độ không vượt quá trên 20 °C so với nhiệt độ danh nghĩa trong thời gian nhiều nhất là 400 h trong 1 năm, hoặc 30 °C so với nhiệt độ danh nghĩa trong thời gian tối đa là 100 h trong 1 năm, hoặc 40 °C so với nhiệt độ danh nghĩa trong thời gian tối đa là 60 h trong 1 năm.

Khi nhiệt độ lớn nhất vượt quá các giới hạn nói trên thì nhiệt độ thiết kế phải tăng thêm một giá trị bằng lượng vượt quá đó.

CHÚ THÍCH: Các giới hạn nêu trong a) và b) đưa ra các giá trị thực tế của các hệ thống điều khiển hiện đại và nồi hơi đáp ứng các đòi hỏi của phụ tải bình thường. Trách nhiệm của người mua là phải lưu ý nhà chế tạo về các trường hợp có thể cản trở việc đạt được các giới hạn này trước khi bắt đầu thiết kế. Trách nhiệm của người mua là phải đảm bảo nồi hơi được vận hành trong các giới hạn nêu trên hoặc các giới hạn đã được thỏa thuận khác;

### 2.2.6 Nhiệt độ thiết kế đối với ống và mặt sàng ống của nồi hơi ống lò ống lửa

#### 2.2.6.1 Đường kính nhỏ nhất của ống lò

Quá trình cháy cần được hoàn thành trong ống lò.

Để đảm bảo kết hợp an toàn thiết bị đốt với nồi hơi, đường kính trong nhỏ nhất của ống lò tương ứng với lượng nhiệt rỗng cấp vào  $H$  phải phù hợp với Hình 6, ngoại trừ trường hợp đối với nồi hơi ngọn lửa đảo chiều (xem Hình 4) thì đường kính trong nhỏ nhất của ống lò phải bằng 1,4 lần giá trị nhận được từ Hình 6.

CHÚ THÍCH: Các yêu cầu và khuyến nghị của tiêu chuẩn này đã được đưa ra với giả thiết rằng hệ thống đốt tương thích với nồi hơi. Các giới hạn về lượng nhiệt đưa vào ống lò liên quan với đường kính ống lò (xem Hình 6)

và nhiệt độ tính toán lớn nhất của mặt sàng ống nêu trong 2.2.6.1 nhằm bảo đảm hoạt động tin cậy của nồi hơi trong điều kiện chế độ vận hành và bảo dưỡng được kiểm soát tốt.

### 2.2.6.2 Nhiệt độ thiết kế

Các ký hiệu được sử dụng như sau:

$A$  là bề mặt tiếp nhiệt bức xạ hiệu dụng, tính theo mét vuông

CHÚ THÍCH: Các bề mặt tiếp nhiệt bức xạ quy định đối với các kiểu nồi hơi khác nhau được trình bày trên các Hình 1 đến Hình 5. Khi xác định bề mặt tiếp nhiệt bức xạ hiệu dụng, cần loại trừ các phần diện tích không tham gia truyền nhiệt hiệu dụng, ví dụ các phần diện tích bị chiếm bởi các tấm đỡ hoặc ghi lò.

$t_1$  là chiều dày danh nghĩa của ống, tính theo milimét;

$t_2$  là chiều dày danh nghĩa của tấm, tính theo milimét;

$H$  là lượng nhiệt rỗng cấp vào (nhiệt lượng được giải phóng của nhiên liệu, dựa trên nhiệt trị thấp, tại công suất nhiệt thiết kế lớn nhất của nồi hơi), tính theo Watt;

$T$  là nhiệt độ thiết kế, tính theo °C;

$T_G$  là nhiệt độ thiết kế của dòng sản phẩm cháy tại đầu vào của ống, tính theo °C;

$T_m$  là nhiệt độ lớn nhất của kim loại, tính theo °C;

$T_s$  là nhiệt độ bão hòa của nước ở áp suất thiết kế đối với cả nồi hơi và nồi nước nóng, tính theo °C.

Nhiệt độ thiết kế  $T$  dùng để chọn ứng suất thiết kế phải được xác định phù hợp với a) đến f) dưới đây:

- đối với thân và các bộ phận khác không được thiết kế để truyền nhiệt, nhiệt độ thiết kế có thể lấy bằng nhiệt độ lớn nhất của môi chất chứa bên trong các bộ phận này;
- đối với các ống lửa, nhiệt độ thiết kế bằng giá trị lớn hơn trong các giá trị được xác định từ các công thức sau:

$$T = (T_s + 2t_1) \quad \dots (1)$$

$$T = (T_s + 25) \quad \dots (2)$$

- đối với các tấm phẳng không bị ngọn lửa quét qua, đối với các mặt sàng ống khi nhiệt độ khói vào không lớn hơn 800 °C, và đối với các tấm bọc của buồng quét khói thì nhiệt độ thiết kế phải bằng giá trị lớn hơn trong các giá trị được xác định từ các công thức sau:

$$T = (T_s + 2t_2) \quad \dots (3)$$

$$T = (T_s + 50) \quad \dots (4)$$

- đối với các mặt sàng ống trong các nồi hơi đốt trực tiếp khi nhiệt độ thiết kế của khói vào  $T_G$  vượt quá 800 °C thì nhiệt độ thiết kế và nhiệt độ lớn nhất của kim loại phải được xác định phù hợp với Phụ lục C, sử dụng các dữ liệu của khí thiên nhiên và giá trị  $T_G$  được xác định từ công thức sau sau:

$$T_G = 52,4(H/A)^{1/4} \quad \dots (5)$$

Đối với các mặt sàng ống trong các nồi hơi dùng nhiệt thải, nhiệt độ thiết kế và nhiệt độ lớn nhất của kim loại phải được xác định phù hợp với Phụ lục C hoặc các phương pháp thích hợp khác, sử dụng nhiệt độ khói vào quy định khi nhiệt độ đó vượt quá 800 °C.

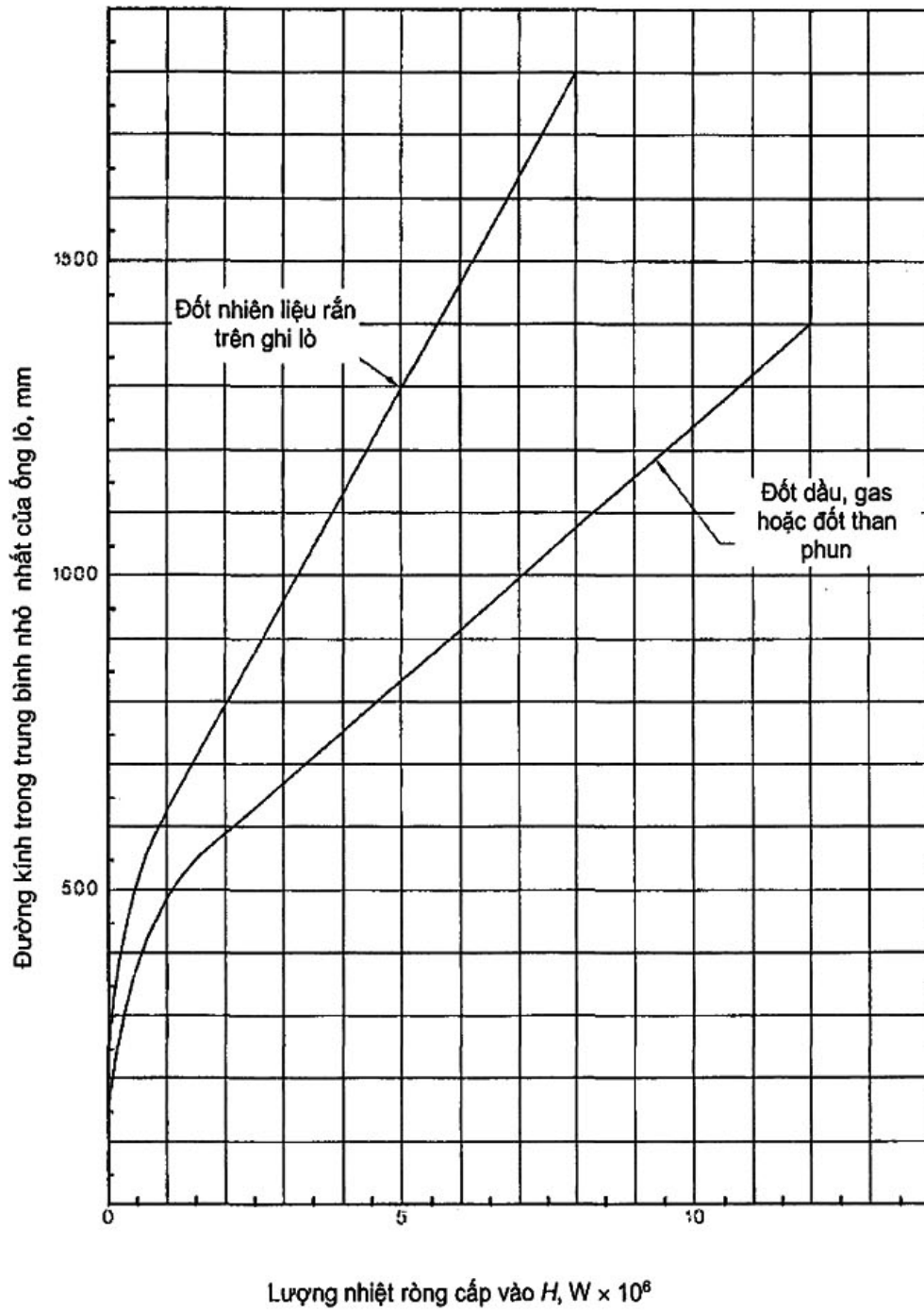
CHÚ THÍCH: Khi sử dụng các lớp bọc bằng vật liệu chịu lửa hoặc các ống lót để bảo vệ mặt sàng ống và các đầu ống đón khói, thì ảnh hưởng của việc cách nhiệt có thể được tính đến khi xác định nhiệt độ kim loại của mặt sàng.

- e) nhiệt độ lớn nhất của kim loại được xác định theo Phụ lục C không được vượt quá 420 °C, riêng trong trường hợp lắp các ống được chế tạo từ thép sôi thì nhiệt độ lớn nhất của kim loại không được vượt quá 380 °C.

Các yêu cầu này áp dụng cho các phương pháp lắp ống được trình bày trên các Hình 55 và Hình 56, khi các phương pháp chế tạo bảo đảm sự tiếp xúc tốt giữa ống và mặt sàng ống.

- f) đối với các ống lò và hộp lửa, nhiệt độ thiết kế của kim loại phải được xác định từ công thức sau:

$$T = (T_s + 4 t_2 + 15) \quad \dots (6)$$



Hình 6 – Quan hệ giữa đường kính ống lò và lượng nhiệt cho phép cấp vào

## TCVN 12728:2019

### 2.3 Tuổi thọ thiết kế

Các bộ phận có ứng suất thiết kế phụ thuộc vào thời gian (theo Bảng 3) tại nhiệt độ thiết kế của bộ phận đó, phải được thiết kế với tuổi thọ thiết kế phù hợp với ứng suất lựa chọn. Không cần thiết áp dụng cùng một tuổi thọ cho tất cả các bộ phận; các bộ phận có khả năng thay thế có thể được thiết kế với các tuổi thọ ngắn hơn tuổi thọ chung dự kiến của nồi hơi. Các quy định cũng được đưa ra trong Bảng 3 cho các ứng suất thiết kế của bộ phận thường có tuổi thọ không xác định (xem Phụ lục B).

CHÚ THÍCH: Tuổi thọ thiết kế của từng bộ phận cần được thỏa thuận giữa người mua và nhà chế tạo.

Các bộ phận được thiết kế dựa trên các đặc tính vật liệu phụ thuộc vào thời gian không được sử dụng quá tuổi thọ thiết kế đã thỏa thuận, trừ khi có thực hiện đánh giá khả năng làm việc tiếp tục của các bộ phận này trên cơ sở kiểm tra sự tổn hại do rão vật liệu, xem xét các diễn biến nhiệt độ, ứng suất và tình trạng của vật liệu qua thời gian đã sử dụng. Nếu thỏa mãn các yêu cầu qua đánh giá định kỳ, thì thời gian làm việc có thể được kéo dài hơn tuổi thọ thiết kế đã thỏa thuận.

Khi thực hiện việc đánh giá nói trên, cần đặc biệt chú ý tới biến dạng hình học các chi tiết chịu tác động của tải trọng hoặc nhiệt độ theo chu kỳ. Cần lắp đặt các thiết bị thích hợp để giám sát và lưu trữ diễn biến nhiệt độ, áp suất theo thời gian của các bộ phận. Ngoài ra cần định kỳ ghi lại các thay đổi về kích thước do rão để hỗ trợ cho việc đánh giá lại. Có thể thực hiện kiểm tra cấu trúc kim loại và thử độ rão trong thời gian ngắn để phục vụ việc đánh giá.

CHÚ THÍCH: Các tài liệu như PD 6510 và API RP 530 trình bày các ví dụ về các quy trình thử nghiệm.

Đối với một số vật liệu hợp kim, các ứng suất thiết kế quy định trong Bảng 3 (xem các chú thích 3 và 4 trong phần chú thích cho Bảng 3) có thể được điều chỉnh (xem chú thích dưới đây). Trong các trường hợp này, việc đánh giá khả năng làm việc tiếp tục cần thực hiện vào thời điểm tương ứng với hai phần ba tuổi thọ thiết kế quy định và phải được đánh giá định kỳ một cách thỏa đáng. Tuổi thọ làm việc có thể tiếp tục đến tuổi thọ thiết kế ban đầu và kéo dài vượt quá tuổi thọ thiết kế ban đầu.

CHÚ THÍCH: Việc điều chỉnh các ứng suất thiết kế cần được thỏa thuận giữa các bên có liên quan.

### 3 Thiết kế

#### 3.1 Nguyên tắc thiết kế

Các công thức tính toán các bộ phận chịu áp lực dưới đây áp dụng cho các nồi hơi được thiết kế, chế tạo tuân thủ các yêu cầu của tiêu chuẩn này, đồng thời được vận hành dưới sự giám sát thích hợp theo các thông số thiết kế. Các nồi hơi được thiết kế theo tiêu chuẩn này cần được vận hành trong điều kiện không có các tạp chất lắng bên trong. Yêu cầu này đòi hỏi nước cấp và nước nồi hơi phải có chất lượng phù hợp.

CHÚ THÍCH: Khi gặp một trong các trường hợp sau đây, việc xác định kích thước của bộ phận chịu áp lực cần phải được xem xét đặc biệt ngoài phạm vi của tiêu chuẩn này:

- Sản phẩm cháy có tính ăn mòn bất thường.
- Sản phẩm cháy có áp suất cao.
- Nước cấp có chất lượng kém.
- Áp suất hoặc nhiệt độ thay đổi thường xuyên hoặc nhanh bất thường

Các bộ phận chịu áp lực và các kết cấu phụ trợ của nồi hơi phải được thiết kế để chịu được tải trọng gió và động đất khi có yêu cầu. Đối với các tải trọng làm gia tăng ứng suất tác động lên tấm, thì cường độ ứng suất tương đương không được vượt quá ứng suất thiết kế ở nhiệt độ thiết kế (xem 2.2.1), ngoại trừ các trường hợp được phép trong Bảng 4. Tải trọng gió và tải trọng động đất phải được xác định theo các tiêu chuẩn tương ứng.

CHÚ THÍCH: Xem TCVN 8366 để có thêm thông tin về các tải trọng gió, tuyết và động đất.

**Bảng 4 – Giới hạn cường độ ứng suất tác động lên tấm  
đối với các tổ hợp tải trọng khác nhau**

Điều kiện	Tổ hợp tải trọng	Giới hạn cường độ ứng suất lên tấm ( $k_f$ )	Cơ sở của giới hạn ứng suất tính toán
Thiết kế	A Áp suất thiết kế, trọng lượng của bản thân thiết bị, trọng lượng của môi chất chứa trong thiết bị, tải trọng gây ra bởi bất kỳ thiết bị cơ khí nào và tải trọng do các cấu kiện gắn bên ngoài	$1.0f$	Căn cứ vào chiều dày kim loại trừ phần dự phòng do ăn mòn tại nhiệt độ thiết kế của kim loại
	B Điều kiện A trên đây cộng với tải trọng gió	$1.2f$	Căn cứ vào chiều dày kim loại trừ phần dự phòng do ăn mòn tại nhiệt độ thiết kế của kim loại
	C Điều kiện A trên đây cộng với tải trọng động đất CHÚ THÍCH: Cần xem xét tình trạng mất ổn định hoặc mất cân bằng kết cấu.	$1.2f$	Căn cứ vào chiều dày kim loại trừ phần dự phòng do ăn mòn tại nhiệt độ thiết kế của kim loại
CHÚ THÍCH:			
$f$ là ứng suất thiết kế tại nhiệt độ thiết kế, xác định theo 2.2.1			
$k_f$ là hệ số tải trọng			

## TCVN 12728:2019

Mỗi bộ phận nồi hơi phải được thiết kế để đáp ứng những điều kiện khắc nghiệt nhất về áp suất và nhiệt độ kim loại dự kiến khi hoạt động bình thường, không bao gồm áp suất vượt quá xảy ra trong quá trình thử thủy lực hoặc trong quá trình vận hành các thiết bị xả áp. Điều kiện khắc nghiệt nhất về thông số áp suất và nhiệt độ phải được sử dụng để tính toán chiều dày lớn nhất của bộ phận được khảo sát.

Đối với nồi đun nước nóng, phải thỏa mãn các điều kiện sau:

- các van trên đường nước được bố trí bảo đảm có thể xả hết không khí trong thân nồi hoặc các đường ống chứa nước;
- độ chênh lệch giữa nhiệt độ nước đầu ra và nhiệt độ nước hồi về tại đầu vào không được vượt quá 25 °C đối với nồi ống lửa, 50 °C đối với nồi ống nước tuần hoàn tự nhiên và 80 °C đối với nồi ống nước tuần hoàn cưỡng bức.

Ngoài ra, các bộ phận chịu áp lực cũng có thể được tính toán thiết kế bằng cách sử dụng các phương pháp phân tích ứng suất bằng toán học như lý thuyết đàn hồi tuyến tính hoặc phân tích phần tử hữu hạn (FEA) như mô tả trong Tiêu chuẩn TCVN 8366.

### 3.2 Thân hình trụ, bao hơi, bao nước và ống góp chịu áp suất trong

#### 3.2.1 Chiều dày thân

Chiều dày nhỏ nhất của thân hình trụ được xác định theo công thức sau:

$$t = \frac{\rho D}{2f\eta - \rho} + C \quad \dots \quad (7)$$

trong đó:

- $t$  là chiều dày nhỏ nhất của thân, tính theo milimét (xem 3.2.2);
- $\rho$  là áp suất tính toán, tính theo megapascal;
- $D$  là đường kính trong của thân, tính theo milimét;
- $f$  là ứng suất thiết kế ở nhiệt độ thiết kế, tính theo megapascal (xem 2.2);
- $\eta$  là hệ số làm yếu do khoét lỗ nhỏ nhất của dây lỗ theo phương dọc trục, phương chéo và theo chu vi như xác định trong 3.2.4, 3.2.5 và 3.2.6, hoặc hệ số bền mối hàn (xem Bảng 1);
- $C$  là trị số bổ sung do ăn mòn, được lấy bằng 0,75 mm, trừ khi các bên có liên quan thỏa thuận một trị số cao hơn khi tính đến các điều kiện bất lợi khác.

Đối với các điều kiện không chịu rão, khi chiều dày được tính theo công thức (7) vượt quá 0,25 lần đường kính trong, thì chiều dày cũng được xác định theo công thức dưới đây và so sánh với chiều dày được xác định theo công thức (7).

$$\eta = \frac{D}{2} \left[ \sqrt{\frac{1,5f\eta + \rho(1-\eta)}{1,5f\eta - \rho(1-\eta)}} - 1 \right] + C \quad \dots \quad (8)$$

Chiều dày cần thiết không được nhỏ hơn giá trị lớn nhất giữa hai chiều dày được tính theo công thức (7) và (8).

Đối với các điều kiện chịu rão, khi chiều dày tính toán vượt quá 0,5 lần đường kính trong, thì chiều dày phải được thỏa thuận của các bên có liên quan.

### 3.2.2 Chiều dày nhỏ nhất

Mặc dù chiều dày được tính toán theo công thức (7) hoặc (8), nhưng chiều dày  $t$  phải thỏa mãn các điều kiện sau:

- a) đối với các tấm không khoan lỗ – chiều dày không nhỏ hơn 6 mm;
- b) đối với các tấm khoan lỗ cắm ống –
  - i) chiều dày phải đảm bảo cho phép chịu được ứng suất uốn gây ra bởi các lực được xác định trong 3.2.7; hoặc
  - ii) khi đầu ống không vuông góc với tấm khoan lỗ cắm ống, phải có cổ nối hoặc mặt tựa vuông góc với trục ống. Mặt tựa phải có chiều sâu ít nhất là 12 mm được đo bằng khoảng cách giữa hai mặt phẳng vuông góc với trục ống tại lỗ khoan.

CHÚ THÍCH: Nếu ống lệch không quá  $10^\circ$  so với đường vuông góc với tấm, chiều sâu mặt tựa có thể giảm xuống nhưng không nhỏ hơn 10 mm.

### 3.2.3 Nồi hơi ống lùa và các nồi hơi khác

#### 3.2.3.1 Chiều dày tấm

Đối với các nồi hơi được thiết kế có hệ số bền mối hàn lớn hơn 0,8 và có các tấm đáy được lắp chặt vào trong thân (như mô tả trên Hình 37 a) và b)), thì chiều dày của thân trong khoảng cách 250 mm tính từ tấm đáy phải lớn hơn chiều dày  $t$  tính theo công thức (7) và  $t_1$  tính theo công thức (9).

$$t_1 = t_{cs} + C \quad \dots (9)$$

trong đó  $t_{cs} = \frac{pD}{2fX - p} \quad \dots (10)$

$X$  là hệ số được chọn theo bảng sau

Tỷ số $t_{cp} / t_{cs}$	$X$
$\leq 1,0$	1,0
$\geq 1,4$	0,8

$t_{cp}$  là chiều dày của tấm đáy tại vị trí hàn nối với thân.

Đối với các giá trị trung gian của  $t_{cp} / t_{cs}$ , các giá trị của  $X$  được xác định bằng nội suy tuyến tính.

## TCVN 12728:2019

### 3.2.3.2 Chiều dày tấm của các nồi hơi đốt phía ngoài

Khi tấm thân của nồi hơi đốt phía ngoài được tiếp xúc trực tiếp với nhiệt bức xạ từ ngọn lửa hoặc từ buồng đốt thì áp suất thiết kế không được vượt quá 1,75 MPa, ứng suất thiết kế sử dụng trong các công thức nêu trong 3.2.1 phải được giảm đi 10% và chiều dày tấm thân không được vượt quá 22 mm.

### 3.2.4 Hệ số làm yếu do khoét lỗ theo phương dọc trục

#### 3.2.4.1 Các lỗ theo phương dọc trục

Khi các lỗ lắp ống được khoan trên thân trụ theo một đường hoặc các đường song song với trục của thân thì hệ số làm yếu do khoét lỗ  $\eta$  phải được xác định bằng các phương pháp nêu trong 3.2.4.2 đến 3.2.4.4.

#### 3.2.4.2 Khoan cách đều

Khi khoảng cách giữa tâm của các lỗ lắp ống liền kề bằng nhau:

$$\eta = \frac{s - d}{s} \quad \dots (11)$$

trong đó

$s$  là bước lỗ lắp ống, tính theo milimét;

$d$  là đường kính trung bình hiệu dụng của các lỗ lắp ống, có tính đến tất cả các rãnh khía, doa miệng, cắt rãnh và tác dụng gia cường của các đoạn ống cụt, tính theo milimét (xem 3.2.4.4).

Xem thêm 3.2.11.

#### 3.2.4.3 Khoan không đều

Khi khoảng cách giữa tâm của các lỗ lắp ống liền kề không bằng nhau (xem Hình 7) –

$$\eta = \frac{s_1 + s_2 - 2d}{s_1 + s_2} \quad \dots (12)$$

trong đó

$s_1$  là bước ngắn hơn trong hai bước liền kề nhau, tính theo milimét;

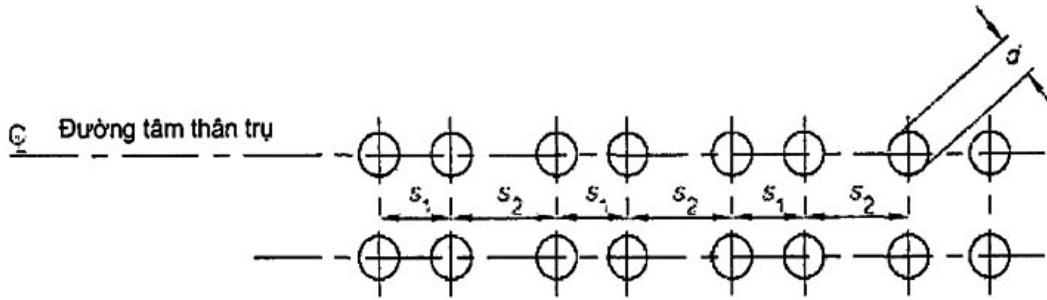
$s_2$  là bước dài hơn trong hai bước liền kề nhau, tính theo milimét.

$d$  là đường kính trung bình hiệu dụng của các lỗ lắp ống, có tính đến tất cả các rãnh khía, doa miệng, cắt rãnh và tác dụng gia cường của các đoạn ống cụt, tính theo milimét (xem 3.2.4.4).

Xem thêm 3.2.11.1.

#### 3.2.4.4 Khoan không đều

Khi áp dụng công thức (12), bước kép ( $s_1 + s_2$ ) được lựa chọn phải bảo đảm sao cho  $\eta$  là nhỏ nhất và trong mọi trường hợp không được lấy  $s_2$  lớn hơn hai lần  $s_1$ .



Hình 7 – Khoan không đều

### 3.2.4.5 Ống được gia cường

Khi bao hơi, bao nước hoặc ống góp được khoan và hàn các đoạn ống cắt gia cường thẳng hàng hoặc so le nhau thì đường kính hiệu dụng của các lỗ khoan phải được lấy như sau

$$d_e = d_a - \frac{A}{t} \quad \dots (13)$$

trong đó

$d_e$  là đường kính hiệu dụng của lỗ, tính theo milimét;

$d_a$  là đường kính thực của lỗ, tính theo milimét;

$A$  là phần diện tích được gia cường bởi mỗi ống cắt và chân mối hàn góc, tính theo milimét vuông;

$t$  là chiều dày nhỏ nhất của thân, tính theo milimét (xem 3.2.2).

Diện tích gia cường  $A$  phải được đo trên mặt phẳng đi qua trục của đoạn ống cắt và song song với đường trục dọc của bao hơi, bao nước hoặc ống góp và phải được xác định như sau [xem Hình 8a)]:

- diện tích phần tiết diện của đoạn ống cắt vượt trên chiều dày cần thiết của ống tính theo công thức (59) hoặc công thức (60), không tính đến quy định về chiều dày nhỏ nhất theo Bảng 5, giới hạn từ mặt trong của thân đến khoảng cách  $h$  tính từ mặt ngoài của thân (xem chú thích).
- cộng thêm diện tích tiết diện của đoạn ống cắt nhô vào bên trong của thân, cách mặt trong của thân một khoảng  $h$ , được tính như sau:

$$h = \sqrt{(d_a t_a)}, \text{ tính theo milimét; } \quad \dots (14)$$

trong đó

$t_a$  là chiều dày thực của đoạn ống cắt, tính theo milimét;

$d_a$  là đường kính thực của lỗ, tính theo milimét.

- cộng thêm diện tích tiết diện của các mối hàn góc bên trong và bên ngoài thân.

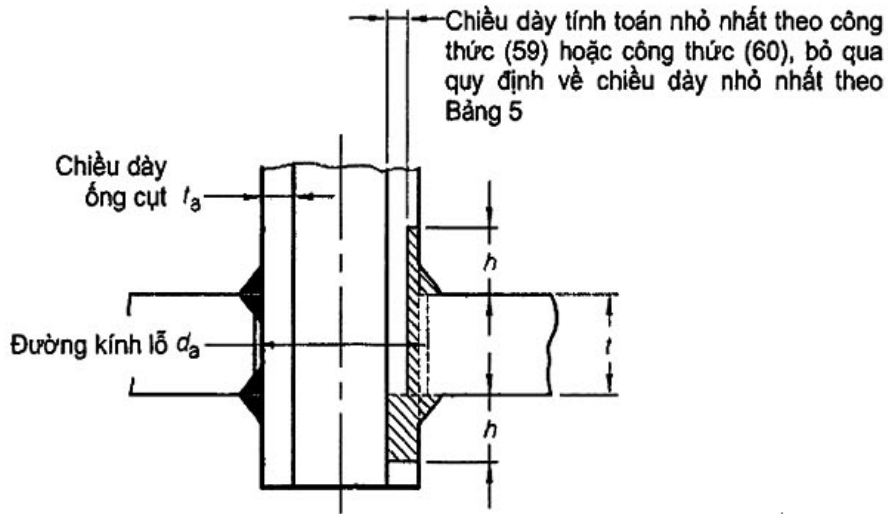
CHÚ THÍCH: Đối với đoạn ống cắt được lắp không xuyên qua thân [xem Hình 8 b)] thì phần gia cường chỉ giới hạn từ mặt ngoài của thân.

**TCVN 12728:2019**

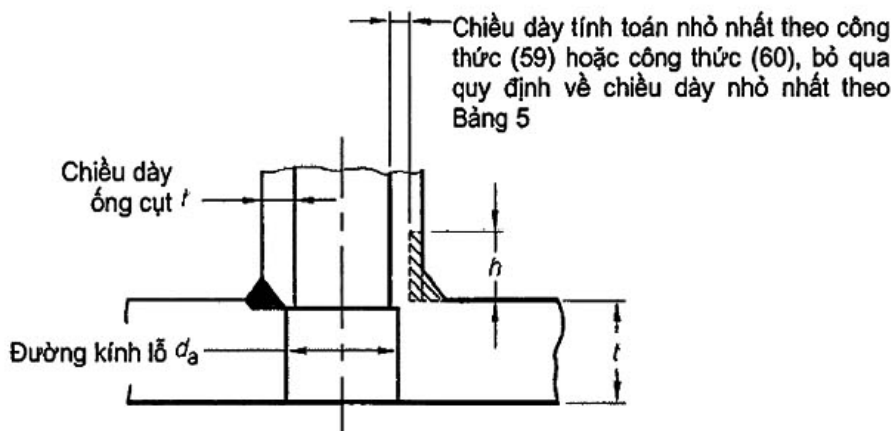
Khi vật liệu của ống cụt có ứng suất thiết kế thấp hơn ứng suất thiết kế của thân thì diện tích tiết diện gia cường của ống cụt phải nhân với tỷ số:

$$\frac{\text{Ứng suất thiết kế của ống cụt ở nhiệt độ thiết kế}}{\text{Ứng suất thiết kế của thân ở nhiệt độ thiết kế}}$$

Không tính ứng suất bổ sung khi vật liệu ống cụt có ứng suất thiết kế cao hơn ứng suất thiết kế của vật liệu thân.



**(a) Đoạn ống cụt lắp xuyên qua thân**



**(b) Đoạn ống cụt lắp không xuyên qua thân**

CHÚ THÍCH: Diện tích A bằng 2 lần diện tích được thể hiện bằng phần gạch chéo đánh dấu mặt cắt

**Hình 8 – Gia cường của đoạn ống cụt hàn vào thân**

### 3.2.5 Hệ số làm yếu tương đương đối với các lỗ khoan trên phương chéo

#### 3.2.5.1 Bố trí cách đều

Khi các lỗ lắp ống được bố trí theo một đường xiên so với trục dọc như thể hiện trên Hình 9, hoặc được bố trí theo dạng răng cưa cách đều như thể hiện trên Hình 10 thì hệ số làm yếu do khoét lỗ  $\eta$  áp dụng trong công thức (7) và (8) phải được xác định từ đồ thị trong Hình 12 với tỷ số  $b/a$  là giá trị theo trục hoành và tỷ số  $(2a - d)/2a$  hoặc  $d/a$  là các tham số của các đường đồ thị.

trong đó:

$a, b$  được đo (bám theo mặt tấm) như biểu diễn trên Hình 9 và Hình 10;

$d$  là đường kính trung bình hiệu dụng của các lỗ lắp ống, có tính đến tất cả các rãnh khía, doa miệng, cắt rãnh và tác dụng gia cường của các đoạn ống cụt, tính theo milimét (xem 3.2.4.4).

Xem 3.2.12.1.

CHÚ THÍCH: Các dữ liệu trên Hình 12 dựa trên cơ sở sau:

$$\eta = \frac{2}{A+B+\left[(A-B)^2 + 4C^2\right]^{1/2}}$$

trong đó:

$$A = \frac{\cos^2 \alpha + 1}{2\left(1 - \frac{d \cos \alpha}{a}\right)}$$

$$B = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{d \cos \alpha}{a}\right)(\sin^2 \alpha + 1)$$

$$C = \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{2\left(1 - \frac{d \cos \alpha}{a}\right)}$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{\left(1 + \frac{b^2}{a^2}\right)^{1/2}}$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{\left(1 + \frac{a^2}{b^2}\right)^{1/2}}$$

$\alpha$  là góc tạo bởi đường tâm trụ với đường xiên bố trí các lỗ.

#### 3.2.5.2 Bố trí so le cách đều

Khi các lỗ lắp ống được bố so le đều như biểu diễn trên Hình 11, giá trị nhỏ nhất của hệ số làm yếu do khoét lỗ  $\eta$  của tất cả các dãy lỗ ống (theo phương dọc, phương ngang và phương xiên) được xác định theo đồ thị trên Hình 13 với tỷ số  $s_c/s_1$  là giá trị theo trục hoành và tỷ số  $(s_1 - d)/s_1$  hoặc  $d/a$  là tham số của các đường đồ thị.

trong đó:

**TCVN 12728:2019**

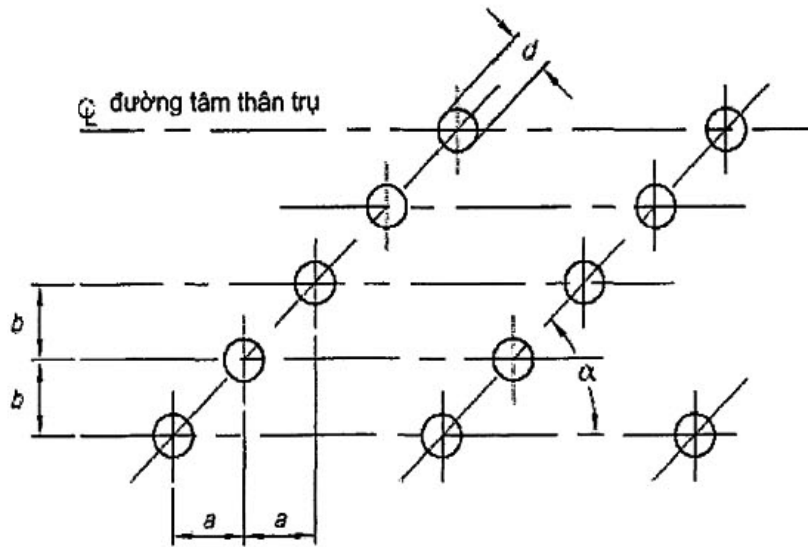
$d$  là đường kính trung bình hiệu dụng của các lỗ lắp ống, có tính đến tất cả các dạng khía rãnh, doa miệng lỗ, cắt rãnh và tác dụng gia cường của các đoạn ống cụt, tính theo milimét (xem 3.2.4.4).;

$s_c = 2b$ , hai lần khoảng cách giữa các hàng lỗ bố trí song song với trục, tính theo milimét;

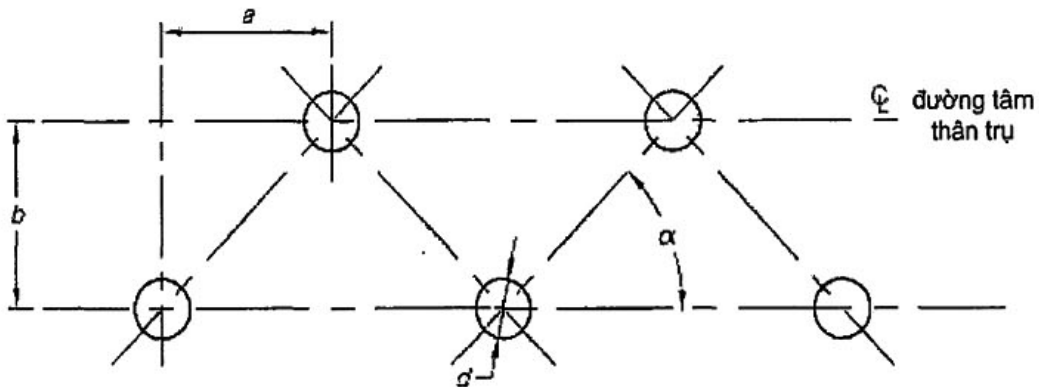
$s_1 = 2a$ , hai lần khoảng cách giữa các hàng lỗ bố trí vuông góc với trục, tính theo milimét.

**3.2.5.3 Bố trí không đều và không theo một đường thẳng**

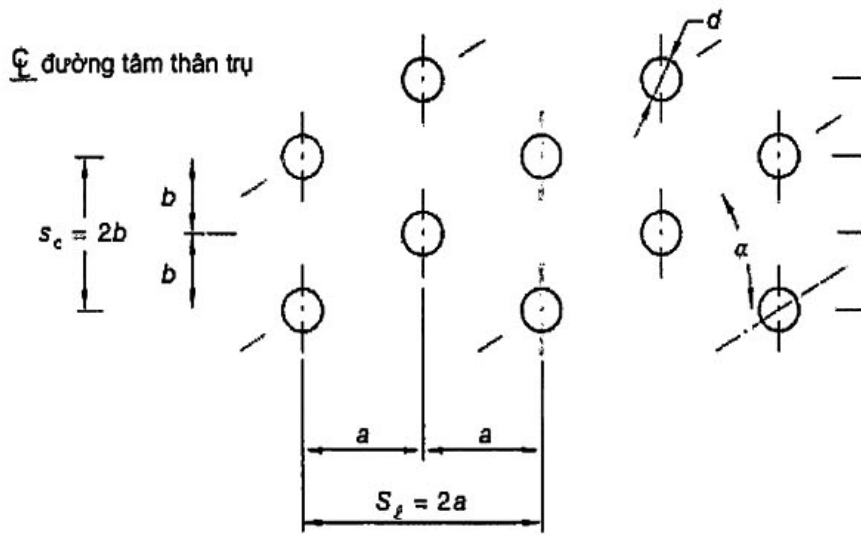
Đối với các lỗ lắp ống được bố trí dọc trên bao hơi, bao nước hoặc ống góp không theo một đường thẳng thì phải áp dụng công thức (12), nhưng phải sử dụng bước rộng dọc trục tương đương của dãy lỗ theo đường xiên. Bước rộng dọc trục tương đương là chiều rộng mà khi áp dụng vào công thức (11) sẽ cho cùng một hệ số làm yếu bằng hệ số làm yếu nhận được khi sử dụng đồ thị Hình 12 đối với dãy lỗ theo đường xiên.



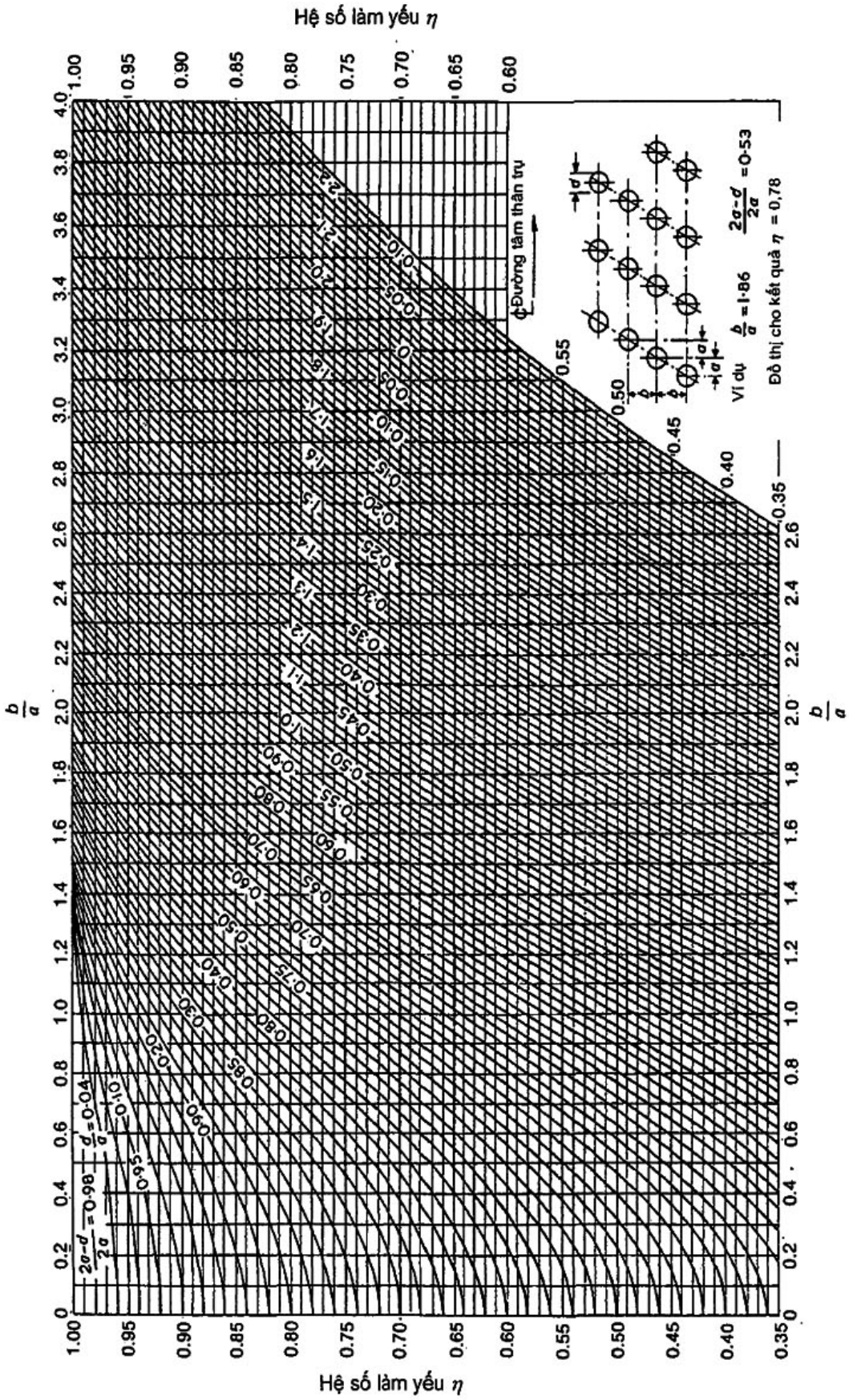
**Hình 9 – Bố trí các lỗ ống theo đường xiên**



**Hình 10 - Bố trí các lỗ theo dạng răng cưa cách đều**



Hình 11 – Bố trí các lỗ ống so le cách đều

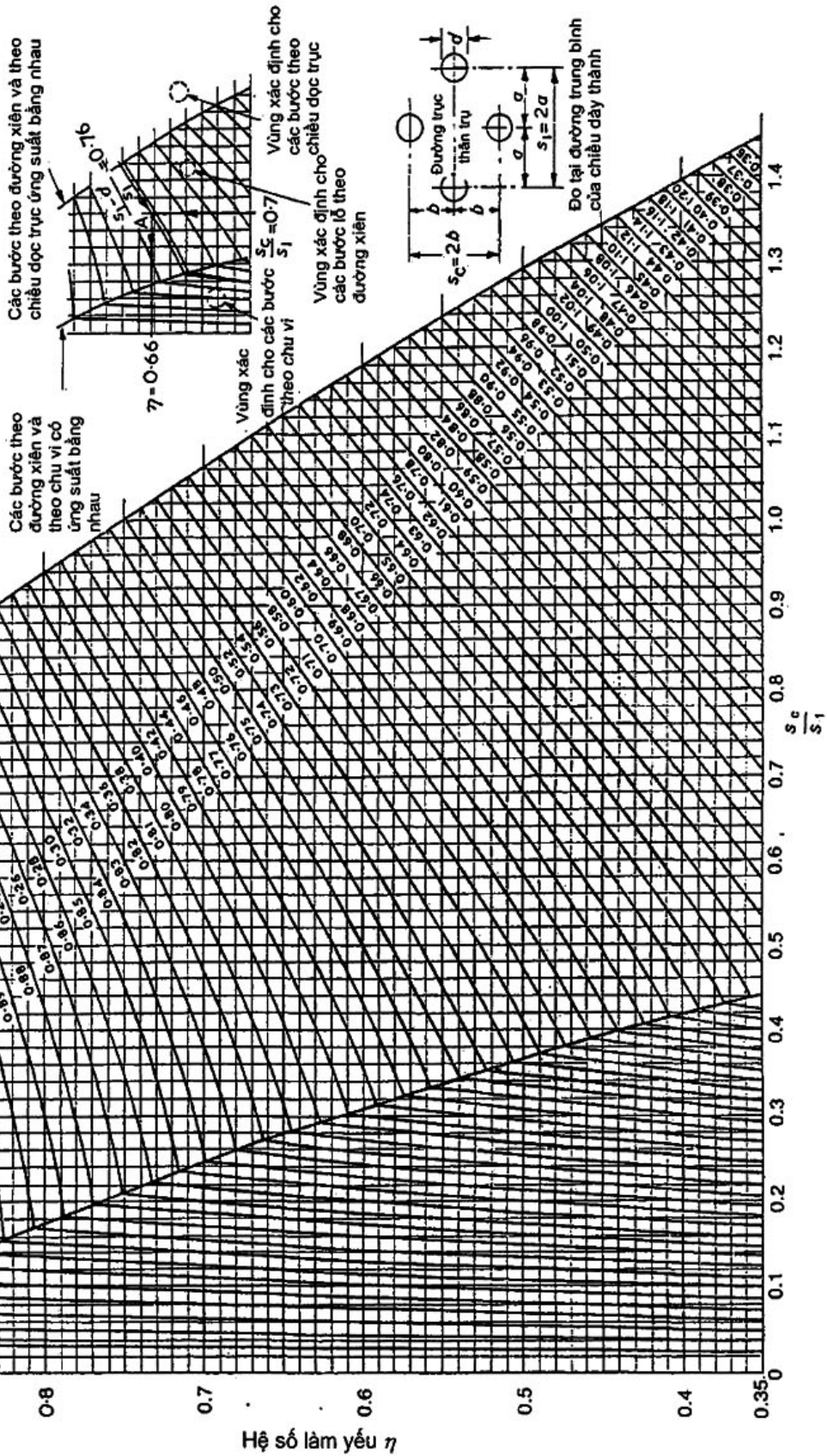


Hình 12 – Hệ số làm yếu của dây lổ bố trí theo đường tròn

Ví dụ về xác định hệ số làm yếu do khuyết lỗ

$$\frac{s_c}{s_1} = 0.7 \quad \frac{s_1 - d}{s_1} = 0.76 \quad \eta = 0.66$$

Khi giao điểm "A" nằm ngoài vùng xác định cho dây lỗ theo đường xiên: nếu giao điểm rơi vào bên trái thì lấy bước ngang (theo chu vi), nếu giao điểm rơi bên phải thì lấy bước theo chiều dọc trục để tính toán.



Hình 13 – Hệ số làm yếu vùng kim loại giữa các lỗ

**3.2.6 Hệ số làm yếu đối với dây lỗ khoan theo chu vi**

Khi ứng suất chịu uốn do trọng lượng có thể bỏ qua (đối với các trường hợp khác, xem 3.2.7) thì hệ số làm yếu của các dây lỗ khoan theo chu vi không được sử dụng để tính toán chiều dày của thân trụ, trừ khi hệ số làm yếu của các dây lỗ khoan theo chu vi được xác định theo các công thức (11) và (12) nhỏ hơn 0,5 lần hệ số làm yếu của các dây lỗ khoan dọc thân.

Khi bước lỗ theo chu vi xác định theo đường kính trung bình (giữa đường kính trong và đường kính ngoài) của bao hơi, bao nước hoặc ống góp, nếu hệ số làm yếu của dây lỗ theo chu vi xác định theo các công thức (11) và (12) nhỏ hơn 0,5 lần hệ số làm yếu của các dây lỗ khoan dọc thân, thì  $\eta$  trong công thức (7), (8) phải được lấy bằng hai lần hệ số làm yếu của dây lỗ khoan theo chu vi.

**3.2.7 Các ứng suất kết hợp trên thân bao hơi, bao nước hoặc ống góp****3.2.7.1 Yêu cầu chung**

Tuy chiều dày của thân được xác định theo 3.2.1, nhưng vẫn phải thực hiện các tính toán để bảo đảm rằng trong mọi trường hợp ứng suất trung bình do tác dụng kết hợp của áp suất trong, lực gây ra bởi trọng lượng của bao hơi, bao nước hoặc ống góp chứa các môi chất bên trong và tất cả các lực tác động từ bên ngoài không vượt quá ứng suất thiết kế  $f$  (xem 2.2) trên một hàng lỗ khoan theo phương dọc trục, theo chu vi hoặc theo phương xiên.

Ứng suất trung bình trong phần kim loại giữa các lỗ ống trên đường chu vi phải là tổng của các ứng suất dọc trục tính theo 3.2.7.2 đến 3.2.7.5. Ứng suất trung bình trong phần kim loại giữa các lỗ ống trên đường xiên phải được tính theo 3.2.7.6.

**3.2.7.2 Ứng suất pháp tuyến dọc trục lớn nhất**

Ứng suất pháp tuyến dọc trục lớn nhất  $f_d$  do áp suất tác dụng lên đáy bao hơi, bao nước hoặc ống góp được xác định như sau:

$$f_d = \frac{pD^2}{1273A} \quad \dots (15)$$

trong đó

$f_d$  là ứng suất pháp tuyến dọc trục lớn nhất, tính theo megapascal;

$p$  là áp suất tính toán, tính theo megapascal;

$D$  là đường kính trong của bao hơi, bao nước hoặc ống góp, tính theo milimét;

$A$  là diện tích tiết diện làm việc của thân bao hơi, bao nước hoặc ống góp được lấy trên mặt phẳng đi qua các lỗ ống và vuông góc với trục của bao hơi, bao nước hoặc ống góp, tính theo milimét vuông.

CHÚ THÍCH: Khi lỗ trong thân được gia cường toàn bộ hoặc một phần bằng cách hàn ống cụt thì kích thước hiệu dụng của lỗ được xác định theo 3.2.4.5. Các ống cụt được thiết kế theo 3.2.12 có thể được coi là gia cường hoàn toàn.

### 3.2.7.3 Momen uốn tổng hợp

Momen uốn tổng hợp  $M_R$  tại một mặt cắt phải bằng tổng đại số của các momen uốn do sự lệch tâm của áp lực lên đáy  $M_E$  và do các lực tác động từ bên ngoài  $M_W$ , tức là

$$M_R = M_E + M_W$$

Momen uốn do các lực tác động từ bên ngoài  $M_W$  được tính toán bằng cách xem thân như một dầm chịu tác dụng của các ngoại lực, bao gồm cả lực do trọng lượng bản thân của thân và trọng lượng của môi chất chứa bên trong thân ở điều kiện làm việc. Khi tính toán  $M_R$  phải tính đến tất cả các điều kiện bất lợi nhất.

Momen uốn  $M_E$  do sự lệch tâm của áp lực lên đáy, tính theo milinewton mét, được xác định bằng công thức sau:

$$M_E = \frac{pD^2e}{1,273}$$

trong đó

$p$  là áp suất tính toán, tính theo megapascal;

$D$  là đường kính trong của bao hơi, bao nước hoặc ống góp, tính theo milimét;

$e$  là độ lệch tâm của tiết diện làm việc, nghĩa là khoảng cách từ đường trung hòa của tiết diện làm việc qua các lỗ ống tới đường tâm của thân, tính theo milimét.

### 3.2.7.4 Ứng suất uốn

Ứng suất chịu uốn được xác định theo công thức sau:

$$f_b = \frac{M_R y}{I_A} \quad \dots (16)$$

trong đó

$f_b$  là ứng suất do uốn, tính theo megapascal;

$M_R$  là momen uốn tổng hợp, tính theo milinewton mét (xem 3.2.7.3);

$y$  là khoảng cách từ đường trung hòa của tiết diện làm việc tới thớ biên của thân, tính theo milimét;

$I_A$  là momen quán tính của tiết diện làm việc qua các lỗ ống được lấy đối với đường trung hòa của tiết diện này, tính theo milimét lũy thừa bốn.

Xem thêm 3.2.7.5.

Khi ống cụt hàn vào thân được thiết kế đảm bảo gia cường hoàn toàn cho lỗ khoét trên thân (nghĩa là khi  $\eta = 1,0$ ) thì tính toán ứng suất uốn dọc trực qua tiết diện này như trường hợp không khoét lỗ. Khi ống cụt được thiết kế chỉ đảm bảo gia cường một phần cho lỗ khoét trên thân thì momen quán tính của

## TCVN 12728:2019

tiết diện phải được tính toán với giả thiết rằng kích thước của lỗ khoét được giảm đi bởi phần gia cường mà ống cụt mang lại (xem 3.2.4.5).

### 3.2.7.5 Ứng suất dọc trục trong các bao hơi, bao nước được treo hoặc đỡ

Trong tính toán ứng suất dọc trục trong bao hơi, bao nước được đỡ bằng chân đế hoặc được treo bằng vòng treo và khi bao hơi, bao nước được nối với nhau bằng chùm ống (được bố trí để tạo thành hệ chống hoặc hệ giằng vững chắc giữa bao hơi và bao nước) thì giá trị của momen quán tính  $I_A$  dùng trong 3.2.7.4 có thể tính tăng lên do bao hơi, bao nước đã được chống đỡ, như sau:

$I_A$  bằng momen quán tính  $I_b$  của bao hơi/bao nước được chống đỡ cộng với phần tương ứng với tỷ lệ  $S$  của momen quán tính  $I_c$  của bao nước/bao hơi kia, tính theo milimét lũy thừa bốn.

trong đó:

$$S = 1 - \frac{\alpha^2}{240} \quad \dots (17)$$

$\alpha$  là góc giữa đường thẳng đứng và đường nối tâm của bao hơi và bao nước, tính theo độ.

Khi  $\alpha \geq 15,5^\circ$ ,  $S$  được lấy bằng 0.

Trong mọi trường hợp giá trị thực của  $I_A$  sử dụng trong công thức (16) không được lấy lớn hơn 1,33 lần momen quán tính  $I_b$  của bao hơi, bao nước được đỡ.

CHÚ THÍCH: "Chùm ống" có nghĩa là bốn hàng ống trở lên được bố trí trên chiều dài tối thiểu là 75% khoảng cách giữa các điểm đỡ của bao hơi, bao nước và có bước dọc không lớn hơn bốn lần đường kính ống.

### 3.2.7.6 Ứng suất tổng hợp

Khi các ứng suất uốn được tạo ra bởi trọng lượng, do các ngoại lực và do sự lệch tâm của áp lực lên đáy không thể bỏ qua, thì ứng suất trên các dây lổ nằm trên một đường tạo thành góc  $\alpha$  với trục dọc của bao hơi, bao nước được xác định như sau:

$$\delta_1 = \rho \frac{D + (t - C)}{2(t - C)} \quad \dots (18)$$

trong đó

$\delta_1$  là ứng suất theo chu vi trên toàn bộ diện tích của mặt cắt dọc, tính theo megapascal;

$D$  là đường kính trong, tính theo milimét;

và các ký hiệu khác có cùng ý nghĩa như trong công thức (7), (8).

$$\delta_2 = \eta_e (f_d + f_b) \quad \dots (19)$$

trong đó

$\delta_2$  là ứng suất dọc trên toàn bộ diện tích của mặt cắt theo chu vi, tính theo megapascal;

$f_d$  là ứng suất do áp lực lên đáy (xem công thức (15)), tính theo megapascal;

$f_b$  là ứng suất do do sự lệch tâm của áp lực lên đáy được cộng đại số với ứng suất uốn do các ngoại lực (bao gồm cả lực do trọng lượng bản thân của bao hơi, bao nước) được xác định theo công thức (16) với  $y$  là khoảng cách từ đường trung hoà của mặt cắt ngang làm việc đến điểm giữa của dây ống nghiêng, tính theo megapascal

$\eta_2$  là hệ số làm yếu của dây ống trên mặt cắt theo chu vi tại điểm chịu tác động của  $f_d$  và  $f_b$ .

Đồng thời:

a) Khi dây lổ được khảo sát gồm các ống có kích thước bằng nhau ( $d$ ), thì hệ số làm yếu thực của dây ống trên đường xiên được xác định như sau:

$$\eta_3 = 1 - \frac{d \cos \alpha}{a} \quad \dots (20)$$

trong đó các ký hiệu được minh họa trên Hình 14.

b) Khi các lỗ có kích thước không bằng nhau, hệ số làm yếu của dây ống trên đường xiên được xác định như sau:

$$\eta_3 = 1 - \frac{(d_1 + d_2) \cos \alpha}{2a} \quad \dots (21)$$

trong đó các ký hiệu được minh họa trên Hình 14.

c) Ứng suất pháp tuyến trung bình trên dây ống:

$$A_1 = \frac{1}{\eta_3} \left[ \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} + \frac{(\sigma_1 - \sigma_2) \cos 2\alpha}{2} \right] \quad \dots (22)$$

d) Ứng suất ngang trung bình trên dải ống:

$$B_3 = \eta_3 \left[ \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} - \frac{(\sigma_1 - \sigma_2) \cos 2\alpha}{2} \right] \quad \dots (23)$$

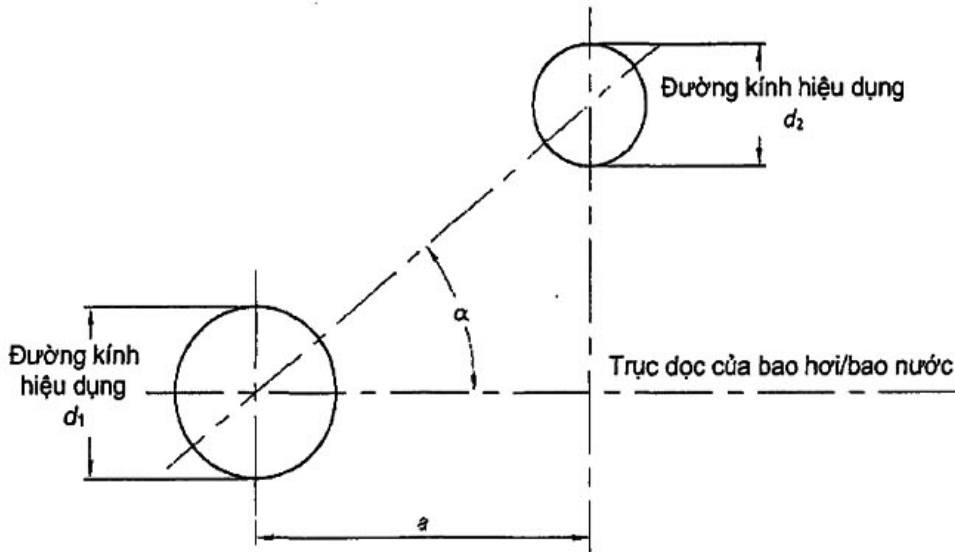
e) Ứng suất cắt trung bình trên dây ống:

$$C_1 = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2) \sin 2\alpha}{2\eta_3} \quad \dots (24)$$

f) Ứng suất tổng hợp  $f$ , tính theo megapascal, trên dây ống:

$$f = \frac{1}{2} \left\{ A_1 + B_1 + \left[ (A_1 - B_1)^2 + 4C_1^2 \right]^{1/2} \right\} \quad \dots (25)$$

và ứng suất này không được vượt quá ứng suất thiết kế được xác định trong 2.2.



Hình 14 – Xác định hệ số làm yếu của dây ống trên đường chéo

### 3.2.8 Ứng suất do các cơ cấu đỡ của bao hơi, bao nước

Khi các bao hơi, bao nước có đường kính lớn nhưng chiều dày tương đối mỏng chịu tác dụng của các lực lớn trên chân đế hoặc quang treo thì cần sử dụng công thức (26) làm định hướng đánh giá có cần thiết tính toán chính xác để xác định các ứng suất cục bộ hay không:

$$f \geq 0,78 \left( \frac{W}{St} \right) \left( \frac{D_m}{2t} \right)^{1/2} \quad \dots (26)$$

trong đó

$D_m$  là đường kính trung bình của thân bao hơi, bao nước, tính theo milimét;

$t$  là chiều dày thân bao hơi, bao nước, tính theo milimét;

$W$  là lực tác dụng lên chân đế hoặc quang treo, tính theo newton;

$S$  là giá trị nhỏ hơn giữa chiều dài dây cung ngang của cung tiếp xúc với chân đế hoặc quang treo và trị số  $0,78 (D_m + t)$ , tính theo milimét;

$f$  là ứng suất thiết kế tại nhiệt độ thiết kế, tính theo megapascal.

Khi áp dụng công thức này, nếu ứng suất thiết kế bị vượt quá (khi kết quả tính về phải  $> f$ ), thì cần tham khảo các tính toán chính xác hơn theo các tiêu chuẩn liên quan (như Tiêu chuẩn PD 5500).

### 3.2.9 Các ứng suất khác của bao hơi, bao nước

Ngoài các yêu cầu trong 3.2.1, 3.2.7 và 3.2.8, phải khảo sát tất cả các lực khác tác dụng lên bao hơi, bao nước.

### 3.2.10 Các lỗ khoét trên thân trụ

#### 3.2.10.1 Quy định chung

Các yêu cầu trong 3.2.10 này áp dụng cho các lỗ khoét và các phần gia cường của các lỗ khoét trên thân trụ. Các yêu cầu này dựa trên cơ sở sự gia tăng ứng suất do sự xuất hiện của một lỗ khoét trong một tiết diện đối xứng khác, và phản ánh kinh nghiệm với các bình chịu áp lực được thiết kế với các hệ số an toàn 4 và 5 áp dụng cho độ bền kéo của vật liệu chế tạo thân. Tuy nhiên các hệ số an toàn đó có thể được xem là thận trọng đối với tiêu chuẩn này. Các tải trọng bên ngoài như tải trọng do giãn nở nhiệt hoặc do trọng lượng của đường ống kết nối không được đánh giá ở đây. Các yếu tố này cần được chú ý trong các thiết kế có yêu cầu đặc biệt hoặc trong các điều kiện chịu tải theo chu kỳ.

#### 3.2.10.2 Hình dạng của lỗ khoét

Lỗ khoét tốt nhất là hình tròn, nhưng cũng có thể là elip hoặc hình đáy cong (tức là hình được tạo bởi 2 cạnh song song và 2 đầu là bán nguyệt)

Lỗ khoét để lắp ống hoặc ống cụt hình tròn có trục không vuông góc với thân hoặc đáy, thì khi thiết kế có thể xem như lỗ khoét dạng elip.

#### 3.2.10.3 Kích cỡ của lỗ khoét

Các lỗ khoét trên thân trụ được gia cường phù hợp không hạn chế về kích cỡ. Tuy nhiên, các tính toán về gia cường lỗ khoét theo tiêu chuẩn này áp dụng cho các giới hạn lỗ khoét sau đây:

- Đối với thân trụ có đường kính trong  $\leq 1500$  mm: lỗ khoét lớn nhất bằng  $1/2$  đường kính của thân trụ nhưng không vượt quá 500 mm.
- Đối với thân trụ có đường kính trong  $> 1500$  mm: lỗ khoét lớn nhất bằng  $1/3$  đường kính của thân trụ nhưng không vượt quá 1000 mm.

Trường hợp cần thiết khoét lỗ lớn hơn thì cần phải thiết kế gia cường lỗ khoét bằng các phương pháp phù hợp khác, nhưng ít nhất phải đảm bảo tuân thủ tiêu chuẩn này. Phần kim loại gia cường cần phải được phân bổ gần vị trí giao cắt (cần phân bổ khoảng  $2/3$  lượng gia cường trong khoảng cách  $0,25d$  tính từ mỗi phía của mép lỗ khoét hoàn thiện). Ngoài ra, cần áp dụng các biện pháp đặc biệt khi chế tạo và kiểm tra các lỗ khoét vượt quá giới hạn như: gia cường có thể thực hiện bằng cách sử dụng một đoạn thân dày hơn hoặc gia tăng chiều dày cục bộ tại khu vực xung quanh lỗ khoét; mối hàn có thể được mài tạo thành viền lồi và các góc bên trong của lỗ khoét được vẽ tròn với bán kính thích hợp để giảm tập trung ứng suất. Trường hợp không thể thực hiện kiểm tra mối hàn bằng phương pháp chiếu tia X thì có thể sử dụng phương pháp kiểm tra bằng thăm thấu hoặc kiểm tra bằng hạt từ.

Mức độ áp dụng các biện pháp trên đây tùy thuộc vào từng ứng dụng cụ thể và điều kiện làm việc dự kiến. Cần thực hiện thử nghiệm kiểm chứng thích hợp khi lỗ khoét rất lớn, có thể đạt tới giá trị bằng đường kính thân, lỗ khoét có hình dạng bất thường, và các trường hợp tương tự khác.

**3.2.10.4 Vị trí của các lỗ**

Lỗ khoét phải bố trí cách những điểm không liên tục về cấu trúc, ví dụ như các kết cấu đỡ, một khoảng cách ít nhất bằng ba lần chiều dày thân hoặc đáy, trừ khi thiết kế của các lỗ khoét được chứng minh là thỏa đáng.

**3.2.10.5 Phương vị của các lỗ không tròn**

Các lỗ không tròn cần được bố trí sao cho trục ngắn nằm trên cùng mặt phẳng với trục dọc của thân.

**3.2.10.6 Lỗ khoét nằm trên mối hàn hoặc nằm cạnh mối hàn**

Lỗ khoét nằm trên mối hàn hoặc nằm cạnh mối hàn phải thỏa mãn những yêu cầu sau:

- a) Lỗ khoét được gia cường hoàn toàn theo 3.2.12 có thể được bố trí trên mối hàn;
- b) Lỗ khoét không được gia cường (xem 3.2.11) có thể được bố trí trên mối nối hàn giáp mép, với điều kiện là các lỗ được gia công nguội cơ khí và tuân thủ các yêu cầu của 3.2.12 hoặc 3.2.13, hoặc các mối hàn đáp ứng các tiêu chuẩn chấp nhận đối với mối hàn nồi hơi cấp 1 (được kiểm tra bằng tia X 100%) trên đoạn có chiều dài bằng 3 lần đường kính của lỗ khoét với tâm lỗ khoét nằm giữa đoạn đó. Các khuyết tật đã được loại bỏ hoàn toàn khi gia công cắt gọt lỗ thì không đưa vào xem xét khi đánh giá mức độ chấp nhận của mối hàn.
- c) Khi có nhiều hơn hai lỗ khoét không được gia cường (Xem 3.2.11) cùng nằm trên đường hàn, thì những yêu cầu về hệ số bền mối hàn hay hệ số làm yếu do khoét lỗ phải được thỏa mãn, hoặc lỗ khoét phải được gia cường theo 3.2.12 hoặc 3.2.15.
- d) Các lỗ khoét không được gia cường (xem 3.2.11) trên tấm liền phải bố trí cách mép của mối hàn giáp mép một khoảng cách tối thiểu dưới đây:
  - (i) Đối với tấm có chiều dày đến 38 mm: không nhỏ hơn 13 mm.
  - (ii) Đối với tấm có chiều dày trên 38 mm đến 50mm: không nhỏ hơn chiều dày tấm.
  - (iii) Đối với tấm có chiều dày trên 50mm: không nhỏ hơn 50mm,trừ khi mối hàn sát đó thỏa mãn các yêu cầu của (b) trên đây.
- e) Các lỗ lắp ống bằng cách núc ống có thể được khoan xuyên qua mối hàn sau khi mối hàn đã được kiểm tra 100% bằng chiếu tia X và đã nhiệt luyện sau khi hàn khi có yêu cầu. Trước khi lắp ống, phần bao hơi, bao nước bị khoan lỗ phải tuân thủ các yêu cầu bổ sung sau đây:
  - (i) Trong vùng lân cận của lỗ khoét, mối hàn không được ngậm xỉ hoặc có khuyết tật trên chiều dài lớn hơn  $0.15t$ , với  $t$  là chiều dày của mối hàn, nhưng trong mọi trường hợp chiều dài khuyết tật không được lớn hơn 10 mm. Trong mọi trường hợp không được có khuyết tật xuất hiện trên bề mặt bên trong của lỗ khoét.
  - (ii) Các mối hàn phải được thử bằng từ tính cả hai phía để xác định không có vết nứt.

- f) Trường hợp bao hơi, bao nước và ống góp không được xử lý như quy định trên đây, mép lỗ khoan phải cách mép mỗi hàn một khoảng cách tối thiểu dưới đây:
- (i) Đối với tấm có chiều dày đến 38 mm: không nhỏ hơn 13 mm.
  - (ii) Đối với tấm có chiều dày trên 38 mm đến 50mm: không nhỏ hơn chiều dày tấm.
  - (iii) Đối với tấm có chiều dày trên 50mm: không nhỏ hơn 50mm.

### 3.2.11 Các lỗ khoét không được gia cường

#### 3.2.11.1 Kích thước của lỗ khoét

Các lỗ khoét lắp ống được bố trí theo kiểu dẫy nhất định phải được thiết kế phù hợp với các quy tắc đối với dẫy ống (3.2.4, 3.2.5 và 3.2.6), với điều kiện đường kính của lỗ khoét lớn nhất trong nhóm không vượt quá giá trị cho phép theo các công thức sau.

Đường kính lớn nhất của mọi lỗ khoét không được gia cường phải xác định theo công thức sau:

$$d = 8,08 \{(1 - K) D_o\}^{1/3} \quad \dots (27)$$

trong đó

$d$  là đường kính của lỗ khoét đối với các lỗ tròn, tính theo milimét, hoặc là trị số trung bình của trục dài và trục ngắn đối với các lỗ elip hoặc hình đáy cong, tính theo milimét;

$D_o$  là đường kính ngoài danh nghĩa của thân, tính theo milimét;

$t$  là chiều dày thực của thân trừ đi phần bổ sung cho ăn mòn, tính theo milimét.

$K$  là hệ số được xác định bởi công thức

$$K = \frac{pD_o}{1,82ft} \text{ (nhưng không vượt quá 0,99)} \quad \dots (28)$$

trong đó

$p$  là áp suất tính toán, tính theo megapascal;

$f$  là ứng suất thiết kế, tính theo megapascal.

Đối với các lỗ hình elip hoặc hình đáy cong,  $d$  phải lấy bằng trị số trung bình của trục dài và trục ngắn.

Không có lỗ khoét nào thiết kế theo phương pháp này được phép có đường kính vượt quá 200 mm.

Các lỗ khoét lớn hơn giá trị cho phép trong điều này phải được gia cường phù hợp với 3.2.12.

#### 3.2.11.2 Nhiều lỗ khoét

Khi hai lỗ không được gia cường bố trí trên thân trụ thì chiều rộng của phần kim loại còn lại (sau khi khoét) giữa hai lỗ liền kề bất kỳ ít nhất phải bằng đường kính của lỗ khoét lớn hơn..

Khi trên thân trụ có nhiều hơn hai lỗ không được gia cường thì hệ số làm yếu của dẫy lỗ phải tuân thủ các yêu cầu của 3.2.4.

## TCVN 12728:2019

### 3.2.12 Gia cường các lỗ khoét biệt lập trên thân

#### 3.2.12.1 Quy định chung

Các yêu cầu trong 3.2.12 này áp dụng cho tất cả các lỗ khoét, trừ các lỗ nhỏ được quy định trong 3.2.11.

Phần gia cường phải được tính toán đầy đủ về lượng bù và cách phân bổ sao cho các yêu cầu về diện tích cần gia cường được thỏa mãn trên tất cả các mặt phẳng đi qua tâm của lỗ khoét và vuông góc với bề mặt của thân. Đối với lỗ khoét hình tròn, mặt phẳng chứa trục của thân là mặt phẳng chịu tải trọng lớn nhất do áp lực gây ra. Đối với lỗ khoét biệt lập, ít nhất là một nửa phần gia cường cần thiết phải được bố trí đủ trên mỗi phía của đường tâm lỗ khoét.

Gia cường có thể được thực hiện bằng cách gia tăng chiều dày của thân hoặc đáy gần kề lỗ khoét, gia tăng chiều dày của ống cụt, hoặc các phụ kiện ống đặc biệt có chiều dày gia tăng, các vành hoặc tấm gia cường xung quanh lỗ khoét ở bên trong hoặc bên ngoài thân, hoặc bằng các đai có thiết kế đặc biệt. Khi toàn bộ hoặc một phần gia cường được thực hiện bằng cách bổ sung các miếng tấp trên thân thì chiều dày của các miếng tấp không được vượt quá chiều dày của thân, và trong mọi trường hợp không vượt quá 40 mm.

CHÚ THÍCH: Phần gia cường bố trí càng gần lỗ khoét càng hiệu quả và sự tập trung ứng suất được giảm tại vị trí mà phần gia cường bên trong và bên ngoài thân xấp xỉ như nhau.

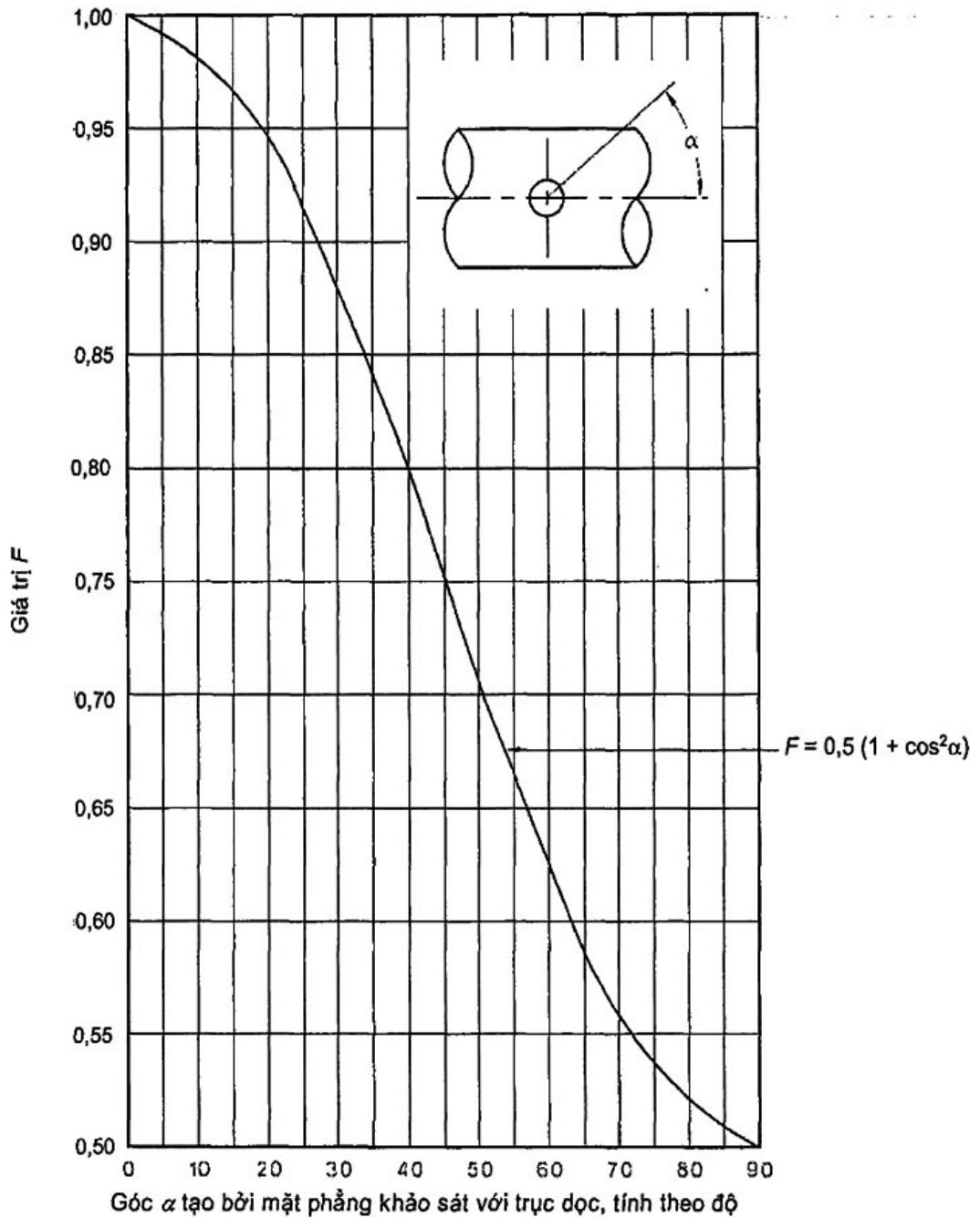
#### 3.2.12.2 Diện tích gia cường cần thiết trên thân

Tổng diện tích tiết diện của phần gia cường  $A$ , tính theo milimét vuông, cần thiết trên bất kỳ mặt phẳng nào của thân chịu áp suất trong không được nhỏ hơn:

$$A = dTF \quad \dots (29)$$

trong đó

- $d$  là đường kính của lỗ khoét hoàn thiện tại mặt phẳng khảo sát, cộng với 2 lần trị số bổ sung do ăn mòn, tính theo milimét;
- $F$  là hệ số điều chỉnh để bù vào sự thay đổi của ứng suất do áp lực gây ra tại các mặt phẳng khác nhau cắt qua phần gia cường khi thay đổi góc lệch so với trục của thân, có giá trị bằng 1,0 đối với mọi trường hợp, trừ khi phần gia cường thuộc hoàn toàn về ống nhánh. Trong trường hợp này, có thể sử dụng Hình 15 đối với các lỗ khoét được gia cường trên phần thân trụ.
- $t$  là chiều dày của thân liền (không hàn) xác định theo 3.2.1 đối với các thân trụ không khoét lỗ (với  $\eta = 1$ ), trừ đi trị số bổ sung do ăn mòn, tính theo milimét.



Hình 15 – Hệ số  $F$  đối với diện tích gia cường cần thiết

### 3.2.13 Giới hạn của phần gia cường hữu hiệu

#### 3.2.13.1 Ký hiệu

Các ký hiệu dưới đây được sử dụng trong 3.2.13 này:

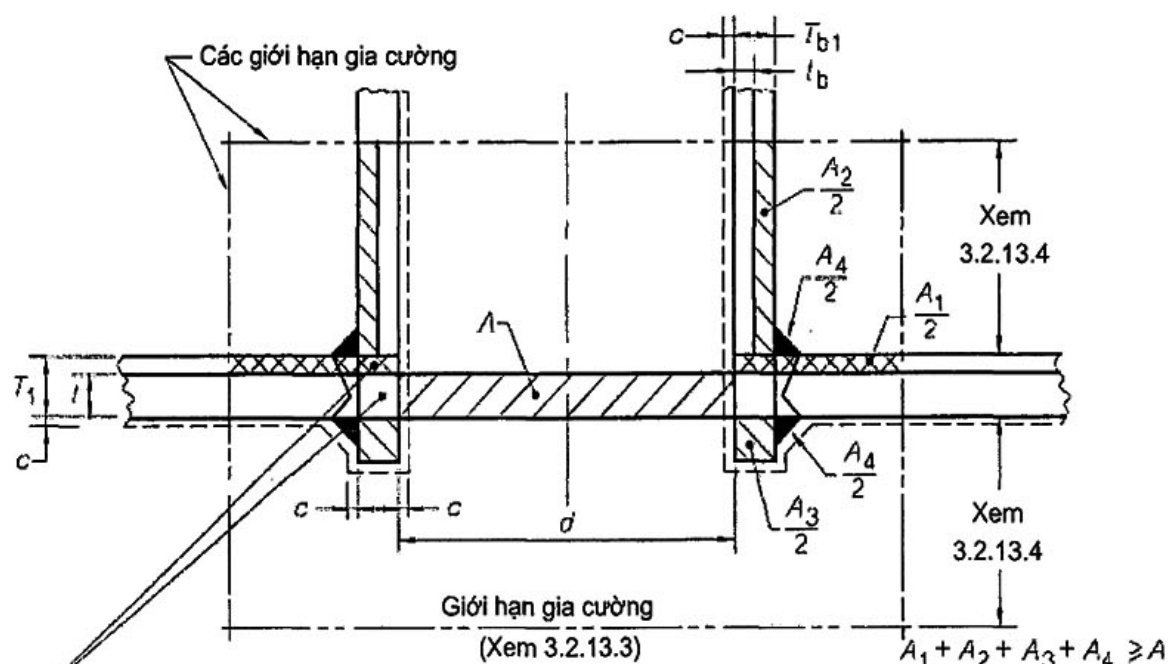
- $A_1$  là diện tích phần vượt quá chiều dày cần thiết của thân, được tính là tham gia vào gia cường, tính theo milimét vuông.
- $A_2$  là diện tích phần vượt quá chiều dày cần thiết của thành ống cột phía ngoài thân, được tính là tham gia vào gia cường, tính theo milimét vuông.

## TCVN 12728:2019

- $A_3$  là diện tích phần vượt quá chiều dày cần thiết của thành ống cột phía trong thân, được tính là tham gia vào gia cường, tính theo milimét vuông.
- $A_4$  là diện tích cắt ngang của phần vật liệu từ các mối hàn tham gia vào gia cường, tính theo milimét vuông.
- $A_5$  là diện tích cắt ngang của phần vật liệu miếng tấp tham gia vào gia cường, tính theo milimét vuông.
- $\alpha$  là góc tạo bởi mặt phẳng khảo sát với trục dọc, tính theo độ.
- $C$  là trị số bổ sung chiều dày do ăn mòn, tính theo milimét.
- $d$  là đường kính của lỗ khoét hoàn thiện trong mặt phẳng khảo sát cộng với hai lần trị số bổ sung do ăn mòn (xem Hình 16), tính theo milimét.
- $d_m$  là đường kính trung bình của lỗ khoét hoàn thiện trong mặt phẳng khảo sát cộng với hai lần trị số bổ sung do ăn mòn (xem Hình 16), tính theo milimét.
- $D$  là đường kính trong của thân trụ cộng với hai lần trị số bổ sung do ăn mòn, tính theo milimét.
- $F$  là hệ số xác định phần gia cường cần thiết (xem Hình 15 và 3.2.12.2).
- $L$  là khoảng cách từ tâm của lỗ khoét tới tâm của một lỗ liền kề, tính theo milimét.
- $t$  là chiều dày tính toán nhỏ nhất của thân liền (không hàn) xác định theo 3.2.1 trừ đi trị số bổ sung do ăn mòn, tính theo milimét.
- $t_b$  là chiều dày cần thiết của thành ống cột theo yêu cầu trong 3.7.1 chịu tải trọng do áp lực cộng với các tải trọng bên ngoài, nếu có, tính theo milimét.
- $T_1$  là chiều dày danh nghĩa của thân trừ đi trị số bổ sung do ăn mòn, tính theo milimét.
- $T_{b1}$  là chiều dày danh nghĩa của thành ống cột trừ đi trị số bổ sung do ăn mòn, tính theo milimét.
- $T_{r1}$  là chiều dày danh nghĩa hoặc chiều cao của miếng tấp gia cường trừ đi trị số bổ sung do ăn mòn (xem Hình 16), tính theo milimét.
- $\eta$  hệ số bền mối hàn, lấy bằng 1,0, ngoại trừ trường hợp lỗ được khoét qua một mối hàn dọc thì phải áp dụng hệ số bền của mối hàn dọc này.

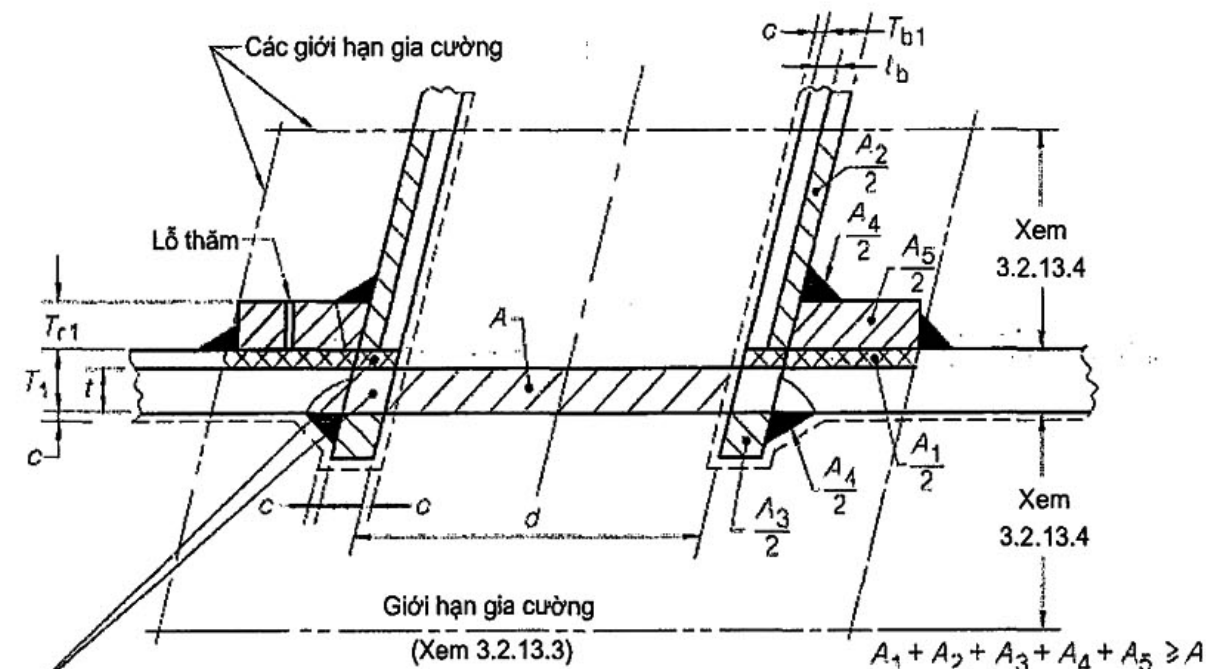
### 3.2.13.2 Ranh giới của các diện tích gia cường

Trên mọi mặt phẳng vuông góc với thân và đi qua tâm lỗ khoét, ranh giới các diện tích tiết diện mà trong đó kim loại phải được bố trí để có tác dụng gia cường được gọi là giới hạn gia cường trên mặt phẳng đó (xem Hình 16).



Cần chú ý đến các diện tích này nếu ứng suất thiết kế của vật liệu ống cắt nhỏ hơn ứng suất thiết kế của vật liệu thân (xem 3.2.14)

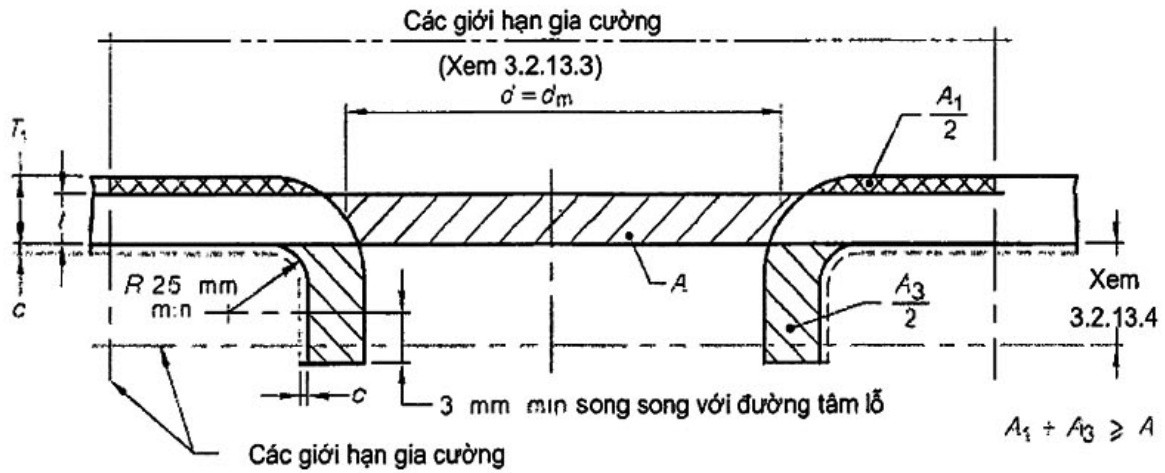
a) Ống cắt biệt lập được lắp xuyên qua thân



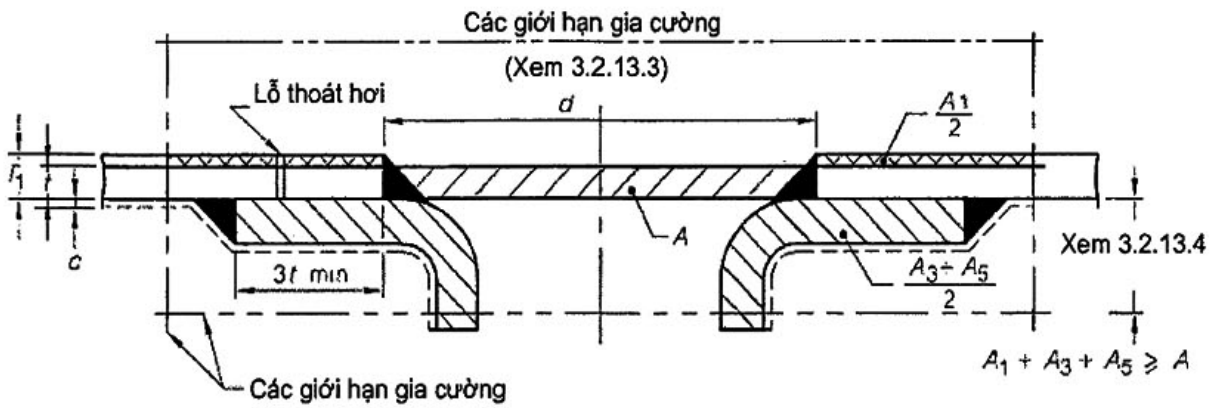
Cần chú ý đến các diện tích này nếu ứng suất thiết kế của vật liệu ống cắt nhỏ hơn ứng suất thiết kế của vật liệu thân (xem 3.2.14)

b) Ống cắt nghiêng lắp xuyên qua thân được gia cường

Hình 16 – Các diện tích và các giới hạn gia cường của lỗ khoét



c) Lỗ uốn mép hướng vào bên trong



d) Lỗ hàn kết hợp uốn mép hướng vào bên trong

Hình 16 – (Kết thúc)

**3.2.13.3 Các giới hạn gia cường đo theo phương song song với thân**

Giới hạn gia cường theo phương song song với thân phải ở vị trí cách đường tâm lỗ khoét về mỗi phía một khoảng cách bằng giá trị lớn hơn giữa các giá trị sau:

- a) đường kính của lỗ hoàn thiện cộng với hai lần trị số bổ sung do ăn mòn, xem kích thước *d* trên Hình 16;
- b) bán kính của lỗ hoàn thiện cộng với trị số bổ sung do ăn mòn, cộng với chiều dày của thân và cộng với chiều dày của thành ống cụt; và
- c) bán kính của lỗ hoàn thiện cộng với chiều dày của thân, cộng với 75 mm, trừ đi chiều dày nhỏ nhất cần thiết của ống cụt.

### 3.2.13.4 Các giới hạn gia cường đo theo phương vuông góc với thân

Giới hạn gia cường theo phương vuông góc với thân phải tương ứng với biên dạng thân và cách mỗi bề mặt thân một khoảng cách bằng giá trị nhỏ hơn giữa các giá trị sau:

- 2,5 lần chiều dày danh nghĩa của thân trừ đi trị số bổ sung do ăn mòn; và
- 2,5 lần chiều dày thành ống cột trừ đi trị số bổ sung do ăn mòn, cộng với chiều dày miếng tấp gia cường không bao gồm kim loại mối hàn trên phía thân được khảo sát.

Tuy nhiên, nếu các giới hạn gia cường vượt quá phần ống cột nhô ra phía ngoài thân thì giới hạn gia cường không được vượt quá:

$$\left[0,8(dt_{b1})^{1/2}\right] + T_{r1} \quad \dots (30)$$

### 3.2.13.5 Kim loại gia cường

Kim loại trong phạm vi giới hạn gia cường được tính là có tác dụng gia cường phải bao gồm những phần sau:

- Phần kim loại của thân vượt quá chiều dày cần thiết để chịu được áp suất cộng với trị số bổ sung cho ăn mòn. Phần diện tích trong thân có tác dụng gia cường phải là giá trị lớn hơn trong các giá trị  $A_1$  xác định bởi các công thức sau:

$$A_1 = (\eta T_1 - Ft)d \quad \dots (31)$$

$$A_1 = 2(\eta T_1 - Ft)(T_1 + F_{b1}) \quad \dots (32)$$

$$A_1 = 2(\eta T_1 - Ft)(T_1 + 75 - t_b) \quad \dots (33)$$

trong đó

$\eta$  là hệ số bền mối hàn, được xác định theo 3.2.13.1

- Phần kim loại vượt quá chiều dày cần thiết để chịu được áp suất và chiều dày được quy định làm trị số bổ sung do ăn mòn trong phần thành ống cột nhô ra bên ngoài thân. Diện tích gia cường tính toán của ống cột là giá trị nhỏ hơn trong các giá trị  $A_2$  xác định theo các công thức sau

$$A_2 = (T_{b1} - t_b) 5T_1 \quad \dots (34)$$

$$A_2 = (T_{b1} - t_b) (5T_{b1} + 2T_{r1}) \quad \dots (35)$$

Tuy nhiên, nếu các giới hạn gia cường vượt quá phần ống cột nhô ra phía ngoài thân thì áp dụng theo công thức dưới đây:

$$A_2 = (T_{b1} - t_b) \left\{ \left[ 1,6(dT_{b1})^{1/2} \right] + 2T_{r1} \right\} \quad \dots (36)$$

Tất cả các kim loại trong thành ống cột nhô vào bên trong thân và nằm trong giới hạn của 3.2.13.4 trên đây có thể được tính vào gia cường sau khi trừ đủ các phần bổ sung chiều dày do ăn mòn trên toàn bộ bề mặt nhô ra (xem  $A_3$  trên Hình 16). Không tính dự phòng cho trường hợp khi áp

## TCVN 12728:2019

suất chênh lệch trên phần ống nhô vào phía trong có thể gây ra ứng suất đối ngẫu trên thân xung quanh lỗ khoét.

- c) Phần kim loại của miếng táp gia cường và kim loại của mối hàn liên kết (xem  $A_5$  và  $A_4$  tương ứng trên Hình 16).

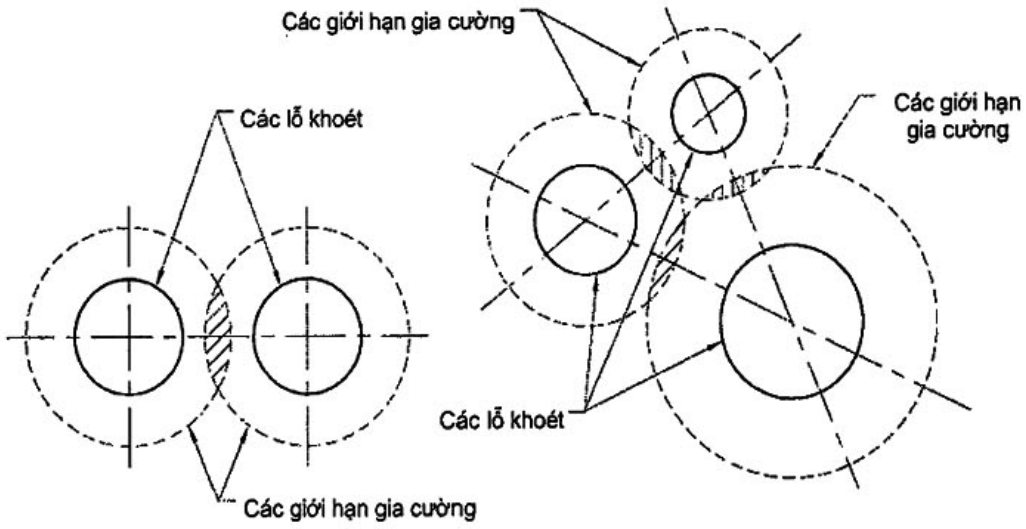
### 3.2.14 Ứng suất của vật liệu gia cường

Vật liệu sử dụng để gia cường phải có ứng suất thiết kế bằng hoặc lớn hơn ứng suất của vật liệu của thân trụ. Nếu sử dụng vật liệu có ứng suất thấp hơn cho ống cụt hoặc miếng táp gia cường thì diện tích gia cường phải được tăng lên theo tỷ lệ nghịch với tỷ số ứng suất thiết kế của hai vật liệu để bù trừ cho ứng suất thiết kế thấp hơn của vật liệu dùng để gia cường. Không tính ứng suất bổ sung khi vật liệu ống cụt có ứng suất thiết kế cao hơn ứng suất thiết kế của vật liệu thân. Khi tính thêm phần kim loại hàn được hàn bên ngoài thân trụ hoặc miếng táp gia cường, thì ứng suất của kim loại hàn liên kết thân với ống cụt, hoặc miếng táp với ống cụt, tại thân trụ hoặc tại miếng táp được tính bằng ứng suất thiết kế tương đương với ứng suất của vật liệu yếu hơn trong các vật liệu được liên kết bởi mối hàn này. Kim loại hàn liên kết thân với ống cụt, hoặc miếng táp với ống cụt, tại thân trụ hoặc tại miếng táp có thể được tính với ứng suất thiết kế bằng ứng suất thiết kế tương ứng của thân trụ hoặc miếng táp.

### 3.2.15 Gia cường nhiều lỗ khoét

#### 3.2.15.1 Hai lỗ khoét liền kề

Khi hai lỗ khoét liền kề được bố trí cách nhau một khoảng nhỏ hơn hai lần đường kính trung bình của các lỗ mà các giới hạn gia cường của chúng có sự chồng lấn, thì hai lỗ (hoặc tương tự khi số lỗ nhiều hơn) phải được gia cường theo 3.2.15 bằng gia cường kết hợp có độ bền tương đương với độ bền kết hợp của gia cường được yêu cầu đối với các lỗ khoét biệt lập. Không có phần tiết diện nào được coi là áp dụng cho nhiều hơn một lỗ khoét, hoặc được đánh giá nhiều hơn một lần trong diện tích kết hợp (xem Hình 17).



a) Hai lỗ được bố trí cách nhau một khoảng nhỏ hơn hai lần đường kính trung bình của các lỗ

b) Nhiều hơn hai lỗ được bố trí cách nhau một khoảng nhỏ hơn hai lần đường kính trung bình của các lỗ

**Hình 17 – Các ví dụ về nhiều lỗ khoét**

## TCVN 12728:2019

### 3.2.15.2 Nhiều hơn hai lỗ liền kề

Khi có nhiều hơn hai lỗ khoét liền kề được gia cường kết hợp thì diện tích gia cường giữa chúng ít nhất phải bằng 50% của tổng diện tích gia cường yêu cầu cho hai lỗ khoét đó. Khoảng cách nhỏ nhất giữa các tâm của hai lỗ bất kỳ trong số các lỗ này ít nhất phải bằng 1,5 lần đường kính trung bình của chúng.

### 3.2.15.3 Gia cường không được tính

Khi hai lỗ khoét liền kề như được xét trong 3.2.15 có khoảng cách giữa các tâm nhỏ hơn 1,3 lần đường kính trung bình của chúng, thì phần kim loại trên thân giữa các lỗ khoét không được tính vào gia cường.

### 3.2.15.4 Số lượng lỗ và cách bố trí không hạn chế

Bất kỳ số lượng cũng như bất kỳ sự bố trí nào của các lỗ khoét đặt liền kề nhau cũng có thể được gia cường như gia cường cho một lỗ khoét giả định có đường kính bao quanh tất cả các lỗ khoét đó.

### 3.2.15.5 Gia cường bằng một phần dày hơn

Khi một nhóm các lỗ khoét được gia cường bằng một phần dày hơn được hàn giáp mép với thân hoặc đáy thì mép của phần dày hơn đó phải được vát thoải.

### 3.2.15.6 Dây lỗ cấm ống

Khi có một dây lỗ cấm ống trên nôi hơi và không thể gia cường từng lỗ thì hệ số làm yếu do khoét lỗ phải được tính toán theo 3.2.

### 3.2.16 Các lỗ khoét trên ống lò của nôi hơi ống lò - ống lửa

Gia cường các lỗ khoét trên ống lò hình trụ phải được thiết kế theo 3.2.12 và 3.2.15, với điều kiện:

- không sử dụng gia cường bằng miếng táp, và
- việc tính toán được thực hiện với giả thiết rằng áp suất bên trong ống lò bằng áp suất thiết kế của nôi hơi.

### 3.2.17 Các mối hàn góc liên kết các bộ phận, các tấm bù và các thân hình trụ của nôi hơi

Chiều cao của các mối hàn góc theo chu vi ngoài để liên kết các vành bù (xem 3.14) và các tấm bù [xem các Hình 72 a), b) và c)] với thân phải được xác định theo công thức sau, nhưng trong mọi trường hợp không được nhỏ hơn các mối hàn bên trong hoặc nhỏ hơn chiều dày nhỏ nhất của tấm quy định trong 3.2.1.1, nghĩa là nhỏ hơn 6 mm:

$$L_o = \frac{4X - D_1 L_1}{D_o} \quad \dots (37)$$

trong đó:

$L_o$  là chiều cao của chân mối hàn góc quanh chu vi bên ngoài của miếng táp hoặc tấm bù, tính theo milimét;

$L_1$  là chiều dài của chân mối hàn góc quanh chu vi bên trong của đệm hoặc tấm bù, tính theo milimét;

$X$  là một nửa diện tích tiết diện của lỗ trên thân (dựa trên chiều dày thân liền), tính theo milimét vuông (xem 3.2.1);

$D_o$  là đường kính theo chu vi ngoài của vành bù hoặc tấm bù hình tròn, tính theo milimét;

$D_i$  là đường kính theo chu vi trong của vành bù hoặc tấm bù hình tròn, tính theo milimét.

Đối với các tấm bù hình elip:

$$D_o = \frac{a_o + b_o}{2} \quad \text{và} \quad D_i = \frac{a_i + b_i}{2}$$

trong đó

$a_o$  là trục dài bên ngoài của tấm bù, tính theo milimét;

$b_o$  là trục ngắn bên ngoài của tấm bù, tính theo milimét;

$a_i$  là trục dài bên trong của tấm bù, tính theo milimét;

$b_i$  là trục ngắn bên trong của tấm bù, tính theo milimét.

### 3.3 Đáy cong chịu áp lực phía trong

#### 3.3.1 Yêu cầu chung

Cạnh ngoài của mỗi hàn liên kết đáy chòm cầu hoặc đáy elip với thân không được vượt ra ngoài điểm bắt đầu uốn cong của đáy.

Chiều dày nhỏ nhất của đoạn trụ trên đáy nổi với thân trụ không được nhỏ hơn chiều dày cần thiết của thân trụ được xác định theo công thức (7) hoặc (8).

#### 3.3.2 Hình dạng yêu cầu của đáy

Các đáy không giằng của bao hơi, bao nước dạng chòm cầu, dạng elip và dạng cầu, được chế tạo từ thép tấm, chịu áp suất từ phía lõm phải tuân thủ các yêu cầu sau (xem Hình 18):

a) Đáy chòm cầu. Bán kính trong phần chòm  $R_i$  không được lớn hơn đường kính ngoài  $D_o$ .

Bán kính trong phần vai đáy  $r_i$  không được nhỏ hơn  $0,06D_o$  và không được nhỏ hơn  $3t$ .

Đối với các đáy có  $r_i \geq 0,1D_o$  thì chiều cao bên ngoài  $H$  không được nhỏ hơn  $0,18D_o$ .

Đối với các đáy có  $0,06D_o \leq r_i < 0,1D_o$  thì phải áp dụng thêm các yêu cầu cụ thể đối với các đáy đó nêu trong 3.3.3.1 và 3.3.4.1 và các giới hạn bổ sung sau đây:

$$0,002D_o \leq t \leq 0,08D_o$$

$$H \geq 0,17D_o$$

trong đó

$D_o$  là đường kính ngoài phần trụ của đáy, tính theo milimét;

$t$  là chiều dày của đáy, tính theo milimét;

## TCVN 12728:2019

$H$  là chiều cao bên ngoài của chòm cầu, đo từ điểm bắt đầu uốn cong (xem Hình 18), tính theo milimét.

CHÚ THÍCH: Nói chung bán kính  $r_1$  nên lớn hơn hoặc bằng 10% đường kính ngoài  $D_o$ . Trong trường hợp  $r_1 < 0,1D_o$  thì có khả năng ứng suất dư sẽ xuất hiện tại vùng vai đáy cho dù các yêu cầu trên đây được thỏa mãn. Để tránh hiện tượng nứt hoặc gãy đáy, người thiết kế cần quan tâm kỹ biên dạng và các kích thước liên quan của đáy.

b) Đáy elip. Chiều cao bên ngoài  $H$  không được nhỏ hơn  $0,2D_o$ .

CHÚ THÍCH: Đối với đáy bán cầu không có các yêu cầu đặc biệt.

### 3.3.3 Chiều dày

#### 3.3.3.1 Yêu cầu chung

Khi tuân thủ các giới hạn nêu trong 3.3.2 và khi bán kính vai đáy  $r_1$  đối với đáy chòm cầu không nhỏ hơn  $0,1D_o$  thì chiều dày của mỗi dạng đáy phải được xác định theo công thức sau, với điều kiện là chiều dày nhỏ nhất không được nhỏ hơn 6 mm:

$$t = \frac{\rho D_o K}{2f} + C \quad \dots (38)$$

trong đó

$t$  là chiều dày nhỏ nhất;

$\rho$  là áp suất tính toán, tính theo megapascal;

$D_o$  là đường kính ngoài của đáy, tính theo milimét;

$K$  là hệ số hình dạng (xem 3.3.3.2);

$f$  là ứng suất thiết kế ở nhiệt độ thiết kế, tính theo megapascal (xem 2.2);

$C$  là bổ sung chiều dày do ăn mòn.

CHÚ THÍCH:

1 Chiều cao bên ngoài  $H$  đối với các đáy dạng chòm cầu có thể được xác định như sau (xem Hình 18 a)):

$$H = \left[ \left( R_o - \frac{D_o}{2} \right) \left( R_o + \frac{D_o}{2} - 2r_o \right) \right]^{1/2} \quad \dots (39)$$

2 Đối với các đáy sâu có giá trị  $K$  thấp và đặc biệt là đối với các đáy hình bán cầu thì giới hạn của chiều dày phân trụ có thể xác định theo chiều dày đáy  $t$  và không sử dụng chiều dày tính toán theo công thức (38).

Đối với các đáy dạng chòm cầu có bán kính vai đáy  $r_1$  nhỏ hơn  $0,1D_o$  thì chiều dày của đáy phải được xác định như sau:

Khi  $0,02 \leq \frac{\rho}{f} < 0,10$ , sử dụng công thức (38) với  $K = 1,77$

CHÚ THÍCH: Khi  $0,002 \leq \frac{\rho}{f} < 0,02$ , phương pháp xác định được thỏa thuận giữa các bên có liên quan.

### 3.3.3.2 Hệ số hình dạng

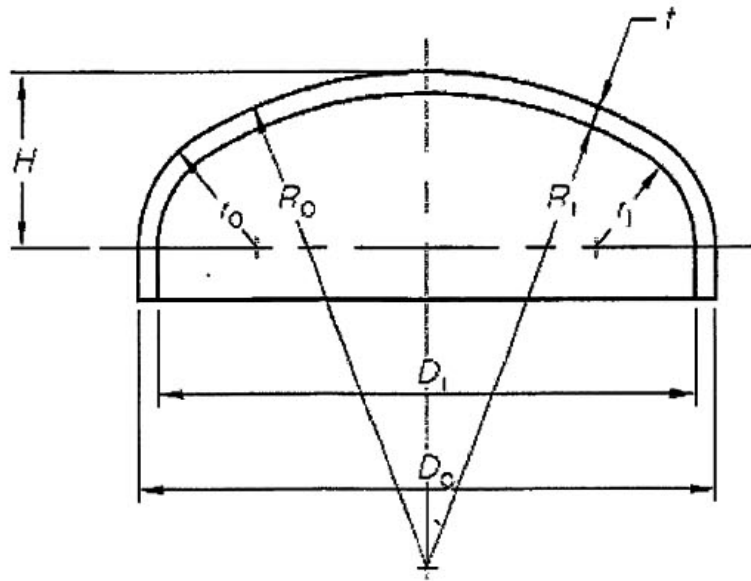
Hệ số hình dạng  $K$  sử dụng trong công thức (38) được xác định từ đồ thị trên Hình 19 và phụ thuộc vào tỷ số giữa chiều cao và đường kính ( $H/D_0$ ).

Đường nét liền trong các đường đồ thị biểu thị hệ số  $K$  đối với các đáy liền (không khoan lỗ). Khi giá trị  $H/D_0$  nhỏ hơn 0,25 thì  $K$  còn phụ thuộc vào tỷ số giữa chiều dày và đường kính ( $t/D_0$ ). Do đó cần chọn trước chiều dày  $t$  và tính sơ bộ tỷ lệ ( $t/D_0$ ), để chọn chính xác giá trị  $K$ .

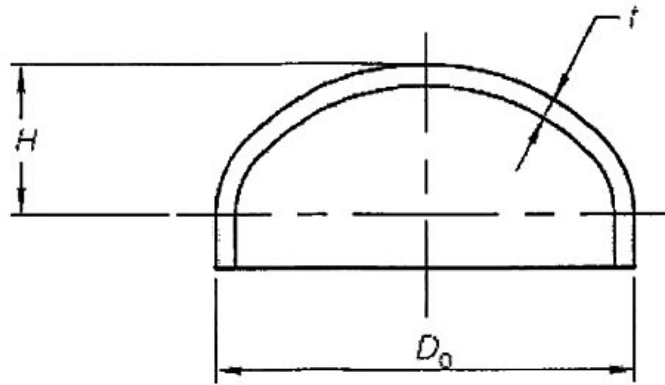
CHÚ THÍCH: Hình 19 tính đến ứng suất cao nhất xuất hiện trong các đáy có bán kính chòm  $R_1$  không lớn hơn và bán kính vai đáy  $r_1$  không nhỏ hơn các trị số  $R_1$  và  $r_1$  tương ứng của các đáy elip có cùng chiều cao  $H$ . Trong các trường hợp ngoại lệ, nếu sử dụng các đáy có bán kính trong của chòm  $R_1$  lớn hơn hoặc bán kính trong của vai đáy  $r_1$  nhỏ hơn các trị số  $R_1$  và  $r_1$  tương ứng của các đáy elip có cùng chiều cao  $H$ , thì để xác định hệ số  $K$  từ Hình 19 cần sử dụng chiều cao tương đương  $H_E$  thay cho chiều cao  $H$ .  $H_E$  được xác định như sau:

$$H_E = \frac{D_0^2}{4R_0} \quad \text{hoặc} \quad \left( \frac{D_0 r_0}{2} \right)^{1/2}$$

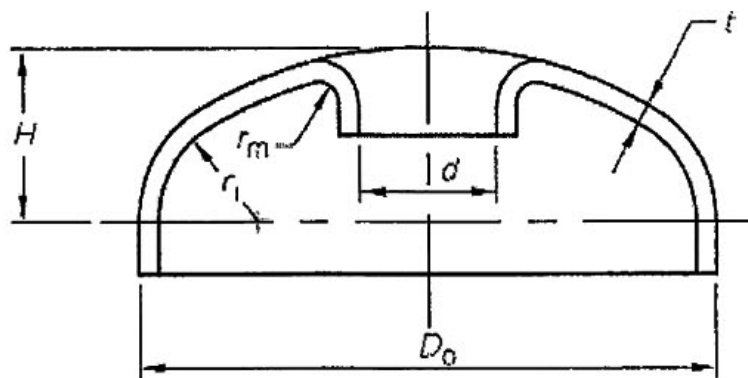
sử dụng giá trị nhỏ hơn trong hai giá trị trên, nếu  $H_E$  nhỏ hơn  $H$ .



a) Đáy dạng chòm cầu

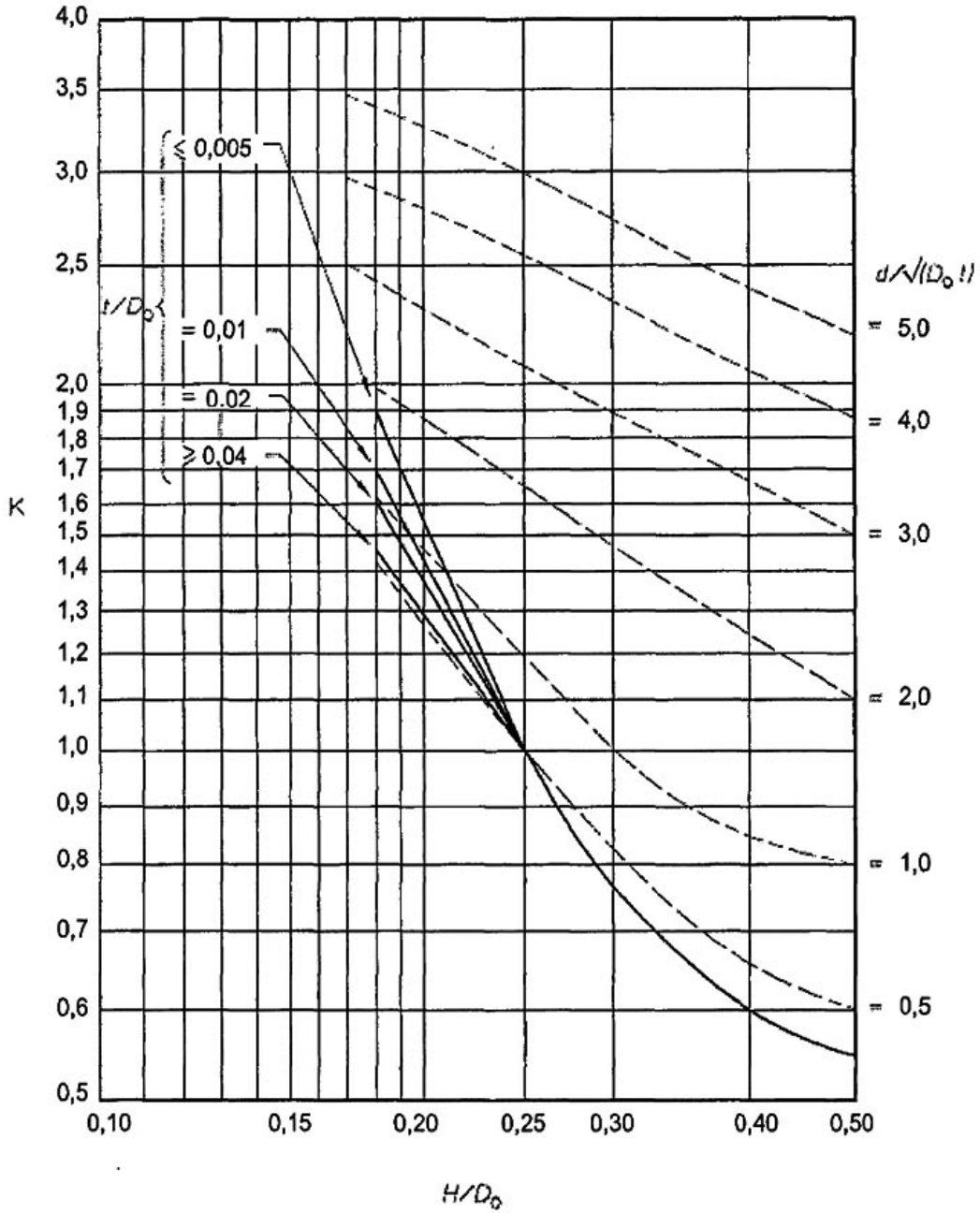


b) Đáy elip



c) Đáy có cửa người chui (elip hoặc chòm cầu)

Hình 18 – Các đáy cong điển hình



Hình 19 – Hệ số hình dạng

### 3.3.4 Các lỗ trên đáy cong

#### 3.3.4.1 Các lỗ không được gia cường

Các lỗ trên các đáy cong có thể là hình tròn hoặc gần với hình elip. Các đường cong được vẽ bằng nét đứt trên Hình 19 biểu thị các giá trị  $K$  sử dụng trong công thức (38) đối với các đáy có các lỗ không được gia cường (các cửa người chui hoặc các lỗ lắp ống). Việc lựa chọn đường cong thích hợp phụ thuộc vào giá trị của tỷ số:

$$\frac{d}{\sqrt{(D_0 t)}} \quad \dots (40)$$

## TCVN 12728:2019

trong đó

$d$  là đường kính của lỗ khoét lớn nhất trên đáy (trong trường hợp lỗ elip thì  $d$  là trục dài của elip), tính theo milimét;

$t$  là chiều dày tính toán nhỏ nhất sau khi gia công đáy, tính theo milimét;

$D_o$  là đường kính ngoài của đáy cong, tính theo milimét;

Cần tính toán sơ bộ để lựa chọn đường cong thích hợp.

Trong tất cả các trường hợp phải thoả mãn các yêu cầu sau:

a)  $\frac{t}{D_o}$  không được vượt quá 0,1

b)  $\frac{d}{D_o}$  không được vượt quá 0,7

Có thể thấy trên Hình 19, với các giá trị  $H/D_o$  nhỏ hơn 0,25, một số đường cong có nét đứt nằm dưới đường cong nét liền  $t/D_o$ . Trong vùng này khi các ứng suất tại vai đáy lớn hơn các ứng suất tại phần chòm thì cần phải lựa chọn  $K$  như đối với một đáy liền (không khoan lỗ) và được phép có một lỗ khoét không được gia cường trên phần chòm.

Kích thước của lỗ khoét không gia cường có thể được xác định như ví dụ sau:

i) Đối với đáy có  $H = 190$  mm và  $D_o = 1000$  mm.  $H/D_o = 0,19$ .  $K = 1,56$  và  $d/(D_o t)^{1/2} = 1,1$ . Khi chiều dày được tính toán từ công thức (38) là 10 mm, thì  $d = 110$  mm.

ii) Đối với các đáy dạng chòm cầu có bán kính vai đáy  $r_1$  nhỏ hơn  $0,1D_o$ , chiều dày  $t$  cần phải tăng thêm khi  $d/(D_o t)^{1/2} > 1,25$ , và phải được tăng thêm như sau:

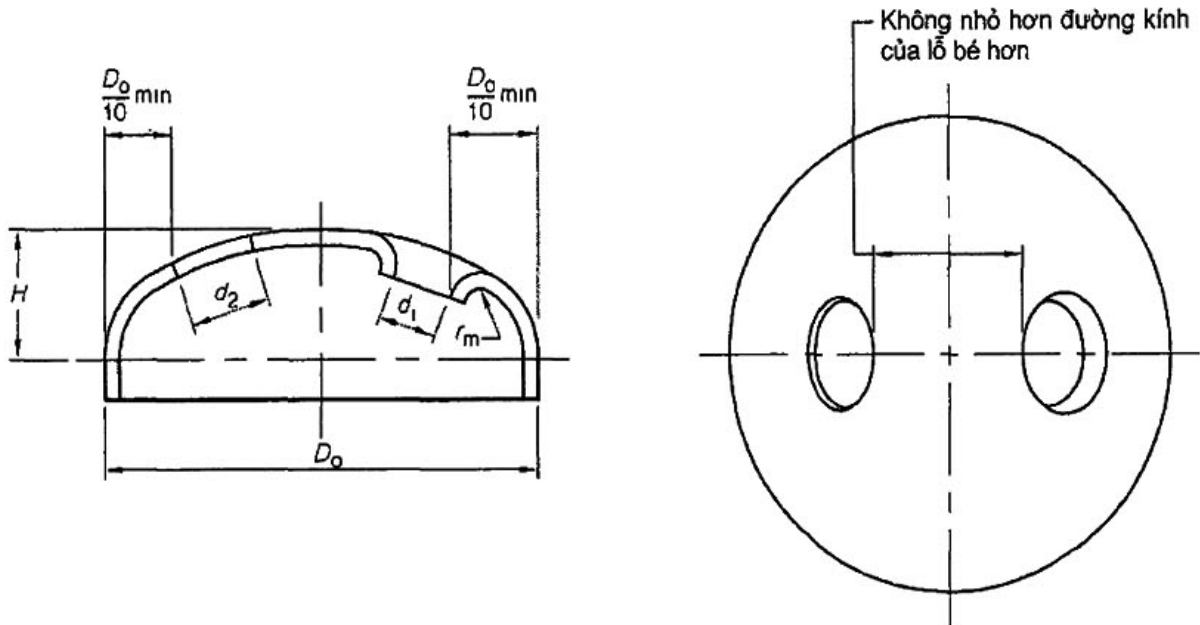
A) Tính toán  $d/(D_o t)^{1/2}$  và tìm hệ số hình dạng  $K$  theo Hình 19 khi sử dụng  $H/D_o = 0,17$ .

B) Tăng chiều dày  $t$  với tỷ số  $K/1,77$  để xác định chiều dày cuối cùng của đáy có lỗ không được gia cường.

Các yêu cầu trong 3.3.4.1 này áp dụng như nhau đối với các lỗ có uốn mép và các lỗ không uốn mép được khoan trên đáy. Không giảm chiều dày của tấm đáy khi uốn mép lỗ.

Khi các lỗ được uốn mép, bán kính  $r_m$  của chỗ uốn không được nhỏ hơn 25 mm (xem các Hình 18 và 3.3.4.1), trừ khi lỗ khoét uốn mép có hình dạng hoặc vị trí làm cho khoảng cách giữa mép uốn và phần trụ của đáy bị biến đổi, ví dụ, một lỗ khoét uốn mép chuyển dịch trên đáy về phía gần đoạn trụ, bán kính  $r_m$  có thể được giảm nhiều nhất có thể nhưng không nhỏ hơn 6 mm, khi mép uốn và phần trụ của đáy gần nhau nhất, và phải được tăng dần đến 25 mm trong khoảng cách ngắn nhất có thể. Chiều dày của phần uốn mép có thể nhỏ hơn chiều dày tính toán  $t$  theo 3.2.1, nhưng không được nhỏ hơn chiều dày cần thiết đối với thân trụ có đường kính bằng kích thước trục dài của lỗ.

Các lỗ được uốn mép và không được gia cường trong các đáy cong, trừ đáy cầu, phải được bố trí sao cho khoảng cách từ mép lỗ tới mép ngoài của đáy và khoảng cách giữa các lỗ không được nhỏ hơn các khoảng cách được thể hiện trên Hình 20. Trên Hình 20,  $d_2$  bằng đường kính của lỗ nhỏ hơn.



Hình 20 – Lỗ khoét trên đáy

### 3.3.4.2 Các lỗ được gia cường

Khi cần phải sử dụng một lỗ khoét trên đáy cong có chiều dày nhỏ hơn chiều dày theo yêu cầu của 3.3.4.1 thì đáy phải được gia cường. Phần gia cường có thể bao gồm một vành hoặc một ống cụt (hoặc cả hai) được hàn vào lỗ (xem Hình 21). Có thể sử dụng các chi tiết gia cường bằng thép rèn.

Kim loại gia cường bổ sung được tính là có tác dụng gia cường khi nằm trong các giới hạn sau:

- Chiều rộng hiệu dụng  $L_1$  của gia cường không vượt quá giá trị nhỏ hơn giữa hai giá trị  $(2Rt_a)^{1/2}$  và  $d_0/2$ .
- Chiều dài hiệu dụng  $L_2$  của vành gia cường không được vượt quá  $(d_0L_1)^{1/2}$ .

trong đó:

- $R_i$  là bán kính trong của phần cầu của đáy chòm cầu, hoặc đối với đáy elip là bán kính trong của biên dạng elip tại tâm lỗ khoét, tính theo milimét;
- $t_a$  là chiều dày thực của đáy, tính theo milimét;
- $t$  là chiều dày tính toán nhỏ nhất của đáy sau khi gia công, tính theo milimét;
- $L_1$  là chiều dày thực của vành, tính theo milimét;
- $d_0$  là đường kính ngoài của vành, tính theo milimét;

CHÚ THÍCH: Các kích thước  $L_1$  và  $L_2$  được thể hiện trên phần được gạch chéo của Hình 21.

## TCVN 12728:2019

Hệ số hình dạng  $K$  đối với đáy cong có một lỗ khoét được gia cường có thể xác định theo Hình 19 khi sử dụng giá trị tỷ số

$$\frac{d_o - A/t}{\sqrt{(D_o t)}}$$

thay cho  $\frac{d}{\sqrt{(D_o t)}}$

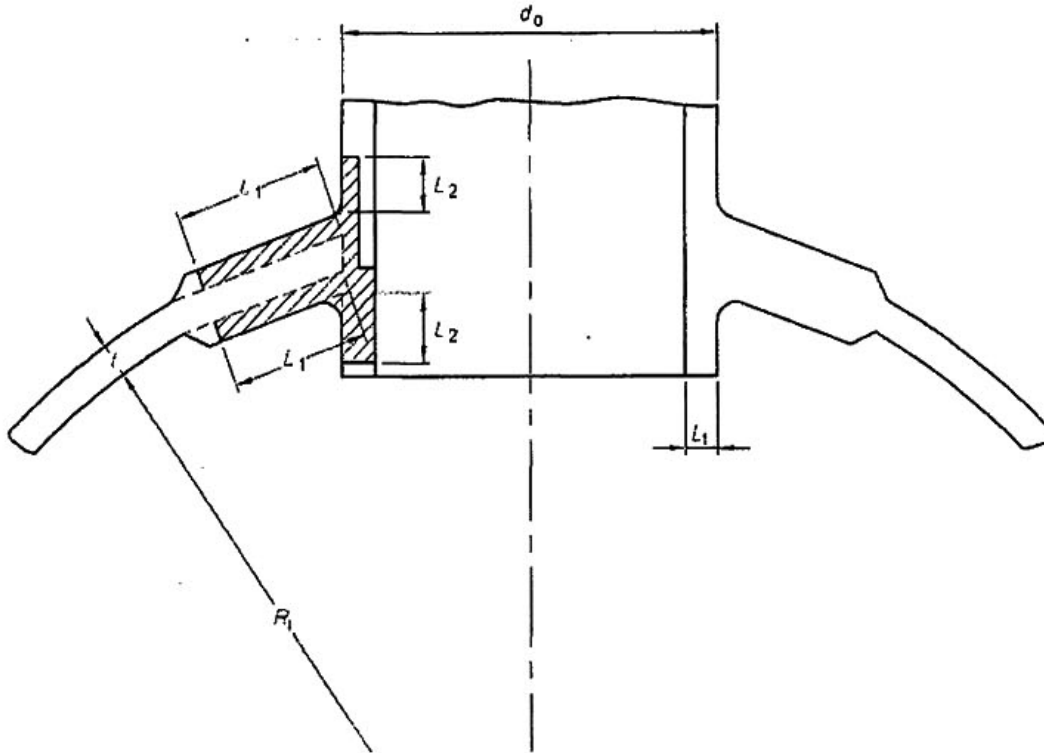
trong đó:

$A$  là diện tích tiết diện hiệu dụng của phần gia cường, bằng hai lần diện tích phần được gạch chéo trên Hình 21, tính theo milimét vuông.

Diện tích phần gạch chéo trên Hình 21 được tính toán như sau:

- i) Tính diện tích tiết diện phần gia cường cả bên trong và bên ngoài của tấm đáy trong phạm vi chiều dài  $L_1$ .
- ii) Cộng với diện tích tiết diện của phần thân ống cụt nhô vào bên trong tấm đáy tới khoảng cách  $L_2$ .
- iii) Cộng với diện tích tiết diện của phần thân ống cụt nhô ra bên ngoài tính từ bề mặt trong của tấm đáy tới khoảng cách  $L_2$  và trừ bớt diện tích tiết diện tương ứng với chiều dày ống cụt được tính toán theo công thức (59) hoặc công thức (60), không cần quan tâm đến chiều dày nhỏ nhất theo Bảng 5.

Khi vật liệu của vành hoặc miếng táp gia cường có ứng suất thiết kế thấp hơn ứng suất thiết kế của tấm đáy thì diện tích tiết diện hiệu dụng  $A$  phải được giảm xuống thấp hơn giá trị tính toán theo tỷ lệ ứng suất thiết kế giữa vật liệu gia cường và vật liệu đáy. Như yêu cầu trong 3.3.4.1, cần tính toán sơ bộ để chọn đường cong thích hợp. Không tính ứng suất bổ sung khi vật liệu gia cường có ứng suất thiết kế cao hơn ứng suất thiết kế của vật liệu đáy.



Hình 21 – Các giới hạn gia cường

### 3.3.5 Tấm đỉnh có góc lượn của các nồi hơi kiểu đứng

#### 3.3.5.1 Chịu áp lực ở phía lõm

Chiều dày nhỏ nhất của các tấm đỉnh có góc lượn của các nồi hơi kiểu đứng chịu tác dụng của áp lực ở phía lõm và được đỡ bằng một ống thoát khí giữa phải được xác định từ công thức sau:

$$t = \frac{pR_1}{2f_2} + C \quad \dots (41)$$

trong đó:

- $t$  là chiều dày nhỏ nhất cần thiết của tấm đỉnh, tính theo milimét;
- $R_1$  là bán kính trong phần chòm của tấm đỉnh, tính theo milimét;
- $f_2 = 0,65f$ , là ứng suất tính toán, tính theo megapascal;
- $f$  là ứng suất thiết kế ở nhiệt độ thiết kế (xem 2.2), tính theo megapascal;
- $p$  là áp suất tính toán, tính theo megapascal;
- $C$  là trị số bổ sung chiều dày do ăn mòn, tính theo milimét;

Bán kính trong của phần chòm trên tấm đỉnh không được lớn hơn đường kính ngoài phần hình trụ được lắp với tấm đỉnh.

Bán kính trong của góc lượn lắp với thân hoặc hộp lửa không được nhỏ hơn bốn lần chiều dày của tấm đỉnh, và trong mọi trường hợp không được nhỏ hơn 64 mm. Bán kính trong của góc lượn lắp với ống

## TCVN 12728:2019

thoát khí không được nhỏ hơn hai lần chiều dày của tấm đỉnh, và trong mọi trường hợp không được nhỏ hơn 25 mm.

### 3.3.5.2 Chịu áp lực ở phía lồi

Chiều dày nhỏ nhất của các tấm đỉnh có góc lượn của các nồi hơi kiểu đứng chịu tác dụng của áp lực ở phía lồi và được đỡ bằng một ống thoát khí giữa phải được xác định từ công thức sau::

$$t = \frac{\rho R_l}{2f_3} + C \quad \dots (42)$$

trong đó

$t$  là chiều dày nhỏ nhất cần thiết của tấm đỉnh, tính theo milimét;

$R_l$  là bán kính trong phần chòm của tấm đỉnh, tính theo milimét;

$f_3 = 0,5 f$ , là ứng suất tính toán, tính theo megapascal;

$f$  là ứng suất thiết kế ở nhiệt độ thiết kế (xem 2.2), tính theo megapascal;

$\rho$  là áp suất tính toán, tính theo megapascal;

$C$  là trị số bổ sung chiều dày do ăn mòn, tính theo milimét;

Hình dạng chung và kích thước của các bán kính góc lượn phải tương tự như quy định trong 3.3.4.1.

### 3.3.5.3 Uốn mép cho cửa người chui

Khi tấm đỉnh có một cửa người chui thì cửa phải được gia cường phù hợp với 3.3.4.2.

### 3.3.5.4 Tấm đỉnh hộp lửa

Chiều dày tấm đỉnh có góc lượn của hộp lửa được gia công theo dạng một phần bán cầu và chịu tác dụng của áp lực ở phía lồi phải được xác định từ công thức sau, nhưng trong mọi trường hợp chiều dày không được nhỏ hơn chiều dày thân hộp lửa:

$$t = \frac{\rho R_o}{66} + C \quad \dots (43)$$

trong đó

$t$  là chiều dày nhỏ nhất cần thiết của tấm đỉnh, tính theo milimét;

$R_o$  là bán kính ngoài phần chòm của tấm đỉnh, tính theo milimét;

$\rho$  là áp suất tính toán, tính theo megapascal;

$C$  là trị số bổ sung chiều dày do ăn mòn, tính theo milimét;

Trong mọi trường hợp  $R_o/t$  không được vượt quá 88.

### 3.4 Ống góp có tiết diện hình chữ nhật

#### 3.4.1 Ống góp thẳng hình chữ nhật

##### 3.4.1.1 Xác định chiều dày

Để xác định chiều dày của ống góp tiết diện chữ nhật có các thành đặc, cần phải tính toán chiều dày cần thiết ở giữa các cạnh ống, tại hàng khoét lỗ và tại các góc. Chiều dày cần thiết phải là giá trị lớn nhất được xác định theo tính toán đó. Đối với các lỗ được bố trí so le, cần khảo sát ảnh hưởng làm yếu ống do các dãy lỗ được bố trí theo đường chéo [xem Hình 22 c)]. Chiều dày phải tính toán theo công thức sau:

$$t = \frac{pn}{2f\mu} + \left( \frac{4Yp}{f\eta'} \right)^{1/2} + C \quad \dots (44)$$

trong đó

$p$  là áp suất tính toán, tính theo megapascal;

$f$  là ứng suất thiết kế tại nhiệt độ kim loại thành ống như xác định trong 3.4.1.2, tính theo megapascal;

$Y$  là hệ số được xác định từ một trong các công thức (45), (46), (47) và (48). Khi giá trị của hệ số  $Y$  là âm thì không xem xét đến dấu khi giá trị này được sử dụng trong công thức (44).

$\eta$  là hệ số làm yếu do khoét lỗ có liên quan đến các ứng suất tổng hợp lên tấm được xác định từ công thức (49) hoặc công thức (50).

$\eta'$  là hệ số làm yếu do khoét lỗ có liên quan đến các ứng suất tổng hợp lên tấm được xác định từ công thức (51), (52), (53) và (54).

$C$  là trị số bổ sung chiều dày do ăn mòn, được lấy bằng 0,75 mm, trừ khi theo thỏa thuận có thể lấy giá trị cao hơn để tính đến các điều kiện bất lợi;

$n$  là một nửa chiều rộng bên trong của các thành bên, tính theo milimét (xem Hình 22).

Hệ số  $Y$  dùng trong việc xác định chiều dày cần thiết ở giữa vách ống có chiều rộng bên trong là  $2m$  được xác định theo công thức sau:

$$Y = \frac{1}{3} \left( \frac{m^3 + n^3}{m + n} \right) - \frac{m^2}{2} \quad \dots (45)$$

trong đó

$m$  là một nửa chiều rộng bên trong giữa các cạnh bên của thành ống được tính toán, tính theo milimét (xem Hình 22)

Hệ số  $Y$  dùng trong việc xác định chiều dày cần thiết tại hàng lỗ song song với trục dọc của ống góp trên phần thành ống có chiều rộng là  $2m$  được xác định theo công thức sau:

$$Y = \frac{1}{3} \left( \frac{m^3 + n^3}{m+n} \right) - \left( \frac{m^2 - k^2}{2} \right) \quad \dots (46)$$

trong đó

$k$  là khoảng cách từ tâm các lỗ đến đường tâm của ống góp, tính theo milimét, như chỉ dẫn trên Hình 22 a) và b).

Để xác định chiều dày cần thiết vách bị làm yếu khi khoét lỗ so le với các hàng lỗ được bố trí cách đều đường tâm của thành ống, hệ số  $Y$  được xác định theo công thức sau:

$$Y = \left[ \frac{1}{3} \left( \frac{m^3 + n^3}{m+n} \right) - \frac{m^2}{2} \right] \cos \alpha \quad \dots (47)$$

trong đó

$\alpha$  là góc so le như chỉ dẫn trên Hình 22 c)

Hệ số  $Y$  dùng trong việc xác định chiều dày cần thiết do ảnh hưởng của ứng suất tại các góc ống góp chữ nhật được xác định theo công thức sau:

$$Y = \frac{1}{3} \left( \frac{m^3 + n^3}{m+n} \right) \quad \dots (48)$$

Cần lưu ý rằng trong trường hợp này giá trị của cả  $\eta$  và  $\eta'$  trong công thức (44) đều bằng 1,0.

Hệ số làm yếu  $\eta$  của dây lỗ trong trường hợp khoét một hàng lỗ song song với trục dọc của ống góp được xác định theo công thức sau:

$$\eta = \frac{S-d}{S} \quad \dots (49)$$

Hệ số làm yếu  $\eta$  của dây lỗ khi xem xét trên mặt cắt theo các đường chéo của vùng các lỗ bố trí so le được xác định theo công thức sau:

$$\eta = \frac{S_3-d}{S_3} \quad \dots (50)$$

Hệ số làm yếu  $\eta'$  của dây lỗ đối với một hàng lỗ song song với trục dọc được xác định theo một trong các công thức sau, tùy theo trường hợp:

$$\text{Khi } d < 0,6m: \eta' = \frac{S-d}{S} \quad \dots (51)$$

$$\text{Khi } d \geq 0,6m: \eta' = \frac{S-0,6m}{S} \quad \dots (52)$$

Hệ số làm yếu  $\eta'$  của dây lỗ khi xem xét trên mặt cắt theo các đường chéo của vùng các lỗ bố trí so le được xác định theo công thức sau, tùy theo trường hợp:

$$\text{Khi } d < 0,6m: \eta' = \frac{S_3 - d}{S_3} \quad \dots (53)$$

$$\text{Khi } d \geq 0,6 m: \eta' = \frac{S_3 - 0,6m}{S_3} \quad \dots (54)$$

Các ký hiệu sau đây được áp dụng trong các công thức (49) đến (54):

$S$  là bước của các lỗ ống song song với trục dọc của ống góp, tính theo milimét;

$S_3$  là bước theo đường chéo của các lỗ ống như biểu diễn trên Hình 22 c), tính theo milimét;

$d$  là đường kính trung bình hiệu dụng của cửa các lỗ lắp ống, có tính đến tất cả các dạng khía rãnh, doa miệng lỗ, cắt rãnh và tác dụng gia cường của các đoạn ống cụt, tính theo milimét.

Đối với các lỗ hình elip hoặc hình đáy cong, giá trị  $d$  sử dụng trong các công thức để tính  $\eta$  và  $\eta'$  phải là kích thước trong của lỗ được đo song song với trục dọc của ống góp. Khi đánh giá các giá trị giới hạn của  $d$  trong các công thức (51) đến (54) thì giá trị  $d$  phải là kích thước trong của lỗ được đo vuông góc với trục dọc của ống góp.

#### 3.4.1.2 Bán kính góc lượn

Để tránh các ứng suất dư tại các góc, bán kính góc lượn cần phải thỏa mãn điều kiện:

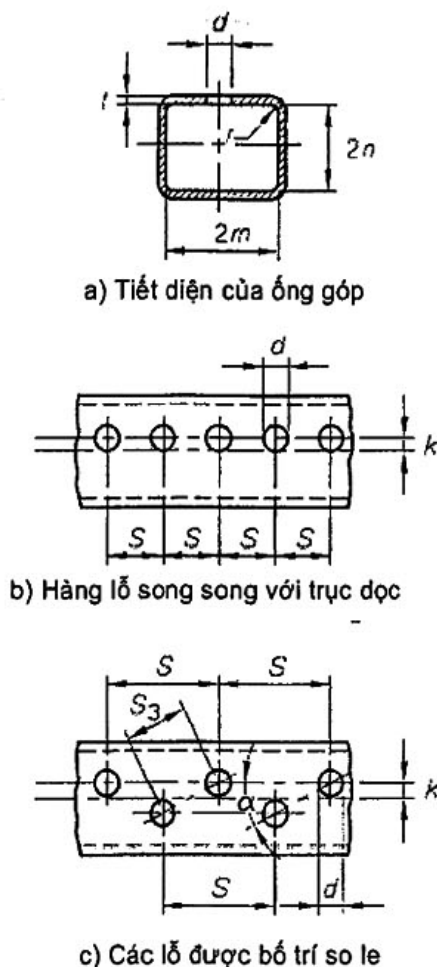
$$r \geq \frac{t_1}{3} \quad \dots (55)$$

trong đó

$r$  là bán kính trong của góc lượn (xem Hình 22 a)), tính theo milimét;

$t_1$  là chiều dày danh nghĩa trung bình của hai cạnh, tính theo milimét.

Trong mọi trường hợp,  $r$  không được nhỏ hơn 6 mm.



Hình 22 – Ống góc có tiết diện chữ nhật

### 3.4.2 Ống góc chữ nhật không thẳng

Các ống góc có tiết diện chữ nhật uốn cong, hình zig-zag, hình sin hoặc lượn sóng được lựa chọn theo thỏa thuận giữa các bên có liên quan. Khi chưa có đủ kinh nghiệm về vận hành các ống góc có dạng đặc biệt như trên, thì nên lựa chọn ống góc phù hợp với các yêu cầu trong 3.6.

## 3.5 Đáy ống góc

### 3.5.1 Yêu cầu chung

Hình dạng và chiều dày của đáy được rèn liền khối với thân ống góc phải theo thỏa thuận giữa các bên có liên quan.

Khi chưa có đủ kinh nghiệm trong thiết kế và thực tiễn vận hành các ống góc có dạng đáy tương tự thì phải chứng minh sự phù hợp của các dạng đáy mới đề xuất theo các yêu cầu nêu trong 3.6.

### 3.5.2 Đáy chòm cầu

Đáy chòm cầu phải được thiết kế phù hợp với 3.3.

### 3.5.3 Đáy phẳng không khoét lỗ

Chiều dày nhỏ nhất của đáy phẳng không giăng và không khoét lỗ được xác định theo các công thức sau:

$$\text{Đáy tròn:} \quad t_o = C d_i \sqrt{\left(\frac{p}{f}\right)} \quad \dots (56)$$

$$\text{Đáy chữ nhật:} \quad t_o = CZa \sqrt{\left(\frac{p}{f}\right)} \quad \dots (57)$$

trong đó

- $t$  là chiều dày nhỏ nhất của tấm đáy, tính theo milimét;
- $d_i$  là đường kính trong của ống góp hình trụ, tính theo milimét;
- $a$  là chiều rộng bên trong nhỏ nhất giữa các thành của ống góp hình chữ nhật, tính theo milimét;
- $p$  là áp suất tính toán, tính theo megapascal;
- $f$  là ứng suất thiết kế ở nhiệt độ thiết kế, tính theo megapascal (xem 2.2);
- $C$  là hằng số, phụ thuộc vào phương pháp ghép nối đáy với thân, không nhỏ hơn 0,41, [xem các ví dụ trên Hình 23] được xác định theo:
  - a) Hình 24 đối với các kết cấu đáy được thể hiện trên hình này, khi vật liệu thân và đáy không bị hạn chế loại vật liệu và cấp bền; và
  - b) Hình 25 đối với các kết cấu đáy được thể hiện trên hình này, khi vật liệu thân và đáy được chế tạo bằng thép cacbon và cacbon – mangan đến cấp bền 460 (Xem Bảng 3).
- $Z$  là hệ số điều chỉnh đối với đáy hình chữ nhật, được xác định theo đồ thị trên Hình 26;
- $b$  là chiều rộng bên trong lớn nhất giữa các thành của ống góp hình chữ nhật, tính theo milimét.

CHÚ THÍCH: Xem thêm 4.1.5.2.

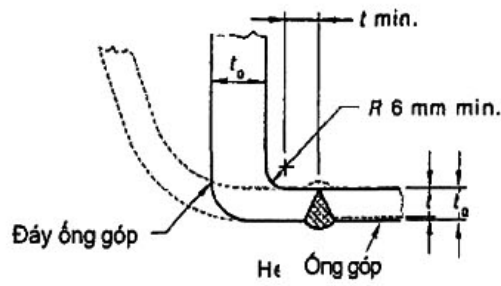
### 3.5.4 Đáy được ghép nối bằng bulông

Khi tấm đáy phẳng được ghép nối bằng bulông với mặt bích hàn với ống góp thì mặt bích và tấm đáy phải phù hợp với 4.1.4.2.

### 3.5.5 Gia cường lỗ khoét trên đáy phẳng

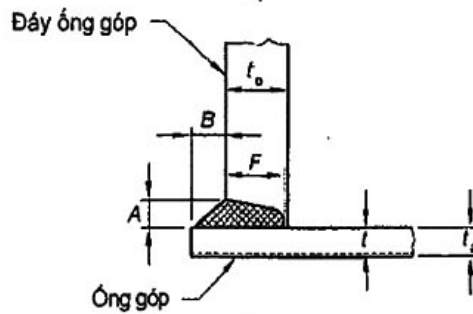
Khi tấm đáy phẳng được khoan lỗ thì chiều dày xác định từ công thức (56) và (57) phải được tăng lên 15%.

Khi đáy hàn với thân theo b) hoặc d) trên Hình 23, phải chú ý bảo đảm các lỗ bố trí lệch tâm không xâm phạm vào mối hàn ghép nối.

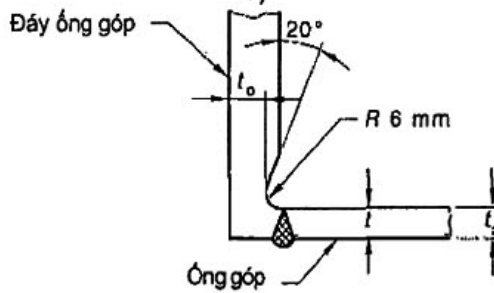


CHÚ THÍCH: Nên sử dụng mối hàn hai phía, nhưng khi không thực hiện hàn hai phía được thì có thể hàn một phía, cần chú ý đảm bảo cho mỗi hàn thấu hoàn toàn, có thể dùng miếng lót chân mối hàn.

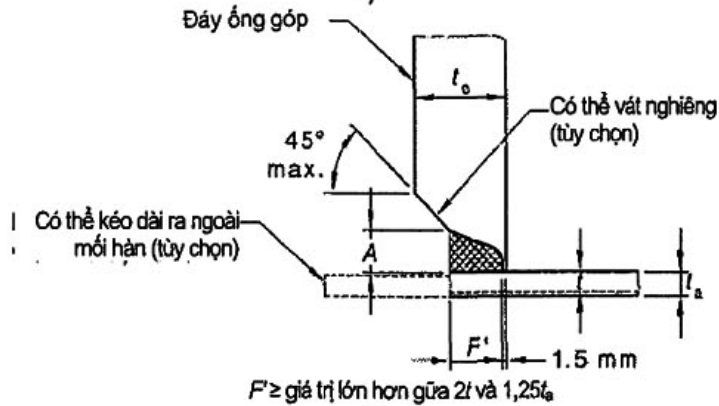
a)



b)



c)



d)

CHÚ DẪN:

$A \geq t$

$B \geq t$

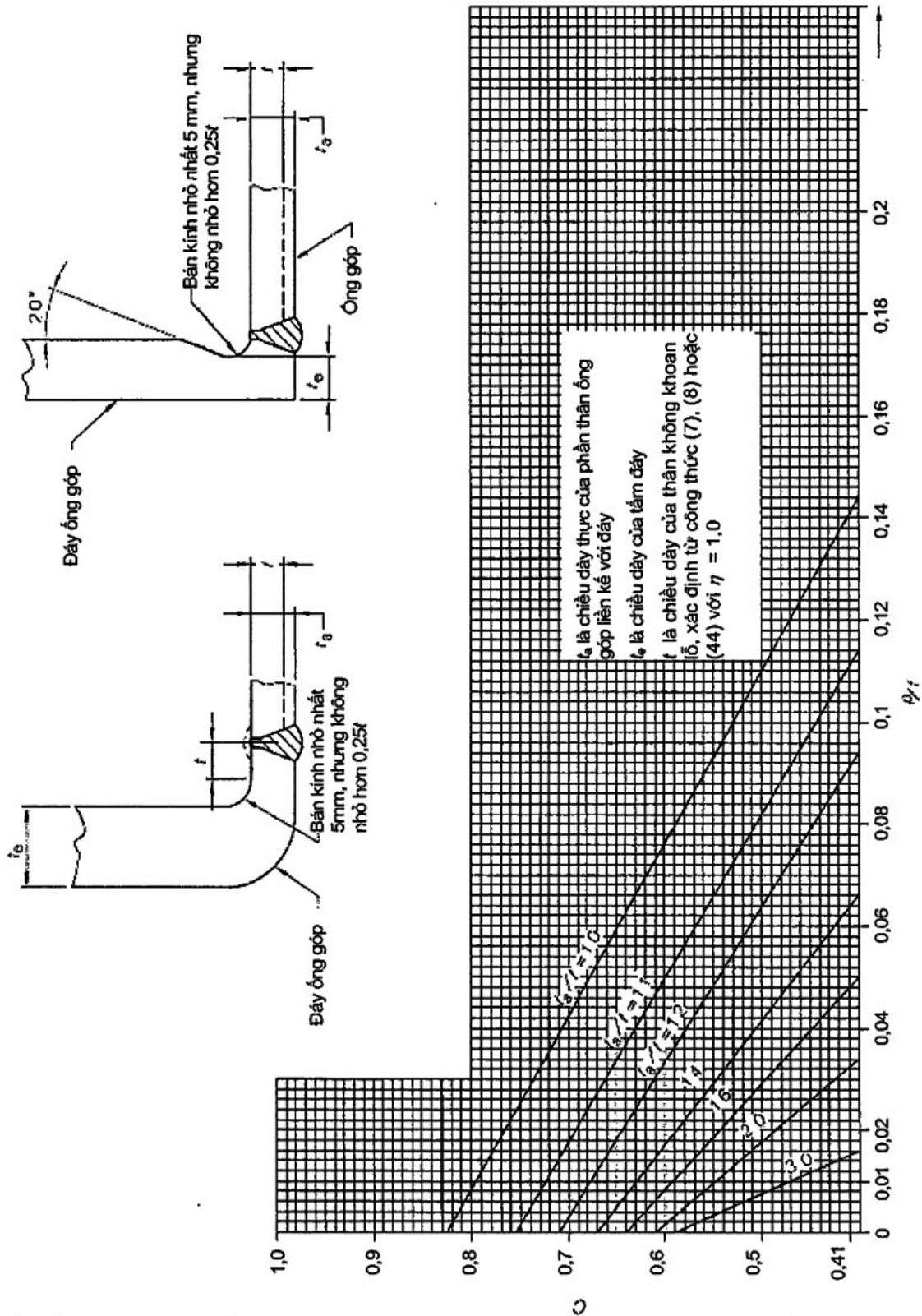
$F \geq$  giá trị lớn hơn giữa  $2t$  và  $1,25t_o$ , nhưng không lớn hơn  $(t_o - 1,5 \text{ mm})$

$t_o$  chiều dày thực của thân ống góp, tính theo milimét;

$t_o$  là chiều dày của tấm đáy, tính theo milimét;

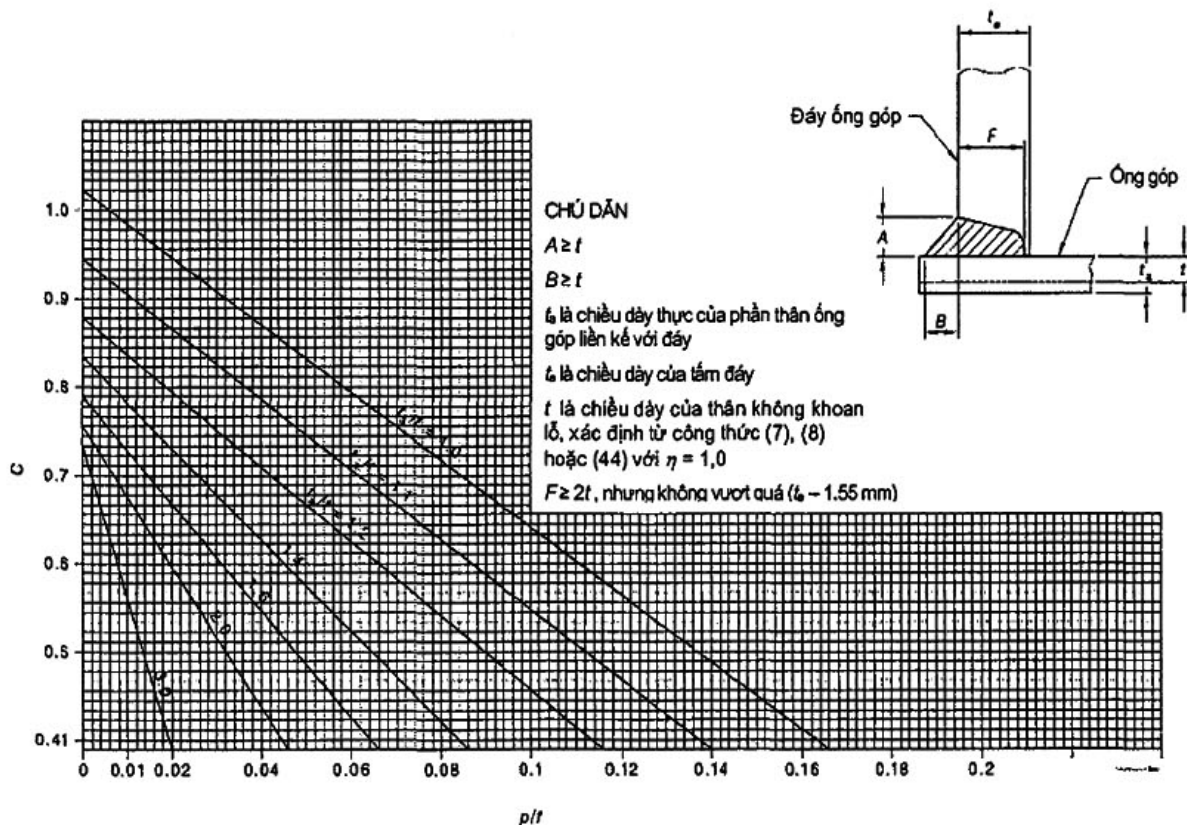
$t$  là chiều dày của thân không khoan lỗ, xác định từ công thức (7), (8) với  $\eta = 1,0$ , tính theo milimét.

Hình 23 – Các phương pháp ghép nối đáy ống góp điển hình

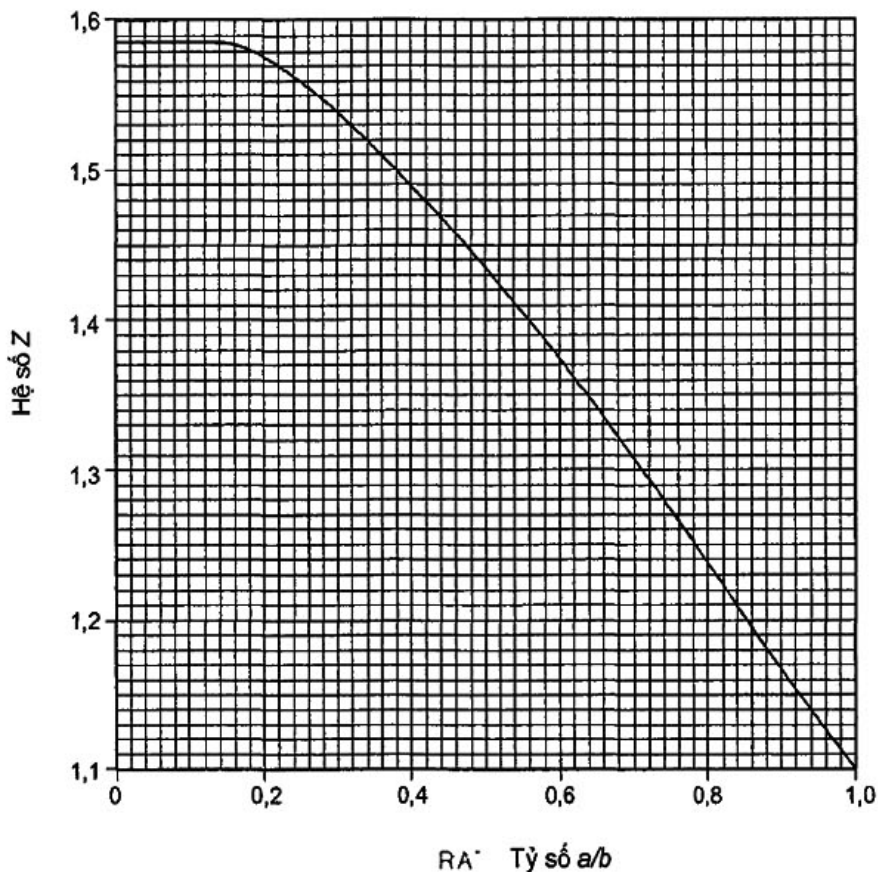


CHÚ THÍCH: Nên sử dụng mối hàn hai phía, nhưng khi không thực hiện hàn hai phía được thì có thể hàn một phía, cần chú ý đảm bảo cho mỗi hàn thấu hoàn toàn, có thể dùng miếng lót chân mối hàn.

Hình 24 – Hệ số C đối với các đáy ống gập ghép nối bằng mối hàn giáp mép



Hình 25 – Hệ số C đối với các đáy ống gộp ghép nối bằng mối hàn góc có vát mép



Hình 26 – Hệ số Z đối với các đáy không tròn

### 3.6 Các bộ phận chịu áp lực có hình dạng bất quy tắc

#### 3.6.1 Yêu cầu chung

Khi một bộ phận chịu áp lực có hình dạng bất quy tắc và không thể áp dụng các công thức để thiết kế, thì mẫu đầu tiên của kết cấu phải được xác định tính phù hợp bằng cách thử thủy lực kiểm chứng. Kết cấu của bộ phận được xem là phù hợp khi đạt được áp suất thử mà không có biến dạng dư đáng kể đối với mẫu thử.

CHÚ THÍCH: Đối với các bộ phận vận hành trong phạm vi rã thì phép thử thủy lực kiểm chứng có thể không bảo đảm được tính toàn vẹn lâu dài của bộ phận.

#### 3.6.2 Áp suất thử kiểm chứng

Áp suất thử thủy lực kiểm chứng  $p_t$  không được nhỏ hơn trị số được xác định theo công thức sau:

$$p_t = 0,9p \times \left[ \frac{\text{giới hạn chảy ở nhiệt độ thử}}{\text{ứng suất thiết kế ở nhiệt độ thử}} \right] \quad \dots (58)$$

trong đó

$p_t$  là áp suất thử thủy lực kiểm chứng lớn nhất thiết bị có thể chịu được mà không xuất hiện biến dạng dư, tính theo megapascal;

$p$  là áp suất tính toán, tính theo megapascal.

CHÚ THÍCH: Công thức (58) chỉ áp dụng cho thép ferit.

### 3.7 Ống tiếp nhiệt và các ống kết nối

#### 3.7.1 Chiều dày nhỏ nhất chịu áp lực trong

Chiều dày nhỏ nhất của ống chịu tác dụng của áp lực trong đối với các nồi hơi, bộ hâm nước, bộ quá nhiệt, bộ tái quá nhiệt và các ống kết nối phải được xác định theo công thức (59) hoặc (60), và trong mọi trường hợp không được nhỏ hơn giá trị chiều dày tối thiểu nêu trong Bảng 5:

$$t_m = \frac{pd_o}{2fe + p} \quad \dots (59)$$

$$t_m = \frac{pd_i}{2fe - p} \quad \dots (60)$$

trong đó

$t_m$  là chiều dày nhỏ nhất của ống, tính theo milimét (xem chú thích 1 bên dưới);

$p$  là áp suất tính toán, tính theo megapascal;

$d_o$  là đường kính ngoài nhỏ nhất của ống ( $d_i + 2t_m$ ), tính theo milimét;

$d_i$  là đường kính trong của ống, tính theo milimét.

CHÚ THÍCH: Đường kính phải là đường kính lớn nhất có tính cả dung sai và lượng dư, nếu có.

$f$  là ứng suất thiết kế ở nhiệt độ thiết kế, tính theo megapascal (xem 2.2);

$e$  = 1,0 đối với ống không hàn và ống hàn điện trở (được kiểm tra không phá hủy 100%).

## TCVN 12728:2019

### CHÚ THÍCH:

- 1 Cần lưu ý rằng giá trị  $t_m$  được tính từ các công thức (59) và (60) là chiều dày nhỏ nhất của các ống thẳng và khi cần thiết phải bổ sung chiều dày để bù cho các dung sai âm của chiều dày ống thực tế được sử dụng. Cần bổ sung chiều dày trong trường hợp có sự ăn mòn bất thường khi sử dụng.  
Các yêu cầu đối với chiều dày nhỏ nhất trên phần lưng của đoạn ống uốn, được nêu trong 4.6.4.
- 2 Trong trường hợp không thể thực hiện nhiệt luyện sau hàn khi thay mới các đoạn ống cụt để kết nối với các ống mới khác, hoặc khi có nguy cơ cao ăn mòn đáng kể từ bên ngoài, thì các đoạn ống cụt đó cần có chiều dày lớn hơn chiều dày theo yêu cầu theo các công thức (59) và (60) ít nhất là 1,3 mm.

### 3.7.2 Ống chịu áp lực ngoài

Chiều dày của ống chịu áp lực ngoài được xác định theo công thức (61), nhưng trong mọi trường hợp không được nhỏ hơn giá trị tương ứng nêu trong Bảng 5.

CHÚ THÍCH: Bảng 5 dựa trên cơ sở vật liệu ống tuân thủ Bảng 2, và có độ bền kéo quy định nhỏ nhất là 320 MPa.

$$t = \frac{pD_o}{2f_c} \quad \dots (61)$$

trong đó

- $t$  là chiều dày nhỏ nhất cần thiết của ống, tính theo milimét;
- $D_o$  là đường kính ngoài của ống, tính theo milimét;
- $f_c$  là ứng suất chịu nén theo chiều trục lớn nhất cho phép đối với ống chịu tác dụng của áp lực ngoài, tính theo megapascal,  $f_c = 0,8f$ ;
- $f$  là ứng suất thiết kế ở nhiệt độ thiết kế (xem 2.2), tính theo megapascal;
- $p$  là áp suất tính toán, tính theo megapascal.

**Bảng 5 – Chiều dày danh nghĩa nhỏ nhất của ống chịu áp lực trong hoặc áp lực ngoài**

Kích thước tính bằng milimét

Đường kính bên ngoài danh nghĩa		Chiều dày danh nghĩa nhỏ nhất	
		Chịu áp lực trong	Chịu áp lực ngoài
	≤38	1,75	2,28
>38	≤51	2,16	2,81
>51	≤70	2,40	3,12
>70	≤76,1	2,60	3,38
>76	≤88,9	3,05	3,96
>88,9	≤101,6	3,28	4,26
>101,6	≤127,6	3,50	

### 3.7.3 Uốn ống nồi hơi, ống quá nhiệt, ống tái quá nhiệt và ống bộ hâm nước

Các ống được uốn nóng hoặc uốn nguội cho các bộ phận của nồi hơi bao gồm ống bộ hâm nước, ống vách buồng đốt, ống quá nhiệt và tái quá nhiệt phải tuân thủ các quy định trong 4.6.

Việc uốn ống và nhiệt luyện sau khi uốn (nếu cần) phải bảo đảm để ứng suất dư không làm giảm độ bền ống thấp hơn độ bền thiết kế.

### 3.7.4 Tính linh hoạt của các hệ thống đường ống

#### 3.7.4.1 Yêu cầu chung

Tính linh hoạt của các hệ thống đường ống phải tuân theo các yêu cầu của TCVN 6158 và các yêu cầu sau:

- a) Ứng suất thiết kế  $f$  của vật liệu ở nhiệt độ tính toán phải lấy theo Bảng 3 của tiêu chuẩn này.
- b) Ứng suất thiết kế ở nhiệt độ nhỏ nhất của kim loại phải là giá trị nhỏ hơn giữa  $R_m/4$  và giá trị đưa ra trong Bảng 3 của tiêu chuẩn này. Ứng suất thiết kế ở nhiệt độ lớn nhất của kim loại  $f_h$  phải lấy theo Bảng 3 của tiêu chuẩn này.

#### 3.7.4.2 Phân lực liên kết

Ngoài các yêu cầu trong 3.7.4.1, các ống phải được thiết kế để hệ thống có đủ độ linh hoạt, bảo đảm các phản lực liên kết phát sinh trong các trạng thái làm việc ở giới hạn nhiệt độ và áp suất thiết kế không gây quá tải cho thiết bị kết nối với ống. Các giá trị lớn nhất đối với các lực và momen được tạo ra do giãn nở nhiệt và các lực tác động được tạo ra do trọng lượng của các đoạn ống không được đỡ có thể tác dụng lên thiết bị kết nối phải được thoả thuận giữa nhà chế tạo và người mua.

#### 3.7.4.3 Lượng bù giãn nở

Lượng bù giãn nở được chọn theo Bảng 6 phù hợp với dải nhiệt độ làm việc. Môđun đàn hồi Young của thép (tỷ số giữa ứng suất và độ biến dạng đàn hồi) sẽ giảm khi nhiệt độ tăng và được lựa chọn theo Bảng 7.

Bảng 6 – Lượng bù giãn nở đối với các ống thép

## 1 – Thép ferit

Phạm vi nhiệt độ °C	Độ giãn nở nhiệt %	Phạm vi nhiệt độ °C	Độ giãn nở nhiệt %
15 đến 120	0,1289	15 đến 510	0,7142
15 đến 150	0,1680	15 đến 520	0,7314
15 đến 180	0,2081	15 đến 530	0,7487
15 đến 210	0,2491	15 đến 540	0,7661
15 đến 240	0,2912	15 đến 550	0,7837
15 đến 270	0,3342	15 đến 555	0,7925
15 đến 300	0,3782	15 đến 560	0,8013
15 đến 330	0,4232	15 đến 565	0,8102
15 đến 360	0,4692	15 đến 570	0,8191
15 đến 390	0,5141	15 đến 575	0,8280
15 đến 420	0,5642	15 đến 580	0,8369
15 đến 450	0,6132	15 đến 585	0,8459
15 đến 480	0,6632	15 đến 590	0,8549
15 đến 490	0,6801	15 đến 595	0,8639
15 đến 500	0,6971	15 đến 600	0,8730

## 2 – Thép austenit

Nhiệt độ °C	Hệ số giãn dài * K <sup>-1</sup>
20 – 100	$15,6 \times 10^{-6}$
200	$16,6 \times 10^{-6}$
300	$17,1 \times 10^{-6}$
400	$17,7 \times 10^{-6}$
500	$18,2 \times 10^{-6}$
600	$18,6 \times 10^{-6}$
700	$19,2 \times 10^{-6}$
* Giá trị trung bình.	

Bảng 7 – Môđun đàn hồi của thép

Nhiệt độ °C	Môđun đàn hồi, GPa		
	Thép cacbon	Thép hợp kim	Thép austinit
20	200	206	195
50	199	205	194
100	198	203	191
150	195	200	187
200	191	197	184
250	186	194	181
300	180	190	177
350	173	186	173
400	164	180	169
450	153	174	164
500	138	166	160
550	--	155	156
600	--	137	151
650	--	107	147

### 3.7.5 Lắp và kết nối ống và đường ống liên kết

#### 3.7.5.1 Yêu cầu chung

Lắp ống với bao hơi, bao nước hoặc ống góp phải phù hợp với 4.1.5, 4.1.6 và 4.1.7.

#### 3.7.5.2 Kết nối ống

Kết nối ống phải thực hiện bằng mối hàn giáp mép phù hợp với 4.8.4.1.

#### 3.7.5.2 Kết nối đường ống liên kết

Các ống liên kết phải được nối bằng bích hàn hoặc bích liền khối, hàn giáp mép, hàn khớp nối, bắt ren hoặc bắt ren và hàn kín. Không được sử dụng kết nối bích ren hoặc phương pháp hàn lồng ống. Không được sử dụng kết nối bích khi bulông tiếp xúc trực tiếp với sản phẩm cháy.

CHÚ THÍCH: Có thể sử dụng các mối nối đặc biệt và các loại bích đặc biệt, với điều kiện các loại này đảm bảo phù hợp với điều kiện và mục đích thiết kế.

### 3.8 Các chi tiết đỡ ống

#### 3.8.1 Hàn các chi tiết đỡ ống

Khi các chi tiết đỡ ống như tai treo và vấu đỡ được hàn vào ống nhằm mục đích mang tải thì vật liệu của các chi tiết đỡ và mối hàn phải thích hợp với môi trường làm việc và tương thích với vật liệu ống.

CHÚ THÍCH: Hình 27 minh họa các chi tiết điển hình để làm rõ các yêu cầu thiết kế.

**3.8.2 Chiều dày lớn nhất của chi tiết đỡ ống**

Chiều dày tiết diện của chi tiết đỡ ống đo theo hướng chu vi ống không được vượt quá 1/4 đường kính ống tại điểm gắn chi tiết với ống (xem minh họa trên Hình 27). Chiều dài của chi tiết đỡ ống đo dọc theo đường trục của ống phải tuân thủ 3.8.3 hoặc được xác định bằng phương pháp phân tích ứng suất theo các tiêu chuẩn liên quan (như Tiêu chuẩn PD 5500).

**3.8.3 Cường độ tải trọng hướng tâm**

Cường độ tải trọng hướng tâm không được vượt giá trị thể hiện trên đồ thị trong Hình 28 đối với tải trọng kéo hoặc nén lên chi tiết treo, đỡ ống. Các ký hiệu sau đây được áp dụng trong Hình 28:

- $q$  là cường độ lớn nhất của tải trọng hướng tâm, tính theo N/mm;
- $f$  là ứng suất thiết kế ở nhiệt độ thiết kế, tính theo megapascal;
- $t$  là chiều dày nhỏ nhất của ống, nghĩa là chiều dày danh nghĩa trừ đi dung sai âm, tính theo milimét;
- $d_o$  là đường kính ngoài của ống, tính theo milimét;
- $\alpha$  là góc choán chỗ của chi tiết đỡ ống tính theo tâm ống (xem Hình 28), tính theo độ.

**3.8.4 Lực lớn nhất gây ra bởi tải trọng hướng tâm**

Đối với chi tiết treo, đỡ ống được hàn dọc theo ống, cường độ tải trọng kéo và nén hướng tâm lớn nhất được tính toán theo công thức sau:

$$q = \frac{R}{L} \pm \frac{6We}{L^2} \quad \dots (62)$$

trong đó

- $W$  là tổng tải trọng mà chi tiết đỡ ống phải chịu, tính theo Newton;
- $e$  là độ lệch tâm của đường tác dụng tải trọng  $W$  so với đường chịu lực của giá treo, đỡ (xem minh họa Hình 27), tính theo milimét;
- $R$  là thành phần hướng tâm của tải trọng  $W$ , tính theo Newton;
- $L$  là chiều dài của phần kết nối chi tiết đỡ ống theo chiều dọc (xem minh họa Hình 27), tính theo milimét.

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp xảy ra tải trọng lệch tâm, có thể cần kiểm tra cả cường độ tải trọng kéo và nén hướng tâm, xảy ra ở đầu đối diện của chi tiết đỡ ống.  $W$ ,  $R$  và  $q$  có giá trị dương khi chịu kéo, và có giá trị âm khi chịu nén.

**3.8.5 Tính toán độ bền mối hàn**

Khi tính toán độ bền của mối hàn các chi tiết đỡ ống, ứng suất thiết kế mối hàn tương ứng với ứng suất yếu hơn giữa ứng suất của ống và chi tiết đỡ ống, nhân với các hệ số làm yếu mối hàn sau đây:

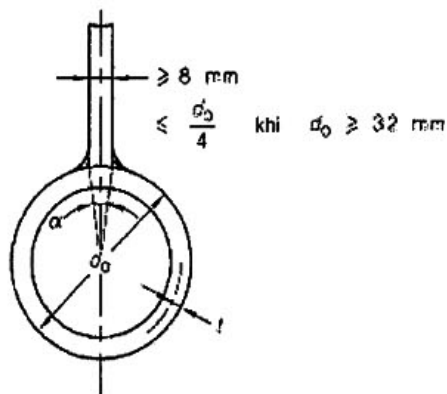
- a) 0,7 đối với mối hàn góc.
- b) 0,75 đối với mối hàn ngẫu một phần (có hoặc không có hàn phủ góc).

c) 1,0 đối với mỗi hàn ngấu hoàn toàn.

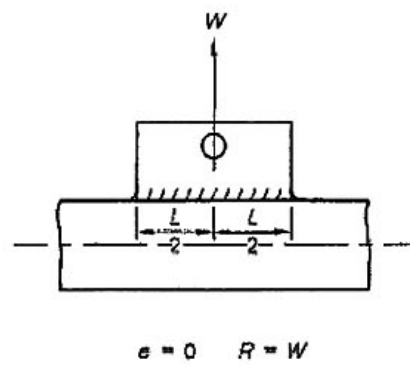
Vùng chịu tải của mỗi hàn được lấy bằng chiều cao tính toán của mỗi hàn nhân với chiều dài của mỗi hàn. Đối với mục đích tính toán sức bền, chiều cao tính toán của mỗi hàn được lấy bằng:

- i) 0,7 lần chiều cao chân mỗi hàn đối với mỗi hàn góc;
- ii) chiều sâu của rãnh hàn đối với mỗi hàn ngấu một phần; và
- iii) chiều dày của chi tiết đỡ ống đối với mỗi hàn ngấu hoàn toàn.

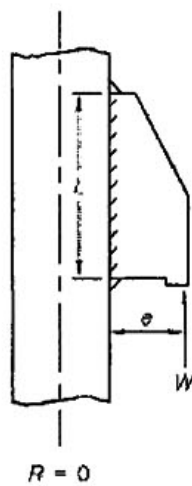
Đối với các mối hàn phức hợp, chiều cao tính toán của mỗi hàn là tổng của các bộ phận cấu thành.



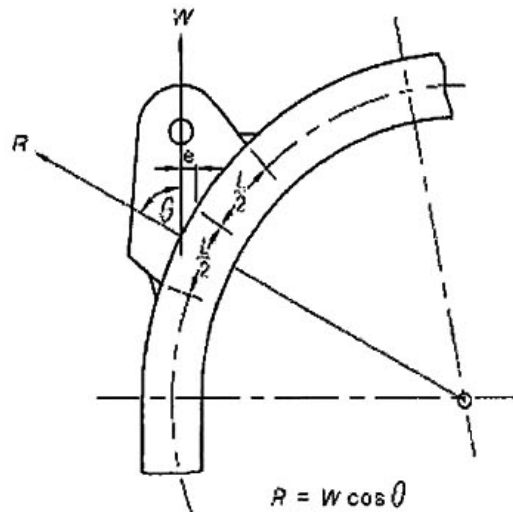
a) Chi tiết đỡ ống được hàn với ống (mặt cắt)



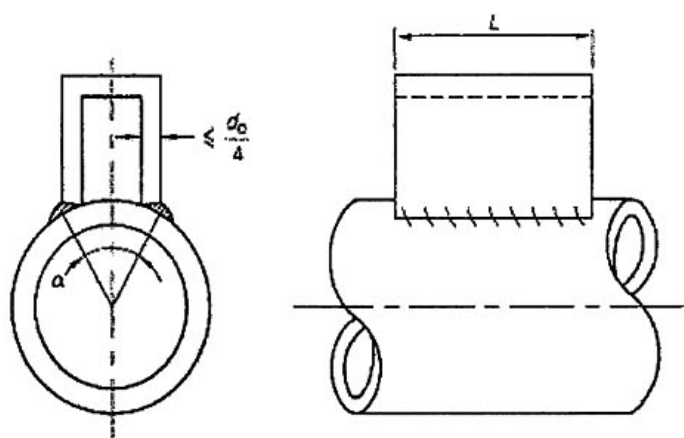
b) Đỡ ống đối xứng thẳng đứng của ống nằm ngang



c) Đỡ ống thẳng đứng của ống thẳng đứng

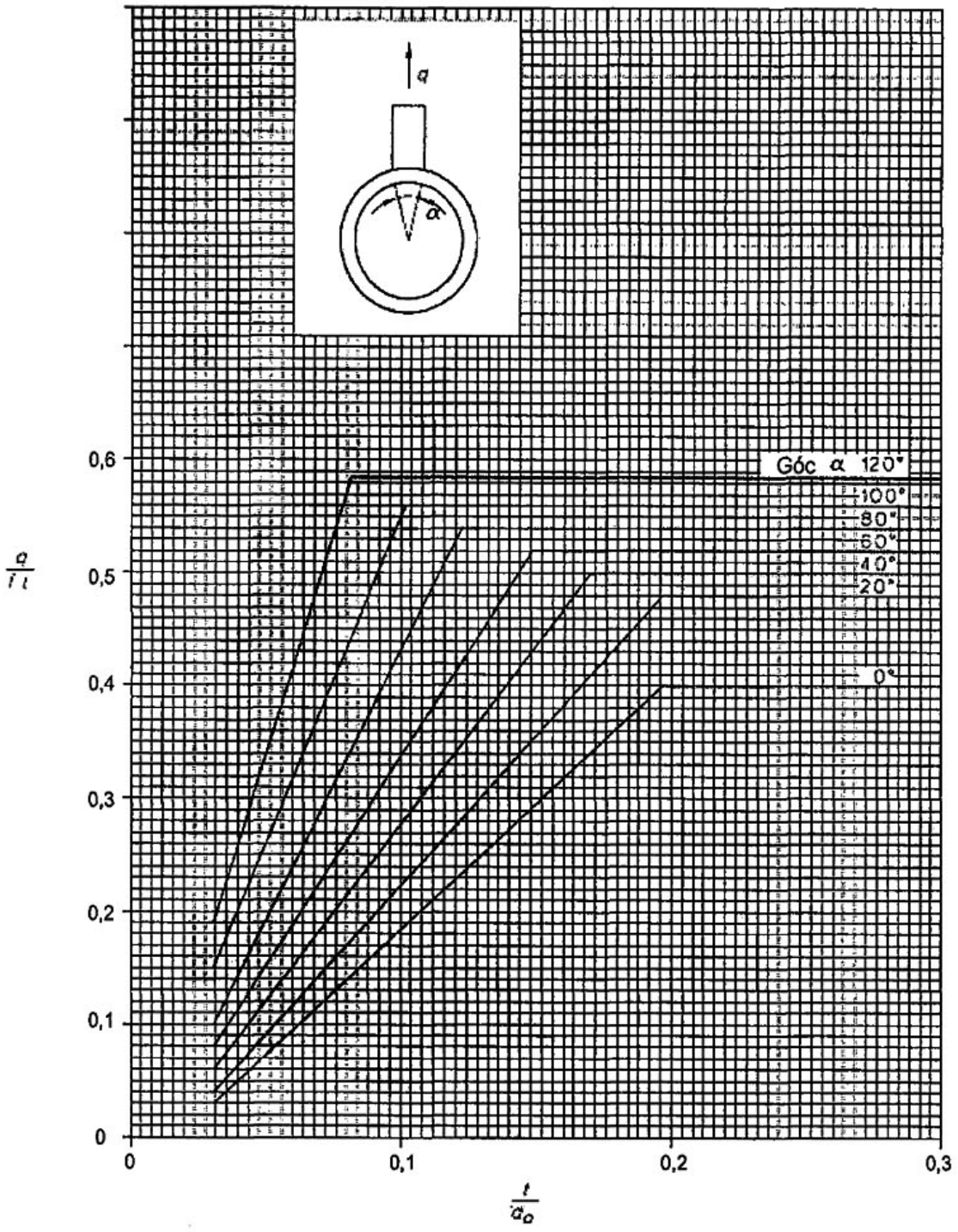


d) Đỡ ống thẳng đứng của ống cong



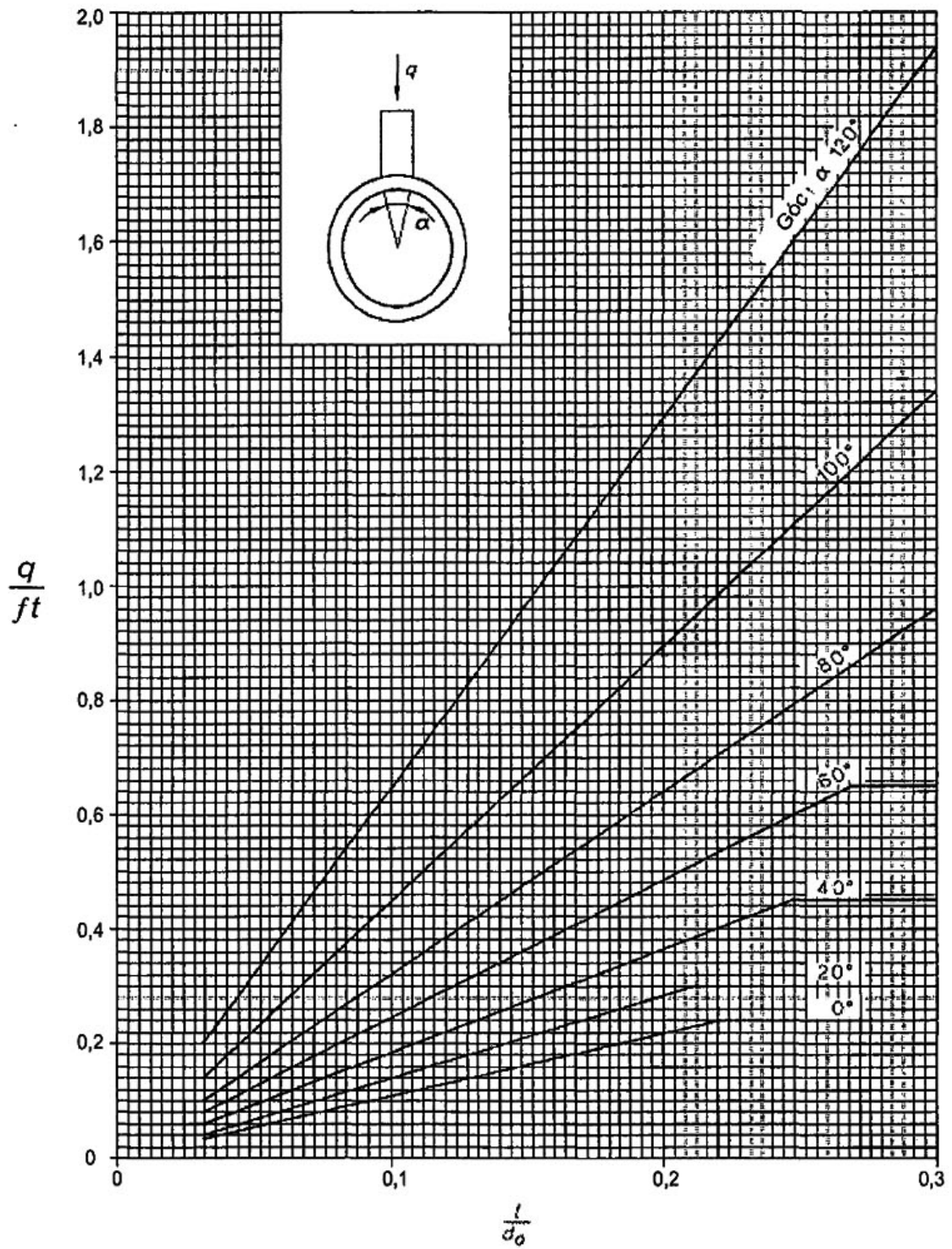
(e) e) Chi tiết đỡ ống có hai chân

Hình 27 – Các chi tiết đỡ ống điển hình



a) Tải trọng kéo

Hình 28 – Tải trọng cho phép lên chi tiết đỡ ống



b) Tải trọng nén

Hình 28 – (Kết thúc)

### 3.9 Cửa kiểm tra

#### 3.9.1 Các cửa tiếp cận của nồi hơi ống nước và nồi hơi ống lò ống lửa

##### 3.9.1.1 Yêu cầu chung

Các nồi hơi phải được trang bị đủ cửa người chui, lỗ thò tay hoặc các cửa kiểm tra khác để cho phép kiểm tra và làm sạch bên trong nồi hơi một cách hiệu quả.

Các phụ kiện và các bộ phận bên trong và bên ngoài phải được bố trí sao cho có thể tiếp cận vào bên trong qua các cửa kiểm tra. Các chi tiết bên trong bao hơi, bao nước phải có khả năng tháo lắp phù hợp hoặc phải có cửa kiểm tra thích hợp để cho phép kiểm tra đầy đủ các mặt bề mặt bên trong bao hơi, bao nước và có thể dễ dàng làm sạch.

##### 3.9.1.2 Kích thước của cửa

Các cửa người chui hình elip phải có kích thước không nhỏ hơn 400 mm × 300 mm. Các cửa người chui hình tròn phải có đường kính không nhỏ hơn 400 mm. Các lỗ thò tay phải có kích thước không nhỏ hơn 90 mm × 70 mm, nhưng khuyến nghị nên dùng các kích thước lớn hơn.

##### 3.9.1.3 Vành cửa

Các vành cửa bao hơi, bao nước cần được ưu tiên chế tạo bằng vật liệu có cấp bền và phạm vi độ bền kéo tương đương với vật liệu sử dụng làm bao hơi, bao nước (xem 2.1). Các vành cửa kiểu mặt bích phải là hình tròn hoặc hình elip không có mối hàn và phải được gia công để tạo bề mặt ép gioăng cho cửa. Tất cả các vành cửa kiểu mặt bích phải được lắp gần nhất có thể với các bề mặt mà vành cửa kết nối. Vành cửa kiểu mặt bích của bao hơi, bao nước phải được hàn bằng mối hàn góc với bề mặt trong của bao hơi, bao nước. Nếu không có quy định nào khác, các mối hàn góc phải có tỷ lệ như chỉ dẫn trên Hình 66. Không cho phép sử dụng kiểu kết nối được chỉ dẫn trên Hình 66 khi áp suất thiết kế vượt quá 4 MPa.

Các vành cửa hình elip, miệng tròn nhô ra bên ngoài phải được gia công liền khối không hàn, hoặc được gia công từ thép cán có tiết diện phù hợp, sau đó được hàn nóng chảy. Các mối hàn trong vành cửa người chui và miệng tròn nhô ra bên ngoài phải được bố trí trên mặt phẳng vuông góc với trục dọc của nồi hơi.

Chiều rộng bề mặt ép gioăng của cửa người chui phải không nhỏ hơn 17 mm.

##### 3.9.1.4 Nắp cửa

Các nắp cửa phải được thiết kế phù hợp với các yêu cầu sau:

- Các nắp cửa người chui và lỗ thò tay phải tuân thủ 3.9.2 hoặc 3.9.3.
- Các nắp cửa có khối lượng lớn hơn 20 kg phải có kết cấu phù hợp để cho phép nâng hạ, ngoại trừ trường hợp các cửa đặt theo phương thẳng đứng có thể sử dụng kết cấu bản lề.

## TCVN 12728:2019

c) Các nắp cửa người chui hoặc lỗ thò tay phải có khả năng tháo lắp và thay thế dễ dàng và an toàn sau một thời gian vận hành.

### 3.9.2 Các nắp cửa được lắp bên ngoài

Chiều dày của các nắp cửa được lắp bên ngoài cho các cửa người chui và lỗ kiểm tra phải phù hợp với 3.9.3.2.

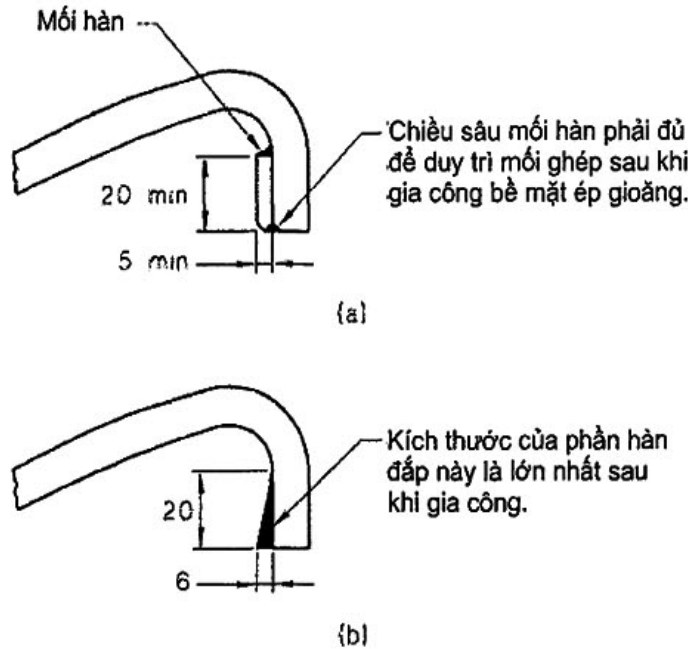
### 3.9.3 Các nắp cửa được lắp bên trong

#### 3.9.3.1 Yêu cầu chung

Các nắp cửa phẳng hình elip hoặc các nắp cửa elip được tạo hình có độ cong phù hợp với bề mặt lắp ráp để lắp phía trong phải là các tấm được hàn đắp hoặc ép tạo hình (ví dụ, được tăng cứng bằng dập định hình) và được nhiệt luyện sau khi gia công, hoặc được chế tạo từ thép tấm sau đó được gia công hạ bậc, cắt rãnh hoặc bằng các phương pháp khác để chặn gioăng. Nắp cửa phải được lắp cân và khít với bề mặt bên trong; khi cửa ở vị trí làm việc thì khe hở giữa vành cửa và bậc ép gioăng tại mọi điểm không được vượt quá 1,5 mm. Nắp cửa phải được gia công tại các mặt tựa cho đai ốc hoặc vòng đệm. Thép tấm làm nắp phải được kiểm tra trước khi hàn và không được có các khuyết tật.

Chiều rộng bề mặt ép gioăng của cửa người chui kiểu uốn mép vào bên trong không được nhỏ hơn 17 mm. Trong trường hợp chiều dày tấm ở vị trí ép gioăng nhỏ hơn 17 mm thì có thể gia tăng bề mặt ép gioăng bằng các phương pháp chỉ dẫn trên Hình 29.

Kích thước tính bằng milimét



Hình 29 – Gia tăng chiều rộng của bề mặt ép gioăng

### 3.9.3.2 Chiều dày của nắp cửa

Chiều dày tính toán nhỏ nhất của nắp cửa dạng tấm phẳng (không tăng cứng) chế tạo từ một tấm liền không được nhỏ hơn chiều dày xác định theo công thức sau:

$$t = \sqrt{\left[ \frac{0,40(pd^2 + 2,5W)}{f} \right]} \quad \dots (63)$$

trong đó

- $t$  là chiều dày tính toán nhỏ nhất của nắp cửa phẳng (ngoài vùng được gia công hạ bậc để ép gioăng), tính theo milimét;
- $p$  là áp suất thiết kế của nồi hơi được lắp cửa, tính theo megapascal;
- $d$  là trục ngắn của lỗ cửa được lắp với nắp, tính theo milimét;
- $W$  là lực kéo cho phép trên một bu lông, vít cấy [xem Bảng 8 quy định ứng suất cho phép theo vật liệu bu lông, vít cấy và Bảng 9 quy định quy cách của vít cấy], tính theo Newton;
- $f$  là ứng suất thiết kế lớn nhất tại nhiệt độ thiết kế (xem 2.2), tính theo megapascal.

**Bảng 8 - Các bulông cửa - Ứng suất thiết kế lớn nhất cho phép**

Đặc tính kỹ thuật điển hình của vật liệu	Nhiệt độ thiết kế lớn nhất cho phép °C	Ứng suất thiết kế lớn nhất cho phép MPa
TCVN 1916 Cấp 4.6	250	50.0
TCVN 1916 Cấp 8.8	400	69.0
ASTM A193 , cấp B7, $d < 65$ mm	400	162.0

CHÚ THÍCH: Xem TCVN 8366 đối với các vật liệu và nhiệt độ khác.

**Bảng 9 - Các vít cấy và bulông dùng cho nắp cửa được lắp bên trong**

Kích thước lớn nhất của nắp cửa mm	Vít cấy và bulông	
	Số lượng tối thiểu	Đường kính nhỏ nhất mm
400 x 300	2	30
380 x 280	2	30
350 x 255	2	30
255 x 180	1	30
180 x 130	1	24
150 x 100	1	20
115 x 90	1	20
90 x 63	1	20

## TCVN 12728:2019

### 3.9.3.3 Các chi tiết lắp xiết

Các vít cấy, bulông, đai ốc và vòng đệm phải tuân thủ các loại tương ứng của TCVN 1916, TCVN 10864 (ISO 888) và các tiêu chuẩn quốc tế liên quan khác. Phải áp dụng các quy trình hàn đã được đánh giá xác nhận để hàn các vít cấy và bulông và phải đặc biệt lưu ý đến các vật liệu có độ bền cao.

Các vít cấy phải được cố định vào nắp cửa bằng một trong các phương pháp sau:

- a) Lắp xuyên qua một đoạn cổ nối gia công liền với nắp cửa và được tán chặt vào mặt trong. Đầu tán và miệng côn ở dưới đầu đỉnh tán phải có kích thước tiêu chuẩn.
- b) Bất ren qua một cổ nối gia công liền với nắp cửa và được tán chặt vào mặt trong, hoặc lắp bằng đai ốc trên mặt trong, hoặc hàn góc trên mặt trong.
- c) Đối với các nắp cửa có chiều dày lớn hơn đường kính vít cấy, thì vít cấy có thể được bất ren vào cửa tới chiều sâu ít nhất bằng đường kính của vít cấy và được khoá chặt trên mặt ngoài.
- d) Các bulông có thể được lắp xuyên qua nắp cửa với các đầu bulông ở bên trong và được hàn kín như chỉ dẫn trên Hình 30 a) và b).
- e) Các vít cấy có thể được hàn như chỉ dẫn trên Hình 30 c) và d).
- f) Đối với các nắp cửa có kích thước không vượt quá 150 mm × 100 mm, các vít cấy có thể được rèn nguyên khối cùng với nắp cửa.
- g) Các bulông đầu vuông cũng có thể được sử dụng trong các vấu có rãnh chữ T được lắp chắc chắn hoặc được hàn với nắp cửa. Các bulông và rãnh này phải được gia công tinh.

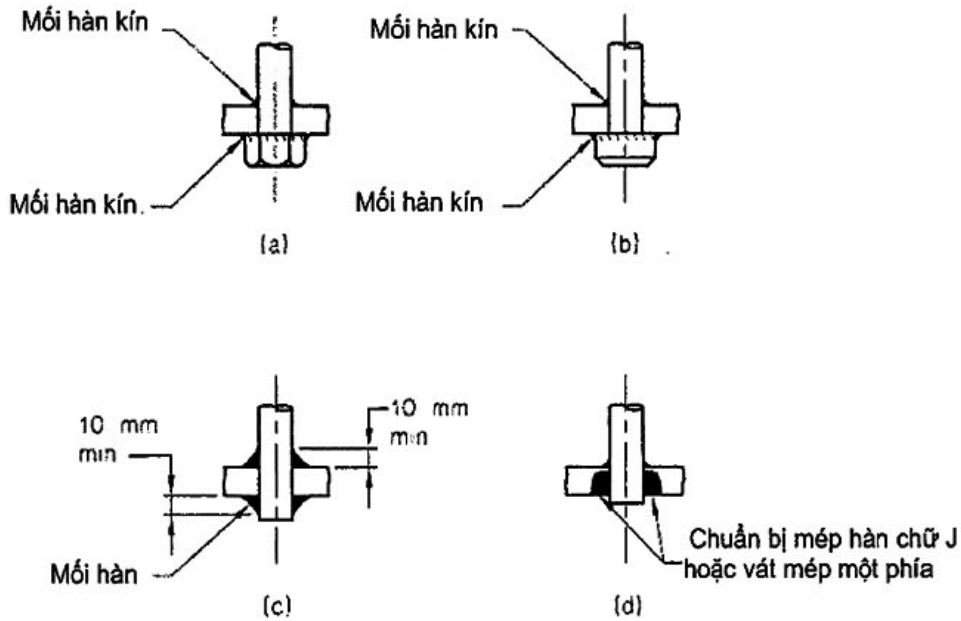
### 3.9.3.4 Các đòn gánh hoặc cần chặn cửa

Các đòn gánh hoặc cần chặn cửa phải được chế tạo bằng một trong các phương pháp sau:

- a) Rèn.
- b) Dập.
- c) Cắt hơi tạo hình.
- d) Chế tạo bằng phương pháp hàn (theo thoả thuận của các bên có liên quan).

Ứng suất lớn nhất được tính toán như một dầm đơn giản với toàn bộ chiều dài của đòn gánh không được vượt quá ứng suất xác định theo 2.2 dựa trên lực được nêu trong 3.9.3.2.

CHÚ THÍCH: Khi thiết kế của các cửa được lắp bên trong bằng đòn gánh, cần chú ý để đảm bảo rằng các đòn gánh sẽ phải bị phá hỏng trước khi vít cấy hoặc cửa bị phá hỏng.



Hình 30 – Các phương pháp lắp bulông hoặc vít cấy được chấp nhận trên cửa người chui hoặc các cửa lỗ thò tay

### 3.9.4 Các cửa trên các tấm phẳng của nồi hơi ống lò ống lửa

#### 3.9.4.1 Cửa người chui

Khi cửa người chui được bố trí trên tấm phẳng thì lỗ cửa phải được gia cường một cách thích hợp. Gia cường phải được thực hiện bằng cách uốn mép lỗ cửa hoặc hàn vành gia cường (xem Hình 31). Trong cả hai trường hợp tổng chiều sâu của mép uốn hoặc vành gia cường đo tại trục ngắn của lỗ cửa không được nhỏ hơn chiều sâu được xác định từ công thức sau:

$$H = (t_E w)^{1/2} \quad \dots (64)$$

trong đó

$H$  là chiều sâu toàn bộ của mép uốn hoặc vành cửa, tính theo milimét;

$t_E$  là chiều dày cần thiết nhỏ nhất của tấm phẳng, tính theo milimét;

$w$  là trục ngắn của cửa người chui, tính theo milimét.

#### 3.9.4.2 Các lỗ khác

Khi các lỗ khác, trừ cửa người chui, được bố trí trên tấm phẳng thì phải áp dụng các phương pháp chung được mô tả trong 3.2.12, nhưng diện tích cần thiết phải gia cường không được nhỏ hơn  $0,5df$ .

Trong đó:

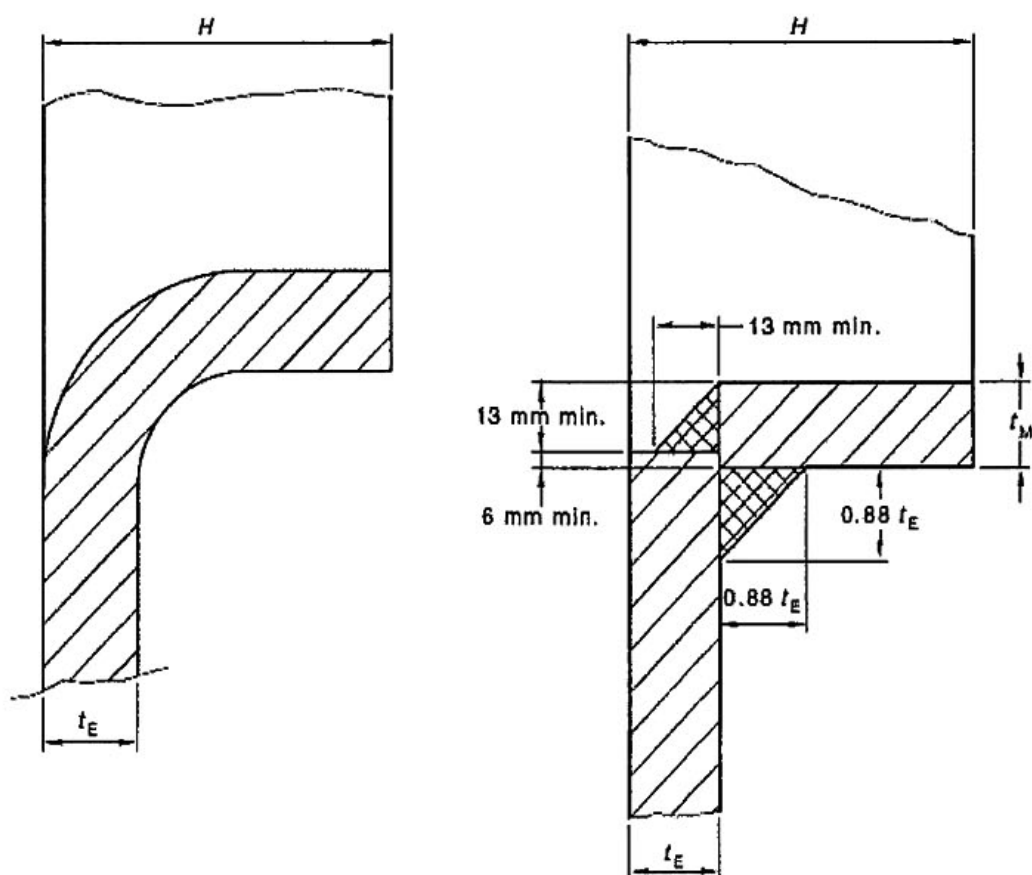
$d$  là đường kính của lỗ đối với các lỗ tròn, hoặc trục dài của lỗ đối với các lỗ elip, tính theo milimét;

## TCVN 12728:2019

$t$  là chiều dày tính toán nhỏ nhất cần thiết của tấm liền (không khoét lỗ) tại vị trí khoét lỗ, được tính theo công thức thích hợp đưa ra trong tiêu chuẩn này, tính theo milimét.

### 3.9.4.3 Các kích thước của cửa

Đối với các kích thước các cửa tiếp cận, xem 3.9.5.



$t_M = 0,88 t_E$  nhưng không nhỏ hơn 19 mm

a) Cửa được uốn mép

b) Cửa có vành gia cường

Hình 31 – Chi tiết cửa người chui trên các tấm phẳng

### 3.9.5 Kiểm tra và làm sạch đối với nồi hơi ống lò - ống lùa và các nồi hơi khác

#### 3.9.5.1 Yêu cầu chung

Khi kích thước và kiểu nồi hơi cho phép chui vào trong nồi hơi thì phải trang bị cửa người chui thích hợp. Ống lò, ống tiếp nhiệt, thanh giằng, đường ống cấp nước và các phụ kiện bên trong phải được bố trí hợp lý để cho phép chui vào nồi hơi và thuận lợi cho việc kiểm tra, làm sạch như đã nêu trên. Khoảng hở tối thiểu cho kiểm tra trong mọi nồi hơi giữa:

- các ống lò liền kề;
- các ống lò và thân hoặc ống tiếp nhiệt; và
- các ống tiếp nhiệt và thân

phải phù hợp với Bảng 10.

Đối với các ống lò lượn sóng, khoảng hở tối thiểu tính từ bề mặt đáy của sóng đến bề mặt gần nhất (xem kích thước  $M$  trên Hình 42).

Tại các tiết diện tăng cứng (ví dụ các vành tăng cứng, gân tăng cứng), khoảng hở nhỏ nhất được đo từ mép ngoài cùng của chi tiết tăng cứng phải bằng 25 mm (xem Hình 42).

**Bảng 10 - Khoảng hở kiểm tra**

Kích thước tính bằng milimét

Đường kính thân	Khoảng hở
$\leq 1050$	50
$> 1050 \leq 1350$	65
$> 1350$	75

### 3.9.5.2 Bố trí các bộ phận để đảm bảo điều kiện làm sạch và kiểm tra

Việc bố trí các bộ phận phải đảm bảo các điều kiện sau đây để đáp ứng việc làm sạch và kiểm tra:

- a) **Bố trí ống:** Các ống phải được bố trí sao cho có đủ điều kiện để kiểm tra và làm sạch.
- b) **Nồi hơi đốt bên trong:** Phải đảm bảo đủ điều kiện cho phép kiểm tra tấm đỉnh buồng đốt và các mối hàn buồng đốt với mặt sàng ống. Yêu cầu này phải được đáp ứng bằng một trong các nội dung sau:
  - i) Khoảng trống giữa các chùm ống, theo phương thẳng đứng phù hợp với Bảng 11, đối với chùm ống được bố trí phía trên buồng đốt.
  - ii) Khoảng trống giữa các chùm ống, theo phương ngang phù hợp với Bảng 11 cho phép kiểm tra tấm đỉnh buồng đốt qua các lỗ kiểm tra ở hai bên thân gần các mặt sàng trước và sau. Các lỗ kiểm tra phải được bổ sung thêm ngoài các lỗ được yêu cầu trong 3.9.5.5 và kích thước của các cửa bổ sung này phải phù hợp với Bảng 14, 15.
  - iii) Các lỗ kiểm tra bổ sung, ngoài các lỗ được yêu cầu theo 3.9.5.3 và 3.9.5.5, phải có kích thước phù hợp và được bố trí để có thể quan sát tổng thể tương đương với sự quan sát đạt được trong các mục i) và ii).

**CHÚ THÍCH:** Các lỗ cần được bố trí gần nhất có thể với các mặt sàng.

- c) **Nồi hơi đốt bên ngoài:** Các ống của nồi hơi đốt bên ngoài có kết cấu nhiều chùm ống, phải có khoảng trống giữa các chùm ống phù hợp với Bảng 11. Các ống trong từng chùm ống được bố trí phù hợp với yêu cầu của 3.9.5.4 và 3.9.5.5.

Bảng 11 - Các khoảng hở của chùm ống

Kích thước tính bằng milimét

Đường kính nổi hơi	Khoảng trống nhỏ nhất theo phương ngang giữa các chùm ống	Khoảng trống nhỏ nhất theo phương thẳng đứng giữa các chùm ống
≤ 900	100	100
> 900 ≤ 1050	125	125
> 1050 ≤ 1200	150	150
> 1200 ≤ 1350	165	165
> 1350	165	255

## 3.9.5.3 Kích thước của cửa người chui và lỗ kiểm tra

Kích thước nhỏ nhất của cửa người chui và lỗ kiểm tra đo theo kích thước trong phải đảm bảo như sau:

- Đối với cửa người chui hình elíp: 400 mm × 300 mm.
- Đối với cửa người chui hình tròn: đường kính 400 mm.
- Các lỗ quan sát bao gồm cả kiểu lắp bulông (xem Hình 64 a) và b)): theo Bảng 12.

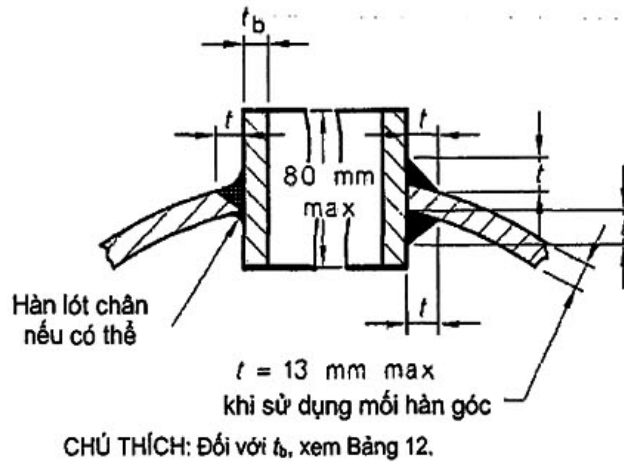
Chiều cao của vành cửa đối với các cửa chui không được vượt quá 300 mm và đối với các cửa kiểm tra khác không được vượt quá 80 mm.

Bảng 12 - Kích thước của các cửa kiểm tra  
(Tất cả được xác định theo kích thước trong)

Kích thước tính bằng milimét

Kích thước của cửa		Chiều dày lớn nhất của vành cửa $t_b$ (xem Hình 32)
Elíp	Tròn	
90 × 65*	75*	16
115 × 90*	100*	16
150 × 100	125	16
180 × 125*	150*	16
225 × 180	200	20
350 × 250*	300*	24

\* Các kích thước ưu tiên.



Hình 32 – Lắp và hàn lỗ kiểm tra

#### 3.9.5.4 Các lỗ kiểm tra, làm sạch trong không gian chứa hơi

Số lượng và kích thước tối thiểu của các lỗ trong các nồi hơi hình trụ cần đáp ứng các yêu cầu sau:

- a) Phải bố trí một cửa người chui phù hợp tại vị trí cần thiết để cho phép vào bên trong kiểm tra và làm sạch.
- b) Mỗi nồi hơi nằm ngang nếu không được trang bị cửa người chui phải có các lỗ kiểm tra phù hợp với Bảng 13 và đáp ứng các yêu cầu sau:
  - i) Đối với thân nồi hơi có chiều dài đến 1500 mm phải có một lỗ kiểm tra được bố trí cách mặt sàng sau khoảng một phần ba chiều dài nồi hơi.
  - ii) Đối với thân nồi hơi có chiều dài trên 1500 mm đến 3000 mm phải có hai lỗ kiểm tra được bố trí tại khu vực gần các mặt sàng.
  - iii) Đối với thân nồi hơi có chiều dài trên 3000 mm phải có ít nhất bốn lỗ kiểm tra được bố trí ở các phía đối diện và tại khu vực gần các mặt sàng.

Bảng 13 - Kích thước của lỗ elíp trong không gian chứa hơi

Kích thước tính bằng milimét

Đường kính nồi hơi	Các lỗ
$\leq 600$	115 × 90
< 600 $\leq 750$	150 × 100
< 750 $\leq 1200$	180 × 125
< 1200	225 × 180
	(xem thêm 3.9.5.3)

## TCVN 12728:2019

### 3.9.5.5 Các lỗ kiểm tra, làm sạch trong không gian chứa nước

Các lỗ kiểm tra, làm sạch trong không gian chứa nước của các nồi hơi hình trụ phải được bố trí tại vị trí thuận lợi cho việc làm sạch thân, ống và các tấm đáy, cũng như kiểm tra bên trong nồi hơi. Số lượng tối thiểu các lỗ phải theo quy định dưới đây:

- a) Nồi hơi đốt bên ngoài, có chùm ống nằm ngang: Ít nhất phải có một lỗ được bố trí tại mặt sàng trước, phía dưới chùm ống. Kích thước nhỏ nhất của các lỗ được nêu trong Bảng 14 hoặc Bảng 15.

Ngoài ra, các lỗ này phải đủ rộng để cho phép tháo ống có kích thước lớn nhất.

- b) Nồi hơi đốt bên trong, có chùm ống nằm ngang: Các nồi hơi có đường kính đến 1350 mm hoặc có chiều dài đến 1500 mm ít nhất phải có một lỗ được bố trí trên thân hoặc đáy. Kích thước nhỏ nhất của lỗ được quy định trong Bảng 14 hoặc Bảng 15. Đối với các nồi hơi có đường kính lớn hơn 1350 mm hoặc chiều dài lớn hơn 1500 mm phải trang bị đủ các lỗ để thuận tiện cho việc kiểm tra và làm sạch, trong đó có ít nhất hai lỗ trên thân hoặc đáy của nồi hơi, mỗi lỗ có kích thước không nhỏ hơn 115 mm × 90 mm; các lỗ kiểm tra phải được bố trí trong khoảng cách 400 mm tính từ mặt sàng để dễ dàng kiểm tra các mối của hàn mặt sàng với buồng đốt. Nếu các ống lửa được lắp phía trên buồng đốt và không đủ khoảng trống giữa các chùm ống theo Bảng 11 thì phải bố trí các lỗ bổ sung để cho phép kiểm tra và làm sạch buồng đốt.

**Bảng 14 - Kích thước lỗ elíp trong không gian chứa nước đối với nồi hơi có không gian chứa nước rộng theo 3.9.5.2 b) và c)**

Kích thước tính bằng milimét

Đường kính nồi hơi	Kích thước các lỗ
≤ 600	90 × 65
< 600 ≤ 1350	115 × 90
> 1350	180 × 125

**Bảng 15 - Kích thước lỗ elíp trong không gian chứa nước đối với nồi hơi có các ống được bố trí thành một chùm ống**

Kích thước tính bằng milimét

Đường kính nồi hơi	Kích thước nhỏ nhất của lỗ
≤ 600	90 × 65
> 600 ≤ 1200	115 × 90
> 1200 ≤ 1750	180 × 125
> 1750	(Xem 3.9.5.3)

- c) Các loại nồi hơi có bố trí ống khác: Các nồi hơi này phải bố trí đủ các lỗ và có kích thước phù hợp (xem Bảng 14 hoặc Bảng 15) để cho phép kiểm tra và làm sạch bên trong một cách thuận tiện.
- d) Nồi hơi kiểu đứng: Nồi hơi kiểu đứng có đường kính không vượt quá 900 mm phải bố trí ít nhất ba lỗ kiểm tra tại vùng gần đáy. Đối với nồi hơi kiểu đứng có đường kính lớn hơn 900 mm phải bố trí ít nhất bốn lỗ.

CHÚ THÍCH: Kích thước các lỗ phải được chọn trong các kích thước được quy định trong Bảng 12.

Các lỗ phải được phân bố cách đều quanh chu vi của thân và có kích thước lớn nhất có thể.

Trong nồi hơi kiểu đứng có lắp các ống ngang phải có một lỗ quan sát trên thân, đối diện với ít nhất là một đầu ống của mỗi ống ngang, có kích thước đủ lớn để có thể kiểm tra và làm sạch ống.

### 3.9.5.6 Vị trí các cửa người chui và các lỗ khác

Tất cả cửa người chui và các lỗ khác trên thân hoặc đáy nồi hơi, có hoặc không có gia cường, cần được ưu tiên bố trí tránh các mối hàn. Các lỗ không gia cường có thể được gia công bằng máy xuyên qua các mối hàn.

Phải tính toán hệ số làm yếu của dây lỗ khi xác định chiều dày.

Các yêu cầu sau đây áp dụng cho các ống được lắp vào các lỗ được khoan trong phần mối hàn nối:

- a) Các mối hàn phải được kiểm tra bằng hạt từ trên cả hai phía và phải thỏa mãn các tiêu chuẩn quy định.
- b) Trong vùng lân cận của lỗ, mối hàn không được ngậm xỉ hoặc có khuyết tật dài hơn  $0,5t$  (với  $t$  là chiều dày của mối hàn), nhưng không vượt quá 10 mm. Trong mọi trường hợp không được có bất kỳ khuyết tật nào trên mép trong của lỗ.

Khi không áp dụng các yêu cầu nêu trên, các lỗ không được gia cường phải được bố trí sao cho mép lỗ cách chân mối hàn một khoảng không nhỏ hơn các trị số dưới đây:

- i) Đối với các tấm có chiều dày  $t \leq 38$  mm: 13 mm.
- ii) Đối với các tấm có chiều dày  $38 < t \leq 50$  mm: chiều dày tấm.
- iii) Đối với các tấm có chiều dày  $t > 50$  mm: 50 mm.

## 3.10 Thanh giằng, bộ phận tăng cứng và bề mặt được tăng cứng đối với nồi hơi ống lữa và các nồi hơi khác

### 3.10.1 Các tấm đáy

#### 3.10.1.1 Các bố trí điển hình

Các Hình 33 đến Hình 36 trình bày các bố trí điển hình của các đáy trên các nồi hơi nhiều ống.

#### 3.10.1.2 Các phương pháp ghép nối điển hình

Các Hình 37 đến Hình 41 trình bày các phương pháp ghép nối điển hình của các tấm đáy.

## TCVN 12728:2019

### 3.10.2 Không gian giãn nở

#### 3.10.2.1 Nồi hơi có các tấm giằng góc

Các tấm giằng góc xung quanh các mối hàn ống lò với các tấm đáy hoặc gần kề với các chùm ống phải được bố trí để đảm bảo không gian giãn nở phù hợp theo các quy định dưới đây.

Không gian giãn nở nhỏ nhất phải được xác định từ công thức sau:

$$L = K(t)^{1/2} \quad \dots\dots (65)$$

trong đó

$L$  là khoảng cách nhỏ nhất từ chân của tấm giằng góc đến ống lò hoặc đến tâm của dây ống trên cùng, tính theo milimét (xem Hình 36);

$t$  là chiều dài danh nghĩa của mặt sàng, tính theo milimét;

$K$  là hằng số có các giá trị sau:

a) Đối với kiểu nồi hơi ống lò ống lửa có các tấm giằng góc ở bên trên chùm ống (xem Hình 36):

$$K = 30$$

b) Đối với các tấm giằng góc ở bên dưới ống lò của nồi hơi ống lò ống lửa:

i) Đối với ống lò phẳng hoặc ống lò được tăng cứng bằng các vòng gia cường:

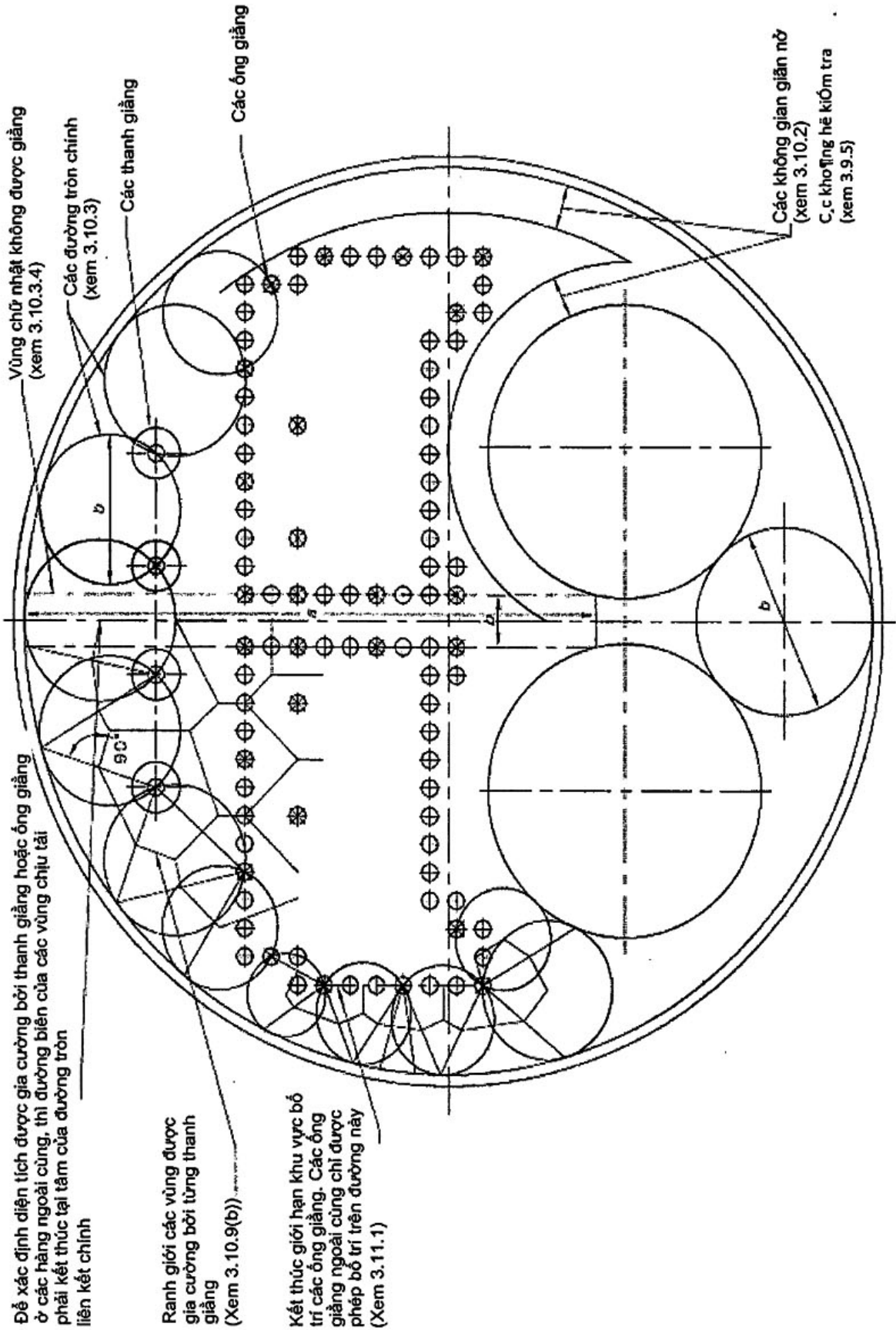
$$K = 40;$$

ii) Đối với ống lò được tăng cứng bằng các vòng Adamson hoặc các mối nối vòng bù giãn nở, hoặc có ít nhất là một phần ba ống lò là dạng lượn sóng:

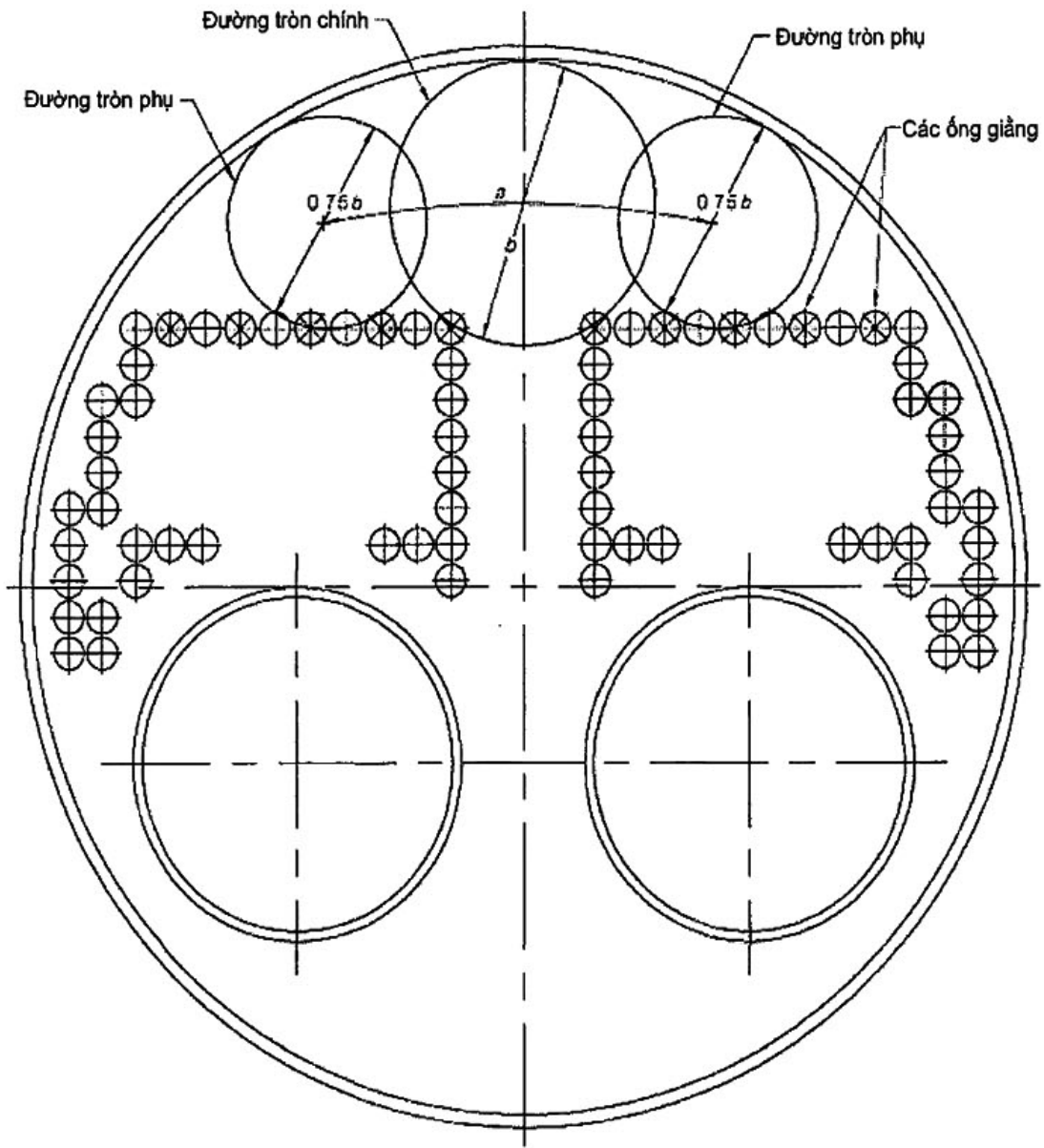
$$K = 35;$$

iii) Khi toàn bộ chiều dài buồng đốt có dạng lượn sóng:

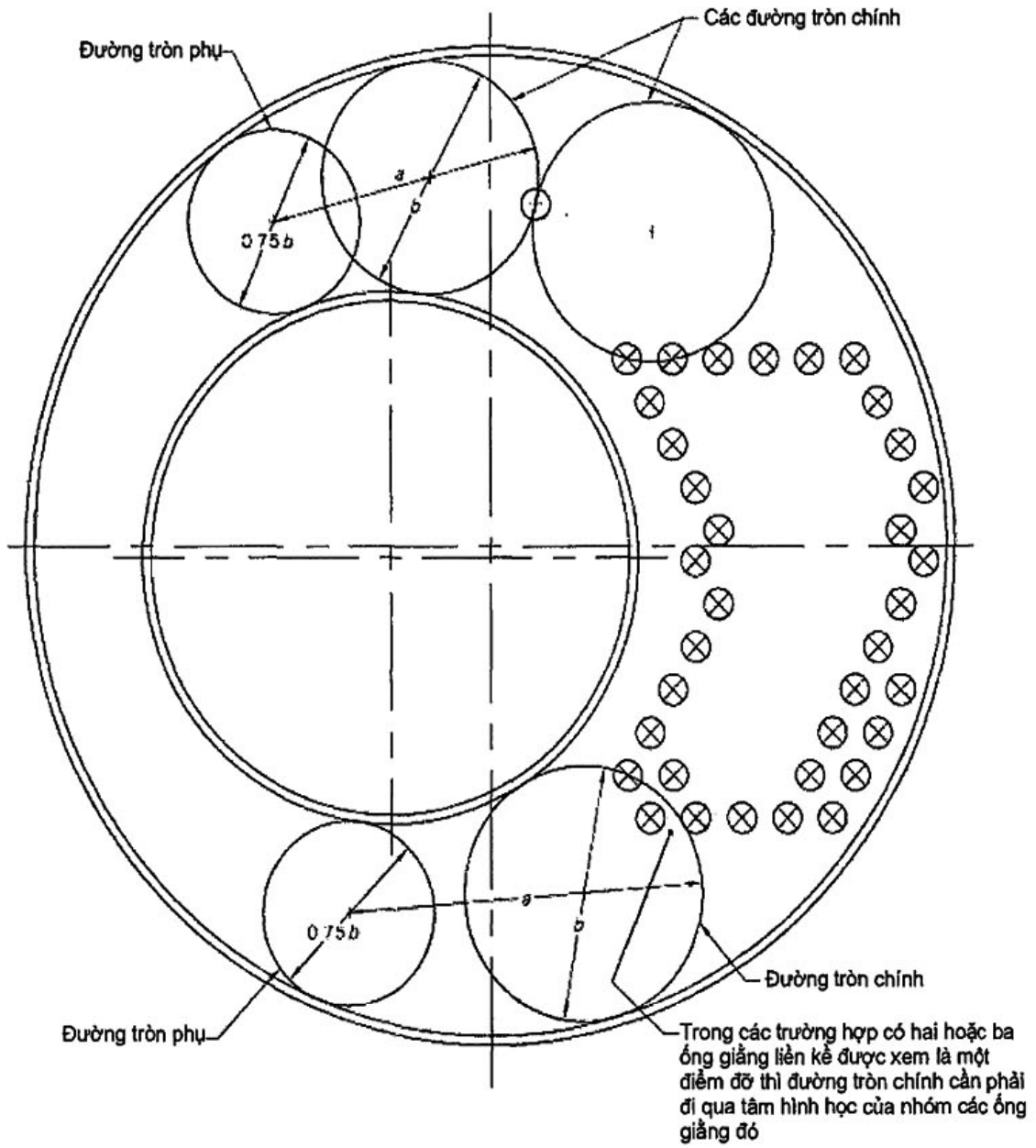
$$K = 25.$$



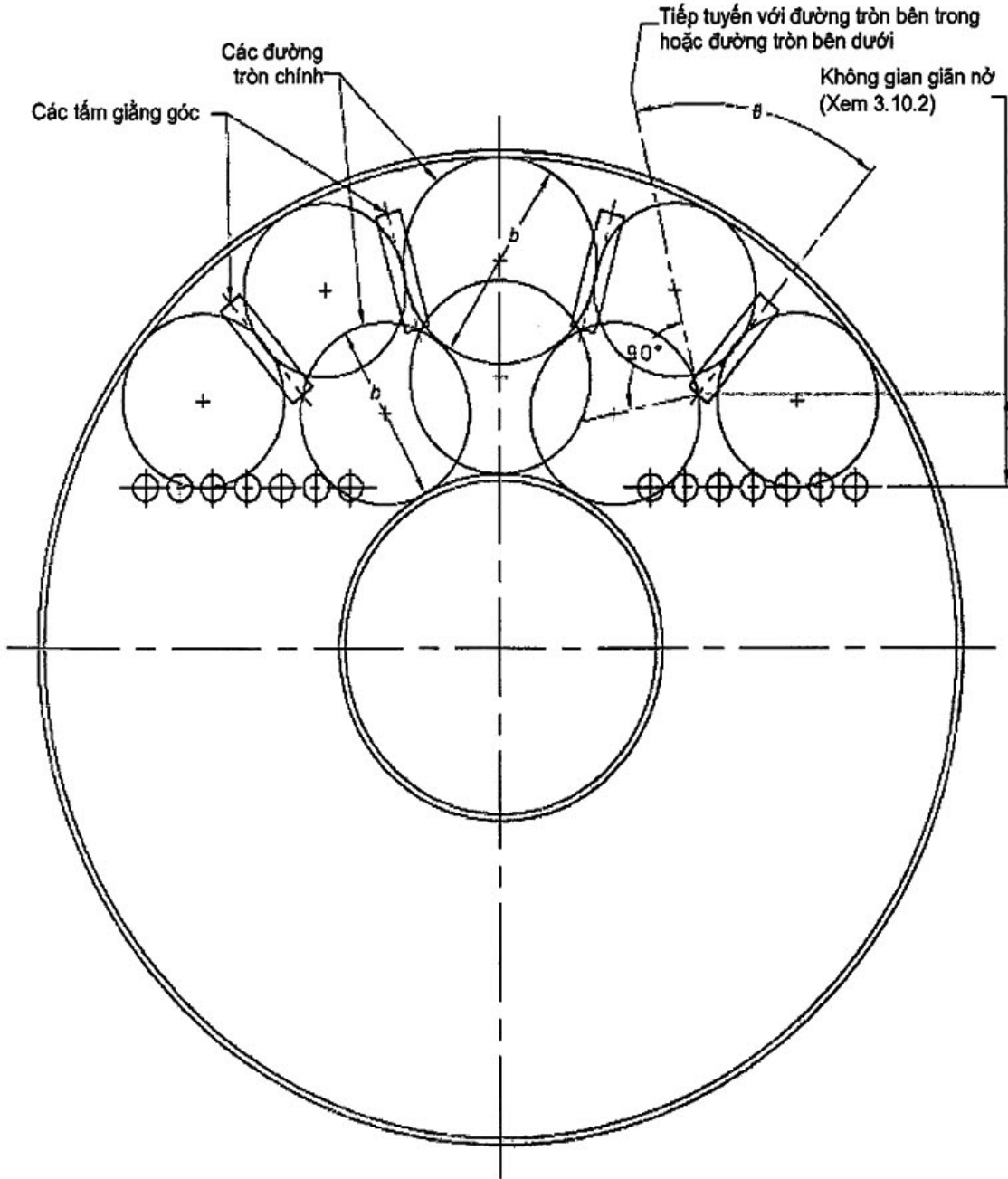
Hình 33 – Bố trí điển hình của mặt sàng nổi hơi ống lò - ống lửa



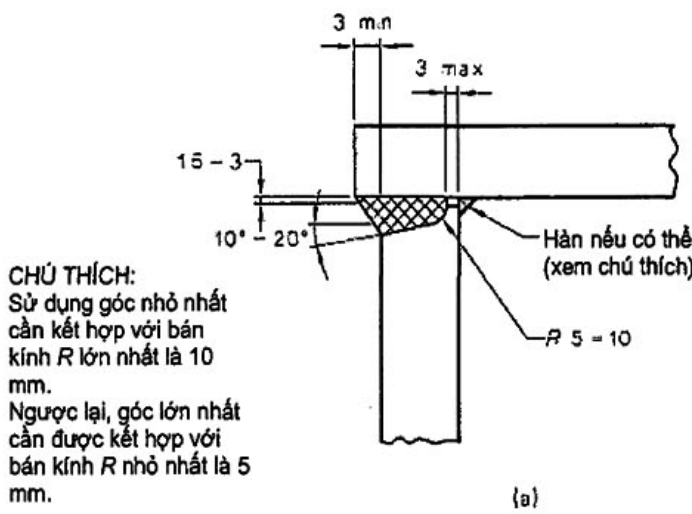
Hình 34 – Sử dụng các đường tròn phụ (ống lò kép)



Hình 35 – Sử dụng các đường tròn phụ (ống lò đơn)



Hình 36 – Ví dụ về tấm giằng góc cắt vào các đường tròn chính mà không tiếp xúc tại tiếp tuyến

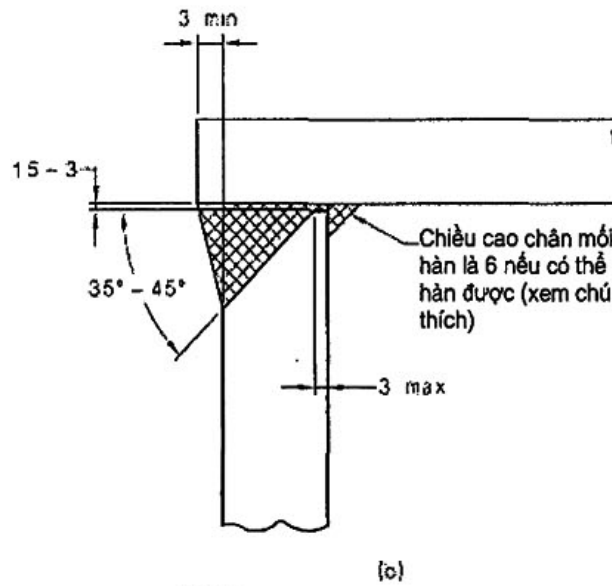


**CHÚ THÍCH:**

Chiều cao chân mối hàn nhỏ nhất là 5 mm đối với các tấm đáy có có chiều dày  $t \leq 20$  mm;

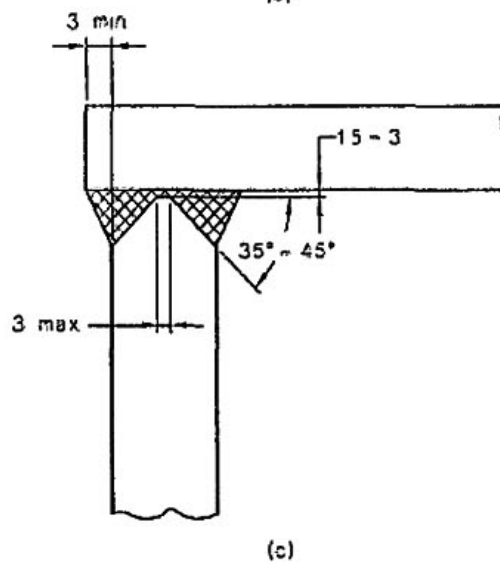
Chiều cao chân mối hàn nhỏ nhất là 6 mm đối với các tấm đáy có chiều dày  $20 < t \leq 32$  mm.

Mối hàn bên trong hoặc được thực hiện trên toàn bộ chu vi của tấm đáy, hoặc được bỏ qua hoàn toàn. Nếu bỏ qua mối hàn bên trong thì mối hàn chính cần được hàn thấu hoàn toàn.

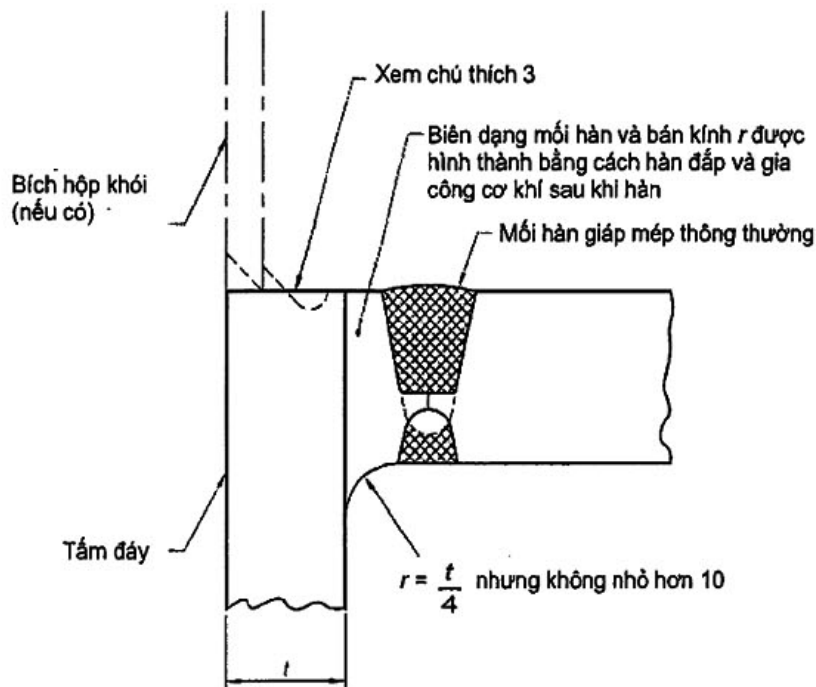


**CHÚ THÍCH:**

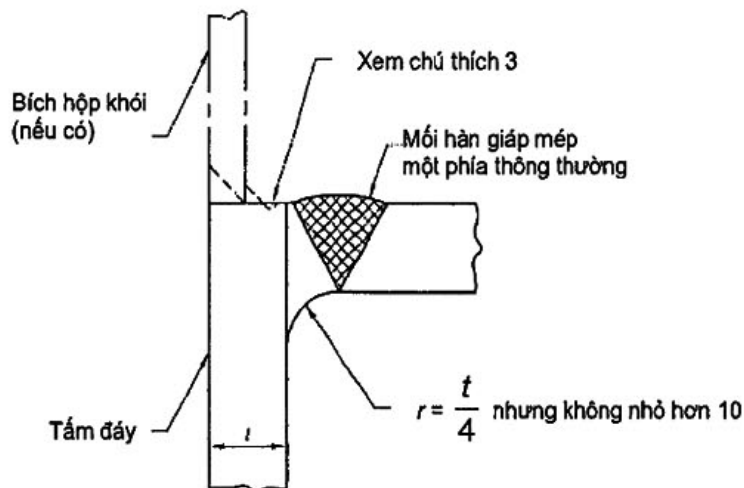
Mối hàn bên trong hoặc được thực hiện trên toàn bộ chu vi của tấm đáy, hoặc được bỏ qua hoàn toàn. Nếu bỏ qua mối hàn bên trong thì mối hàn chính cần được hàn thấu hoàn toàn.



Hình 37 – Ghép nối các tấm đáy phẳng không có vai uốn với thân



(d) Kết cấu ưu tiên sử dụng để ghép các đáy áp vào thân (xem chú thích 1, 2 và 3)

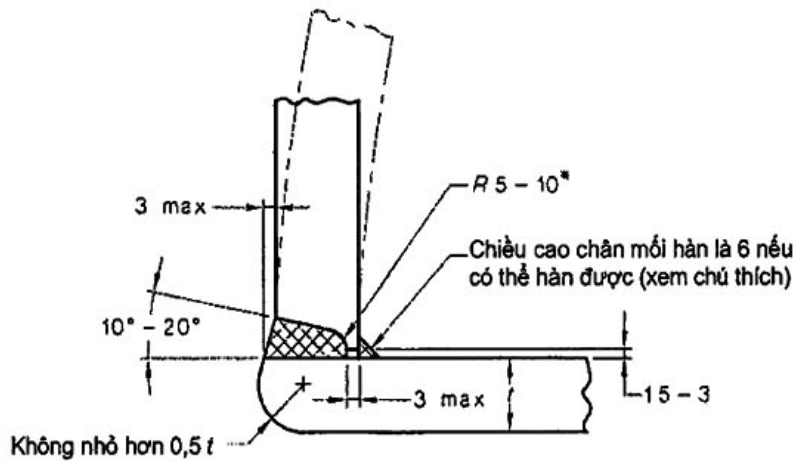


(e) Kết cấu ghép các đáy áp vào thân khi hạn chế khả năng tiếp cận vào bên trong (xem chú thích 1, 2 và 3)

**CHÚ THÍCH:**

- 1 Hình 37 d) và e) là các kiểu ghép tấm đáy với thân trong các nồi hơi tận dụng nhiệt thải, để tránh xảy ra hiện tượng thân bị tách lớp. Các phương pháp ghép nối này chỉ nên sử dụng trong các nồi hơi cấp 1.
- 2 Sử dụng các mối hàn giáp mép thông thường và có thể không nhất thiết phải có hình dạng đúng như minh họa trên hình.
- 3 Nếu bích của hộp khói được ghép nối bằng cách hàn như minh họa trên hình thì nên gia công rãnh để giảm tập trung ứng suất.

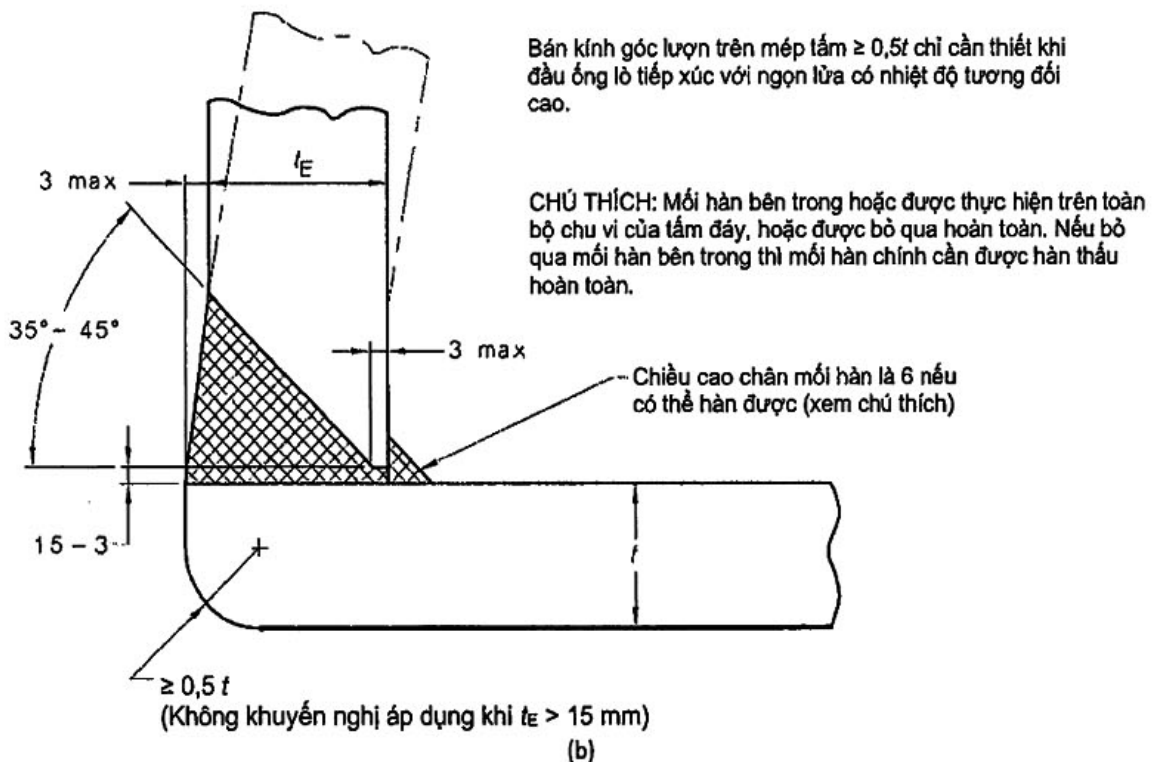
**Hình 37 – (Kết thúc)**



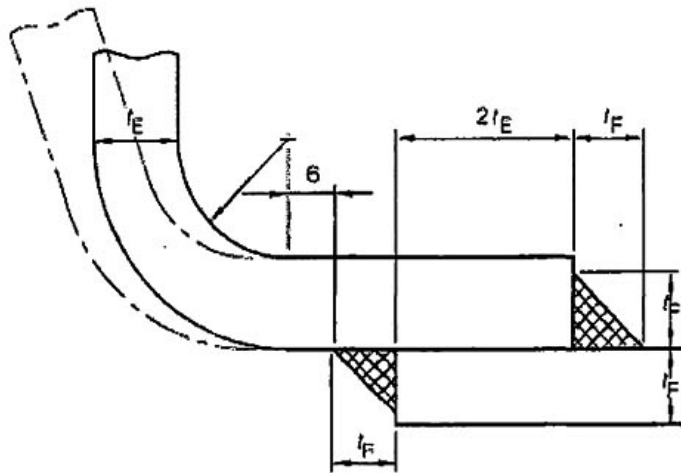
- \* Sử dụng góc nhỏ nhất cần kết hợp với bán kính  $R$  lớn nhất là 10 mm. Ngược lại, góc lớn nhất cần được kết hợp với bán kính  $R$  nhỏ nhất là 5 mm.

CHÚ THÍCH: Chiều cao chân mối hàn nhỏ nhất là 5 mm áp dụng đối với các tấm đáy có chiều dày  $t \leq 20$  mm; chiều cao chân mối hàn nhỏ nhất là 6 mm áp dụng đối với các tấm đáy có chiều dày  $20 < t \leq 32$  mm. Mối hàn bên trong hoặc được thực hiện trên toàn bộ chu vi của tấm đáy, hoặc được bỏ qua hoàn toàn. Nếu bỏ qua mối hàn bên trong thì mối hàn chính cần được hàn thấu hoàn toàn.

a)

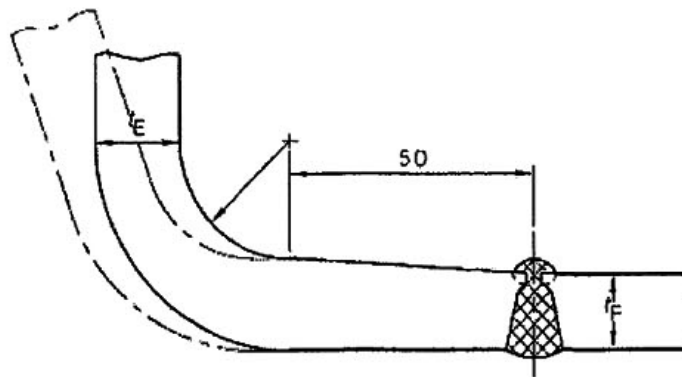


Hình 38 – Ghép nối ống lò với các tấm đáy phẳng hoặc có vai uốn

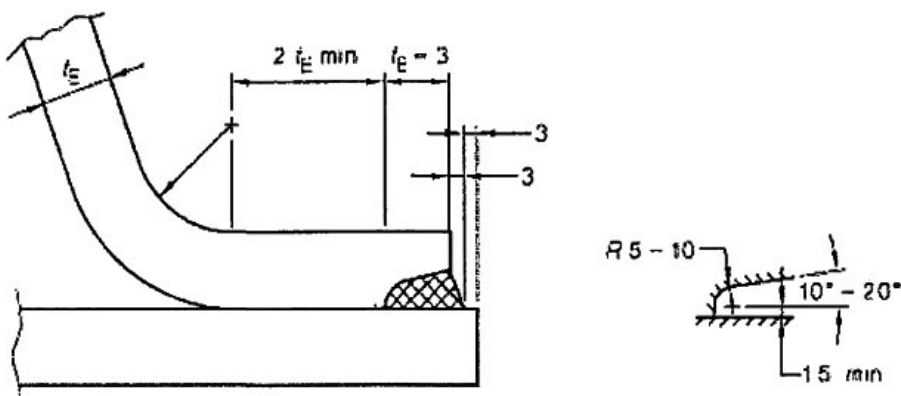


CHÚ THÍCH: Kết cấu ghép nối ống lò với tấm đáy minh họa trên hình vẽ này chỉ thích hợp với các mặt sàng trước, hoặc trong trường hợp không có sự va đập của ngọn lửa hoặc khói nóng

(c)



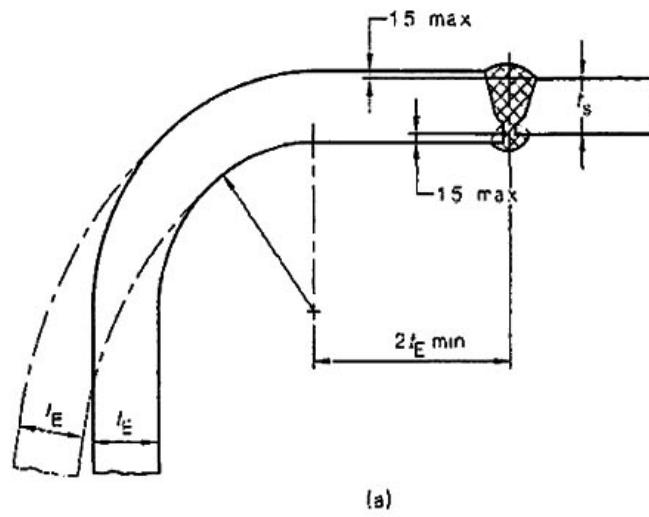
(d)



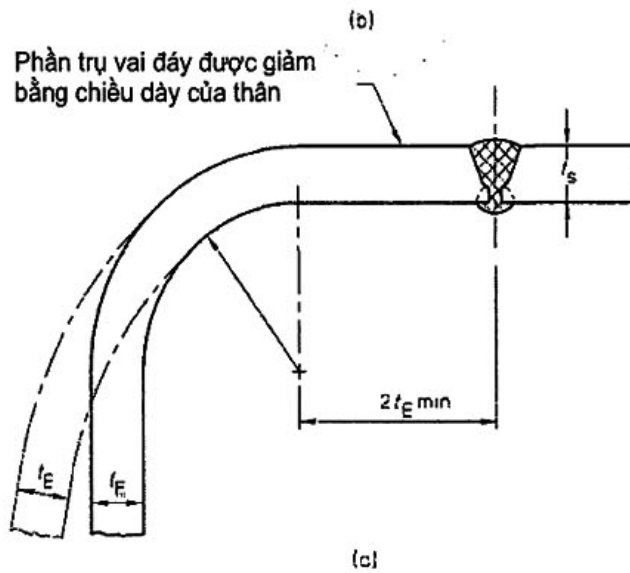
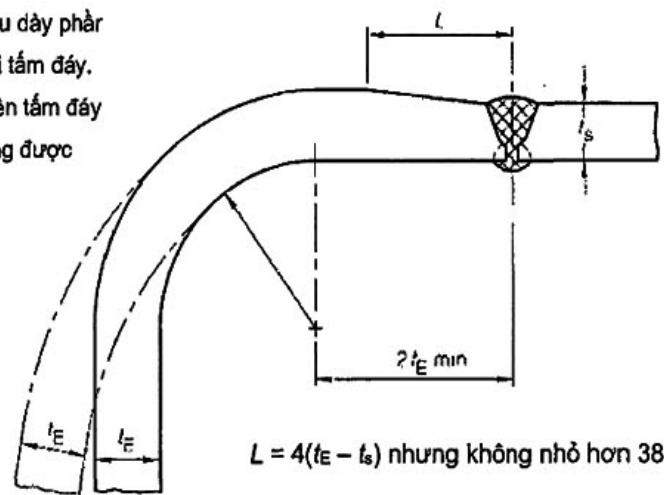
CHÚ THÍCH: Không được sử dụng khi các đầu chịu va đập của ngọn lửa hoặc khói trực tiếp từ buồng đốt

(e)

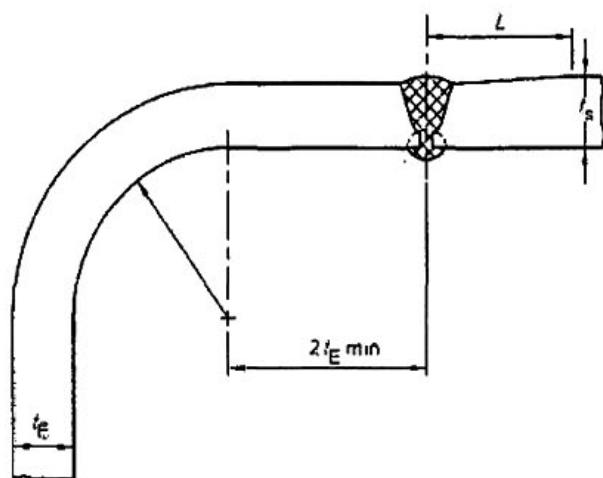
Hình 38 – (Kết thúc)

**CHÚ THÍCH:**

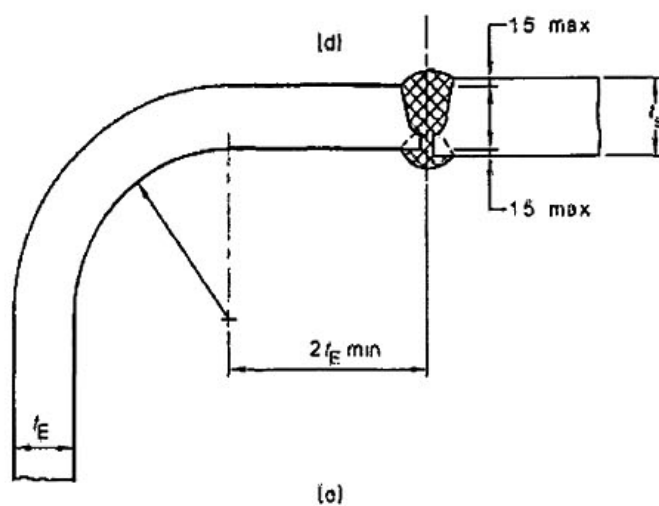
Có thể thực hiện vát thoài chiều dày phần trụ ở bên trong hoặc bên ngoài tấm đáy.  
 Nếu thực hiện việc vát thoài trên tấm đáy thì chiều dài của phần trụ không được nhỏ hơn  $L$ .



**Hình 39 – Ghép nối tấm đáy có vai uốn với thân**

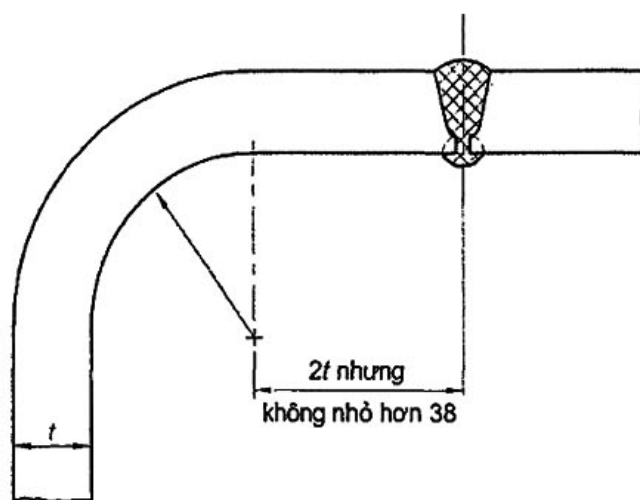


$L = 4(t_E - t_s)$  nhưng không nhỏ hơn 38. Hiệu số  $(t_s - t_E)$  không vượt quá  $0,2 t_s$ .

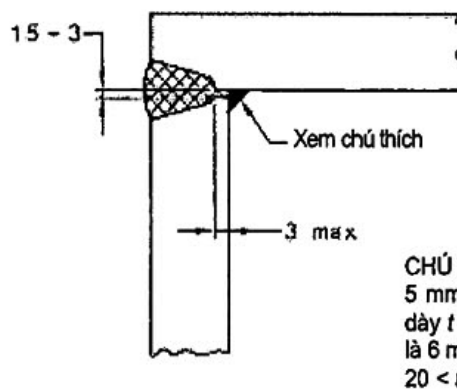
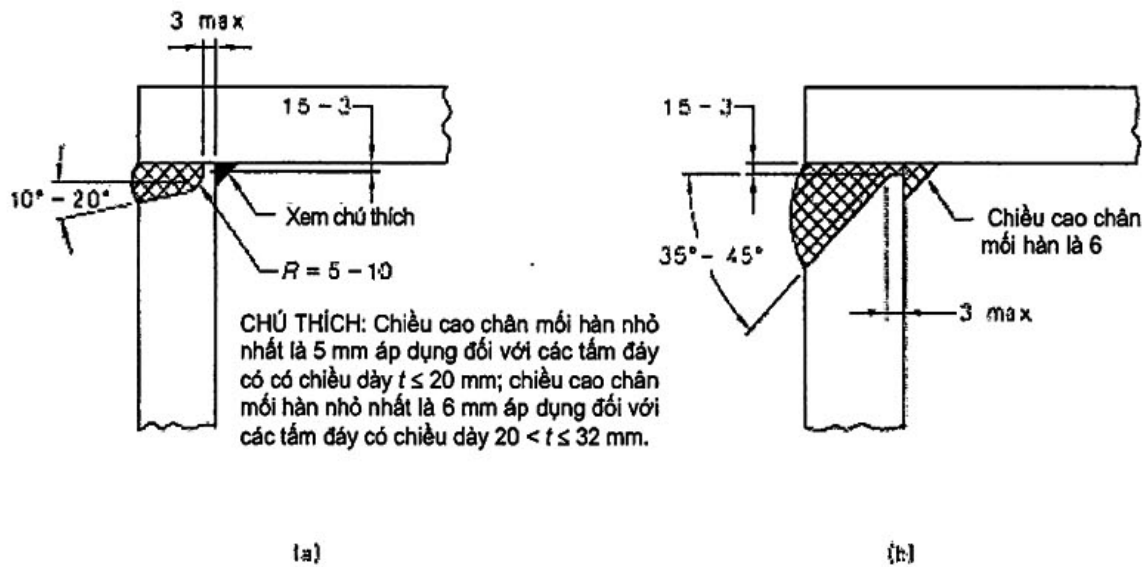


(c)

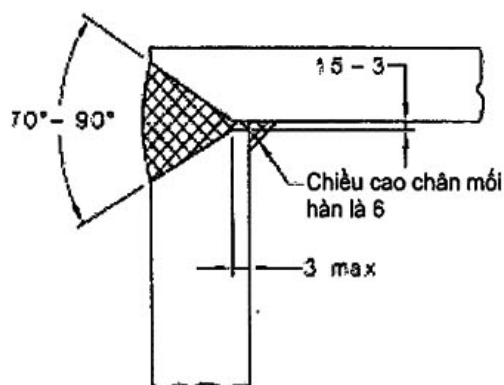
Hình 39 – (Kết thúc)



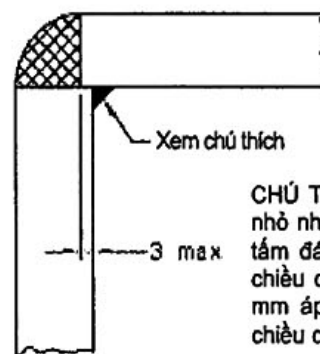
Hình 40 – Ghép nối các tấm đáy có vai uốn với buồng quạt khói hoặc thân hộp lửa



(c)



(d)



(e)

Chỉ sử dụng kết cấu ghép nối này khi tấm đỉnh được đỡ hoàn toàn bằng các thanh giằng.

Hình 41 – Ghép nối các tấm đáy không có vai uốn với buồng quạt khói hoặc thân hộp lửa

**TCVN 12728:2019**

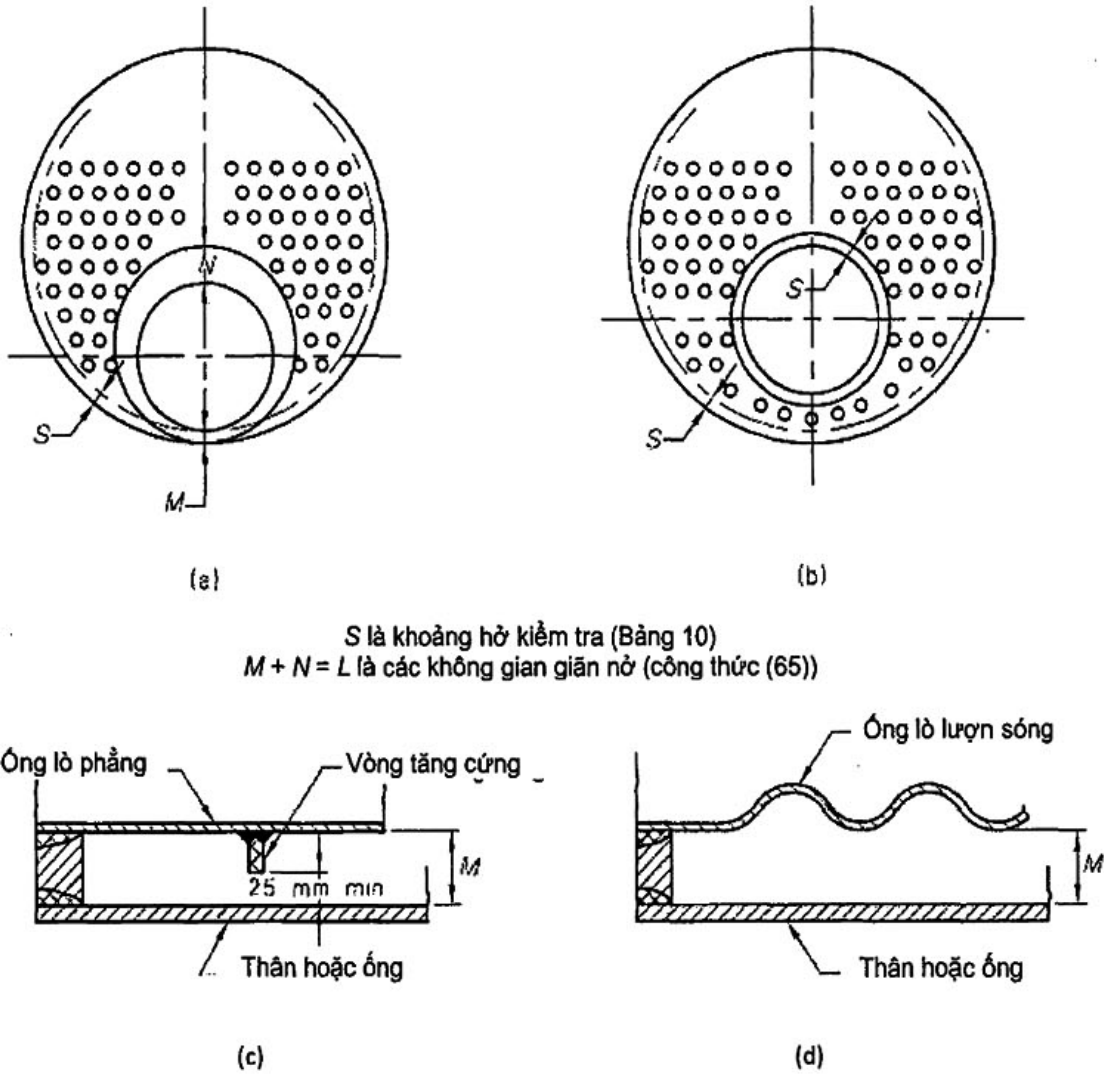
**3.10.2.2 Nồi hơi ống lò - ống lửa**

Phải bố trí không gian giãn nở trong nồi hơi ống lò - ống lửa phù hợp với các yêu cầu sau:

- a) Khi ống lò phẳng hoặc ống lò được tăng cường bằng các vòng gia cường có tiết diện chữ nhật hay tương đương, hoặc bằng các vòng Adamson, bố trí sát với thân nồi hơi mà khoảng cách giữa ống lò và thân nhỏ hơn một lần đường kính ống cộng với hai lần khoảng hở kiểm tra  $S$ , thì khoảng cách  $L$  (công thức (65)) phải là khoảng cách kết hợp từ ống lò đến thân và khoảng cách từ ống lò đến các ống [xem Hình 42 a)] và  $K = 45$ , với điều kiện là khoảng cách từ ống lò đến thân không được nhỏ hơn khoảng cách nhận được với giá trị  $K = 30$ . Khoảng hở nhỏ nhất từ ống lò tới các ống liền kề phải tuân thủ quy định trong Bảng 10.
- b) Khi ống lò được bố trí sát với thân nồi hơi được lắp với các vòng nổi lõm hoặc các vòng bù giãn nở và bước lớn nhất của các bộ phận tăng cường này tuân thủ quy định trong Bảng 16 thì không cần phải có các không gian giãn nở.

**Bảng 16 - Bước dọc lớn nhất của các bộ phận tăng cường trên ống lò**

Đường kính ống lò, $D$ , mm	Khoảng cách $M$ (từ thân đến ống lò theo Hình 42 a))	Bước lớn nhất của	
		Các vòng nổi lõm	Các vòng bù giãn nở
$\leq 750$	Mọi khoảng cách	$2D$	$2D$
$> 750 \leq 900$	$\leq 0,15 D$	$2D$	$1,75D$
	$> 0,15D \leq 0,20D$	$1,5D$	$1,25D$
	$> 0,20D$	ít nhất là một phần ba đoạn lượn sóng	ít nhất là một phần ba đoạn lượn sóng
$> 900$	$\leq 0,125D$	$2D$	$2D$
	$> 0,125D \leq 0,15D$	$1,5D$	$1,25D$
	$> 0,15D$	ít nhất là một phần ba đoạn lượn sóng	ít nhất là một phần ba đoạn lượn sóng



S là khoảng hở kiểm tra (Bảng 10)  
 $M + N = L$  là các không gian giãn nở (công thức (65))

Hình 42 – Khoảng trống kiểm tra và không gian giãn nở

### 3.10.3 Các bề mặt phẳng được giằng

#### 3.10.3.1 Yêu cầu chung

Các bề mặt phẳng được giằng, trừ các tấm đỉnh vòm của các nồi hơi kiểu đứng, phải tuân thủ các yêu cầu quy định trong 3.10.3.2 đến 3.10.3.5. Các cách bố trí điển hình của các tấm đáy của nồi hơi được minh họa trên các Hình 33 đến Hình 36.

Nếu cửa người chui được bố trí bên trong hoặc giữa các chùm ống trong nồi hơi ống lửa hoặc phía dưới các ống lò của nồi hơi có ống lò kép thì các ống giằng trên các hàng ngoài cùng hoặc các thanh giằng, nếu được áp dụng, phải bố trí gần nhất có thể với cửa người chui.

#### 3.10.3.2 Bán kính của vai uốn

Khi tấm đáy phẳng có vai uốn để nối với thân thì bán kính trong của vai uốn không được nhỏ hơn hai lần chiều dày của tấm, nhưng trong mọi trường hợp không được nhỏ hơn 38 mm. Khi buồng quạt khói hoặc tấm đáy hộp lửa có vai uốn để nối với thân hộp lửa thì bán kính trong của vai uốn phải bằng chiều dày của tấm, nhưng trong mọi trường hợp không được nhỏ hơn 25 mm.

## TCVN 12728:2019

### 3.10.3.3 Điểm đỡ

Khi phần uốn cong của vai uốn là điểm đỡ thì vị trí của điểm đỡ này được xác định là tại chỗ bắt đầu uốn cong hoặc trên một đường cách mép ngoài của tấm một khoảng cách bằng 3,5 lần chiều dày của tấm, lấy theo giá trị gần với vai uốn hơn. Khi một tấm phẳng được hàn trực tiếp với thân nồi hoặc thân buồng quạt thì điểm đỡ phải được lấy trên thân nồi hoặc thân buồng quạt.

### 3.10.3.4 Chiều dày

Chiều dày của phần tấm phẳng được đỡ bởi các thanh giằng phải được xác định theo công thức sau:

$$t = bjy \left( \frac{p}{f} \right)^{1/2} + C \quad \dots \quad (66)$$

trong đó

- t* là chiều dày của tấm phẳng, tính theo milimét;
- f* là ứng suất thiết kế (xem 2.2), tính theo megapascal;
- j* là hằng số, phụ thuộc vào phương pháp đỡ, xác định theo Bảng 17;
- p* là áp suất thiết kế, tính theo megapascal;
- y* là hệ số được xác định từ Hình 43, khi sử dụng tỷ số *b/a*.
- a* là kích thước dài của vùng elip hoặc chữ nhật [xem các ví dụ trên các Hình 33, Hình 34 và Hình 35], tính theo milimét;
- b* là kích thước ngắn của vùng elip hoặc chữ nhật, hoặc đường kính của đường tròn chính [xem các ví dụ trên các Hình 33, Hình 34 và Hình 35], tính theo milimét;
- C* là trị số bổ sung do ăn mòn, được lấy bằng 0,75 mm, trừ khi giá trị lớn hơn được thoả thuận để tính đến các điều kiện bất lợi;

Khi các vùng được bao quanh bởi các đường tròn đi qua bốn hoặc nhiều hơn bốn điểm đỡ được phân bố đều, thì *y* được lấy bằng 1.

Khi các vùng được bao quanh bởi các đường tròn đi qua ba điểm đỡ, trong đó có nhiều nhất hai điểm phải nằm trên một phía của bất kỳ đường kính nào, thì *y* được lấy không nhỏ hơn 1,1. Trong trường hợp ngoài đường tròn chính có thể vẽ một đường tròn phụ có đường kính bằng 0,75 lần đường kính của đường chính sao cho tâm đường tròn phụ nằm ngoài đường tròn chính, thì *y* phải được xác định bằng cách sử dụng các kích thước *a* và *b* như chỉ dẫn trên các Hình 34 và Hình 35.

Khi khảo sát các vùng hình vành khuyên, ví dụ các vùng chỉ được đỡ bằng thân và ống thoát khí (xem Hình 43) thì *y* phải được lấy bằng 1,56.

Khi khảo sát vùng không được đỡ hình chữ nhật thì các kích thước *a* và *b* phải theo chỉ dẫn trên Hình 33.

Nếu áp dụng các kiểu đỡ khác nhau cho phần tấm phẳng được khảo sát thì hằng số  $j$  phải là giá trị trung bình của các giá trị đối với các phương pháp tương ứng được áp dụng.

### 3.10.3.5 Giá trị của hằng số

Giá trị của hằng số  $j$  trong công thức (66) được xác định theo Bảng 17

## 3.10.4 Các tấm đỉnh phẳng của nồi hơi kiểu đứng

### 3.10.4.1 Yêu cầu chung

Các tấm đỉnh phẳng phải được đỡ bằng ống thoát khí hoặc các thanh giằng, ống giằng, hoặc kết hợp các biện pháp này.

### 3.10.4.2 Bán kính của vai uốn

Bán kính trong phần uốn cong của vai uốn nối với thân hoặc hộp lửa không được nhỏ hơn hai lần chiều dày của tấm và trong mọi trường hợp không được nhỏ hơn 38 mm. Khi tấm được uốn mép để ghép nối với ống thoát khí thì bán kính trong phần uốn cong của mép uốn không được nhỏ hơn chiều dày của tấm và trong mọi trường hợp không được nhỏ hơn 25 mm.

### 3.10.4.3 Chiều dày

Chiều dày của tấm đỉnh phẳng được xác định theo công thức (66) (xem Hình 43).

## 3.10.5 Các tấm tăng cứng cho hộp lửa và vòm buồng quặt khí

### 3.10.5.1 Kích thước của tấm tăng cứng

Tương quan về kích thước của tấm tăng cứng được xác định theo công thức sau:

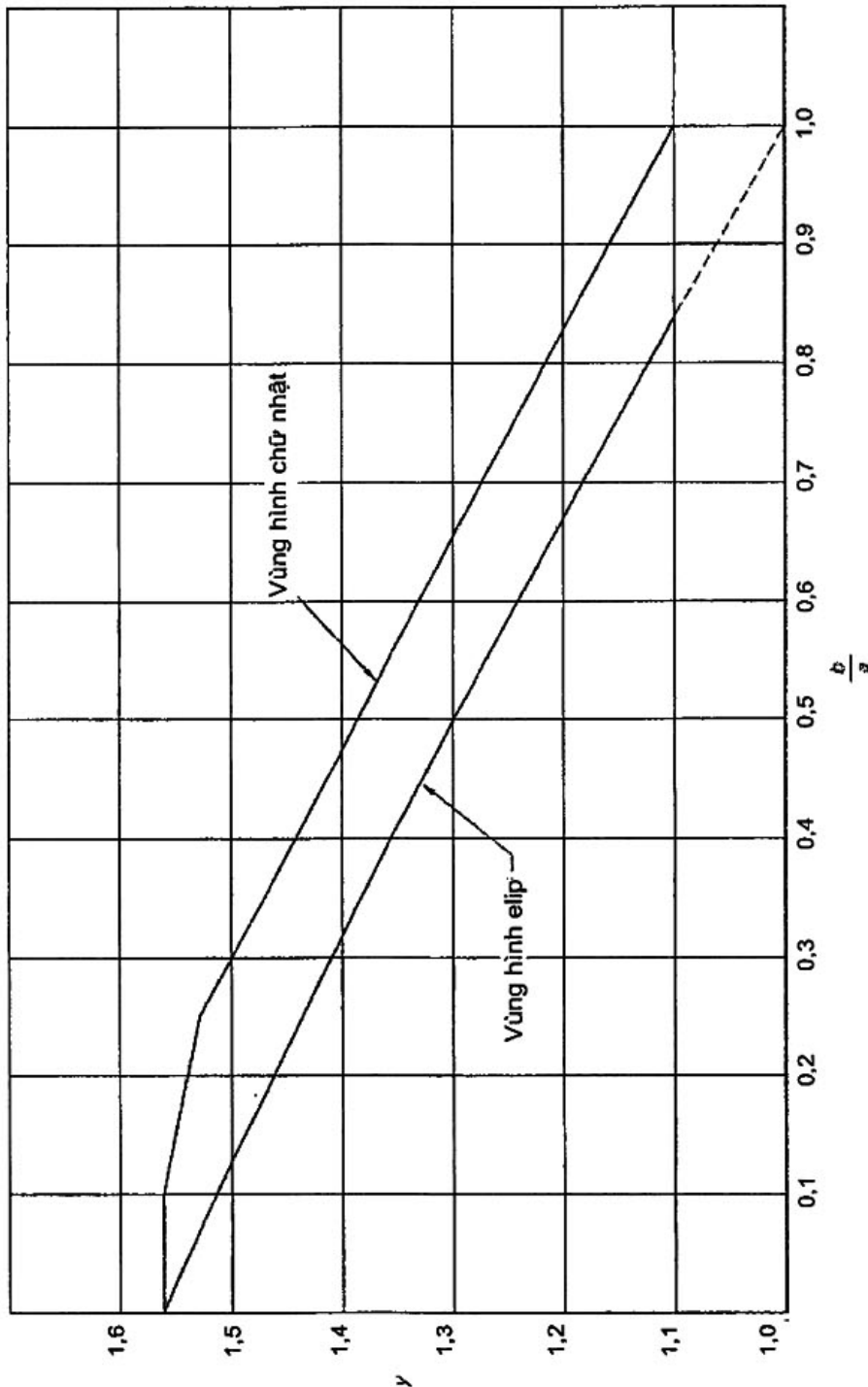
$$t = \left( \frac{l^2 p s_1}{k d^2 f} \right) \dots \quad (67)$$

trong đó

- $t$  là chiều dày cần thiết nhỏ nhất của tấm tăng cứng, tính theo milimét;
- $l$  là chiều dài của tấm tăng cứng giữa các điểm đỡ, đo giữa mặt trong của mặt sàng ống và tấm cửa đốt (hoặc tấm đáy buồng quặt khí), hoặc đo giữa các mặt trong của các tấm bên, tùy theo phương pháp đỡ, tính theo milimét;
- $s_1$  là bước của các tấm tăng cứng, tính theo milimét;
- $d$  là chiều cao hiệu dụng của tấm tăng cứng, nghĩa là tổng chiều cao trừ đi chiều cao của đường lưu thông nước, khi có bố trí, tính theo milimét;
- $p$  là áp suất tính toán, tính theo megapascal;
- $f$  là ứng suất thiết kế ở nhiệt độ thiết kế, tính theo megapascal;
- $k = 1,13$ .

3.10.5.2 Kích thước của mối hàn

Khi các tấm tăng cứng được hàn với tấm đỉnh thì kích thước của mối hàn phải đảm bảo sao cho ứng suất tính toán trên diện tích tính bằng tích số giữa tổng chiều dài hiệu dụng của các mối hàn ghép nối tấm tăng cứng với chiều cao thiết kế của mối hàn không được vượt quá 52 MPa nhân với hệ số tương ứng trong Bảng 18 ("chiều dài hiệu dụng" và "chiều cao thiết kế" của mối hàn được quy định trong Bảng 18). Tải trọng trên các mối hàn phải được lấy theo áp suất thiết kế tác dụng trên diện tích  $l s_1$ , trong đó  $l$  và  $s_1$  được quy định trong 3.10.5.1.



Hình 43 – Xác định hệ số  $y$  (xem 3.10.3.4)

Bảng 17 - Giá trị của hằng số  $J$ 

Kiểu đỡ	$J$
Tấm giằng góc hoặc tấm giằng liên kết	0,30
Tấm giằng góc trong đó góc $\theta$ minh họa trên Hình 36 lớn hơn $30^\circ$	0,45
Chùm ống không giằng	0,30
Các thanh giằng trơn [Hình 44 a) và b)] hoặc các ống giằng [Hình 55] biệt lập CHÚ THÍCH: Các thanh giằng hoặc ống giằng được xem là biệt lập nếu có ít hơn ba thanh giằng hoặc ống giằng trong một nhóm	0,45
Các thanh giằng trơn [Hình 44 a) và b)] hoặc các ống giằng [Hình 55] không biệt lập	0,39
Các thanh giằng có vòng đệm như minh họa trên Hình 45 a) và b)	0,35
Các thanh giằng có vòng đệm như minh họa trên Hình 46 a) và b)	0,33
Các thanh giằng của buồng quạt khói (xem Hình 44 a) và b)]	0,39
Các thanh giằng được hàn bằng mối hàn góc như minh họa trên Hình 47	0,51
Ghép nối tấm đáy phẳng hoặc mặt sàng với thân	
a) Tấm đáy có vai uốn	0,32
b) Tấm đáy được lắp lọt trong thân với mối hàn góc bên trong như minh họa trên Hình 37 a), b) và c)	
c) Tấm đáy được hàn như minh họa trên Hình 37 d) và e), khi tỷ số chiều dày tấm đáy chia cho chiều dày thân bằng:	
$\leq 1,4$	0,33
$> 1,4$ và $\leq 1,6$	0,36
$> 1,6$ và $\leq 1,8$	0,39
$> 1,8$	0,42
Tấm đáy được ghép nối như minh họa trên Hình 37 a) và b) khi không có mối hàn góc bên trong	0,45
Ghép nối mặt sàng hoặc tấm đáy phẳng của buồng quạt khói hoặc hộp lửa với các tấm bọc	
a) Tấm đáy có vai uốn như minh họa trên Hình 39 và Hình 40	0,32
b) Mặt sàng ống hoặc tấm đáy được hàn như minh họa trên Hình 41 a), b), c) và d) có mối hàn góc bên trong	0,33
c) Mặt sàng ống hoặc tấm đáy được hàn như minh họa trên Hình 41 a), b), c) và d) không có mối hàn góc bên trong	0,45

Bảng 17 - (Kết thúc)

Kiểu đỡ	J
Ghép nối tấm đáy phẳng với ống tiếp cận buồng quạt khói	
a) Như minh họa trên Hình 49 có mối hàn góc bên trong	0,30
b) Như minh họa trên Hình 49 không có mối hàn góc bên trong	0,45
Ghép nối tấm đáy phẳng với ống lò	
a) Như minh họa trên Hình 38 a) và b) có mối hàn góc bên trong:	
(i) Ống lò phẳng	0,30
(ii) Ống lò lượn sóng có chiều sâu sóng nhỏ hơn 50 mm	0,32
(iii) Ống lò lượn sóng có chiều sâu sóng $\geq 50$ mm	
(A) Chiều dài $> 4$ m	0,37
(B) Chiều dài $\leq 4$ m	0,34
(C) Các buồng đốt có vành nối	0,32
b) Như minh họa trên Hình 38 a) và b) không có mối hàn góc bên trong	0,45
Các tấm đỉnh của các hộp lửa hoặc buồng quạt khói được đỡ bởi các tấm tăng cứng hàn liên tục hoặc các tấm tăng cứng hàn chừa lại các đường lưu thông nước [xem Hình 48 a) đến f)]	0,51
Phần dưới của mặt sàng trước trong các nồi hơi có ống lò kép tại vị trí lắp cửa người chui, khi khoảng cách từ mép của vành gia cường cửa người chui đến mép ống lò hoặc thân không lớn hơn bốn lần chiều dày mặt sàng.  Nếu khoảng cách từ mép của vành gia cường cửa người chui đến cạnh ống lò hoặc thân lớn hơn bốn lần chiều dày mặt sàng, thì không tính cửa người chui khi xác định hằng số.  Khi áp dụng công thức (66), <i>b</i> phải lấy bằng đường kính (tính theo milimét) của đường tròn lớn nhất có thể vẽ bao quanh cửa người chui và đi qua các điểm đỡ được tạo bởi các tấm giằng góc và các điểm liên kết với thân và các ống lò. Nếu đường tròn chỉ đi qua ba trong số năm điểm đỡ đã nêu thì hai điểm còn lại phải nằm trong đường tròn.	0,27

### 3.10.5.3 Ứng suất tại các mối liên kết

Đối với các tấm tăng cứng kiểu treo, thì các chi tiết móc treo, thanh néo, chốt và các mối liên kết với thân phải đủ bền để mang được toàn bộ tải trọng tác dụng lên chân các tấm tăng cứng; đối với các chi tiết nêu trên, ứng suất kéo trên tiết diện thực không được vượt quá 62 MPa và ứng suất cắt trên tiết diện thực không được vượt quá 55 MPa (xem 3.10.3.5).

### 3.10.6 Các thanh giằng cho hộp lửa, ống lò, buồng đốt và buồng quạt khói hình tròn

#### 3.10.6.1 Các thanh giằng cho các tấm phẳng

Ứng suất cho phép trong các thanh giằng được tính toán trên diện tích tiết diện thực không được vượt quá 70 MPa. Đường kính của mọi thanh giằng không được nhỏ hơn 20 mm [xem Hình 44 a) và b)].

Các thanh giằng ở tấm sau của các hộp khói ướt phải tuân thủ các công thức sau (xem Hình 51):

$$\frac{dL_1}{L_2^2} \leq 2,0 \quad \dots \quad (68)$$

trong đó

$d$  là đường kính của thanh giằng, tính theo milimét;

$L_1$  là khoảng cách ngắn nhất từ mép của lỗ tiếp cận đến tâm của thanh giằng xa lỗ tiếp cận nhất, hoặc trong trường hợp không có lỗ tiếp cận, là một nửa khoảng cách lớn nhất giữa các tâm của các thanh giằng, tính theo milimét;

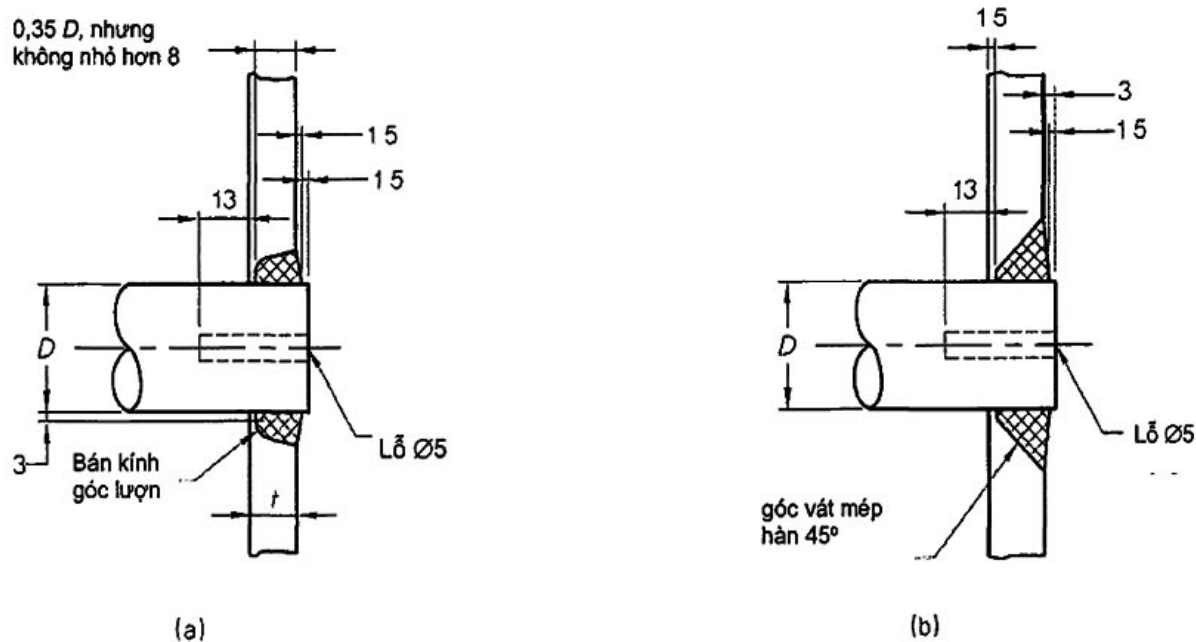
$L_2$  là khoảng cách giữa tấm sau của hộp khói ướt và mặt sàng sau của nồi hơi, tính theo milimét.

Trong tính toán trên đây không cần tính đến trị số bổ sung do ăn mòn và dung sai âm của vật liệu.

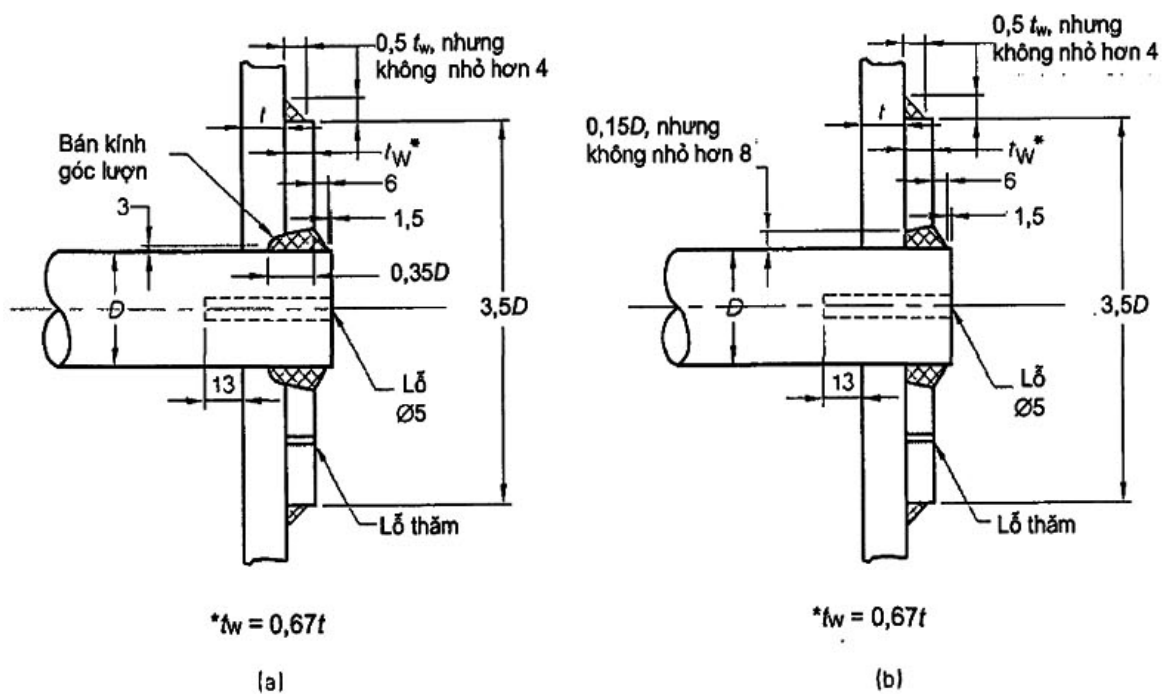
#### 3.10.6.2 Các thanh giằng bố trí theo chu vi đối với buồng đốt và các hộp lửa tròn

Đường kính của các thanh giằng không được nhỏ hơn hai lần chiều dày của tấm làm hộp lửa nhưng trong mọi trường hợp không được nhỏ hơn 22 mm.

Bước của các thanh giằng không được vượt quá 14 lần chiều dày của tấm làm hộp lửa.

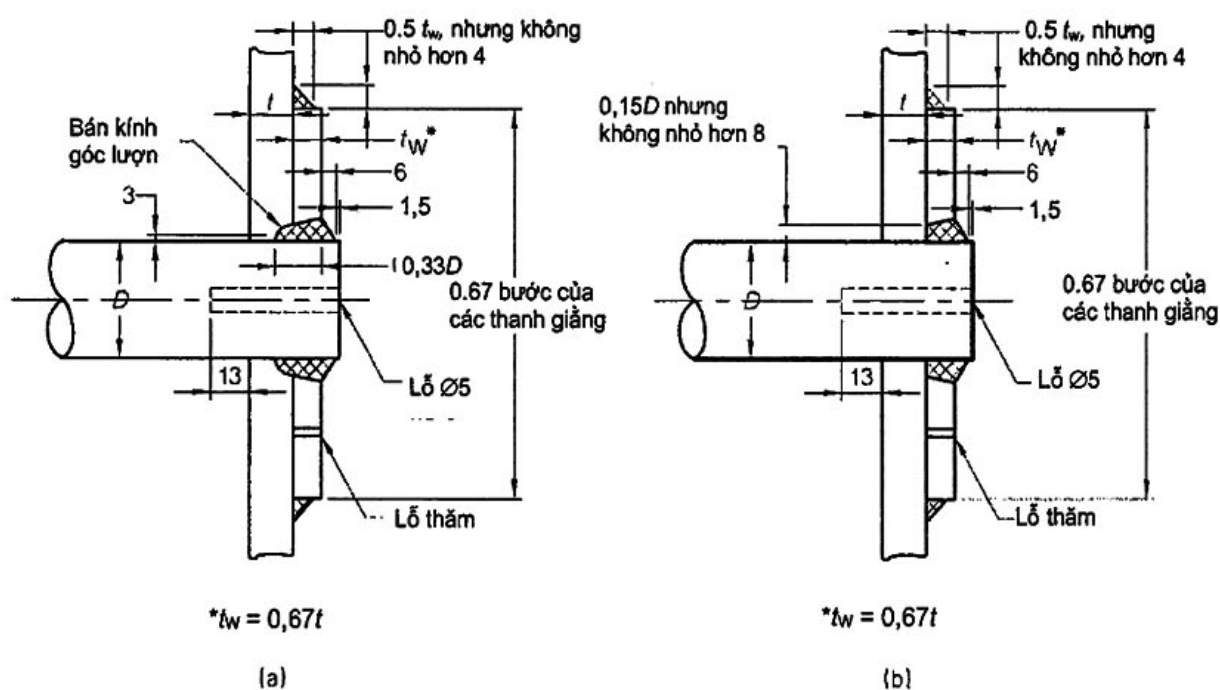


Hình 44 – Lắp các thanh giằng



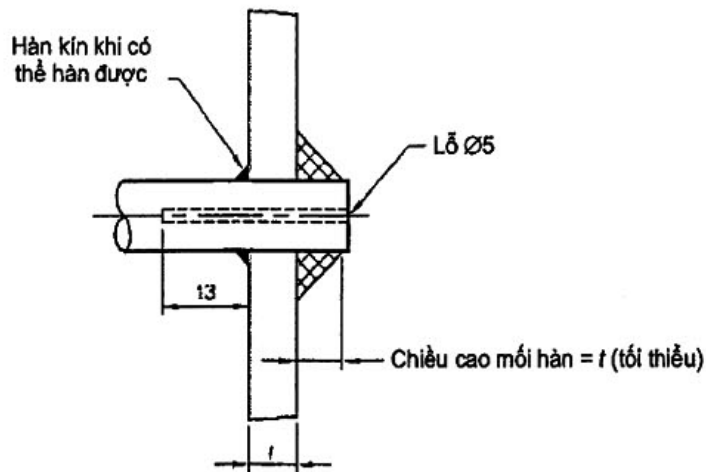
CHÚ THÍCH: Khi  $t_w$  nhỏ hơn  $0,35D$ , phải sử dụng dạng kết cấu chỉ dẫn trong a)

Hình 45 – Lắp các thanh giằng

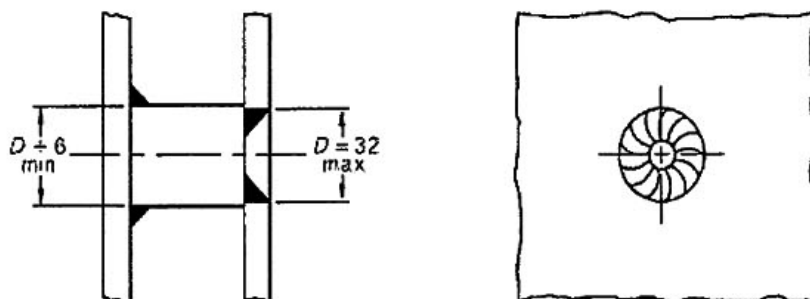


CHÚ THÍCH: Khi  $t_w$  nhỏ hơn  $0,35D$ , phải sử dụng dạng kết cấu chỉ dẫn trong a).

Hình 46 – Lắp các thanh giằng

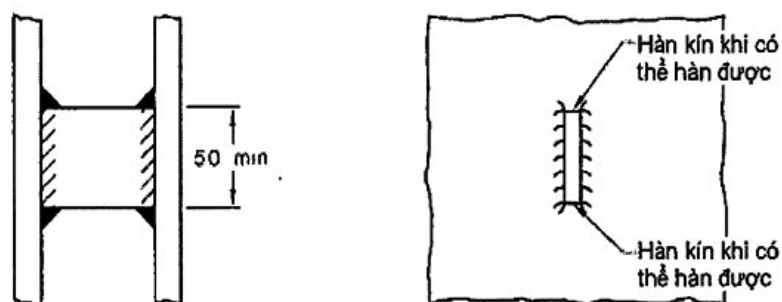


a) Thanh giằng



Ứng suất thiết kế phải tuân thủ 3.10.10.2.  
 Các mối hàn liên kết phải tuân thủ 3.10.10.5.

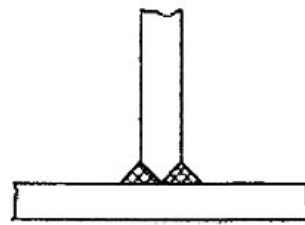
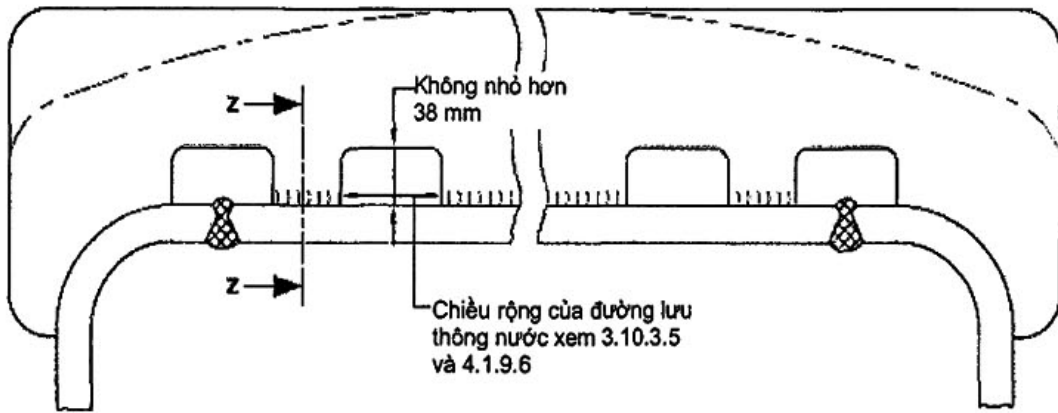
b) Chốt giằng



Chiều dày nhỏ nhất của tấm và ứng suất thiết kế phải tuân thủ 3.10.10.2.  
 Các mối hàn liên kết phải tuân thủ 3.10.10.5..

c) Tấm giằng

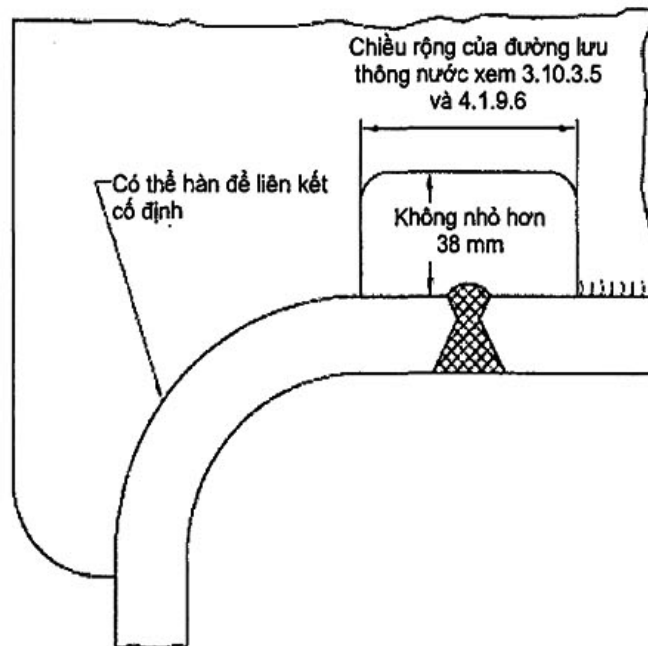
Hình 47 - Các chi tiết giằng được hàn góc và hàn nút



Mặt cắt Z-Z

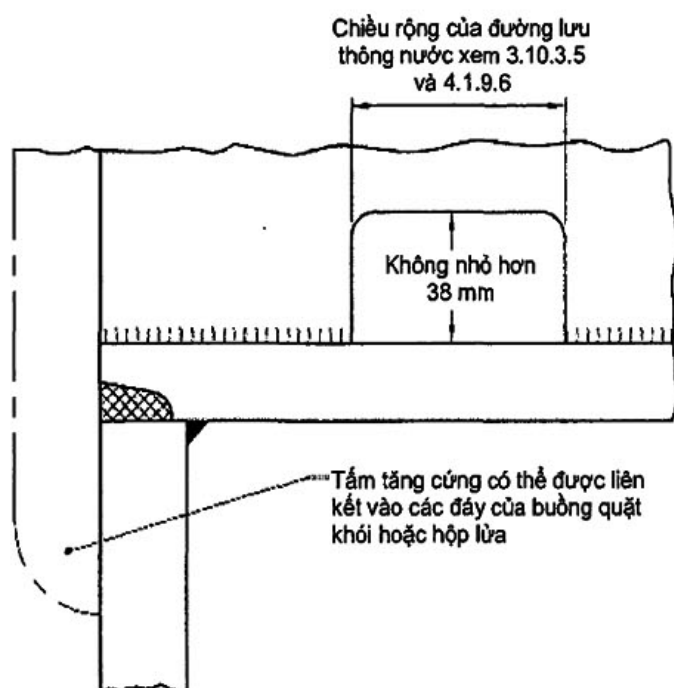
Các tấm tăng cứng có thể có hình dạng theo đường nét liền hoặc đường chấm gạch như minh họa trên đây

lại

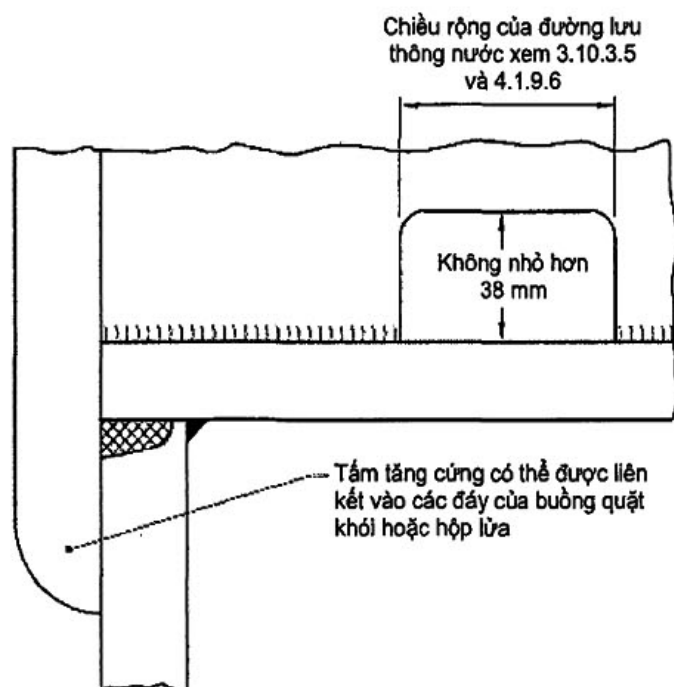


lại

**Hình 48 - Các phương pháp điển hình để lắp ráp các tấm tăng cứng hàn với các buồng quạt khói và hộp lửa cấu tạo hàn**

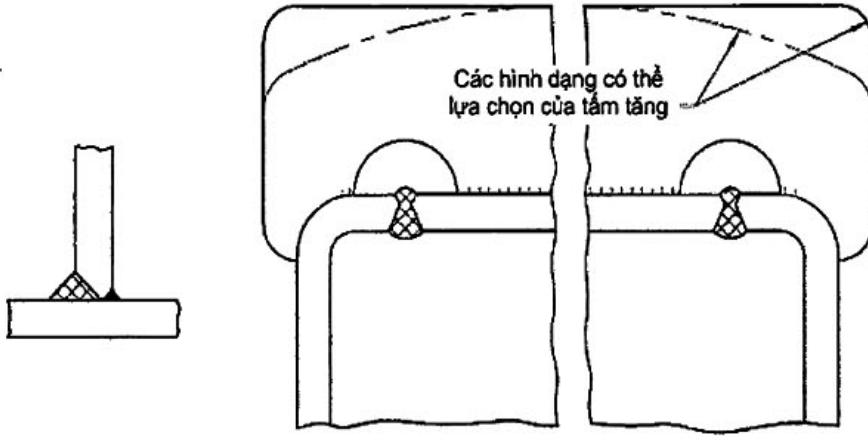


lc)



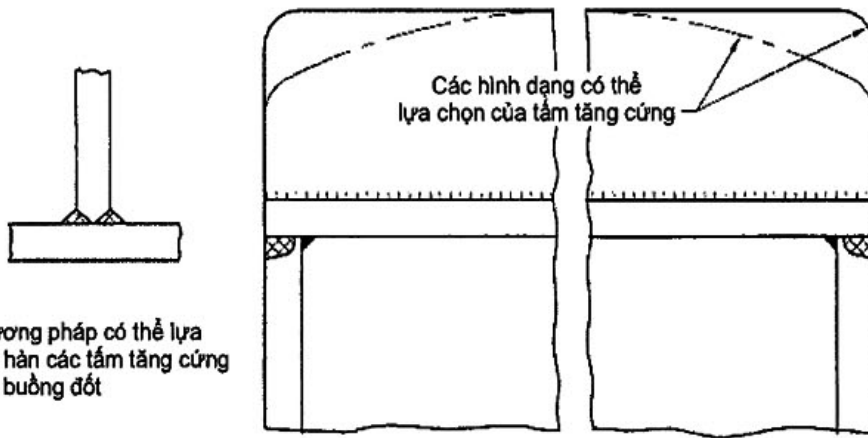
ld)

Hình 48 - (Tiếp theo)



Tấm tăng cứng được hàn với buồng quặt khói với mặt sáng và tấm sau có vai uốn

(e)

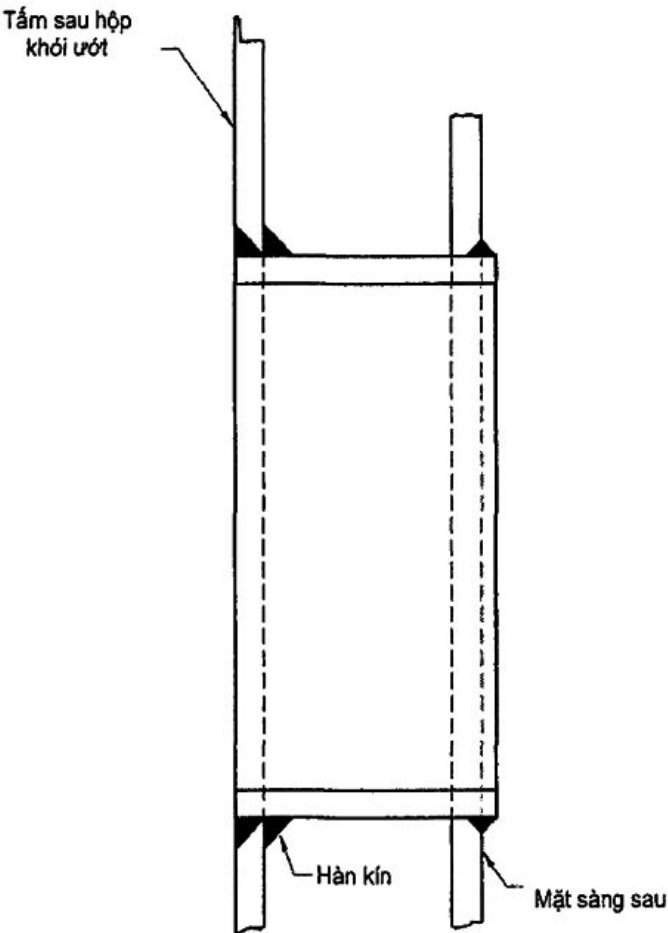


Các phương pháp có thể lựa chọn để hàn các tấm tăng cứng với đỉnh buồng đốt

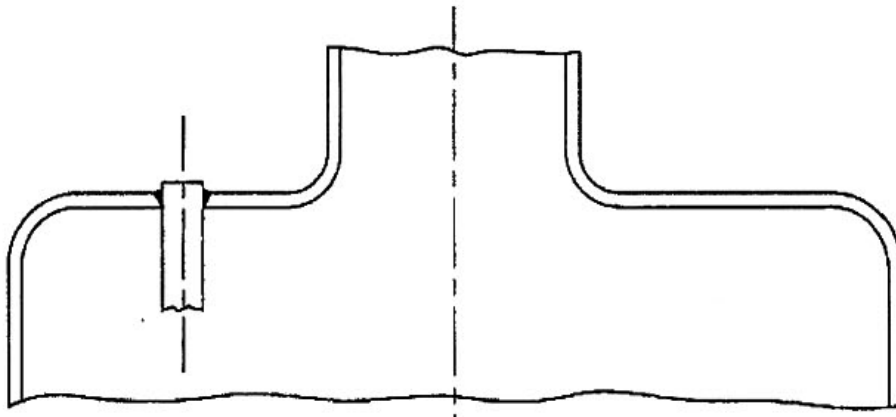
Tấm tăng cứng được hàn với buồng quặt khói có các góc vuông

(f)

Hình 48 - (Kết thúc)



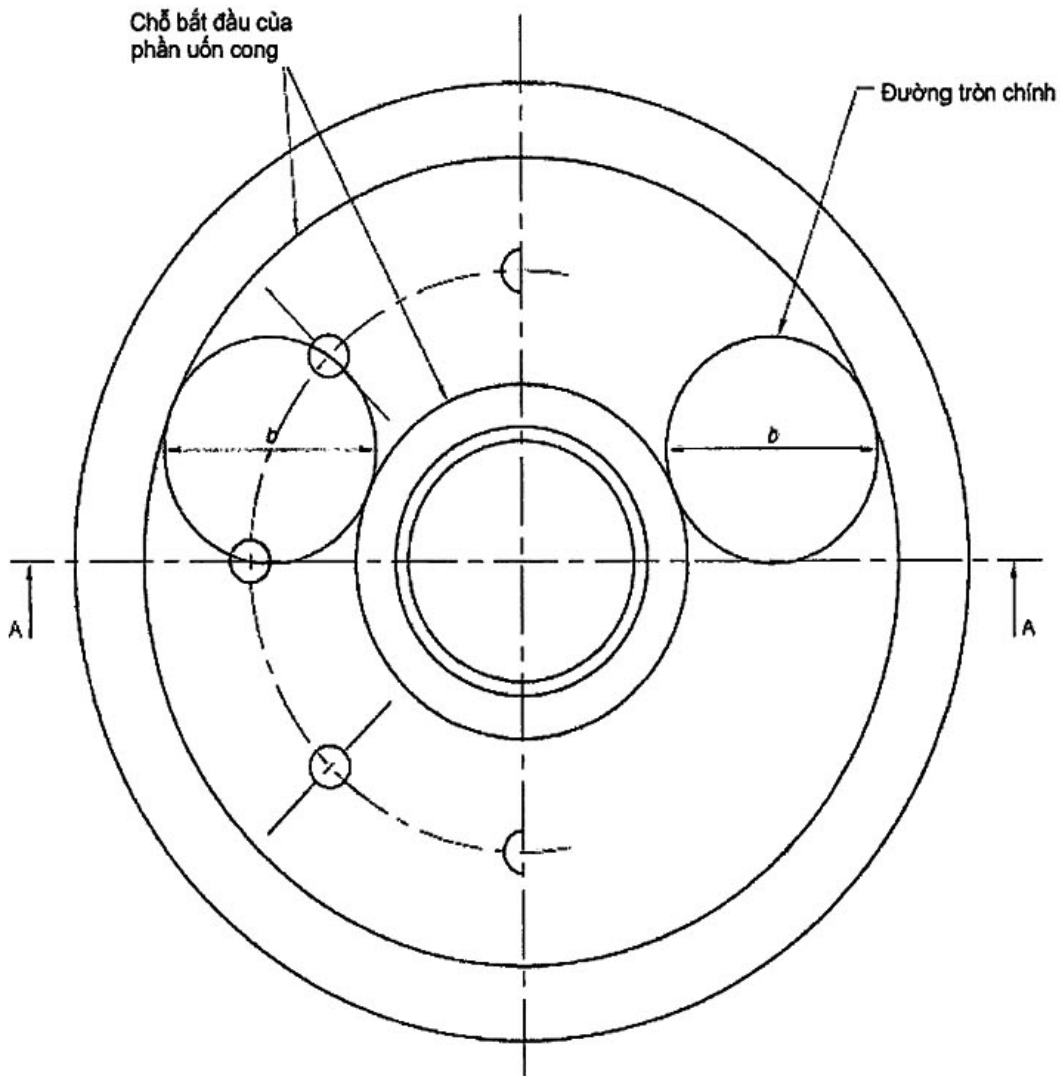
Hình 49 - Cửa tiếp cận cho các nồi hơi hộp khói ướt



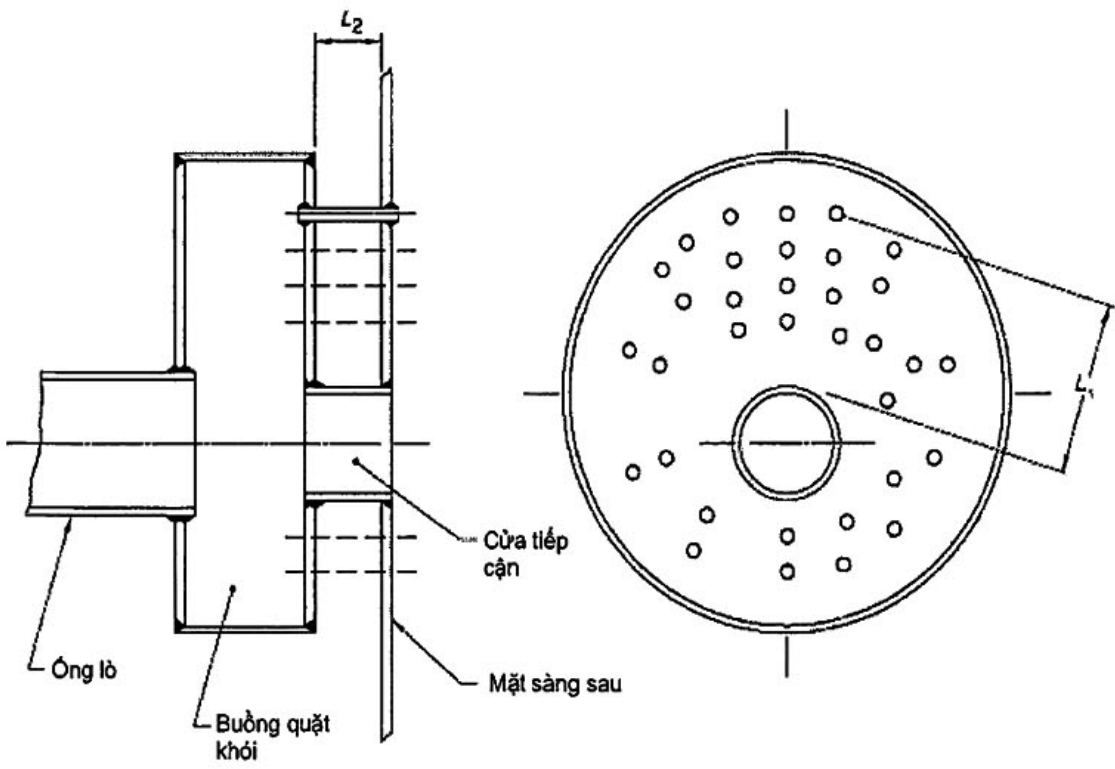
Nếu lắp các thanh giằng, thì  $y$  phải được xác định theo 3.10.3.4

Nếu không lắp các thanh giằng, thì  $y$  phải lấy bằng 1,56

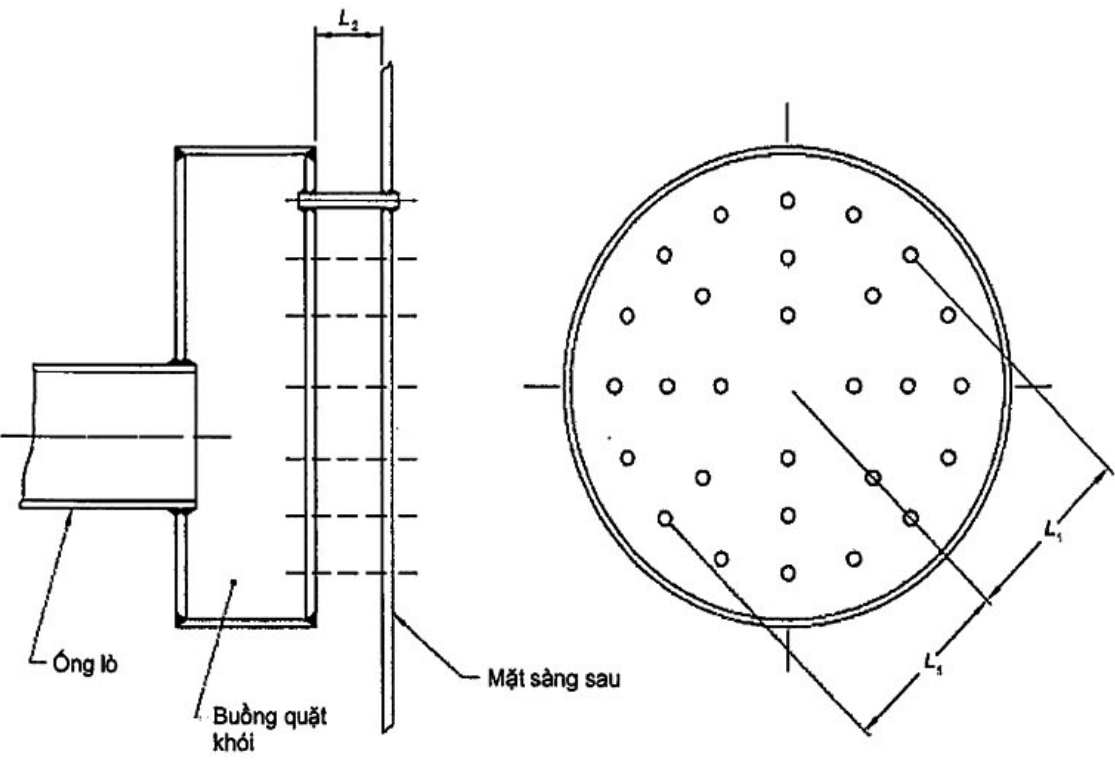
Mặt cắt A-A



Hình 50 - Các tấm đáy phẳng của nồi hơi kiểu đứng



(a) Có cửa tiếp cận



(b) Không có cửa tiếp cận

Hình 51 - Các thanh giằng cho tấm sau của hộp khói ướt

### 3.10.7 Các thanh giằng và tấm tăng cứng vòm hộp lửa cho các nồi hơi kiểu lôcô

#### 3.10.7.1 Các thanh giằng

Hình 52 minh họa sự bố trí điển hình của các thanh giằng đỉnh hộp lửa được liên kết trực tiếp với thân ngoài hình bán trụ, đỉnh của hộp lửa uốn hình vòm và được lắp các thanh giằng. Khi chỉ sử dụng các thanh giằng thẳng đứng để chịu tải trên đỉnh hộp lửa, các nồi hơi có đường kính thân lớn hơn hoặc bằng 1370 mm phải được lắp các thanh giằng ngang (xem Hình 53). Có thể lắp các thanh giằng như chỉ dẫn trên Hình 44.

#### 3.10.7.2 Các tấm tăng cứng

Khi vòm hộp lửa của nồi hơi kiểu lôcô được thiết kế với bán kính lớn ở mỗi bên như minh họa trên Hình 53 thì vòm phải được bố trí các tấm tăng cứng như thể hiện trên hình. Số lượng các tấm tăng cứng hoặc các điểm đỡ phải được xác định bởi công thức (70) đến (73) và mômen quán tính của các tấm tăng cứng được xác định bởi công thức (76), khi lấy  $d$  bằng  $2R_1$  như thể hiện trên Hình 53.

### 3.10.8 Các thanh giằng dọc

#### 3.10.8.1 Đường kính của thanh giằng

Đường kính của mỗi thanh giằng phải đảm bảo sao cho ứng suất tính toán trên diện tích tiết diện nhỏ nhất không được vượt quá độ bền kéo nhỏ nhất quy định  $R_m$  chia cho 5,3. Trong mọi trường hợp đường kính của thanh giằng tại bất kỳ phần nào cũng không được nhỏ hơn 25 mm. Khi sử dụng các thanh giằng ghép nối thì độ bền của chỗ nối ít nhất phải bằng độ bền phần còn lại của thanh giằng.

Phải có các cơ cấu đỡ cho các thanh giằng dọc có chiều dài lớn hơn hoặc bằng 4900 mm.

#### 3.10.8.2 Các thanh giằng trong nồi hơi kiểu đứng

Khi lắp các thanh giằng trong nồi hơi kiểu đứng, phải lắp ít nhất bốn thanh giằng cho mỗi nồi hơi có đường kính từ 1200 mm đến dưới 1500 mm; năm thanh giằng cho mỗi nồi hơi có đường kính từ 1500 mm đến dưới 1800 mm; sáu thanh giằng cho mỗi nồi hơi có đường kính từ 1800 mm trở lên.

### 3.10.9 Các tải trọng trên các ống giằng và thanh giằng

Các ống giằng và thanh giằng phải được thiết kế để chịu được toàn bộ tải trọng do áp suất tác động lên diện tích được đỡ, diện tích này được tính toán như sau:

- Đối với một ống giằng trong chùm ống, diện tích thực được đỡ phải bằng tích số của bước ngang và bước dọc của các ống giằng, trừ đi diện tích của các lỗ ống choán chỗ. Khi bước của các ống giằng không đều thì diện tích phải được lấy bằng bình phương của bước trung bình của các ống giằng (nghĩa là bình phương của một phần tư tổng bốn cạnh của tứ giác bất kỳ được giới hạn bởi bốn ống giằng liền kề), trừ đi diện tích của các lỗ ống choán chỗ.
- Đối với một ống giằng trong hàng ống ngoài cùng, hoặc đối với một thanh giằng, diện tích thực được đỡ phải là diện tích của phần được giới hạn bởi tập hợp các đường trung bình của các đoạn

## TCVN 12728:2019

nổi thanh giằng và các điểm đỡ liền kề, trừ đi diện tích của các ống hoặc thanh chống choán chỗ [xem Hình 33].

- c) Đối với một thanh giằng khi không có các ống giằng trong chùm ống thì diện tích được đỡ phải mở rộng đến đường biên tiếp tuyến của chùm ống.

### 3.10.10 Tấm giằng góc và tấm néo góc

#### 3.10.10.1 Tải trọng trên mỗi tấm

Mỗi tấm giằng góc hay tấm néo góc trên đáy phẳng của nồi hơi phải được thiết kế sao cho chịu được toàn bộ tải trọng do áp lực tạo ra ở vùng được tăng cường. Diện tích được tăng cường bởi một tấm giằng phải xác định bằng cách khảo sát tổng diện tích của vùng được tăng cường và phân chia vùng này bằng các đường ranh giới được vẽ qua các chi tiết giằng và các điểm tăng cường liền kề (ống lò, các hàng ngoài cùng của các chùm ống hoặc thân). Các đường ranh giới này phải đi qua tất cả các điểm cách đều các điểm tăng cường liền kề nhau trong vùng được khảo sát (xem Hình 54 a) và b)).

Không cần bổ sung chiều dày do ăn mòn đối với tấm giằng, néo góc và các kết cấu khác đặt trong không gian chứa hơi và chứa nước.

#### 3.10.10.2 Các tấm giằng góc

Các tấm giằng góc phải được bố trí sao cho góc  $V$  (xem các Hình 54 a), b) và điều 3.10.10.3) không nhỏ hơn  $60^\circ$ . Tiết diện ngang nhỏ nhất của tấm giằng góc được xác định theo công thức sau:

$$t_g h = \frac{2,0W}{f \sin V} \quad \dots (69)$$

trong đó

$t_g$  là chiều dày tấm giằng góc, tính theo milimét

và

$$t_g \leq 1,7 \times \text{chiều dày thân}$$

$$t_g \geq 1 \times \text{chiều dày thân}$$

$$t_g \leq 0,7 \times \text{chiều dày tấm đáy}$$

$h$  (xem Hình 54 a)), tính theo milimét;

$W$  là tải trọng trên diện tích được tăng cường bởi các chi tiết giằng, tính theo Newton;

$f$  là ứng suất thiết kế, tính theo megapascal;

$V$  là góc giữa tấm giằng góc và tấm đáy, tính theo độ.

Kích thước và hình dạng của các phần đáy phẳng được tăng cường bởi từng tấm giằng góc phải đảm bảo cho toàn bộ diện tích bề mặt tấm đáy tại khu vực đó được tăng cường.

Các tấm giằng góc phải được bố trí hướng tâm và không được có các thay đổi đột ngột trên biên dạng của tấm giằng góc.

### 3.10.10.3 Các tấm néo góc

Các tấm néo góc phải được bố trí sao cho góc  $V$  (xem Hình 54 b)) không nhỏ hơn  $60^\circ$  và các kích thước phải bảo đảm sao cho ứng suất trong thanh néo góc tại phần yếu nhất không vượt quá  $0,6f$ .

### 3.10.10.4 Các tấm néo, ke góc và chốt nối

Độ bền của các tấm néo, ke góc và chốt nối được tính toán ở tiết diện yếu nhất như sau:

- ứng suất cắt trong các chốt nối không được vượt quá  $55 \text{ MPa}$ .
- các tấm néo hoặc ke góc phải được thiết kế để ứng suất tính toán không vượt quá  $0,6f$ , nhưng trong mọi trường hợp chiều dày không được nhỏ hơn  $0,875$  chiều dày thân, và nhỏ nhất phải là  $12,5 \text{ mm}$ .

Phần của tấm néo hoặc ke góc được gắn vào tấm đáy phải kéo dài từ giới hạn bên trong của không gian giãn nở đến giới hạn bên ngoài của không gian giãn nở cho ống lò hoặc chùm ống.

- Các thanh nối, tấm néo và các chốt phải được chế tạo từ các vật liệu có độ bền kéo quy định nhỏ nhất là  $430 \text{ MPa}$  và phải được thiết kế sao cho ứng suất nén trên diện tích nhô ra không được vượt quá  $100 \text{ MPa}$ .

### 3.10.10.5 Liên kết hàn

Khi các tấm giằng góc được hàn với thân và các tấm đáy thì các liên kết hàn này phải được thực hiện bằng các mối hàn thấu hoàn toàn phù hợp với Hình 54 a).

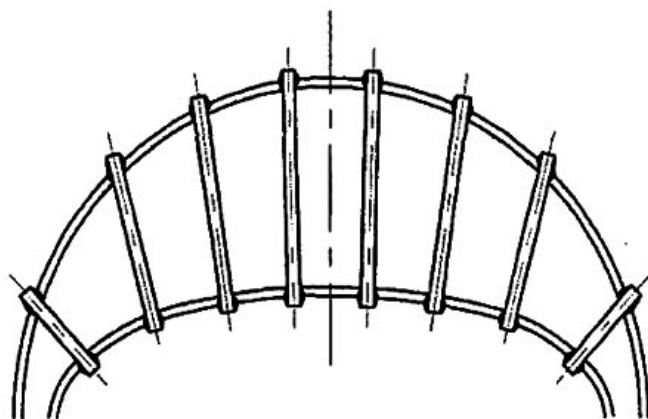
Khi các tấm néo hoặc các ke góc được hàn với thân và hoặc các tấm đáy (xem các Hình 54 a) và b)) thì các liên kết hàn này phải được thực hiện bằng các mối hàn thấu hoàn toàn. Các mối hàn phải có kích thước sao cho ứng suất tính toán trên một diện tích được tính bằng tích số chiều dài hiệu dụng của mối hàn nhân với chiều cao hiệu dụng của mối hàn không vượt quá ứng suất cho phép đối với vật liệu cơ bản nhân với hệ số hàn tương ứng nêu trong Bảng 18.

Bề mặt mối hàn không được có các rãnh khía và không được có thay đổi đột ngột về biên dạng.

Để tính toán ứng suất, chiều cao hiệu dụng của mối hàn giáp mép phải được lấy bằng chiều dày của tấm giằng hoặc tấm néo. Đối với các mối hàn phức hợp, chiều cao hiệu dụng của mối hàn phải lấy bằng tổng của các phần cấu thành.

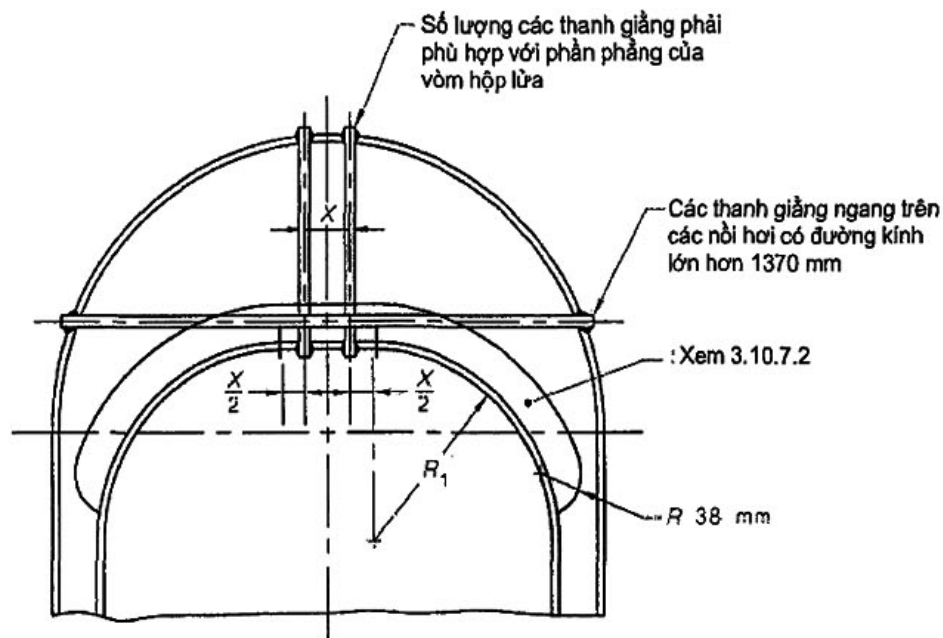
Bảng 18 - Liên kết hàn

Dạng mối hàn	Hệ số hàn
Mối hàn giáp mép vát một phía hoặc có rãnh dạng chữ J một phía (có hoặc không có mối hàn góc chông lên)	Không có lót chân mối hàn: 0,45 Có lót chân mối hàn: 0,7
Mối hàn giáp mép vát hai phía hoặc có rãnh dạng chữ J hai phía (có hoặc không có mối hàn góc chông lên)	0,8
Mối hàn góc hai phía	0,65

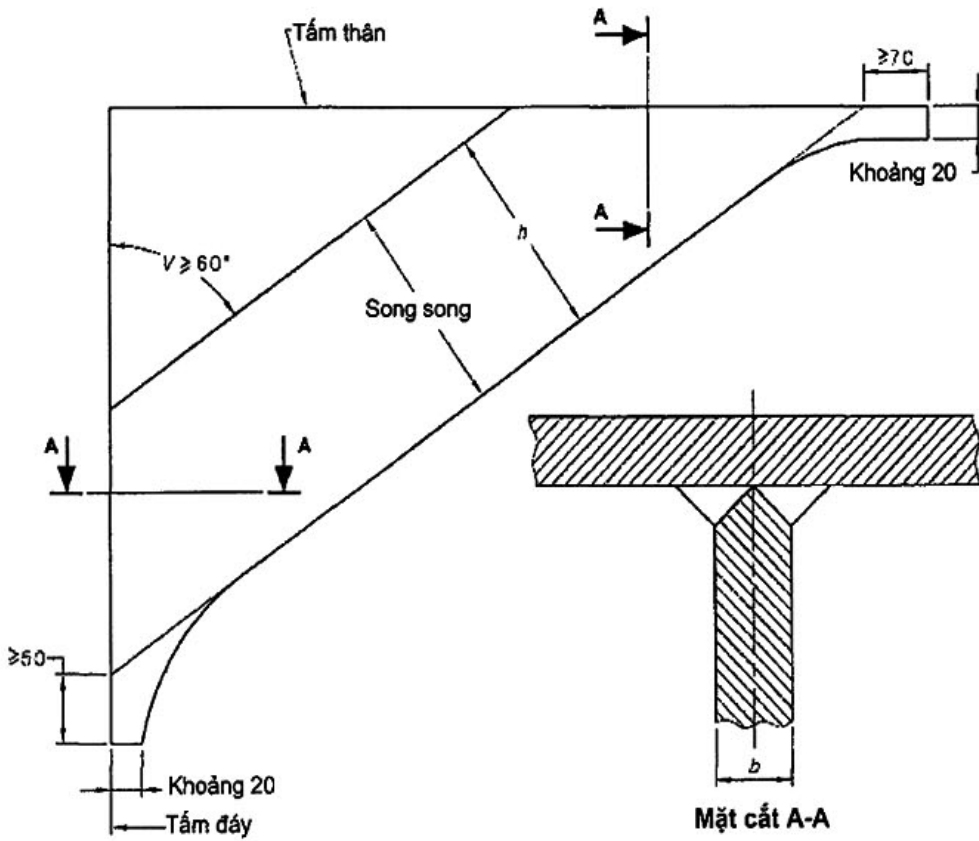


Về phương pháp liên kết, xem Hình 44 (a)

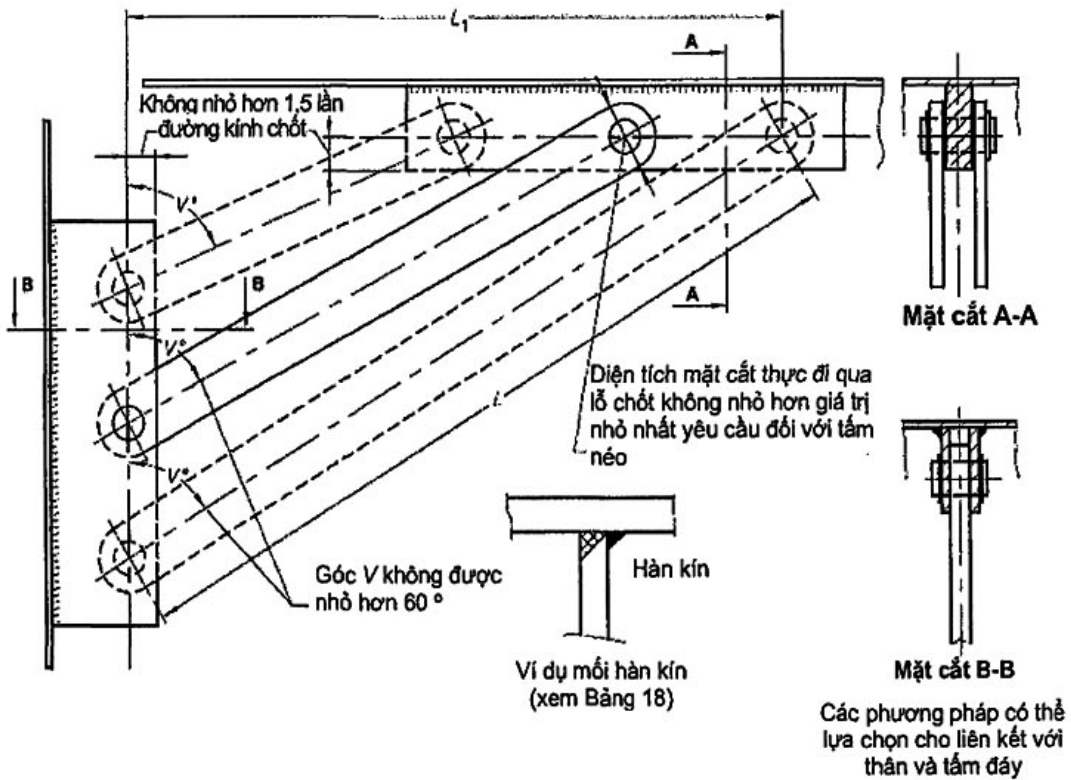
Hình 52 - Bố trí vòm hộp lửa và các thanh giằng đối với các nồi hơi kiểu lôcô



Hình 53 - Bố trí vòm hộp lửa và các thanh giằng chuyển đổi đối với các nồi hơi kiểu lôcô



a) Các chi tiết điển hình của các tấm giằng góc



(Các đường nét đứt chỉ các thanh néo đa liên kết)

b) Các chi tiết điển hình của các tấm néo góc

Hình 54 - Các chi tiết điển hình của các tấm giằng góc và néo góc

## **TCVN 12728:2019**

### **3.11 Ống và mặt sàng ống cho nồi hơi ống lửa và các nồi hơi khác**

#### **3.11.1 Ống giằng và ống tiếp nhiệt**

Ống giằng là ống được hàn phù hợp với Hình 55 có chiều cao mối hàn ít nhất phải bằng chiều dày ống cộng 3 mm. Các ống giằng này không yêu cầu phải có trong các chùm ống, trừ khi các chùm ống chỉ bao gồm các ống nút.

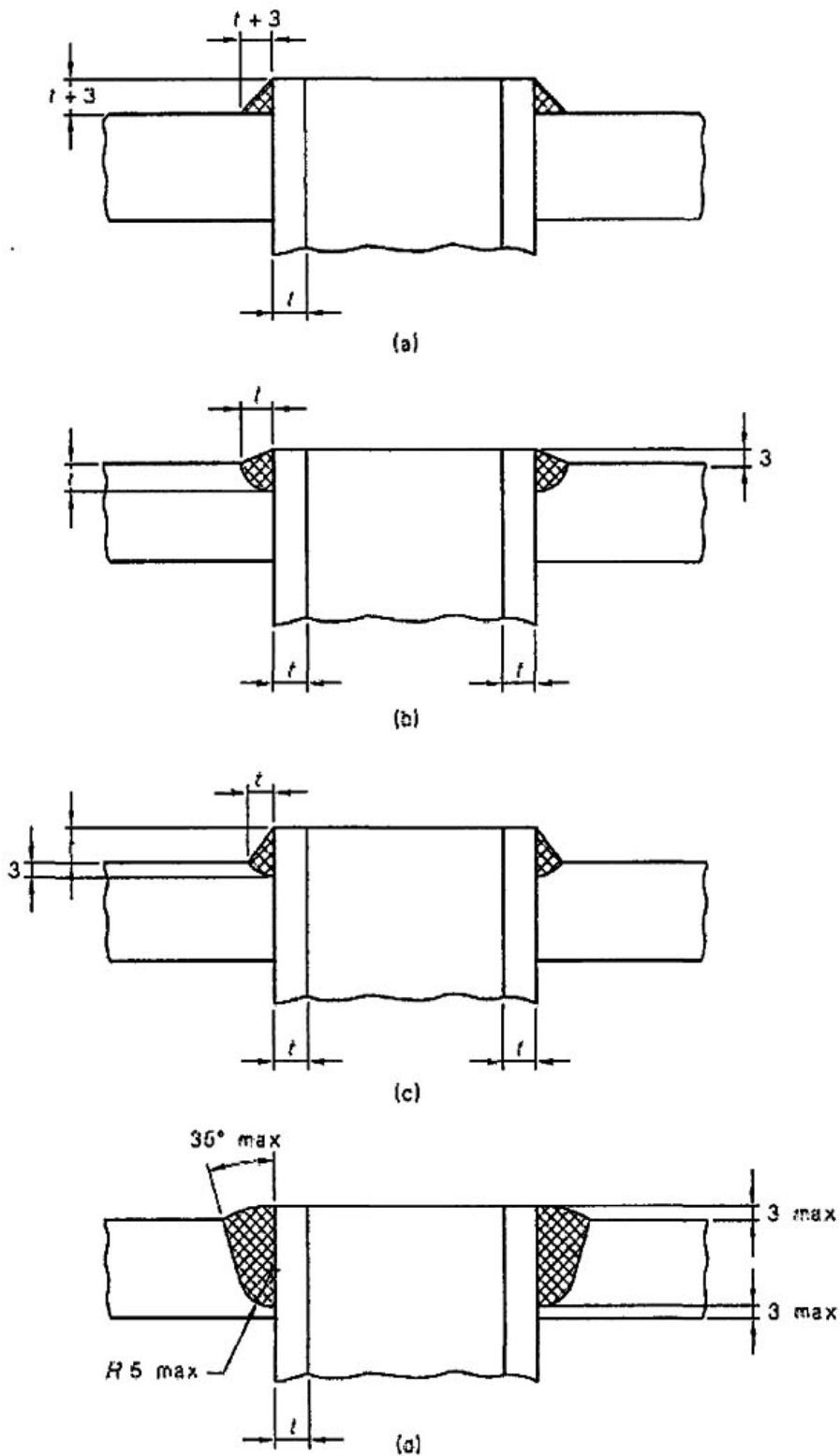
Nếu các chùm ống bao gồm các ống tiếp nhiệt được nút và gấp mép, được nút và loe miệng hoặc được nút và hàn theo Hình 56 a), b) và d) thì phải sử dụng các ống giằng được hàn phù hợp với Hình 55 trong các hàng ranh giới với đủ số lượng để chịu được các tải trọng trên tấm phẳng nằm ngoài khu vực lắp ống.

Mỗi ống giằng phải được thiết kế để chịu được một phần thích hợp của tải trọng tác dụng lên các tấm mà ống giằng phải đỡ. Chiều dày của các ống giằng được hàn trong các mặt sàng ống phải bảo đảm sao cho ứng suất chiều trục trên phần mỏng nhất của ống không vượt quá 70 MPa.

Trong tính toán chiều dày không cần tính đến trị số bổ sung do ăn mòn và dung sai âm của vật liệu.

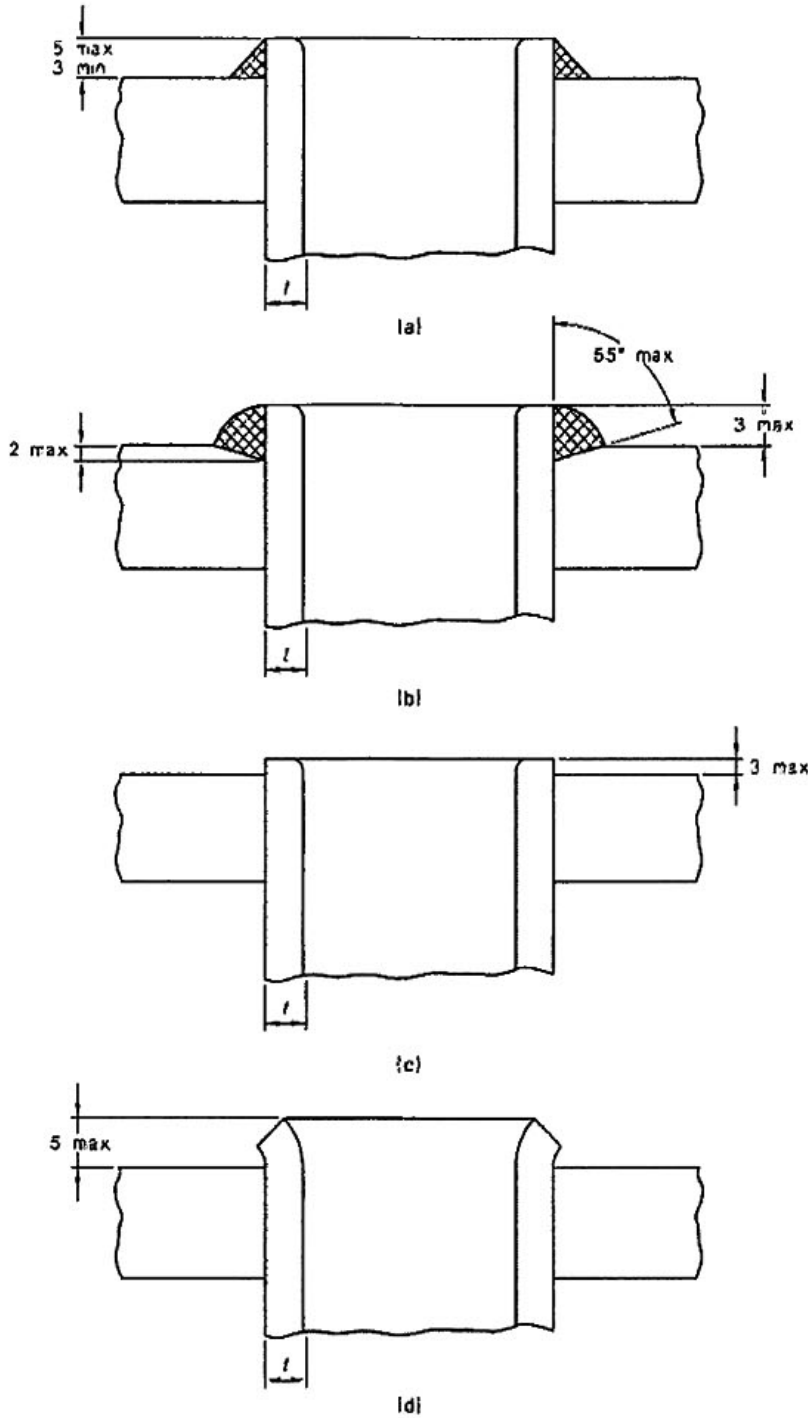
#### **3.11.2 Bước của các ống**

Khoảng cách giữa các lỗ ống phải bảo đảm sao cho chiều rộng nhỏ nhất, tính theo milimét, của bất kỳ phần kim loại giữa các lỗ ống không được nhỏ hơn  $0,125D + 12,5$  mm, trong đó  $D$  là đường kính của lỗ ống, tính theo milimét.



CHÚ THÍCH: Các đầu ống phải được mài sửa ngang bằng với các mối hàn khi tiếp xúc trực tiếp với ngọn lửa hoặc dòng khí có nhiệt độ vượt quá 600°C và phải tạo bán kính góc lượn bên trong. Nếu không tiếp xúc trực tiếp với lửa hoặc khí nóng như trên thì các đầu ống có thể nhô ra khỏi mối hàn nhiều nhất là 10 mm.

Hình 55 – Lắp các ống giằng



CHÚ THÍCH: Đối với các ống tiếp xúc trực tiếp với ngọn lửa hoặc nhiệt độ khói nóng vượt quá 600°C thì các đầu ống hàn phải được mài sũa ngang bằng với mối hàn và các đầu ống núc phải như chỉ dẫn. Nếu không tiếp xúc trực tiếp với lửa và khói nóng như trên thì các đầu ống có thể nhỏ ra khỏi mối hàn nhiều nhất là 10 mm hoặc với các ống núc thì các đầu ống có thể nhỏ ra khỏi mặt sàng ống nhiều nhất là 10 mm.

Hình 56 – Lắp các ống tiếp nhiệt

### 3.11.3 Chiều dày các mặt sàng ống trong các chùm ống

Chiều dày nhỏ nhất cần thiết của mọi mặt sàng để núc ống phải là 12 mm khi đường kính của lỗ lắp ống không vượt quá 50 mm, hoặc 14 mm khi đường kính lỗ lắp ống vượt quá 50 mm.

Nếu các ống được lắp với các mặt sàng ống bằng các mối hàn đầy và phần ống không được hàn không quá 3 mm thì các mặt sàng ống phải có chiều dày không nhỏ hơn 9 mm.

Chiều dày của các mặt sàng ống phải được tính toán theo công thức (66), trong đó lấy  $b$  là bước của các ống tiếp nhiệt và  $y = 1,56$ .

## 3.12 Ống lò, buồng quặt khói và hộp lửa có dạng hình trụ chịu áp lực ngoài

### 3.12.1 Ống lò

#### 3.12.1.1 Đường kính lớn nhất của ống lò

Đường kính trung bình của các ống lò không được vượt quá 1800 mm (xem 3.12.1.10).

#### 3.12.1.2 Ký hiệu

Các ký hiệu sau đây được sử dụng trong 3.12.1:

$b$  là bước sóng của ống lò lượn sóng, tính theo milimét

$C$  là trị số bổ sung do ăn mòn, tính theo milimét

$$C = 0,75 \text{ mm};$$

$d$  là đường kính trung bình của ống lò, tính theo milimét

Đối với ống lò lượn sóng, đường kính trung bình bằng đường kính trong cộng với toàn bộ chiều sâu của một sóng; theo Hình 57 đường kính trung bình bằng đường kính trong +  $t + W$

$d_{\max}$  là đường kính trung bình lớn nhất của ống lò, tính theo milimét

$d_{\min}$  là đường kính trung bình nhỏ nhất của ống lò, tính theo milimét

$E$  là môđun đàn hồi ở nhiệt độ thiết kế (xem 3.12.1.3), tính theo megapascal

$F$  là diện tích tiết diện theo chiều dọc của một đoạn thành ống lò lượn sóng có chiều dài  $b$  và chiều dày  $(t - C)$  (xem Hình 57), tính theo milimét vuông

$I$  là mômen quán tính của một sóng đầy đủ trên trục trung hoà của nó, trừ trị số bổ sung do ăn mòn (xem Hình 57), tính theo milimét lũy thừa bốn

$I_s$  mômen quán tính của một phần tử tăng cứng (xem Hình 58) trên trục trung hoà của nó, bao gồm đoạn chiều dài ống lò  $0,55(dt)^{1/2}$  trên một phía của phần tử tăng cứng, tính theo milimét lũy thừa bốn

$L$  khoảng cách giữa các tâm của hai điểm đỡ hiệu dụng, tính theo milimét

## TCVN 12728:2019

Các gân tăng cứng phù hợp với Hình 58, các tấm đáy của nồi hơi và buồng quạt khói được xem là các điểm đỡ hiệu dụng

$p$  là áp suất tính toán, tính theo megapascal

$R_{e(T)}$  là giới hạn chảy quy định nhỏ nhất phụ thuộc nhiệt độ hoặc ứng suất tương ứng với biến dạng dư 0,2% ở nhiệt độ thiết kế, tính theo megapascal

CHÚ THÍCH: Đối với các vật liệu được thử ở trạng thái nguội thì giá trị  $R_{e(T)}$  có thể được lấy bằng giá trị đối với vật liệu được thử ở trạng thái nóng nhân với hệ số 1,5/1,6 (theo Phụ lục B).

$S_1$  là hệ số an toàn

$S_1 = 2,5$  đối với các ống lò của các nồi hơi cấp 1 và cấp 2

$S_1 = 3,5$  đối với các ống lò của các nồi hơi cấp 3

$S_2$  là hệ số an toàn

$S_2 = 3,0$  đối với các nồi hơi cấp 1 và cấp 2

$S_2 = 3,9$  đối với các nồi hơi cấp 3

$t$  là chiều dày ống lò, tính theo milimét

$u$  là độ không tròn, tính theo phần trăm

$u = 1,5\%$  đối với các ống lò phẳng

$u = 1\%$  đối với các ống lò lượn sóng

$W$  là chiều sâu của sóng, tính theo milimét.

### 3.12.1.3 Môđun đàn hồi ở nhiệt độ thiết kế

Các giá trị của  $E$  phải lấy theo bảng dưới đây (hoặc được nội suy tuyến tính từ các giá trị trong bảng nếu cần), xem thêm Bảng 7:

Nhiệt độ thiết kế °C	Các giá trị của $E$ MPa $\times 10^3$
250	195
300	191
350	186
400	181
450	178

### 3.12.1.4 Ống lò phẳng

Chiều dày của các ống lò phẳng không được nhỏ hơn 6 mm và không được lớn hơn 22 mm, đồng thời phải tuân thủ các quy định a) hoặc b) dưới đây, tùy theo trường hợp áp dụng:

- a) Áp suất thiết kế cho phép lớn nhất đối với ống lò phẳng có chiều dày đã biết phải nhỏ hơn các giá trị áp suất được xác định theo các công thức (70) và (71).

$$p = \frac{2R_{e(T)}(t-C)}{S_1 d} \left[ \frac{1 + \frac{d}{15L}}{1 + \frac{0,03du}{(t-C)\left(1 + \frac{d}{0,3L}\right)}} \right] \quad \dots (70)$$

$$p = \frac{1,73E(t-C)^{2,5}}{S_2 L d^{1,5}} \quad \dots (71)$$

- b) Trường hợp khác, khi đã quy định áp suất thiết kế thì chiều dày nhỏ nhất cần thiết đối với ống lò phẳng phải lớn hơn các giá trị chiều dày được xác định theo các công thức (72) và (73).

$$t = \frac{B}{2} \left\{ 1 + \left[ 1 + \frac{0,12du}{B\left(1 + \frac{d}{0,3L}\right)} \right]^{1/2} \right\} + C \quad \dots (72)$$

trong đó

$$B = \frac{pdS_1}{2R_{e(T)}\left(1 + \frac{d}{15L}\right)}$$

$$t = d^{0,6} \left( \frac{LS_2 d}{1,73E} \right)^{0,4} + C \quad \dots (73)$$

### 3.12.1.5 Các bộ phận cấu thành của ống lò

Chiều dày các bộ phận cấu thành của ống lò, ví dụ các ống xả tro và các ống kết nối của đường nhiên liệu vào phải được tính toán phù hợp với 3.12.1.4, với chiều dày nhỏ nhất là 10 mm và lớn nhất là 22 mm.

Gia cường đối với các lỗ khoét trên ống lò phải được thực hiện phù hợp với 3.2.10, ngoại trừ việc sử dụng phương pháp gia cường bằng miếng tấp là không được phép, và các ống lò hoặc các ống nhánh không được có chiều dày vượt quá 22 mm.

### 3.12.1.6 Ống lò lượn sóng

Chiều dày của các ống lò lượn sóng không được nhỏ hơn 10 mm và không được lớn hơn 22 mm, đồng thời phải tuân thủ các quy định a) hoặc b) dưới đây, tùy theo trường hợp áp dụng:

- a) Áp suất thiết kế cho phép lớn nhất đối với ống lò lượn sóng có chiều dày đã biết phải được xác định theo công thức (74)

$$p = \frac{2FR_{e(T)} \left(1 + \frac{0,1d}{L}\right)}{S_1bd \left\{ 1 + \frac{FWdu}{800I \left[ 1 + \frac{5d}{L} \left(\frac{t-C}{W}\right)^3 \right]}\right\}} \dots (74)$$

- b) Trong trường hợp khác, khi đã quy định áp suất thiết kế thì chiều dày nhỏ nhất cần thiết của ống lò lượn sóng phải được xác định theo công thức (75)

$$t = W \left[ \frac{FWdupS_1bL}{4000I \left[ 2FR_{e(T)} \left(1 + \frac{0,1d}{L}\right) - pS_1bd \right]} - \frac{L}{5d} \right]^{1/3} + C \dots (75)$$

**3.12.1.7 Dung sai và trị số bổ sung do ăn mòn**

Chiều dày tính toán của thành ống lò bao gồm trị số bổ sung cho ăn mòn là 0,75 mm. Đối với các ống lò lượn sóng, chiều dày tính toán của thành ống lò phải là chiều dày nhỏ nhất của ống lò sau khi hoàn thiện. Đối với các ống lò phẳng và buồng quặt khói, trị số bổ sung chiều dày phải tính thêm các dung sai âm của chiều dày tấm, trừ trường hợp cho phép trong 2.2.1.

**3.12.1.8 Ống lò phẳng và lượn sóng kết hợp**

Khi ống lò được cấu tạo bằng cách kết hợp các đoạn phẳng và lượn sóng thì chiều dày của đoạn phẳng giữa điểm đỡ hiệu dụng đầu tiên và mối hàn nối hai đoạn với nhau theo chu vi phải được xác định theo 3.12.1.4. Khi tính toán, chiều dài đoạn phẳng của ống lò phải được lấy bằng hai lần chiều dài thực được đo từ điểm đỡ hiệu dụng đầu tiên trên đoạn phẳng đến mối hàn nối đoạn phẳng với đoạn lượn sóng. Chiều dài phần phẳng của ống lò lượn sóng tới mối hàn nối theo chu vi không được lớn hơn 38 mm và không được nhỏ hơn 20 mm, đo từ điểm tiếp tuyến của đoạn lượn sóng. Chiều dày của đoạn lượn sóng phải được xác định theo 3.12.1.6.

**3.12.1.9 Phần tử tăng cứng**

Phải áp dụng các yêu cầu sau cho các phần tử tăng cứng:

- a) Các phần tử tăng cứng phải có mômen quán tính không nhỏ hơn giá trị được xác định theo công thức sau:

$$I_s = \frac{\rho d^3 L}{1,33 \times 10^6} \dots (76)$$

- b) Nếu các phần tử tăng cứng được chế tạo thành các chi tiết từ vật liệu thanh hoặc tấm, thì các mép hàn với ống lò phải được chuẩn bị để bảo đảm cho mối hàn thấu hoàn toàn.

Chiều dày của vòng tăng cứng phải đảm bảo giá trị nhỏ nhất cần thiết [đối với các kích thước giới hạn, xem Hình 58]. Phải sử dụng các mối hàn thấu hoàn toàn để liên kết các phần tử tăng cứng với ống lò.

- c) Các vòng bù lượn sóng được coi là các điểm đỡ hiệu dụng. Bước nhỏ nhất của các tâm vòng bù không được nhỏ hơn 500 mm. Nếu sử dụng các vòng bù, chiều dày ống lò phải được tính toán theo 3.12.1.4. Các kích thước của vòng bù phải phù hợp với Hình 59, và mômen quán tính của vòng bù được xác định từ các bảng trong các hình này, và không được nhỏ hơn giá trị yêu cầu trong a).
- d) Nếu các ống lò lượn sóng được trang bị một số phần tử tăng cứng, ví dụ một phần tử tăng cứng trên từng sóng hoặc một phần tử trên hai sóng, thì diện tích tiết diện và mômen quán tính của các phần tử tăng cứng cũng phải tính đến khi áp dụng 3.12.1.6. Khi tính toán phải sử dụng chiều cao phần tử không lớn hơn sáu lần chiều dày ống lò.

#### 3.12.1.10 Các giới hạn của ống lò

Bước của các phần tử tăng cứng khi được lắp với ống lò không được vượt quá  $2D_0$ .

Ống lò có thể được kéo dài ra bên ngoài mặt sàng ống để tạo thành buồng cháy, hoặc có thể được kết thúc tại vị trí gần ngang bằng với mặt sàng ống và có trang bị một buồng cháy tách biệt. Trong các trường hợp đó, ống lò và tấm đáy phải được bảo vệ một cách thích hợp bằng vật liệu chịu lửa để tránh hư hại do tác động của ngọn lửa.

#### 3.12.2 Buồng quặt khói hình trụ

Chiều dày thân trụ của buồng quặt khói trong các nồi hơi ống lửa nằm ngang phải được tính toán phù hợp với 3.12.1.4. Chiều dày không được lớn hơn 36 mm và không được nhỏ hơn 10 mm.

Chiều dày của ống tiếp cận phải được tính toán phù hợp với 3.12.1.4, và trong mọi trường hợp không được nhỏ hơn 10 mm.

#### 3.12.3 Hộp lửa và các bộ phận liên kết

##### 3.12.3.1 Hộp lửa của nồi hơi kiểu đứng

Chiều dày của hộp lửa phải được xác định theo 3.12.1.4, trong đó tất cả các ký hiệu có cùng ý nghĩa đã nêu, ngoại trừ các ký hiệu sau:

*d* là đường kính trung bình của hộp lửa, tính theo milimét;

Nếu hộp lửa có dạng côn thì đường kính phải được lấy bằng giá trị trung bình của các đường kính đo tại đỉnh và đáy côn ở vị trí hộp lửa gặp các điểm đỡ hiệu dụng từ vai uốn hoặc vành đáy.

*L* là chiều dài hiệu dụng của hộp lửa [xem Hình 60], tính theo milimét;

Trong mọi trường hợp chiều dày không được nhỏ hơn 10 mm và không được lớn hơn 22 mm, và đường kính trung bình của các hộp lửa không được vượt quá 1800 mm.

## **TCVN 12728:2019**

### **3.12.3.2 Ống thoát khói**

Chiều dày của ống thoát khói phải được xác định theo 3.12.1.4 và phải sử dụng trị số bổ sung do ăn mòn là 4 mm thay cho 0,75 mm.

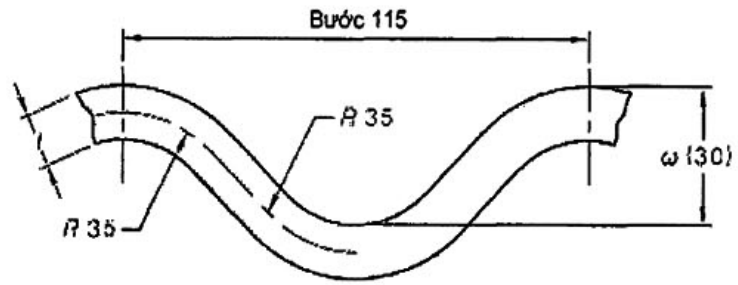
### **3.12.3.3 Các ống lắp ngang**

Các ống lắp ngang phải có đường kính trong không vượt quá 300 mm. Chiều dày phải được xác định theo 3.2.1, nhưng trong mọi trường hợp không được nhỏ hơn 10 mm.

### **3.12.3.4 Hộp lửa hình bán cầu**

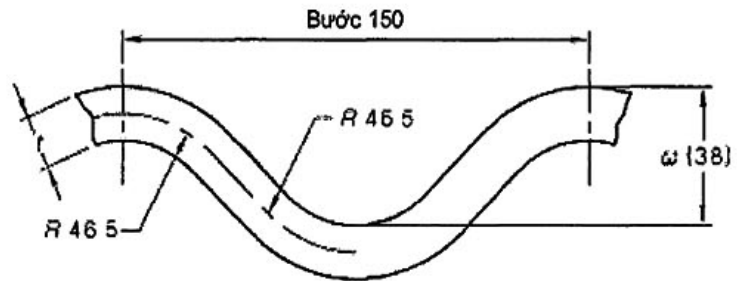
Chiều dày nhỏ nhất của hộp lửa hình bán cầu không được giảm đỡ, chịu áp lực trên phía lồi phải được xác định theo 3.12.3.5, nhưng trong mọi trường hợp chiều dày không được nhỏ hơn 10 mm và không được lớn hơn 22 mm.

$t - C$	$I$ $\text{mm}^4 \times 10^4$	$F$ $\text{mm}^2 \times 10^2$
8	13,5	10,8
9	15,3	12,1
10	17,3	13,5
11	19,4	14,8
12	21,5	16,2
13	23,8	17,5



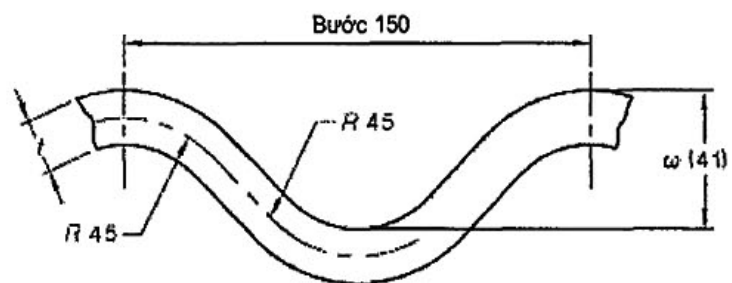
a) Ống lò kiểu Fox  
(bước sóng 115 mm và chiều sâu sóng 30 mm)

$t - C$	$I$ $\text{mm}^4 \times 10^4$	$F$ $\text{mm}^2 \times 10^2$
9	30,9	15,7
10	34,7	17,4
11	38,6	19,2
12	42,6	20,9
13	46,7	22,7
14	51,0	24,4
15	55,5	26,2
16	60,0	27,9
17	64,7	27,7
18	69,8	31,4
19	74,9	33,2
20	80,3	34,9
21	85,5	36,6



b) Ống lò kiểu Fox  
(bước sóng 150 mm và chiều sâu sóng 38 mm)

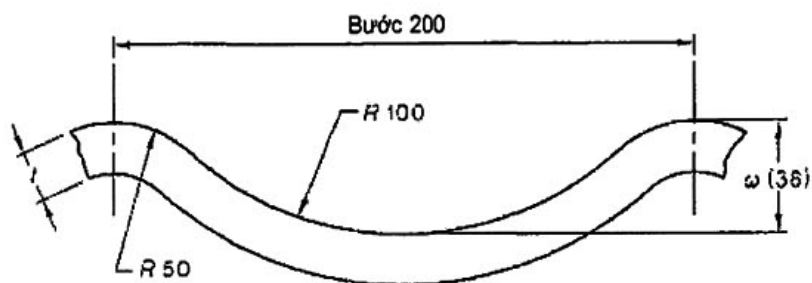
$t - C$	$I$ $\text{mm}^4 \times 10^4$	$F$ $\text{mm}^2 \times 10^2$
9	35,0	16,0
10	39,3	17,7
11	43,6	19,5
12	48,1	21,3
13	52,7	23,1
14	57,5	24,8
15	62,4	26,6
16	67,5	28,4
17	72,8	30,1
18	78,2	31,9
19	83,9	33,7
20	89,8	35,5
21	95,9	37,2



c) Ống lò kiểu Fox  
(bước sóng 150 mm và chiều sâu sóng 41 mm)

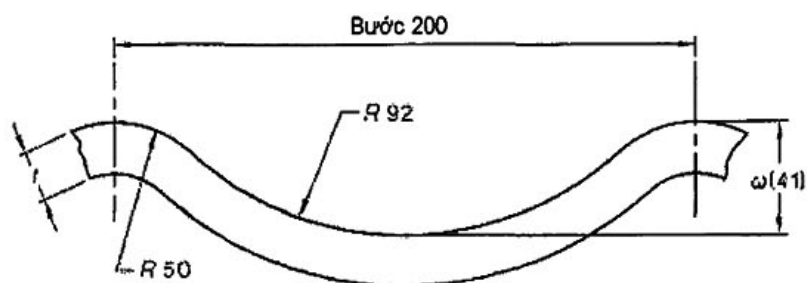
Hình 57 – Các mômen quán tính  $I$  và diện tích tiết diện  $F$  của các ống lò lượn sóng

$l - C$	$i$ $mm^4 \times 10^4$	$F$ $mm^2 \times 10^2$
9	37,5	19,7
10	42,0	21,9
11	46,6	24,1
12	51,4	26,3
13	56,3	28,5
14	61,3	30,6
15	66,5	32,8
16	71,8	35,0
17	77,4	37,2
18	83,1	39,4
19	89,0	41,6
20	95,2	43,8
21	101,6	46,0



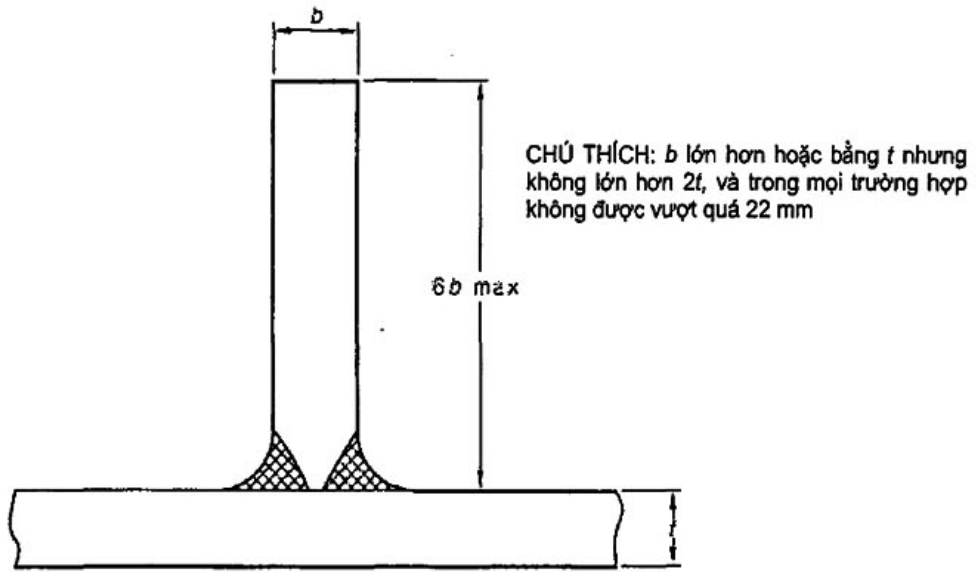
d) Ống lò kiểu Morrison  
(bước sóng 200 mm và chiều sâu sóng 38 mm)

$l - C$	$i$ $mm^4 \times 10^4$	$F$ $mm^2 \times 10^2$
9	44,3	20,0
10	49,5	22,0
11	54,9	24,4
12	60,4	26,6
13	66,0	28,8
14	71,8	31,1
15	77,8	33,3
16	83,9	35,5
17	90,2	37,7
18	96,7	39,9
19	103,5	42,2
20	110,4	44,4
21	117,6	46,6



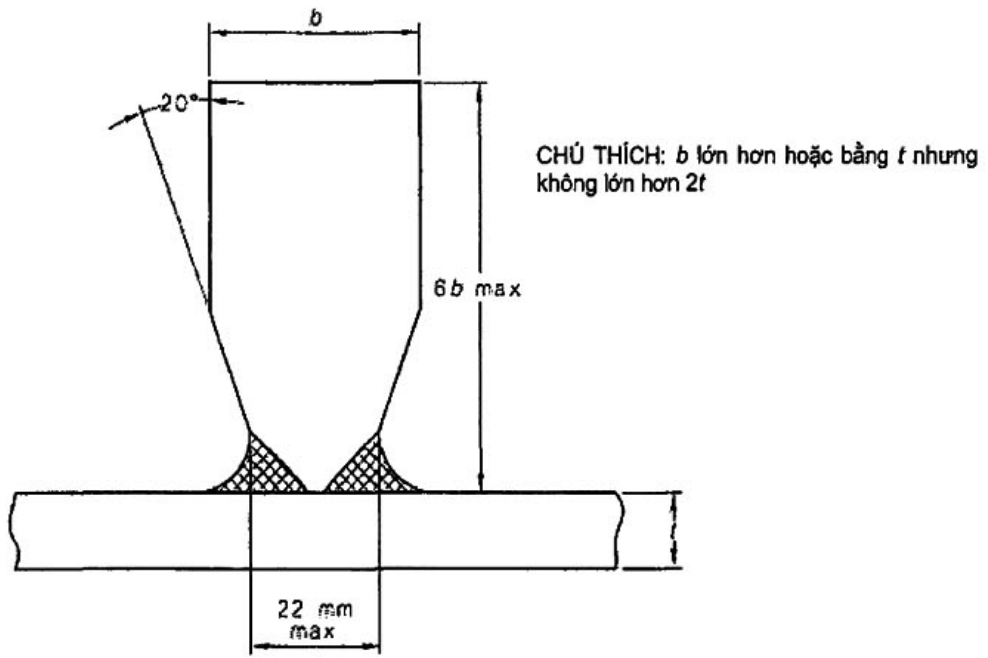
e) Ống lò kiểu Morrison  
(bước sóng 200 mm và chiều sâu sóng 41 mm)

Hình 57 – (Kết thúc)



Đối với  $b \leq 22$  mm

(a)

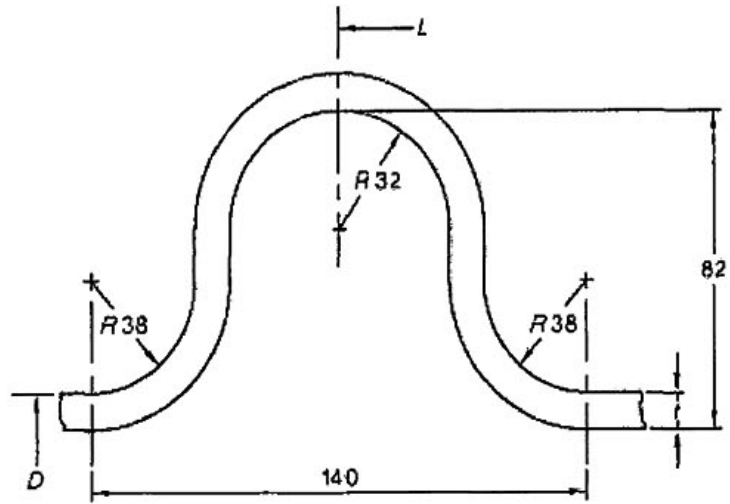


Đối với  $b > 22$  mm

(b)

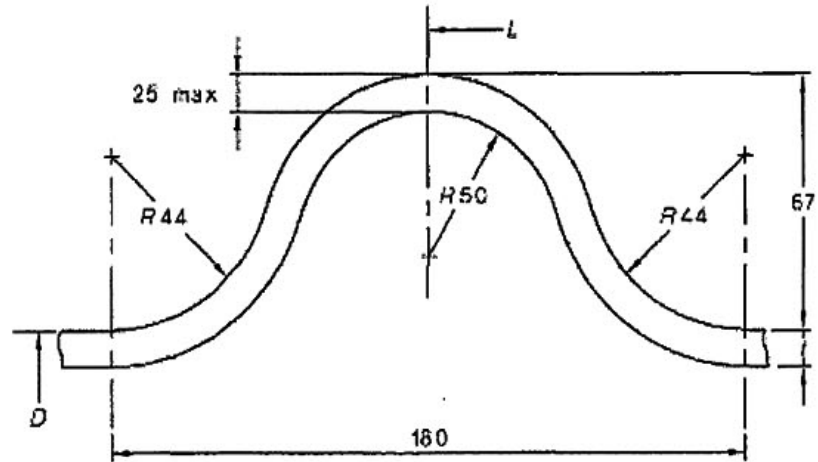
Hình 58 - Các phần tử tăng cứng của ống lò

$t - C$	$I$ $\text{mm}^4 \times 10^6$
9	1,84
10	2,05
11	2,25
12	2,47
13	2,69
14	2,90
15	3,12
16	3,34
17	3,57
18	3,79
19	4,02
20	4,25
21	4,48



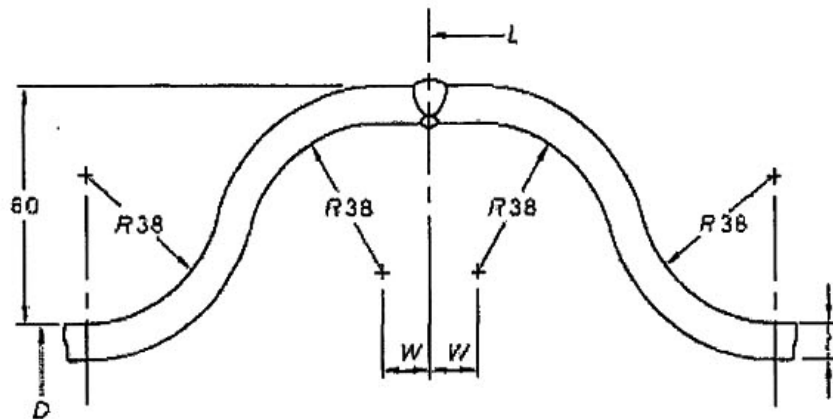
(a)

$t - C$	$I$ $\text{mm}^4 \times 10^6$
9	1,26
10	1,41
11	1,56
12	1,70
13	1,85
14	2,00
15	2,16
16	2,32
17	2,48
18	2,64
19	2,80
20	2,97
21	3,14



(b)

$t - C$	$I$ $\text{mm}^4 \times 10^6$
9	1,10
10	1,24
11	1,37
12	1,51
13	1,66
14	1,80
15	1,95
16	2,10
17	2,26
18	2,42
19	2,58
20	2,75
21	2,93



$W = t - C$ , nhưng không nhỏ hơn 12

(c)

Hình 59 – Các vòng bù

### 3.12.3.5 Thân hình cầu chịu áp lực ngoài

#### 3.12.3.5.1 Yêu cầu chung

Thiết kế thân hình cầu phải được kiểm tra để đảm bảo rằng không xảy ra sự mất ổn định đàn hồi và sự biến dạng vỏ. Áp suất thiết kế cho phép phải nhỏ hơn các giá trị  $p$  được xác định theo 3.12.3.5.2 và 3.12.3.5.3 dưới đây.

#### 3.12.3.5.2 Tính toán độ mất ổn định đàn hồi

Áp suất thiết kế  $p$  phải được xác định theo công thức sau:

$$p = \frac{E}{9 + 0,006(r_o/t)} \left( \frac{t}{r_o} \right)^2 \quad \dots (77)$$

trong đó  $u$  được giới hạn tới giá trị lớn nhất là 0,5 %

hoặc

$$p = \frac{0,8E}{9 + 0,006(r_o/t)} \left( \frac{t}{r_o} \right)^2 \quad \dots (78)$$

khi  $u$  được giới hạn tới giá trị lớn nhất là 1%

Trong các công thức trên:

$p$  là áp suất thiết kế, tính theo megapascal;

$t$  là chiều dày, tính theo milimét;

$E$  là môđun đàn hồi ở nhiệt độ thiết kế, tính theo megapascal;

$r_o$  là bán kính ngoài, tính theo milimét;

$u$  là độ không tròn, xác định theo 3.12.1.2

#### 3.12.3.5.3 Tính toán độ biến dạng vỏ

Áp suất thiết kế  $p$  phải được xác định theo công thức sau:

$$p = \frac{tR_{e(T)}}{r_o} \quad \dots (79)$$

(công thức bao gồm hệ số an toàn bằng 2), trong đó  $u$  được giới hạn tới giá trị lớn nhất là 0,5 %

hoặc

$$p = \frac{0,833tR_{e(T)}}{r_o} \quad \dots (80)$$

(công thức bao gồm hệ số an toàn bằng 2,4), trong đó  $u$  được giới hạn tới giá trị lớn nhất là 1%

Trong các công thức trên

## TCVN 12728:2019

$R_{\sigma(T)}$  là giới hạn chảy nhỏ nhất hoặc ứng suất tương ứng với biến dạng dư 0,2% ở nhiệt độ thiết kế, tính theo megapascal

Các ký hiệu còn lại được nêu trong 3.12.3.5.2.

### 3.12.3.6 Đáy cong chịu áp lực ngoài (trừ các tấm đỉnh và tấm đáy của các hộp lửa nổi hơi kiểu đứng) (xem 3.3.5)

Các yêu cầu sau đây được áp dụng:

- Các đáy cong phải tuân thủ các giới hạn về hình dạng nêu trong 3.3. Các đáy bán cầu phải được thiết kế như các thân hình cầu theo 3.12.3.5.
- Các đáy chòm cầu phải được thiết kế như các thân hình cầu theo 3.12.3.5, và ngoài ra chiều dày không được nhỏ hơn 1,2 lần chiều dày yêu cầu đối với các đáy có cùng hình dạng chịu áp lực trong.
- Các đáy elip phải được thiết kế như các thân hình cầu theo 3.12.3.5, lấy bán kính lớn nhất của chòm là bán kính của hình cầu tương đương, và ngoài ra chiều dày không được nhỏ hơn 1,2 lần chiều dày yêu cầu đối với các đáy có cùng hình dạng chịu áp lực trong.

### 3.12.3.7 Vành lượn hình chữ S [xem Hình 61 a) và b)]

Chiều dày của vành lượn hình chữ S nối đáy hộp lửa với thân nổi hơi kiểu đứng và chịu toàn bộ tải trọng thẳng đứng trên hộp lửa phải được xác định theo công thức sau:

$$t = \left[ \frac{pD_i(D_i - d_o)}{990} \right]^{1/2} + C \quad \dots (81)$$

trong đó:

- C là trị số bổ sung chiều dày do ăn mòn, được lấy bằng 0,75 mm, trừ khi có thoả thuận lấy trị số cao hơn để tính đến các điều kiện bất lợi;
- $d_o$  là đường kính ngoài của phần dưới hộp lửa tại chỗ kết nối với vành lượn hình chữ S, tính theo milimét;
- $D_i$  là đường kính trong của thân nổi hơi, tính theo milimét;
- t là chiều dày của vành gờ hình S, tính theo milimét;
- p là áp suất thiết kế, tính theo megapascal;

### 3.12.3.9 Vành chữ U

Khi sử dụng vành chữ U như minh họa trên Hình 61 c) thì chiều dày xác định theo công thức (81) phải được tăng thêm 20%.

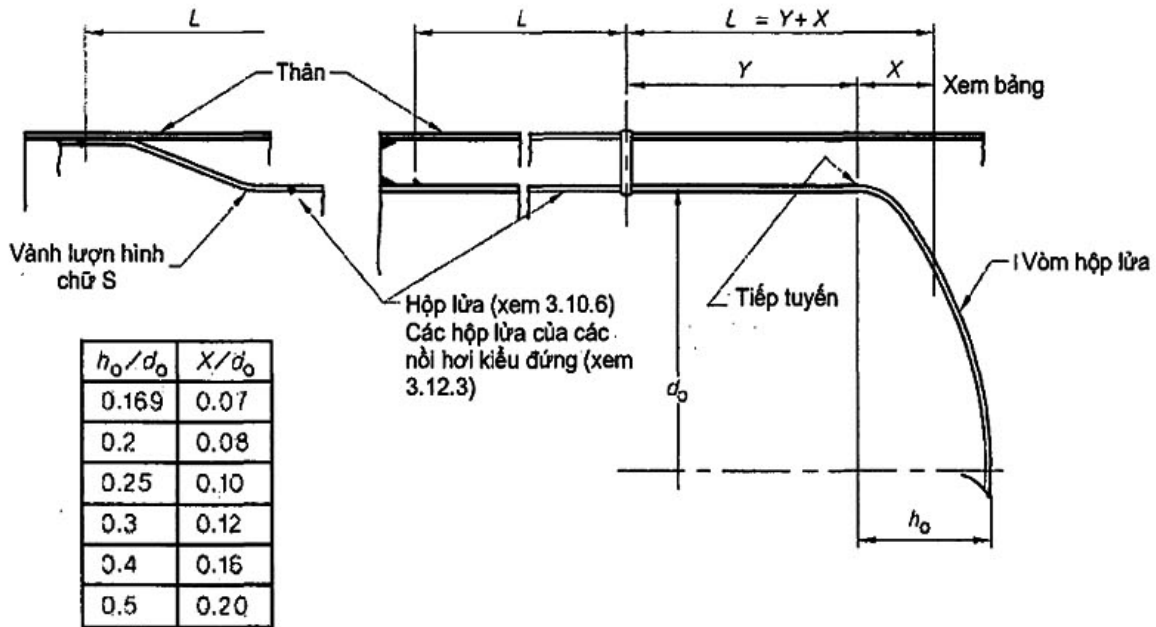
### 3.12.3.9 Mặt sàng hộp lửa chịu nén

Chiều dày của các mặt sàng hộp lửa chịu nén do áp suất tác động lên tấm đỉnh, dựa trên ứng suất nén 97 MPa, không được nhỏ hơn giá trị được xác định theo công thức sau:

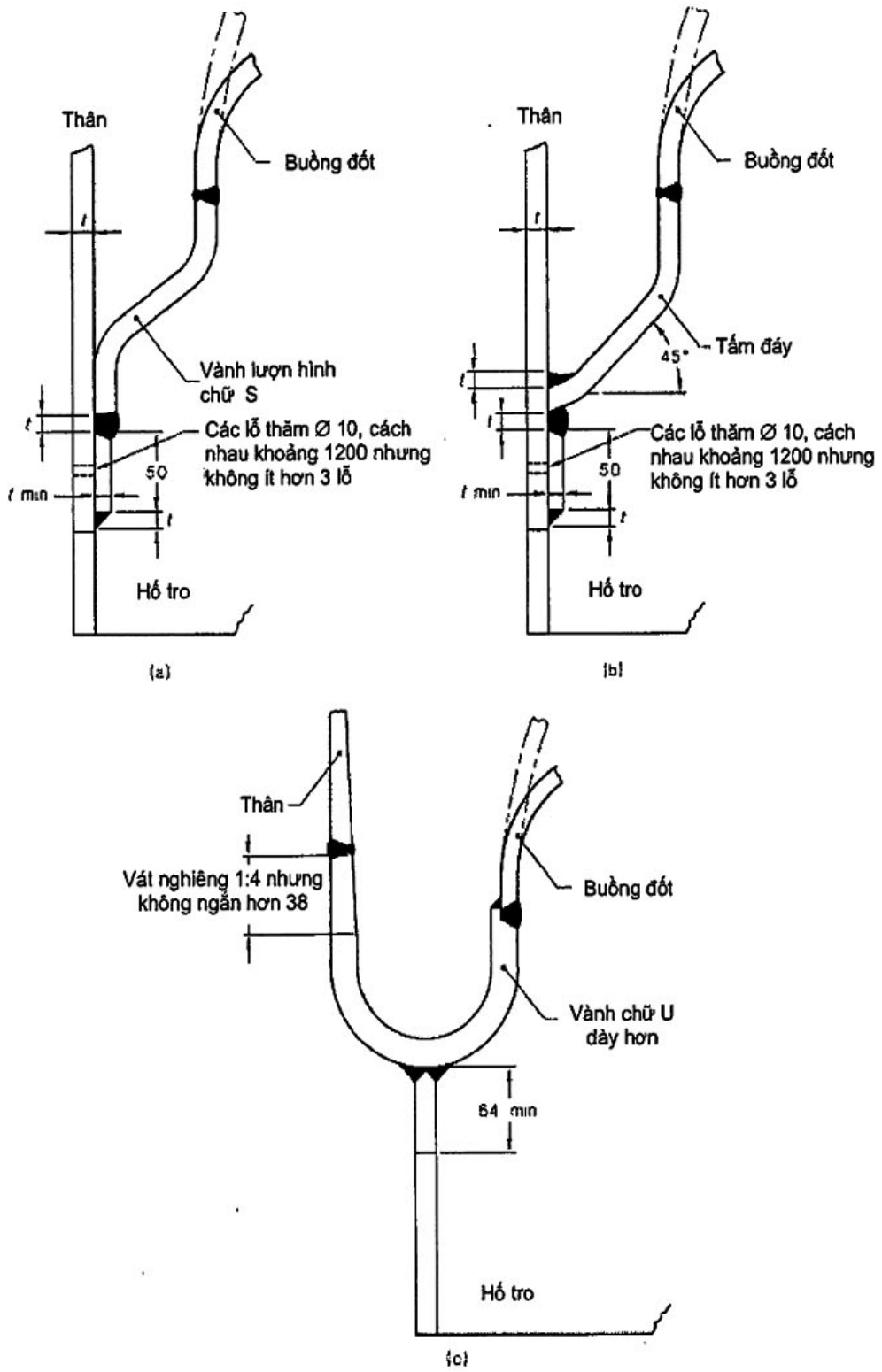
$$t = \frac{p/V}{193(V - d_i)} \quad \dots \quad (82)$$

trong đó:

- $d_i$  là đường kính trong của ống tiếp nhiệt, tính theo milimét;
- $t$  là chiều dày của tấm, tính theo milimét;
- $l$  là chiều dài bên trong của hộp lửa được đo theo thân hộp lửa giữa mặt sàng ống và tấm đế, tính theo milimét;
- $p$  là áp suất thiết kế, tính theo megapascal;
- $V$  là bước ống, được đo theo phương ngang khi các ống được bố trí theo dãy, hoặc đo theo đường chéo khi các ống được bố trí so le và có đường chéo nhỏ hơn bước ngang, tính theo milimét.



Hình 60 – Chiều dài hiệu dụng  $L$  để sử dụng trong các công thức của 3.12.1.4



Hình 61 – Kết nối hộp lửa với thân

### 3.13 Kết cấu tường lò

Phải lắp đặt tường lò cho các bộ phận của buồng đốt nồi hơi và các đường quạt khói không được bao bọc hoàn toàn bằng vách ống hàn cánh, vách ống ken sát nhau hoặc bằng các kết cấu vách ống tương tự.

Tường buồng đốt phải được thiết kế để chịu được áp lực dương hoặc áp lực âm lớn nhất trong quá trình vận hành, nhưng trong mọi trường hợp không được nhỏ hơn 2 kPa, và khi cần thiết phải được gia cố bởi các dầm đỡ vách được tính toán phù hợp với các tiêu chuẩn về kết cấu thép.

CHÚ THÍCH: Khi thiết kế tường lò cần quan tâm đến áp lực âm của buồng đốt hoặc sự kết hợp của ứng suất vỏ. Cần điều chỉnh áp lực buồng đốt để không vượt quá áp lực mà kết cấu có thể chịu được.

Phải trang bị các cửa tiếp cận thích hợp để cho phép kiểm tra các bộ phận chịu áp lực.

### 3.14 Các ống nối và ống nhánh

#### 3.14.1 Yêu cầu chung

Các ống nối, ống nhánh và các phụ kiện đường ống phải được kết nối với nồi hơi theo các quy định trong 3.14 này.

#### 3.14.2 Các liên kết hàn ống nhánh

##### 3.14.2.1 Áp dụng

Các liên kết bằng hàn hồ quang hoặc hàn hơi có thể được sử dụng để kết nối các ống nhánh, miếng táp và các vành gia cường với các vật liệu có thể hàn được.

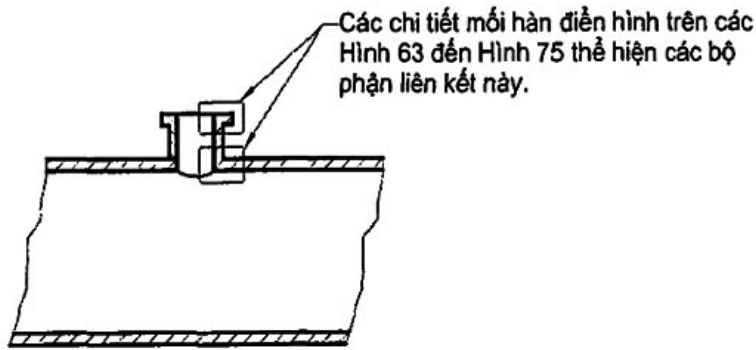
##### 3.14.2.2 Các phương pháp ghép nối

Các Hình 63 đến Hình 75 minh họa các ví dụ về các kết cấu thường được sử dụng. Có thể chấp nhận các kết cấu khác với điều kiện là các kết cấu này chứng minh được tính hợp lý. Các ví dụ này có thể được điều chỉnh để phù hợp với:

- a) kỹ thuật hàn;
- b) đặc tính của vật liệu được sử dụng;
- c) kỹ thuật liên quan đến phương thức ghép nối;

Khi lựa chọn kết cấu phù hợp từ các phương án được đề xuất cho từng loại mối nối cần quan tâm đến các điều kiện làm việc được yêu cầu.

Các Hình 63 đến Hình 75 thể hiện các phương thức chuẩn bị mối hàn đối với các bộ phận của liên kết trình bày trong Hình 62.



Hình 62 - Các bộ phận của liên kết hàn được thể hiện chi tiết trên các Hình 63 đến Hình 75

### 3.14.2.3 Liên kết các mặt tựa và các ống nhánh

Đường kính của lỗ khoét qua thân hoặc đáy để lắp mặt tựa hoặc ống nhánh không được vượt quá 6 mm so với đường kính của mặt tựa hoặc ống nhánh. Các mặt tựa hoặc ống nhánh phải được đặt ở vị trí trung tâm của lỗ khoét trước khi hàn.

### 3.14.2.4 Lỗ thoát hơi / lỗ thăm

Khi có các khoang kín hình thành do hàn các tấm gia cường, miếng tấp hoặc kết cấu khác thì phải bố trí ít nhất một lỗ thoát hơi để:

- a) thoát hơi nhằm tránh sự biến dạng trong quá trình nhiệt luyện hoặc vận hành
- b) thử các mối hàn bị che kín bởi các kết cấu, khi cần thiết.

Các lỗ thoát hơi được tạo ren (ta-rô) để phục vụ thử nghiệm phải có đường kính không vượt quá 15 mm và phải được bố trí sao cho có thể thoát hơi ra khí quyển trong trường hợp xảy ra rò rỉ qua các mối hàn ghép nối. Đối với mối nối bích hoặc mối nối tương tự [xem Hình 72], lỗ phải được bố trí tại vị trí không bị che khuất bởi các bề mặt tiếp xúc khi lắp ráp mối nối. Sau khi thử, có thể đưa vào lỗ một loại vật liệu hút ẩm nhưng không có khả năng duy trì áp suất.

### 3.14.2.5 Độ bền của liên kết hàn

Kích thước mối hàn như thể hiện trong Hình 63 đến Hình 75, là những kích thước đã được sử dụng và kiểm chứng trong thực tế, tuy nhiên trong từng trường hợp cụ thể cần đảm bảo rằng các mối hàn này là đủ độ bền và phù hợp với quy trình hàn.

### 3.14.2.6 Các ống nhánh lắp trên, lắp xuyên qua và phụ kiện ren

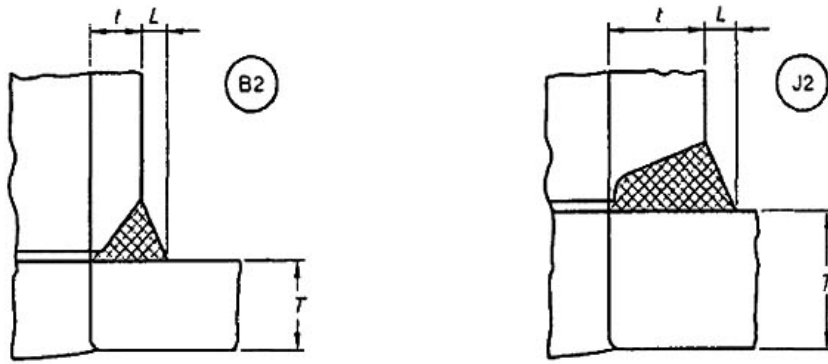
Các ví dụ điển hình cho các kết cấu này này được thể hiện trong Hình 63 đến Hình 71.

Trong trường hợp sử dụng các mối hàn không thấu hoàn toàn để lắp các ống nhánh xuyên qua thân, có thể tồn tại một số khuyết tật ở chân mối hàn, và những khuyết tật này có thể không phát hiện được bằng các phương pháp kiểm tra không phá hủy. Việc sử dụng các mối hàn không thấu hoàn toàn có thể không phù hợp đối với những trường hợp có gradient nhiệt độ quá lớn, đặc biệt khi nhiệt độ dao động

thường xuyên. Không được phép áp dụng các mối hàn không thấu hoàn toàn để lắp các ống nhánh xuyên qua thân khi thiết bị làm việc trong phạm vi rão.

**CHÚ THÍCH:**

- 1 Khi sử dụng các kết cấu lắp ống nhánh không xuyên qua thân cần đặc biệt lưu ý kiểm tra sự tách lớp trên thân xung quanh lỗ lắp ống nhánh.
- 2 Tất cả các ống nhánh lắp xuyên qua thân nên được hàn bên trong thân như thể hiện trong Hình 67 và Hình 68. Trường hợp không thể thực hiện hàn bên trong, nên ưu tiên chọn các kết cấu lắp ống nhánh không xuyên qua thân được thể hiện trong Hình 63, Hình 64, Hình 65 và Hình 66. Các kết cấu lắp ống thể hiện trong Hình 69 (c) và (d) chỉ có thể được chấp nhận khi các quy trình hàn được sử dụng đảm bảo chất lượng và độ thấu đều để tạo ra chân mối hàn chắc chắn.

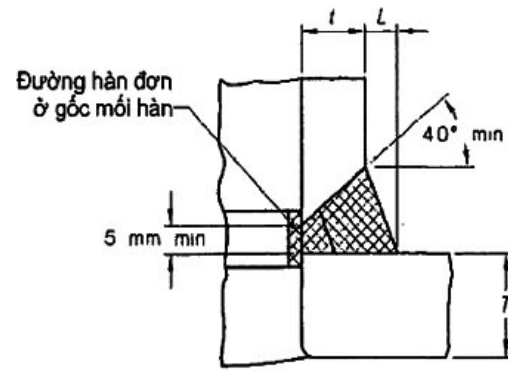
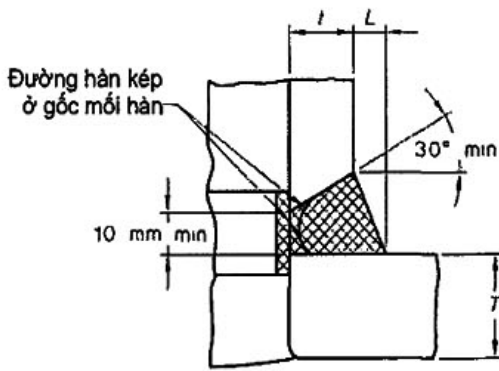


CHÚ THÍCH:

- 1  $L = t/3$  min., nhưng không nhỏ hơn 6 mm.
- 2 Khi  $t$  vượt quá 15 mm nên ưu tiên chọn kết cấu mối hàn biểu thị trên Hình b)..
- 3 Xem Hình 73 đối với các kết cấu chi tiết cho việc chuẩn bị mối hàn B2 và J2.

(a)

(b)



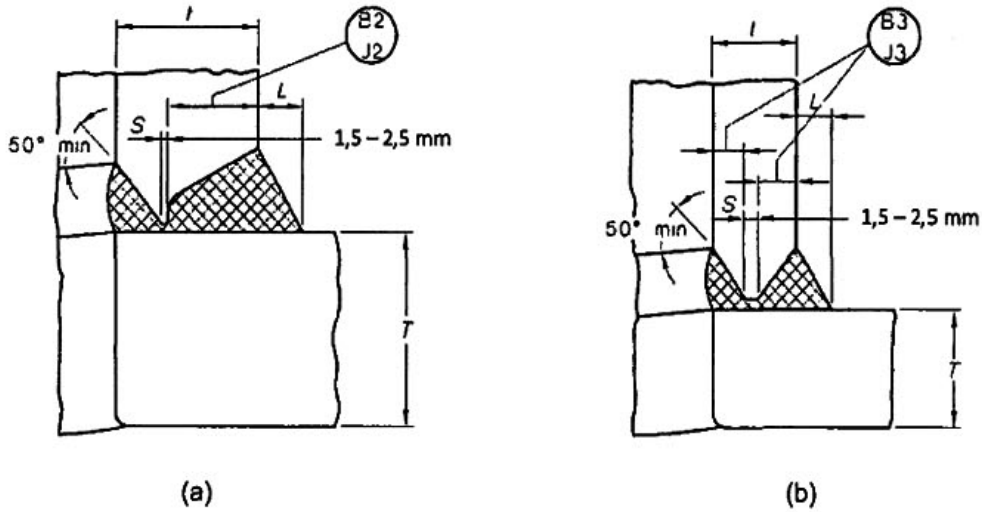
CHÚ THÍCH:

- 1  $L = t/3$  min., nhưng không nhỏ hơn 6 mm.
- 2 Cần chú ý để đảm bảo lấp sát vành lót và sau đó vành lót cần được gỡ bỏ sau khi hàn.

(c)

(d)

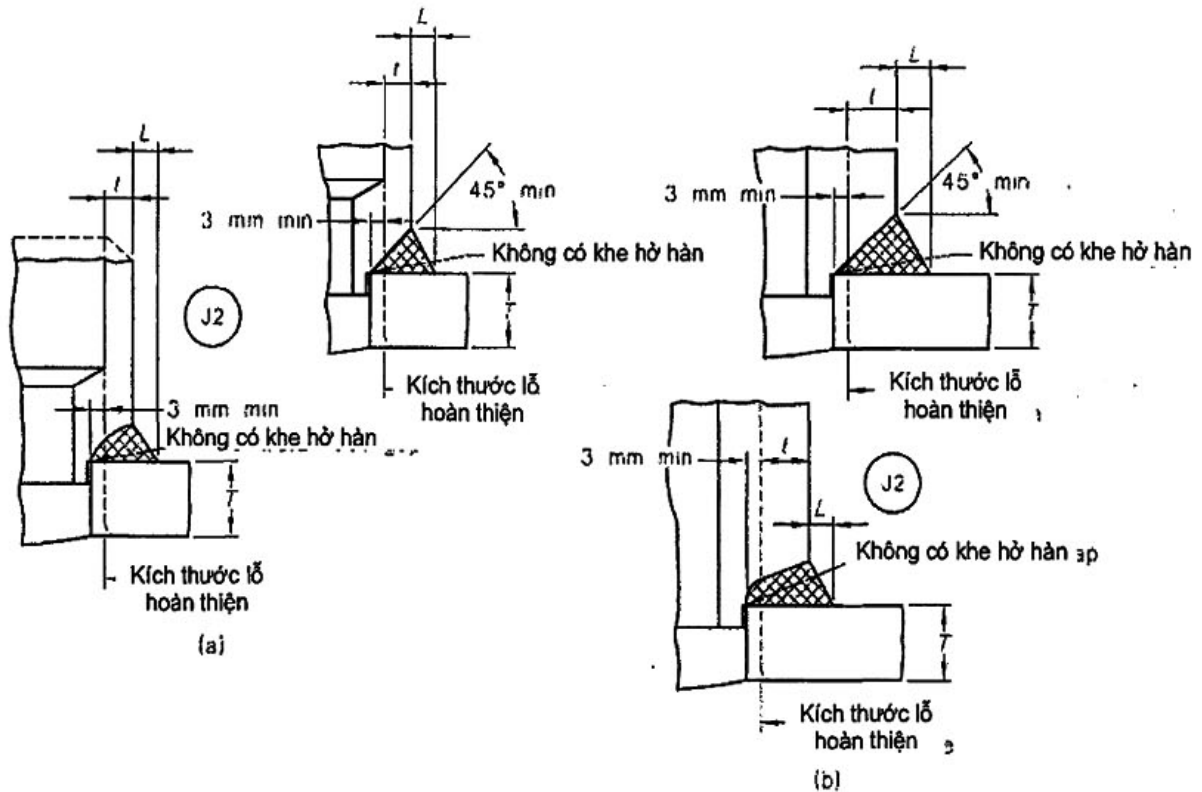
Hình 63 – Ống nhánh lắp không xuyên qua thân



## CHÚ THÍCH

- 1  $L = t/3$  min., nhưng không nhỏ hơn 6 mm.
- 2 Xem Hình 73 về chi tiết chuẩn bị mối hàn B2, B3, J2 và J3.
- 3 Các chi tiết trên đây chỉ khuyến nghị áp dụng khi đường kính trong của ống cho phép tiếp cận để hàn.

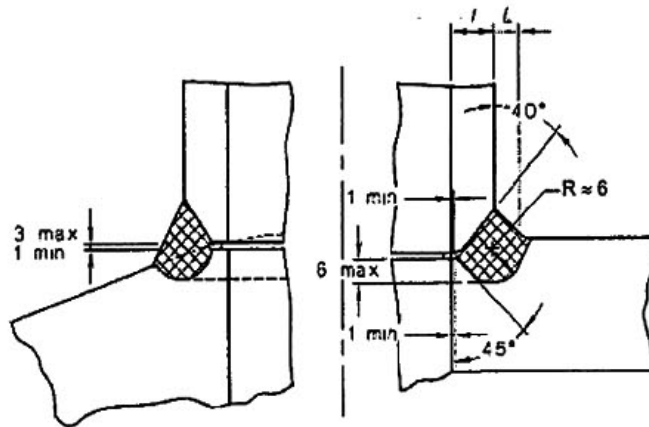
Hình 64 – Ống nhánh lắp không xuyên qua thân



## CHÚ THÍCH:

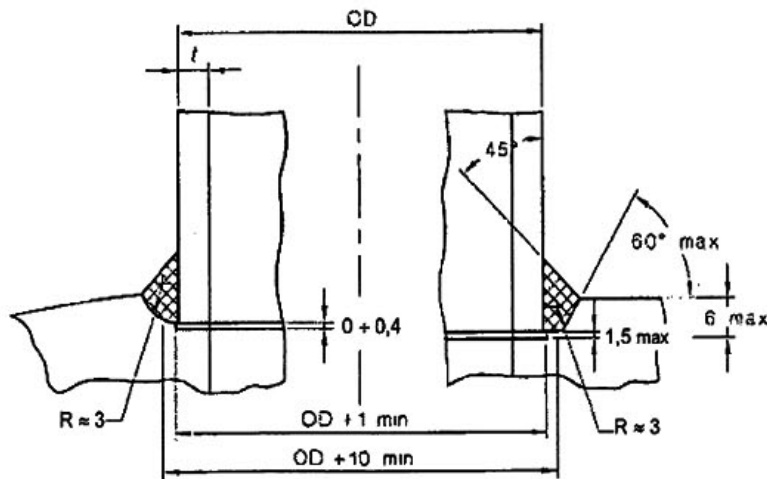
- 1  $L = t/3$  min., nhưng không nhỏ hơn 6 mm.
- 2 Xem Hình 73 về chi tiết chuẩn bị mối hàn J2.

Hình 65 – Ống nhánh lắp không xuyên qua thân được doa lỗ sau khi hàn



CHÚ THÍCH:  $L = t/3$  min., nhưng không nhỏ hơn 6 mm

(a)



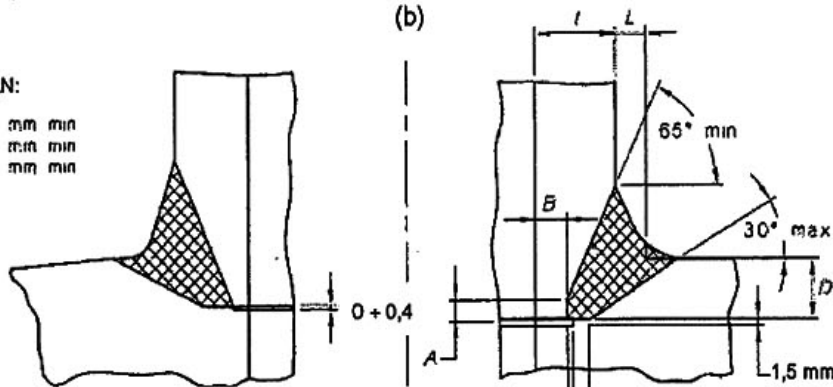
CHÚ THÍCH:

- 1 Nên dùng khi  $t < 6$  mm
- 2 Được phép đối với các ống nối có đường kính lỗ  $\leq 150$  mm.

(b)

CHÚ DẪN:

- A  $\approx 5$  mm min
- B  $= 5$  mm min
- C  $= 5$  mm min



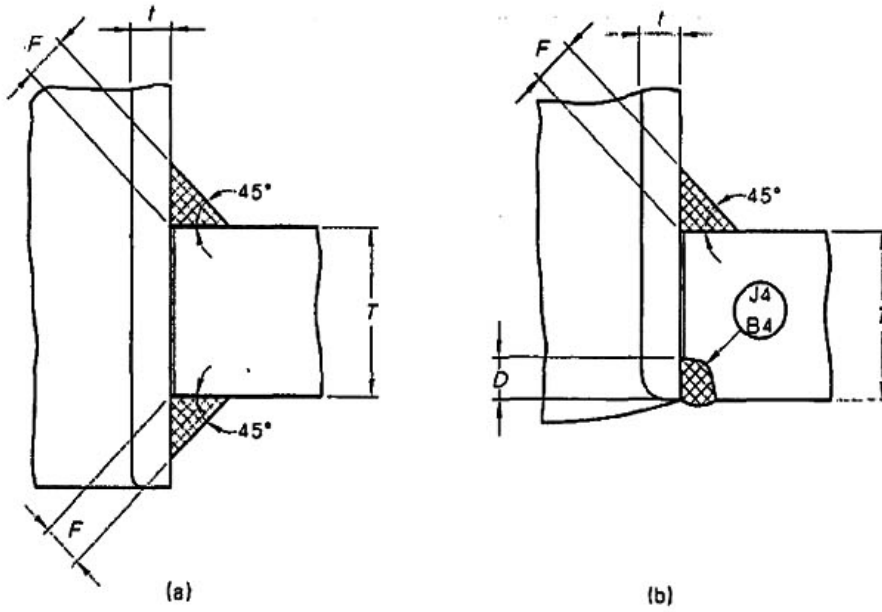
CHÚ THÍCH:

- 1  $L = t/3$  min., nhưng không nhỏ hơn 6 mm.
- 2  $D = t, t = 13$  mm max.
- 3 Nên dùng khi  $t < 6$  mm
- 4 Được phép đối với các ống nhánh có đường kính trong  $\leq 150$

(c)

CHÚ THÍCH CHUNG: Các dung sai nêu trên áp dụng cho trường hợp lắp ống đơn và không áp dụng cho trường hợp lắp nhiều ống với ống góp.

Hình 66 - Ống nhánh lắp không xuyên qua thân



Phương pháp áp dụng cho ống nhánh có đường kính trong đến 100 mm

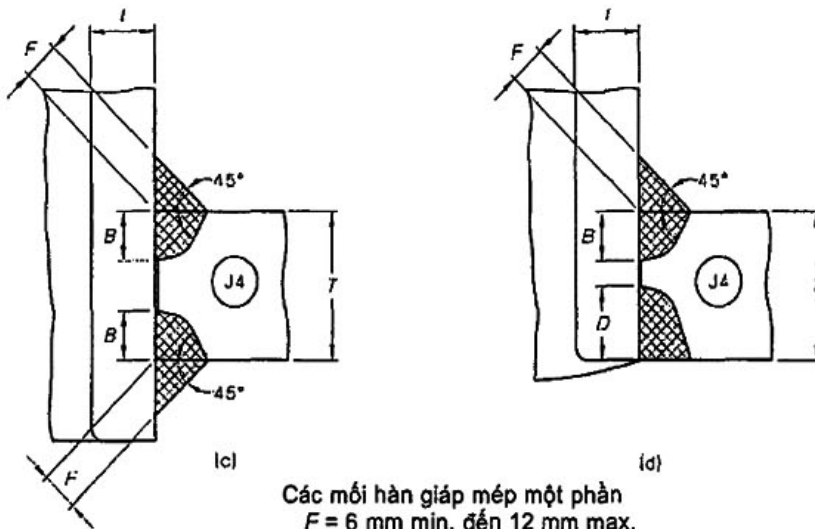
T không được vượt quá 20 mm  
 Phương pháp này áp dụng cho ống nhánh có đường kính trong đến 100 mm

Các mối hàn góc (nên sử dụng khi  $t < 12$  mm)

$$F = t, \text{ nhưng không nhỏ hơn } 6 \text{ mm}$$

$$D = t$$

CHÚ THÍCH: Chỉ được phép áp dụng đối với các ống nhánh có đường kính trong  $\leq 100$  mm chế tạo từ vật liệu thép cacbon – mangan



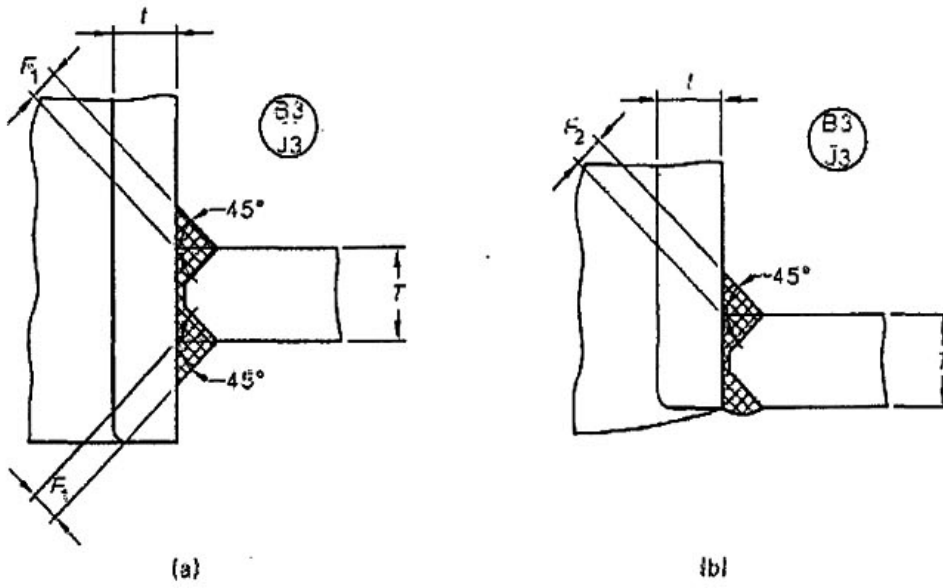
Các mối hàn giáp mép một phần  
 $F = 6$  mm min. đến 12 mm max.  
 $B + F = t$   
 $D = t$

Có thể vát mép hàn hoặc gia công mép kiểu J, nhưng nên dùng kiểu J nếu B hoặc D vượt quá 16 mm.

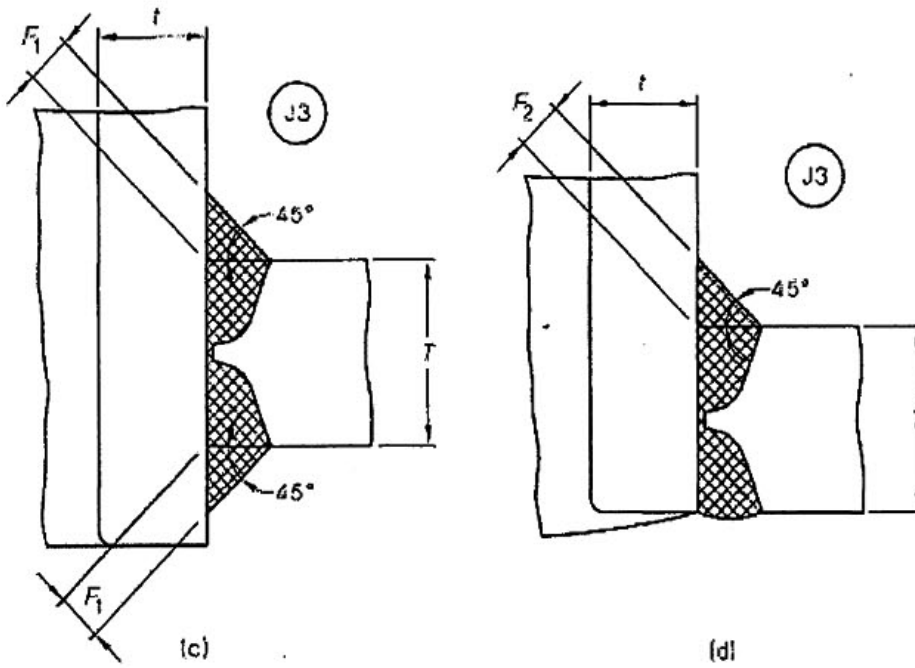
Xem Hình 73 về chi tiết chuẩn bị mối hàn.

CHÚ THÍCH: Được phép áp dụng đối với các ống nhánh có đường kính ngoài  $\leq 220$  mm làm bằng thép cacbon – mangan hoặc có đường kính ngoài  $\leq 115$  mm đối với thép hợp kim, nhưng trong mọi trường hợp chiều dày ống nhánh không được vượt quá 25 mm.

Hình 67 - Ống nhánh lắp xuyên qua thân



$F_1 = T/10$  min., nhưng không nhỏ hơn 6 mm  
 $F_2 = T/5$  min., nhưng không nhỏ hơn 6 mm



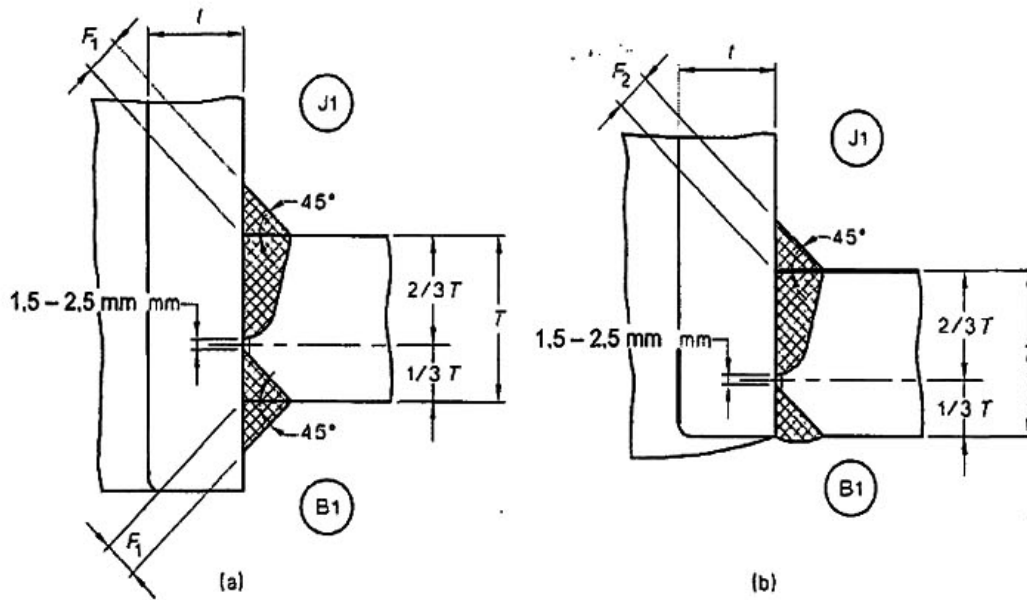
$F_1 = T/10$  min., nhưng không nhỏ hơn 6 mm  
 $F_2 = T/5$  min., nhưng không nhỏ hơn 6 mm

Có thể vát mép thẳng thay cho các mép vát dạng J khi  $T \leq 32$  mm, tức là chiều sâu của mỗi mép vát thẳng không được lớn hơn 16 mm.

Xem Hình 65 a) và b) (nên dùng khi  $t > T/2$ )

Xem Hình 73 về chi tiết chuẩn bị mối hàn.

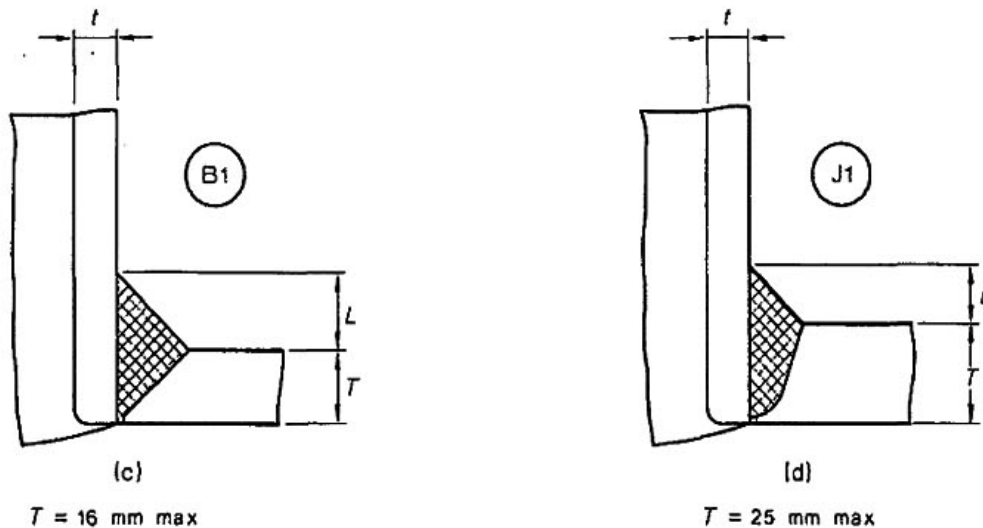
**Hình 68 - Ống nhánh lắp xuyên qua thân, các mối hàn thấu hoàn toàn**



Các mối hàn thấu hoàn toàn với mối giáp mép không đối xứng (nên dùng khi  $t > T/2$ )

$F_1 = T/10$  min., nhưng không nhỏ hơn 6 mm

$F_2 = T/5$  min., nhưng không nhỏ hơn 6 mm



$L = t/3$  min., nhưng không nhỏ hơn 6 mm

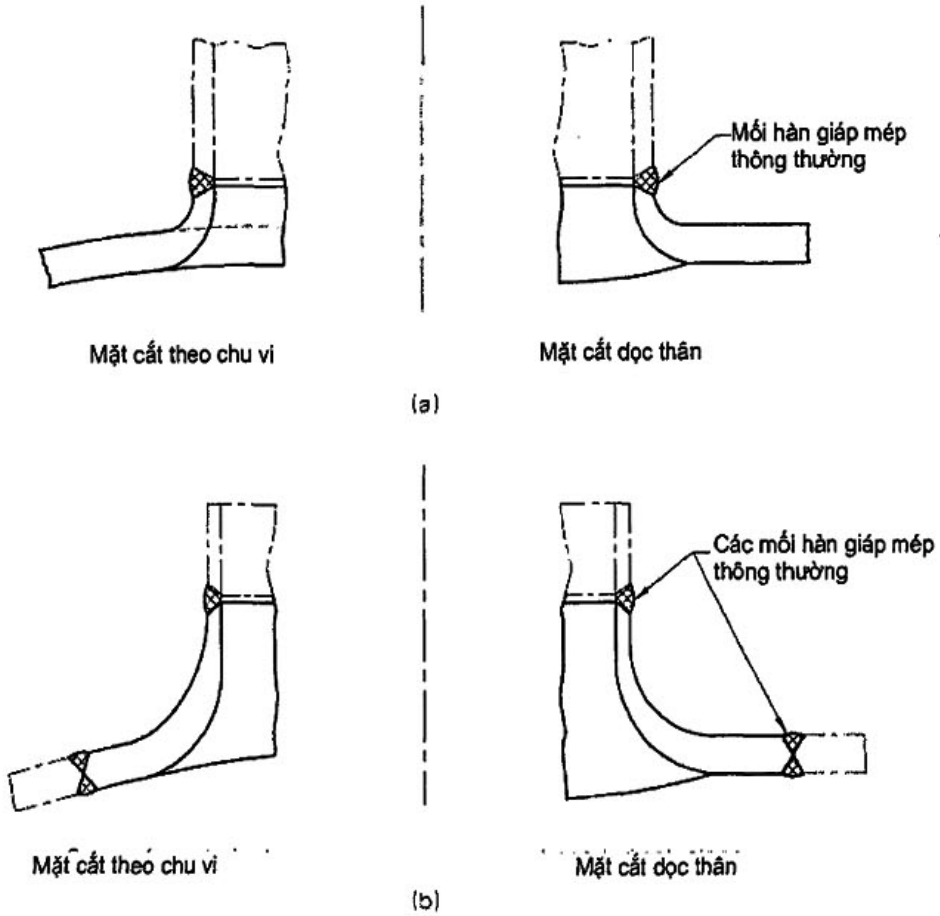
Các mối hàn thấu hoàn toàn chỉ được hàn một phía

Xem Hình 73 về chi tiết chuẩn bị mối hàn.

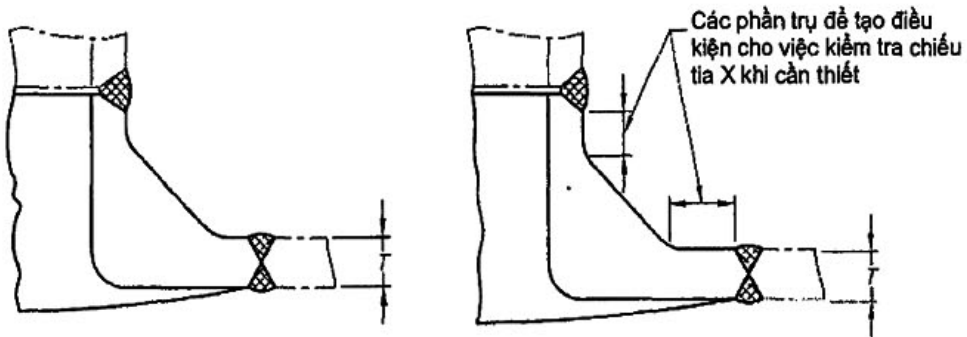
CHÚ THÍCH: Thông thường tất cả các ống nhánh lắp xuyên qua thân nên được hàn phía bên trong thân như biểu thị trên các Hình 69 a) và (b), nếu có thể tiếp cận để hàn bên trong được.

Các mối hàn c) và d) chỉ có thể được chấp nhận khi các quy trình hàn sử dụng đảm bảo được chất lượng và độ thấu đều để tạo ra chân mối hàn chắc chắn.

Hình 69 - Ống nhánh lắp xuyên qua thân



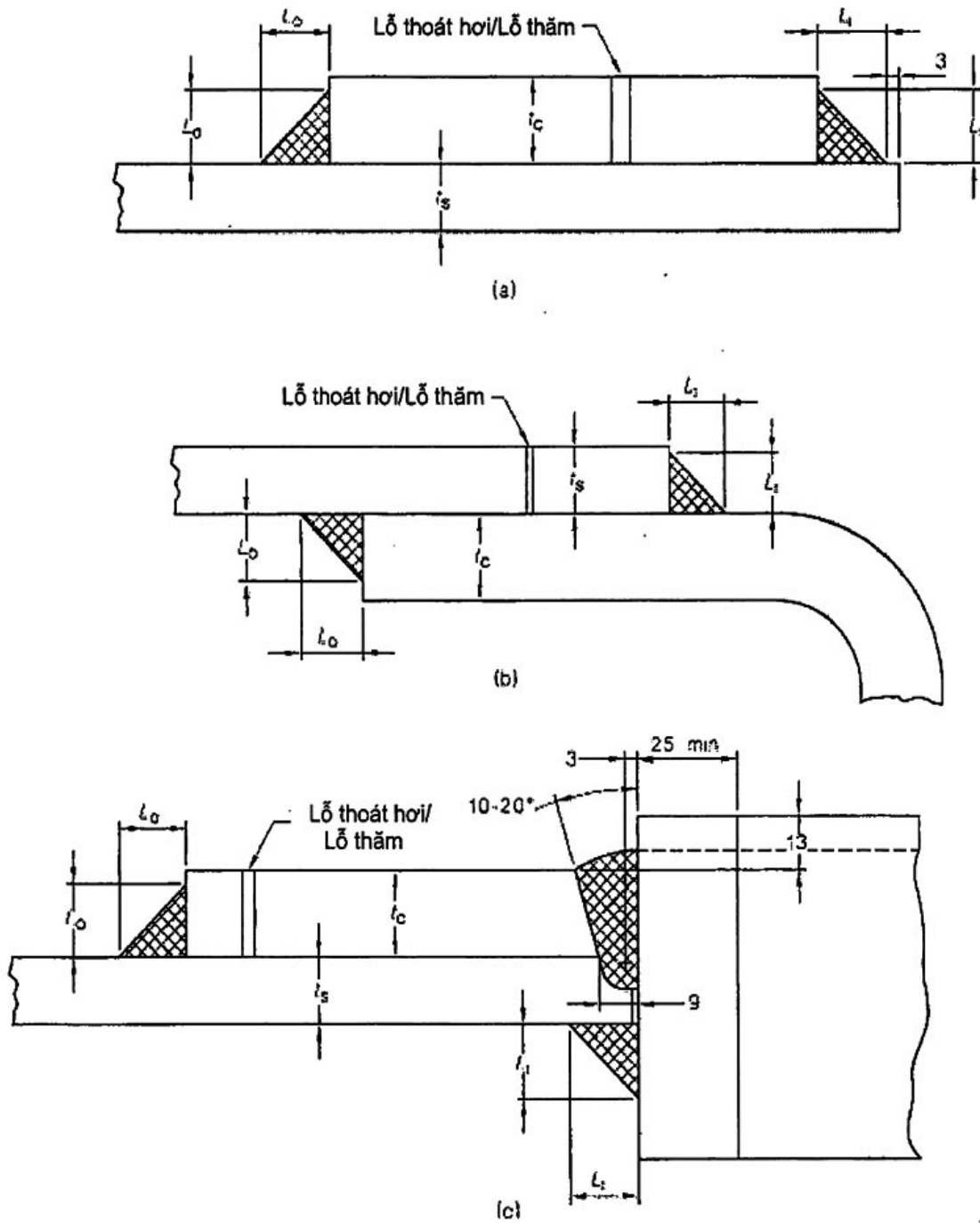
Hình 70 - Mối hàn các chi tiết ống nhánh rên



CHÚ THÍCH:

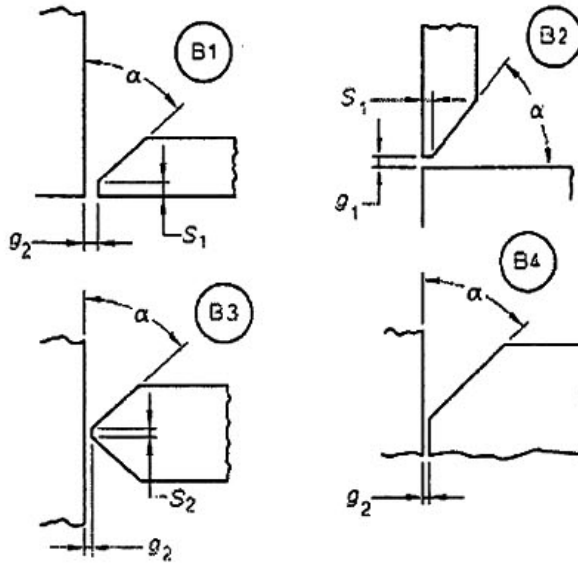
- 1 Các mối hàn giáp mép thông thường được sử dụng để kết nối các chi tiết rên với thân và ống nhánh và các chi tiết rên này có thể có hình dạng khác với các hình dạng biểu thị trên đây.
- 2 Các chi tiết rên kết nối các ống nhánh với thân được sử dụng với các dạng profin khác nhau.

Hình 71 - Mối hàn các chi tiết ống nhánh rên được gia cường hoàn toàn



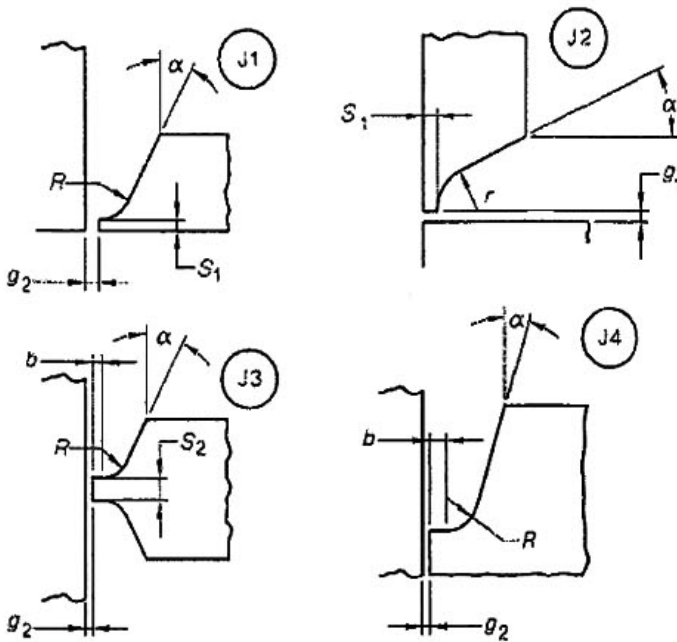
CHÚ THÍCH: Xem 3.2.17 về chi tiết của mối hàn góc.

**Hình 72 - Các phương pháp điển hình để hàn vành cửa chui  
và các miếng tấp gia cường**



**CHÚ GIẢI:**

- $\alpha = 50^\circ \text{ min}$
- $S_1 = 1,5 \text{ mm đến } 2,5 \text{ mm}$
- $S_2 = 0 \text{ đến } 3 \text{ mm}$
- $g_1 = 1,5 \text{ mm đến } 2,5 \text{ mm}$  đối với  $t < 10$
- $= 2,5 \text{ mm đến } 4 \text{ mm}$  đối với  $t \geq 10 \text{ mm}$
- $g_2 = \text{xem chú thích 2}$



**CHÚ GIẢI:**

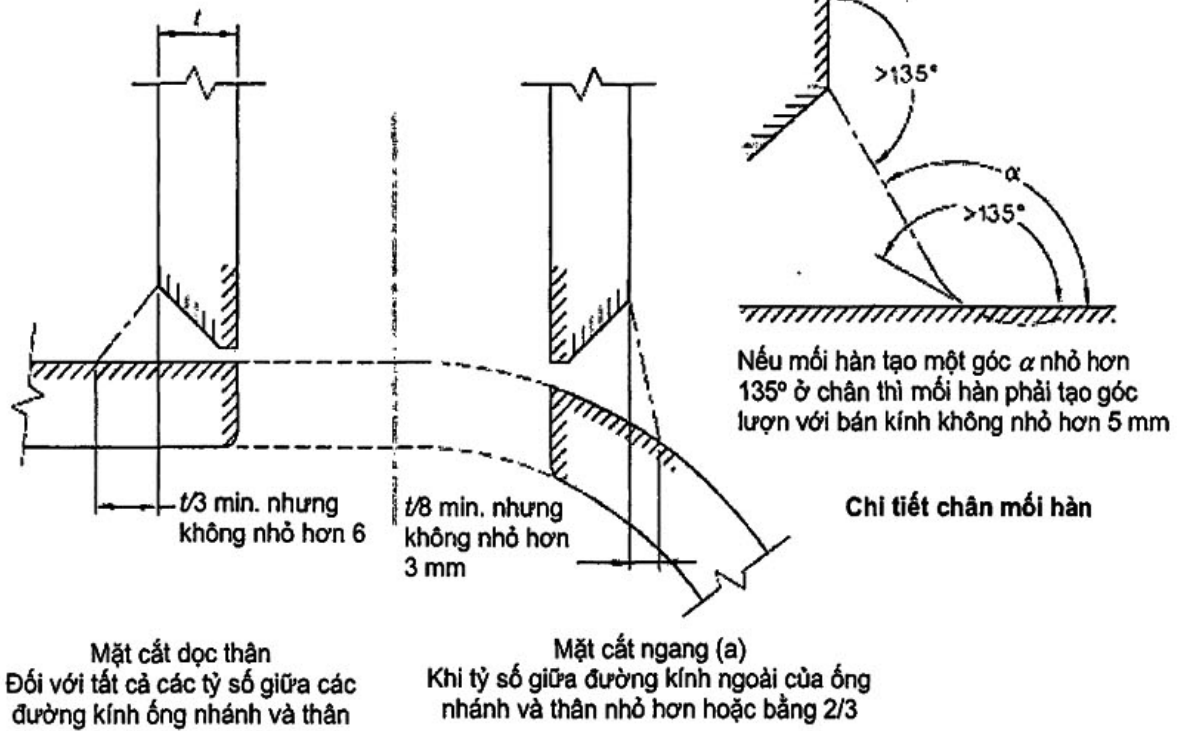
- $\alpha = 15^\circ \text{ đến } 35^\circ$
- $S_1 \text{ và } S_2 = 2 \text{ mm đến } 3 \text{ mm}$
- $g_1 = 1,5 \text{ mm đến } 3 \text{ mm}$
- $g_2 = \text{xem chú thích 2}$
- $b = 0 \text{ đến } 3 \text{ mm}$
- $r = 6 \text{ mm đến } 12 \text{ mm}$

**CHÚ THÍCH:**

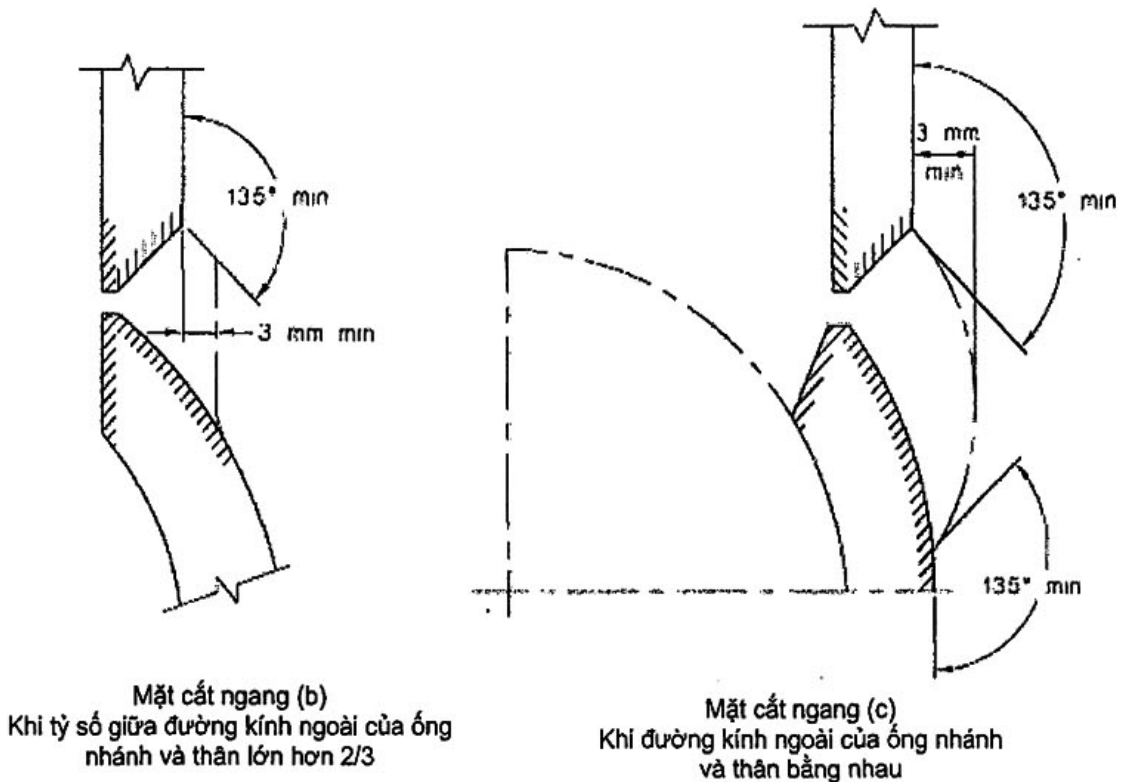
- 1 Các khuyến nghị này dựa trên các tài liệu hiện hành của Viện hàn Quốc tế (IIW- International Institute of Welding) và được đưa vào làm hướng dẫn chung.  
Cần linh động khi áp dụng các kích thước lớn nhất và nhỏ nhất, các kích thước này có thể điều chỉnh phụ thuộc vào quy trình hàn (ví dụ kích cỡ và loại điện cực hàn) cũng như tư thế thực hiện mối hàn, và tính khả thi của việc thực hiện việc kiểm tra không phá hủy khi cần thiết.
- 2 Trong mọi trường hợp khe hở giữa ống nhánh và thân không nên vượt quá 3 mm. Các khe hở lớn hơn sẽ làm tăng khả năng xuất hiện vết nứt trong quá trình hàn do chiều dày của các mối hàn tăng lên.
- 3 Khi thực hiện mối hàn thấu hoàn toàn từ các phía đối diện nhau thì chân của mối hàn đầu tiên cần được mài sửa thích hợp trước khi bắt đầu thực hiện mối hàn ở phía đối diện

**Hình 73 – Các chi tiết điển hình cho việc chuẩn bị mối hàn các ống nhánh**

$t$  là chiều dày trung bình của ống nhánh



Hình 74 – Biên dạng ngoài của các mối hàn ống nhánh



Hình 75 – Kích thước nhỏ nhất của biên dạng ngoài của các mối hàn ống nhánh

## TCVN 12728:2019

### 3.14.2.7 Gia cường các ống nhánh lắp xuyên qua thân và lắp không xuyên qua thân

Không được sử dụng miếng táp gia cường nếu điều kiện làm việc có khả năng gây ăn mòn hoặc oxy hóa nghiêm trọng, hoặc có sự chênh lệch lớn về nhiệt độ qua chiều dày của thân.

Khi sử dụng miếng táp gia cường để gia cường các lỗ khoét hoặc ống nhánh xuyên qua thân, phải chú ý các điều kiện sau:

- (a) Tỷ lệ  $d/D$  giữa đường kính ống nhánh với đường kính thân trụ không được lớn hơn các trị số dưới đây, trừ khi sự phù hợp của thiết kế đã được chứng minh qua thực tiễn hoặc được thử thùy lực kiểm chứng theo 3.6:
  - (i) 1/3 đối với miếng táp hai phía.
  - (ii) 1/4 đối với miếng táp một phía.
- (b) Chiều rộng của miếng táp không được nhỏ hơn  $H/2$ , trong đó  $H$  là khoảng cách đo dọc theo thân mà trong phạm vi đó phần gia tăng chiều dày của thân có tác dụng gia cường lỗ khoét.
- (c) Chiều dày của miếng táp không được vượt quá chiều dày thực của thân, và trong mọi trường hợp không dày hơn 40 mm.
- (d) Chiều dày của miếng táp không được nhỏ hơn  $T/4$ , trong đó  $T$  là chiều dày của thân.
- (e) Lượng bù do miếng táp cung cấp phải bằng với lượng cần bù do khoét lỗ.

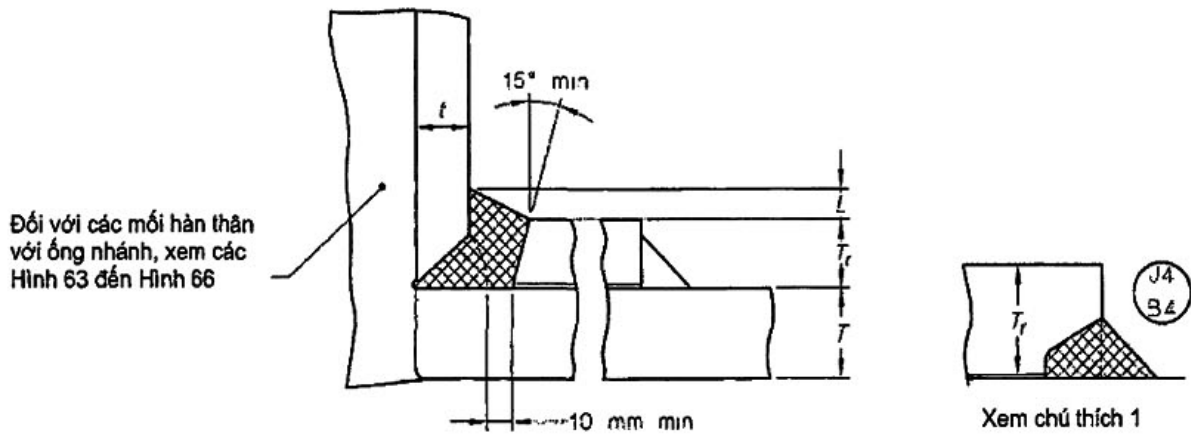
Các ví dụ điển hình về gia cường thể hiện trong Hình 76 đến Hình 80.

Khi khảo sát điều kiện không áp suất, các điều kiện (a) đến (d) trên đây không áp dụng cho các miếng táp gia cường được sử dụng nhằm hạn chế ứng suất cục bộ do tải trọng cơ học trên các ống nhánh, vấu đỡ hoặc các chi tiết gắn trên thân. Tuy nhiên, chiều dày lớn nhất của miếng táp được tính là gia cường hữu dụng cho ống nhánh để chịu tải trong áp suất phải được giới hạn theo giá trị nêu trong (c) trên đây.

Nếu chiều dày của miếng táp gia cường  $T_r$  lớn hơn chiều dày thân  $T$ , thì kích thước của miếng táp phải đảm bảo sao cho chiều cao thiết kế của chân mối hàn liên kết với thân không được vượt quá chiều dày thân.

### 3.14.2.8 Chi tiết các mối hàn tiêu chuẩn cho ống nhánh

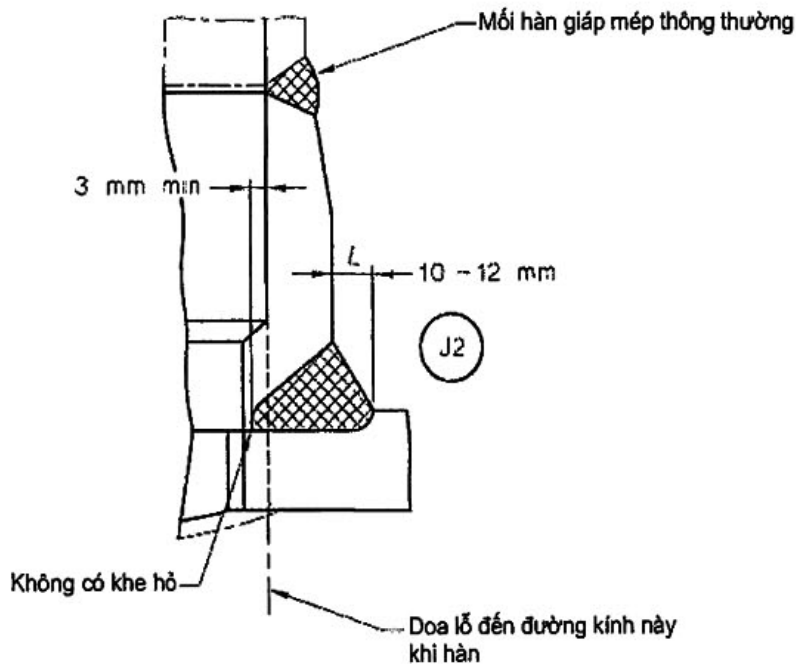
Chi tiết các mối hàn điển hình được thể hiện trên các Hình 73, Hình 74 và Hình 75.



## CHÚ THÍCH:

- 1 Có thể lựa chọn áp dụng mối hàn này khi chiều cao cần thiết của mối hàn vượt quá 20 mm.
- 2  $L \approx t/3$ , nhưng không nhỏ hơn 6 mm.
- 3 Xem Hình 73 về chi tiết chuẩn bị mối hàn J4 và B4.
- 4 Tránh sử dụng kết cấu này khi gradient nhiệt có thể gây ra ứng suất dư trong các mối hàn liên kết các phần tử gia cường. Chỉ cho phép áp dụng đối với thép carbon hoặc carbon – mangan.

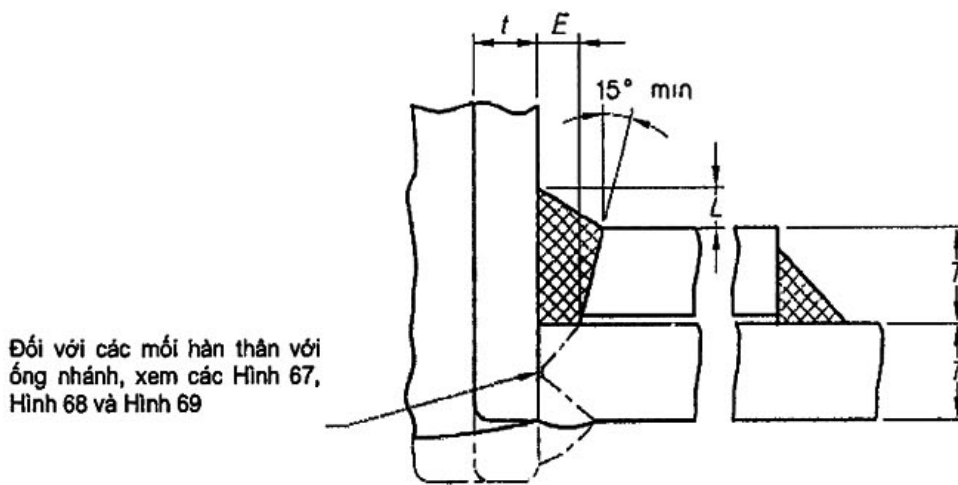
Hình 76 – Gia cường ống nhánh lắp không xuyên qua thân



Ống cụt gia cường tích hợp (gia tăng chiều dày) được gia công lỗ sau hàn

CHÚ THÍCH: Xem Hình 73 về chi tiết chuẩn bị mối hàn J2.

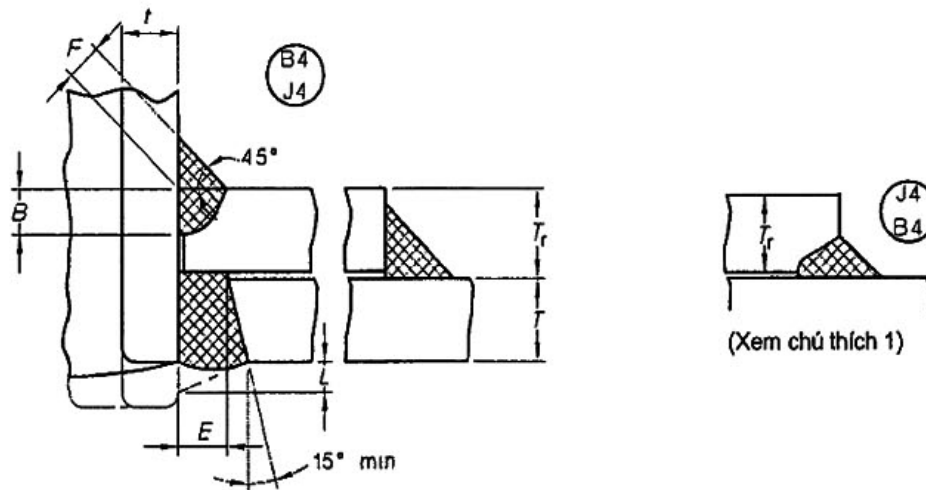
Hình 77 - Ống nhánh lắp không xuyên qua thân được gia cường tích hợp



CHÚ THÍCH:  $L = t/3$  min., nhưng không nhỏ hơn 6 mm.

$E = 10$  mm min.

(a)



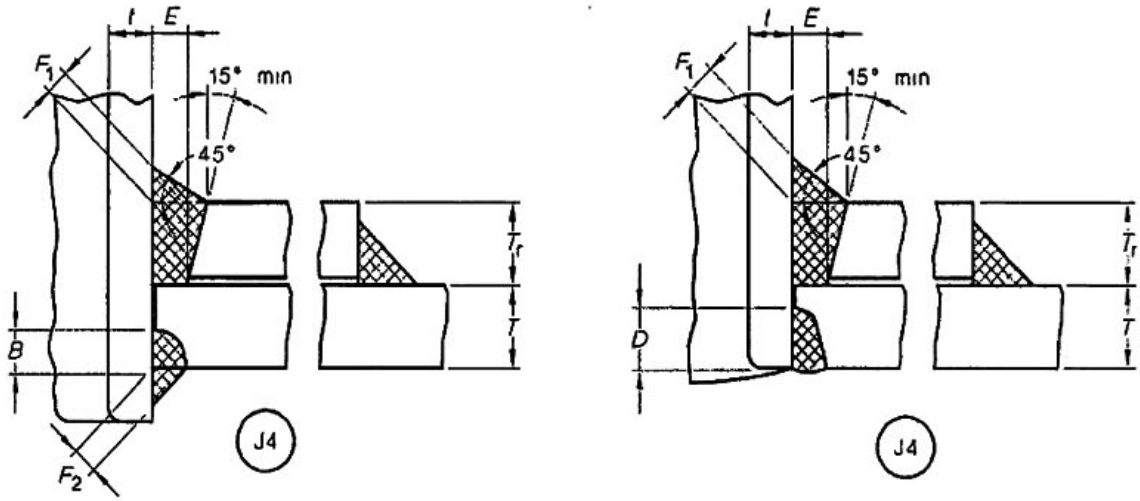
CHÚ THÍCH:

- 1 Có thể lựa chọn kết cấu này khi chiều dày cần thiết của mối hàn vượt quá 20 mm.
- 2  $B + F = t$  hoặc  $T_r$ , lấy theo giá trị nhỏ hơn  
 $L = t/3$  min., nhưng không nhỏ hơn 6 mm  
 $E = 10$  mm min.
- 3 Xem Hình 73 về chi tiết chuẩn bị mối hàn B4 và J4.

(b)

CHÚ THÍCH CHUNG: Tránh sử dụng kết cấu này khi gradient nhiệt có thể gây ra ứng suất dư trong các mối hàn liên kết các phần tử gia cường. Chỉ cho phép áp dụng đối với thép carbon hoặc carbon – mangan.

Hình 78 – Gia cường ống nhánh lắp xuyên qua thân

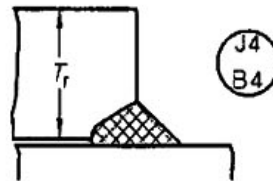


CHÚ THÍCH:  $(B + F_2) +$  giá trị nhỏ hơn giữa  $E$  và  $(T_r + F_1) = 2t$   
 $B + F_2 = t$  min.  
 $E = 10$  mm min.

(a)

CHÚ THÍCH:  $D +$  giá trị nhỏ hơn giữa  $E$  và  $(T_r + F_1) = 2t$   
 $D = t$

(b)



Xem chú thích

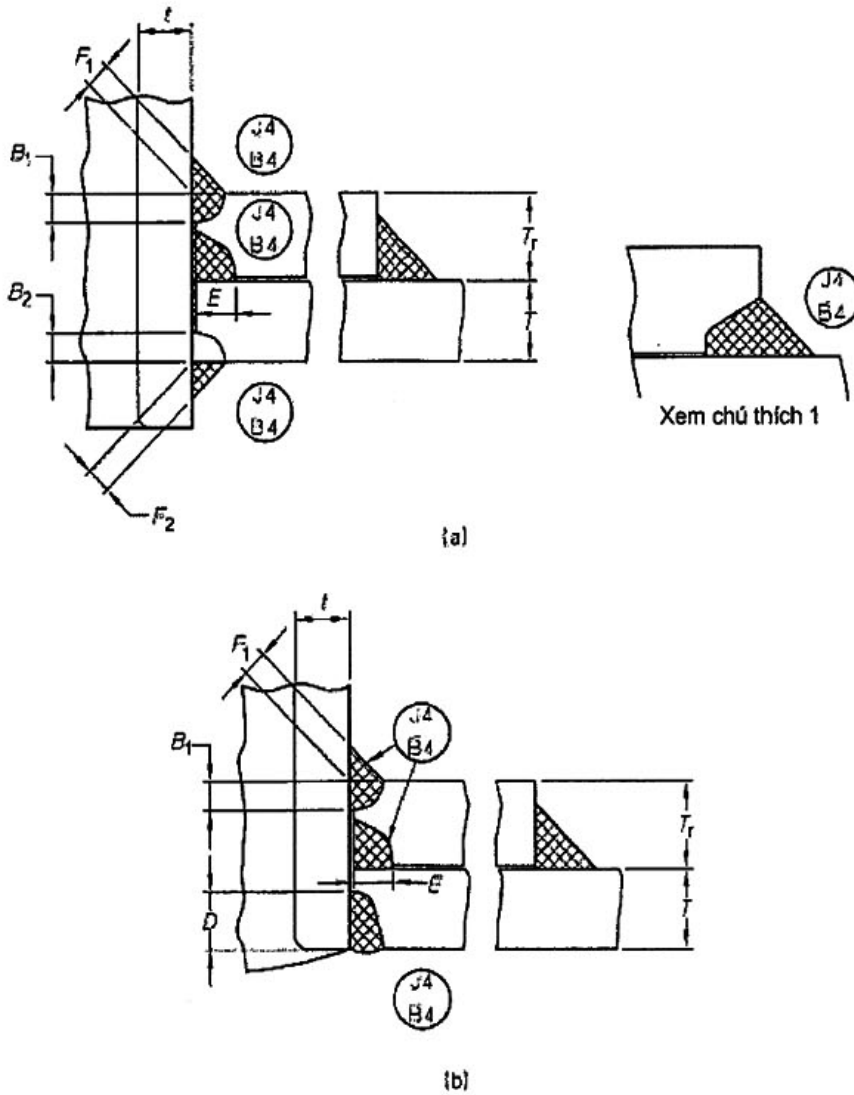
CHÚ THÍCH: Có thể lựa chọn kết cấu này khi chiều dày cần thiết của mối hàn vượt quá 20 mm.

(c)

CHÚ THÍCH CHUNG:

- 1 Tránh sử dụng kết cấu này khi gradien nhiệt có thể gây ra ứng suất dư trong các mối hàn liên kết các phần tử gia cường. Chỉ cho phép áp dụng đối với thép cacbon hoặc cacbon – mangan.
- 2 Xem Hình 73 về chi tiết chuẩn bị mối hàn B4 và J4.

Hình 79 - Gia cường ống nhánh lắp xuyên qua thân



**CHÚ THÍCH:**

- 1 Có thể lựa chọn kết cấu này khi chiều dày cần thiết của mối hàn vượt quá 20 mm.
- 2 Khi  $T_r > t$ ,  $(B_1 + F_1) = t$ ,  $E = t$  và  $(B_2 + F_2) = t$   
 Khi  $T_r < t$ ,  $(B_1 + F_1) = T_r$ ,  $E = T_r$  và  $(B_2 + F_2) = 2t - T_r$   
 Khi  $T < t$ ,  $(B_2 + F_2) = T$ .
- 3 Đối với các mối hàn giữa ống nhánh với thân hoặc ống nhánh với miếng táp gia cường, có thể sử dụng vát mép nghiêng hoặc chuẩn bị mép hàn kiểu chữ J, nhưng nên ưu tiên sử dụng mép hàn kiểu chữ J nếu  $B_1$ ,  $B_2$  hoặc  $D$  vượt quá 15 mm.
- 4 Xem Hình 73 về chi tiết chuẩn bị mối hàn B4 và J4.

**CHÚ THÍCH CHUNG:** Tránh sử dụng kết cấu này khi gradien nhiệt có thể gây ra ứng suất dư trong các mối hàn liên kết các phần tử gia cường. Chỉ cho phép áp dụng đối với thép cacbon hoặc cacbon – mangan.

**Hình 80 - Gia cường ống nhánh lắp xuyên qua thân**

### 3.14.3 Kết nối ren

#### 3.14.3.1 Yêu cầu chung

Ngoại trừ các mặt bích kiểu ren, các kết nối ren có thể sử dụng để kết nối các đường ống và phụ kiện với nồi hơi trong giới hạn được quy định trong 3.14.3 này. Không khuyến nghị sử dụng loại kết nối này đối với các liên kết dễ bị vỡ và thường xuyên phải thay thế.

Không được sử dụng các kết nối ren hoặc kết nối ren kết hợp hàn kín trong các điều kiện làm việc có khả năng gây mỏi và ăn mòn nghiêm trọng.

#### 3.14.3.2 Ren ống

Các kết nối ren, trừ các kết nối ren để nối áp kế kiểm định, phải phù hợp với TCVN 4681 hoặc các tiêu chuẩn quốc tế khác được thừa nhận.

Ren phải là kiểu ren thuận và các kết nối có thể là kết nối ren côn với ren côn, ren côn với ren trụ hoặc ren trụ với ren trụ.

Ren phải được gia công tinh và chính xác trên toàn bộ chiều dài và chiều sâu của ren. Khi có yêu cầu đặc thù về thông số kỹ thuật thì ren phải tuân thủ các yêu cầu về định cỡ được quy định trong yêu cầu kỹ thuật này.

#### 3.14.3.3 Giới hạn về kích thước

Ngoại trừ các mặt bích kiểu ren, các mối nối ren phải có đường kính ngoài không vượt quá 65 mm.

Các chi tiết lắp ráp có đường kính ngoài trên 35 mm không được phép kết nối bằng ren trực tiếp với thân hoặc đáy của nồi hơi.

#### 3.14.3.4 Giới hạn về nhiệt độ

Ngoại trừ các mặt bích kiểu ren và các kết nối ren côn với ren côn, các mối nối ren chỉ được phép sử dụng đến giới hạn nhiệt độ lớn nhất là 260°C. Kết nối ren côn với ren côn có thể được sử dụng khi nhiệt độ thiết kế không vượt quá 400°C. Phải áp dụng hàn kín khi nhiệt độ thiết kế lớn hơn 220°C.

#### 3.14.3.5 Giới hạn về áp suất

Các mối nối ren giữa ống thép loại nặng tiện ren với đầu nối ren thông thường có các kích thước phù hợp với TCVN 8888 (ISO 65) chỉ được phép sử dụng đến giới hạn áp suất thiết kế nêu trong Bảng 19.

CHÚ THÍCH: Ngoài các kết nối ren nêu trên, các vật liệu TCVN 8888 không được phép sử dụng cho các bộ phận áp lực của nồi hơi.

Bảng 19 - Áp suất thiết kế đối với các mối nối ren, trừ các mặt bích kiểu ren

Đường kính ngoài mm	Áp suất thiết kế, MPa		
	Mối nối ren côn với ren trụ	Mối nối ren côn với ren côn	Mối nối ren trụ với ren trụ
≤ 35	1,2	2,1	1,2
> 35 ≤ 50	1,05	1,75	1,05
> 50 ≤ 65	0,86	1,55	0,86

Đối với các vật liệu ống được thiết kế riêng để đáp ứng các yêu cầu về áp suất và nhiệt độ theo các quy định trong 3.7.1 và 3.7.2 khi chiều dày nhỏ nhất được đo tại chân ren, thì áp suất tính toán không được vượt quá 4,0 MPa đối với mối nối ren côn với ren côn. Phải thực hiện mối hàn làm kín khi áp suất tính toán lớn hơn 2,0 MPa.

#### 3.14.3.6 Giới hạn đặc biệt về áp suất

Các mối nối ren có thể được sử dụng với áp suất cao hơn các giá trị nêu trong Bảng 19, với điều kiện vật liệu, thiết kế và kết cấu phải phù hợp với áp suất, nhiệt độ và điều kiện làm việc dự kiến của mối nối ren.

Các kết nối kiểu ren côn với ren côn được chế tạo để lắp các phụ kiện phù hợp với các tiêu chuẩn quốc tế có thể được sử dụng với áp suất lớn nhất mà các tiêu chuẩn đó cho phép đối với phụ kiện theo mức áp suất – nhiệt độ quy định.

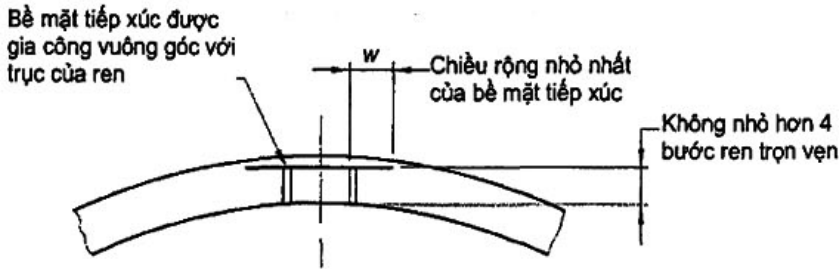
#### 3.14.3.7 Làm kín

Khi cả hai bộ phận được kết nối với nhau bằng ren trụ, phải sử dụng chất làm kín trên cả hai bộ phận nối ren. Trong trường hợp các đầu ren có khả năng bị dính kẹt hoặc ăn mòn, việc làm kín phải được thực hiện sao cho các đầu ren tránh tiếp xúc trực tiếp với môi chất chứa bên trong. Nếu sử dụng gioăng làm kín, phải lưu ý khi lắp gioăng để không vô tình làm tắc đường đi của môi chất.

Để thuận lợi trong việc xiết ren trong quá trình lắp và tăng độ kín lâu dài của các mối nối ren, nên sử dụng các vật liệu có các đặc tính bôi trơn, làm kín và ổn định trong quá trình làm việc của thiết bị.

Trường hợp các ren trụ được sử dụng trên bề mặt cong và cần làm kín, phải tạo bề mặt tiếp xúc theo Hình 81.

Các bộ phận được lắp bằng ren trụ cần lắp thêm đai ốc bên trong, nếu có thể thực hiện được.



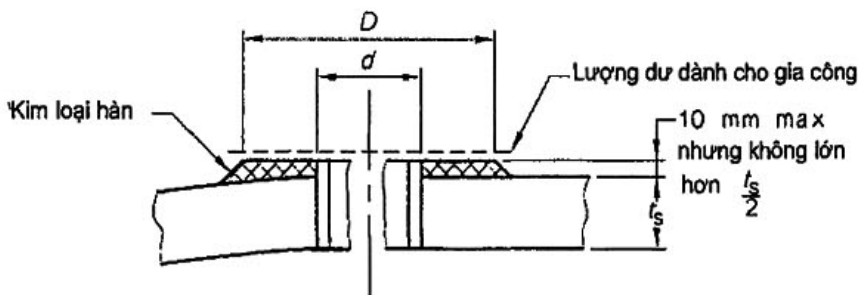
Đường kính ngoài của bộ phận lắp, mm	Chiều rộng w, mm
≤35	14
>35 ≤65	22

Hình 81 – Bề mặt làm kín của mối nối ren trụ

### 3.14.3.8 Chiều dài vện ren

Chiều dài vện ren phải tuân thủ các tiêu chuẩn được áp dụng và trong mọi trường hợp không được nhỏ hơn bốn bước ren trọn vẹn.

Nếu chiều dày tấm không đủ để đảm bảo chiều dài quy định cho vện ren, phải sử dụng thêm vành đắp để gia tăng chiều dày. Vành đắp gia tăng chiều dày bằng kim loại hàn phải có chiều dày sau khi gia công hoàn thiện không vượt quá 50% chiều dày tấm và không lớn hơn 10 mm, đồng thời đường kính ngoài phải xấp xỉ bằng 2 lần đường kính lỗ (xem Hình 82).



CHÚ DẪN

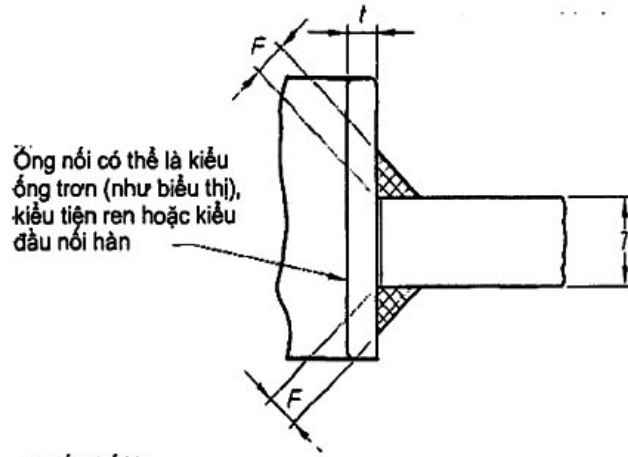
$$d = t_s \max$$

$$D = 2d$$

Hình 82 – Hàn vành đắp gia tăng chiều dày để đảm bảo chiều dày vện ren

### 3.14.3.9 Đầu nối ren

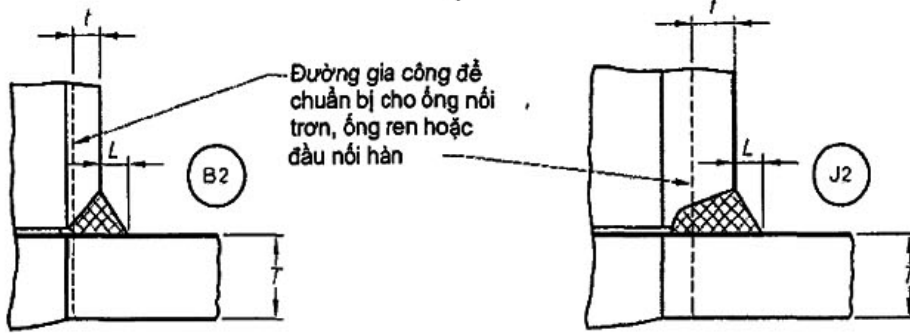
Các đầu nối ren phải tuân thủ 3.14.3.7 và phải được hàn theo Hình 83.



CHÚ THÍCH:

- 1  $F = t$  hoặc  $\gamma$ , lấy theo giá trị lớn hơn
- 2 Xem các kết cấu được chấp nhận khác trên Hình 67

a)

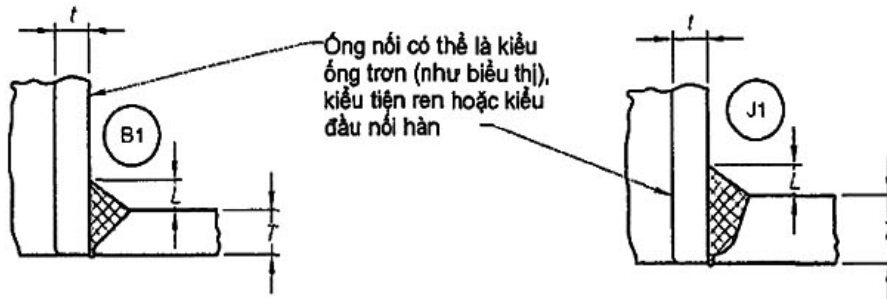


CHÚ THÍCH:

- 1  $L = t/3$  min., nhưng không nhỏ hơn 6 mm
- 2 Xem các kết cấu được chấp nhận khác trên Hình 65 và Hình 66
- 3 Xem Hình 73 về chi tiết chuẩn bị mối hàn B2 và J2

b)

c)



CHÚ THÍCH:

- 1  $L = t/3$  min., nhưng không nhỏ hơn 6 mm
- 2 Xem Hình 73 về chi tiết chuẩn bị mối hàn B1 và J1

d)

e)

Hình 83 – Đầu nối ren và đầu nối hàn

### 3.14.4 Liên kết hàn phụ kiện kiểu ống lồng

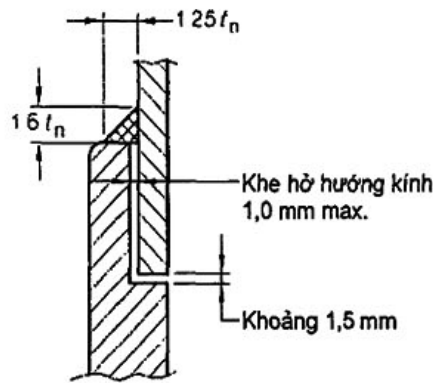
Các liên kết hàn phụ kiện kiểu ống lồng không được sử dụng trong các điều kiện làm việc có khả năng gây mỏi, gây nứt, ăn mòn nghiêm trọng hoặc đối với các đường ống có đường kính ngoài lớn hơn 65 mm.

Chiều dày của phụ kiện hàn kiểu ống lồng phải tuân thủ 3.7.1 và 3.7.2 nhưng không được nhỏ hơn 1,5 lần chiều dày danh nghĩa của ống. Chiều cao chân của mối hàn góc phải đảm bảo theo yêu cầu trên Hình 84 để đạt được chiều cao tính toán của mối hàn không nhỏ hơn chiều dày danh nghĩa của ống ( $t_0$ ). Vật liệu của phụ kiện phải tương thích với vật liệu ống.

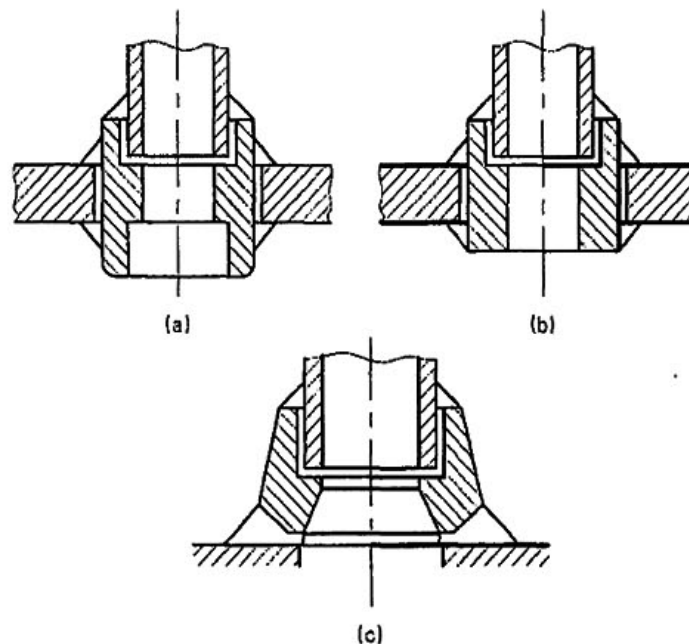
Các phụ kiện hàn kiểu ống lồng phải được làm bằng thép rèn. Cấp bền và kích thước phải tuân thủ các Tiêu chuẩn phụ kiện thích hợp (ví dụ: BS 3799 hoặc ANSI B31.1, ANSI B 16.11).

Các chi tiết hàn điển hình được thể hiện trong Hình 84 và Hình 85.

Bộ phận chịu áp lực chính phải được tính toán thiết kế như có một lỗ khoét không được gia cường.



Hình 84 – Liên kết đầu nối kiểu ống lồng với ống nhánh



Hình 85 – Liên kết hàn phụ kiện kiểu ống lồng

## **TCVN 12728:2019**

### **3.14.5 Kết nối bằng vít cấy**

#### **3.14.5.1 Yêu cầu chung**

Các kết nối bằng vít cấy có thể được sử dụng để kết nối các ống nhánh hoặc phụ kiện với thân nồi hơi bằng cách kết nối trực tiếp vào một bề mặt phẳng được gia công trên thân, trên một bộ phận gia tăng chiều dày được hàn đắp, hoặc trên một miếng táp hay phụ kiện được liên kết một cách thích hợp.

#### **3.14.5.2 Kết nối**

Kết nối bằng vít cấy chỉ được phép sử dụng khi nhiệt độ thiết kế không vượt quá 400 °C. Trong trường hợp chiều dày của bao hơi, bao nước hoặc ống góp không phù hợp để cho phép kết nối trực tiếp, phải sử dụng các miếng táp hoặc mặt đỡ được hàn chắc chắn vào bộ phận chịu áp lực.

Khi sử dụng miếng táp hoặc hàn đắp, các bề mặt tiếp xúc của miếng táp hoặc phần hàn đắp bổ sung trên nồi hơi phải được gia công. Miếng táp hoặc phần hàn đắp bổ sung phải có đủ chiều dày để cho phép khoan các lỗ vít cấy để thực hiện kết nối mà không xuyên thủng vào bề mặt bên trong, và chiều dài của vít cấy trên miếng táp không được nhỏ hơn đường kính của vít cấy.

Các ví dụ điển hình được thể hiện trong Hình 86 và Hình 87.

#### **3.14.5.3 Vít cấy**

Vít cấy và đai ốc được phải làm từ vật liệu thích hợp với điều kiện vận hành.

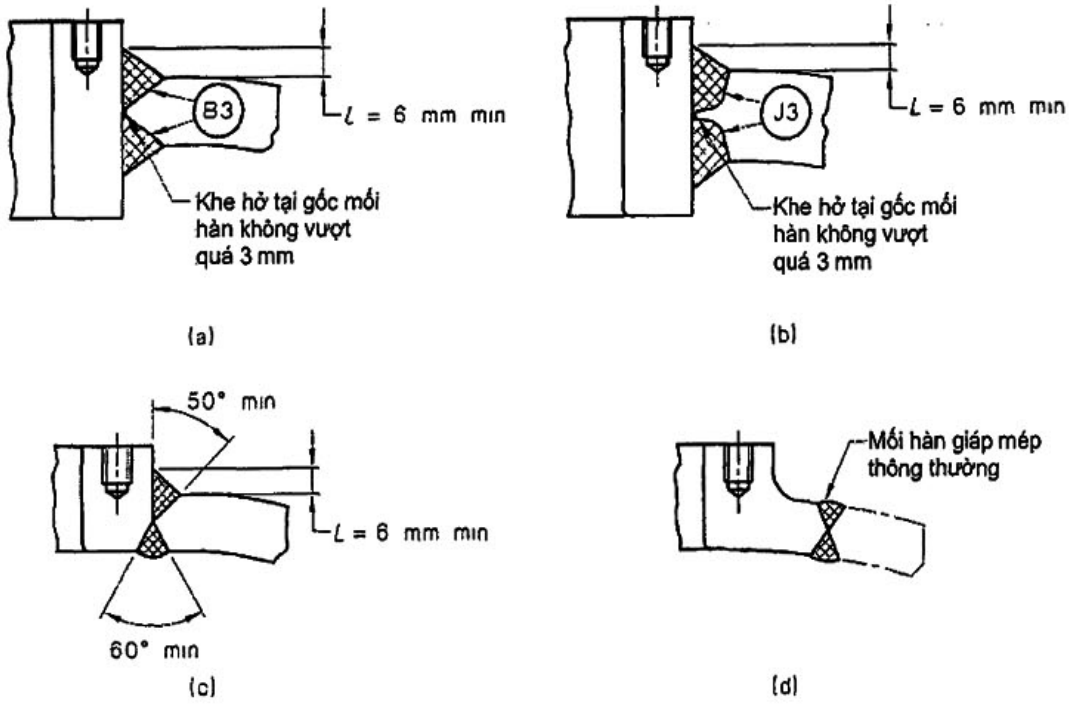
Vít cấy phải được thiết kế để đảm bảo có độ bền chịu mỏi cao và phải có chiều dài vận ren trên thân hoặc đáy bao hơi, bao nước hay ống góp không nhỏ hơn một lần đường kính vít cấy. Vít cấy không được xuyên thủng qua phần chịu áp lực, và sau khi để lại khoảng hở phù hợp ở đầu vít cấy, phần vật liệu không bị xuyên thủng của bộ phận chịu áp lực không được nhỏ hơn 25% đường kính danh nghĩa của vít cấy.

#### **3.14.6 Kết nối bằng mặt bích**

Các kết nối mặt bích bằng bulông phải tuân thủ các yêu cầu của TCVN 8366 hoặc các tiêu chuẩn về các mặt bích được chấp nhận. Các mặt bích phù hợp với các tiêu chuẩn EN 1092-1, ANSI B16.5 hoặc BS 1560 có thể được sử dụng trong phạm vi các kích thước và mức áp suất – nhiệt độ cho phép trong các tiêu chuẩn này.

Các chi tiết lắp xiết của bích không được tiếp xúc trực tiếp với khói nóng.

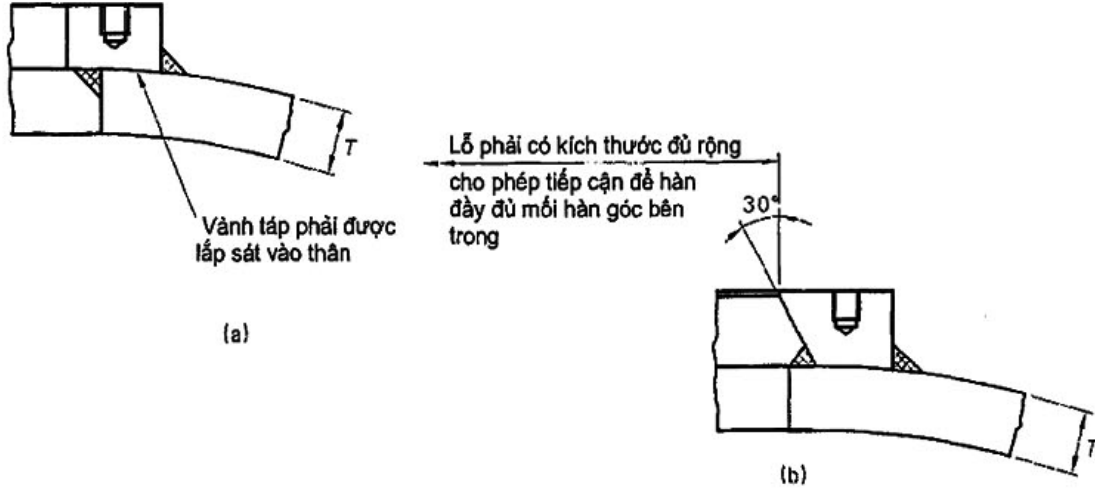
Các ví dụ điển hình của các mặt bích được thể hiện trên các Hình 88 đến Hình 91.



**CHÚ THÍCH:**

- 1 Cần thực hiện các biện pháp thích hợp trong quá trình hàn để giảm thiểu các ứng suất gây ra khi hàn.
- 2 Xem Hình 73 về chi tiết chuẩn bị mối hàn B3 và J3

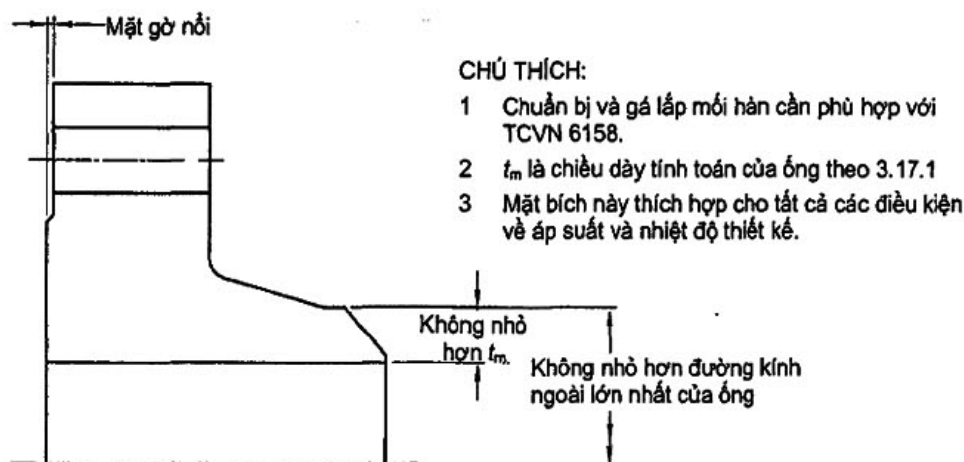
**Hình 86 – Hàn giáp mép các phụ kiện kết nối bằng vít cấy**



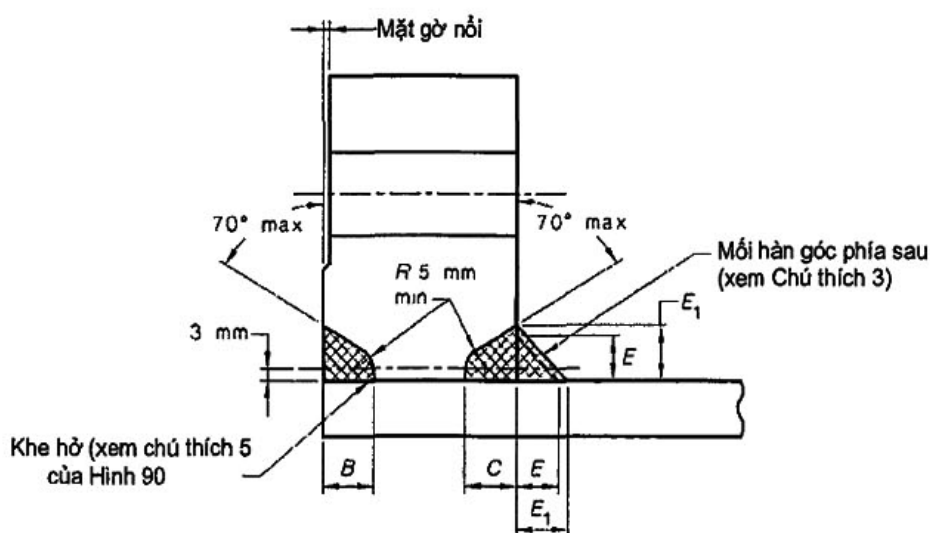
**CHÚ THÍCH:**

- 1 Không được phép sử dụng kết cấu này khi áp suất thiết kế vượt quá 4 MPa..
- 2 Không nên dùng các kết cấu hàn góc khi thiết bị chịu tác dụng của các lực va đập, trong trường hợp này nên ưu tiên sử dụng các kết cấu chi tiết được chỉ dẫn trên Hình 86.
- 3 Các kích thước của các mối hàn góc cần dựa trên cơ sở các lực được truyền và cần lưu ý đến tất cả các yêu cầu về chế tạo và sử dụng, nhưng trong mọi trường hợp không được nhỏ hơn 6 mm.
- 4 Tránh sử dụng kết cấu này khi gradien nhiệt có thể gây ra ứng suất dư trong các mối hàn.

**Hình 87 – Hàn góc các phụ kiện kết nối bằng vít cấy**



Hình 88 – Bích có cổ hàn

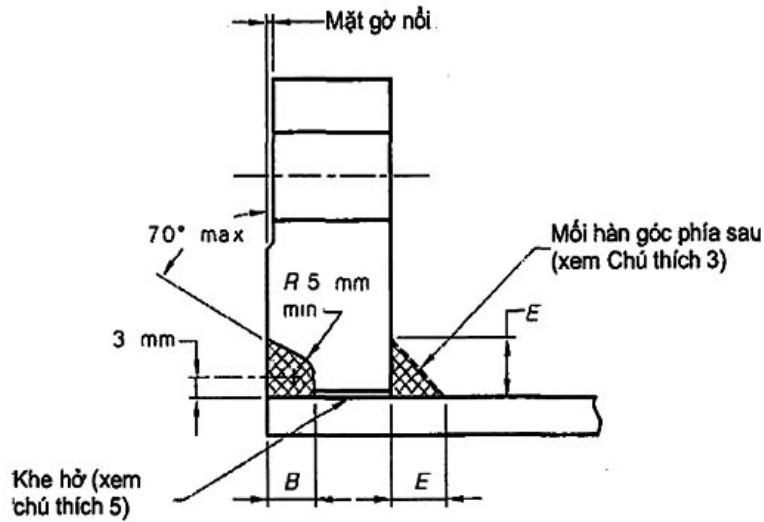


**CHÚ THÍCH:**

- 1 Các kích thước B và C là kích thước nhỏ nhất yêu cầu sau khi gia công mặt bích đến chiều dày cuối cùng.
- 2  $t_m$  là chiều dày tính toán của ống (xem 3.7.1).
- 3 Bề mặt ngoài của mối hàn cần nằm hoàn toàn bên ngoài vị trí được biểu thị bởi đường nét đứt hoặc đường nét liền, tùy theo trường hợp áp dụng.
- 4 Mặt bích này thích hợp cho tất cả các điều kiện về áp suất và nhiệt độ thiết kế.

Kích thước mặt bích	Loại thép	Cơ sở thiết kế	
B	Các bon	$t_m$	nhưng không nhỏ hơn 5 mm
	Hợp kim	$2 t_m$	
C	Cacbon	$t_m$	nhưng không nhỏ hơn: 6 mm đối với ống có đường kính ngoài từ 20 mm đến 34 mm 8 mm đối với ống có đường kính ngoài từ 35 mm đến 50 mm 10 mm đối với ống có đường kính ngoài $\geq 51$ mm
	Hợp kim	$2 t_m$	
<b>Mối hàn góc phía sau</b>			
E	Các bon	$t_m$ nhưng không nhỏ hơn 6 mm	
E <sub>1</sub>	Hợp kim	Chiều cao của rãnh hàn	

Hình 89 – Mặt bích được hàn tại mặt trước và mặt sau (đối với hàn hồ quang)

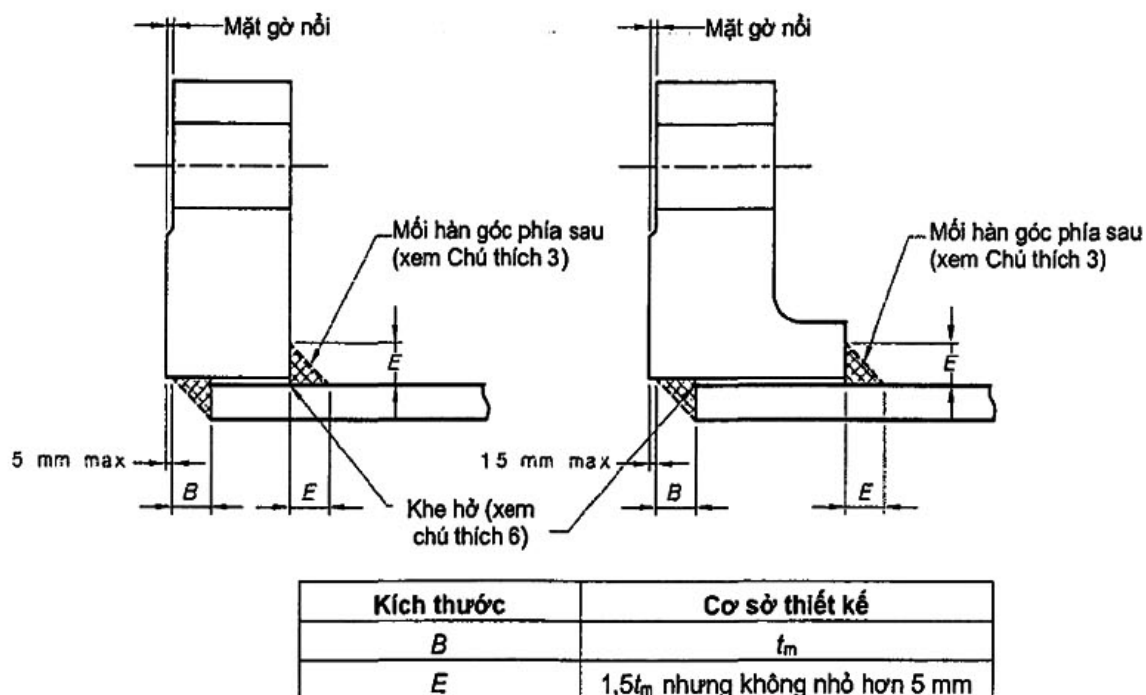


Kích thước	Cơ sở thiết kế
$B$	$t_m$ nhưng không nhỏ hơn 5 mm
Mối hàn góc phía sau	
$E$	$t_m$ nhưng không nhỏ hơn 6 mm

## CHÚ THÍCH:

- 1 Kích thước  $B$  là kích thước nhỏ nhất sau khi gia công mặt bích đến chiều dày cuối cùng.
- 2  $t_m$  là chiều dày tính toán của ống (xem 3.7.1).
- 3 Bề mặt ngoài của mối hàn cần nằm hoàn toàn bên ngoài vị trí được biểu thị bởi đường nét đứt.
- 4 Kích thước và mức áp suất – nhiệt độ được quy định trong các tiêu chuẩn về mặt bích (như EN 1092-1, ANSI B16.5)
- 5 Không nên lắp chặt mặt bích trên ống. Khe hở lớn nhất giữa lỗ mặt bích và đường kính ngoài của ống không nên vượt quá 3 mm tại mọi điểm, tổng của các khe hở đối diện theo phương đường kính không nên vượt quá 5 mm.

**Hình 90 - Mặt bích được hàn tại mặt trước và hàn góc phía sau (đối với hàn hồ quang)**



## CHÚ THÍCH:

- Tất cả các kích thước là kích thước sau khi hoàn thiện.
- $t_m$  là chiều dày tính toán của ống (xem 3.7.1).
- Bề mặt ngoài của mối hàn cần nằm hoàn toàn bên ngoài vị trí được biểu thị bởi đường nét đứt.
- Kích thước và mức áp suất – nhiệt độ được quy định trong các tiêu chuẩn về mặt bích (như EN 1092-1, ANSI B16.5)
- Không nên lắp chặt mặt bích trên ống. Khe hở lớn nhất giữa lỗ mặt bích và đường kính ngoài của ống không nên vượt quá 3 mm tại mọi điểm, tổng của các khe hở đối diện theo phương đường kính không nên vượt quá 5 mm.

Hình 91 - Mặt bích trượt được hàn góc phía trước và phía sau (đối với hàn hồ quang)

## 3.14.7 Chiều dày ống nhánh

Chiều dày của các ống nối và ống nhánh phải được tính toán bằng cách áp dụng các công thức (59) và (60), có thể bổ sung các điều kiện cần thiết để cho phép chịu uốn, chịu tải trọng tĩnh và chịu rung. Chiều dày nhỏ nhất của ống nhánh sau khi chế tạo phải là giá trị lớn hơn giữa các giá trị sau đây:

- Chiều dày để chịu được áp suất tính toán (xem 3.7.1) cộng với trị số bổ sung chiều dày do ăn mòn và các trị số gia tăng chiều dày khác; và
- Giá trị nhỏ hơn giữa chiều dày cần thiết của thân tại điểm kết nối với thân và chiều dày dưới đây cộng với trị số bổ sung chiều dày do ăn mòn:

Kích thước tính bằng milimét

Đường kính ngoài	21,3	26,7	33,4	48,3	60,3	88,9	114,3	168,3	219,1	273	>273
DN	15	20	25	40	50	80	100	150	200	250	>250
Chiều dày nhỏ nhất	2,4	2,5	2,9	3,2	3,4	4,8	5,2	6,2	7,1	8,1	8,3

CHÚ THÍCH: Các giá trị trung gian có thể tính bằng cách nội suy.

Chiều dày cần thiết theo b) không áp dụng cho các lỗ tiếp cận và lỗ kiểm tra, và có thể giảm chiều dày khi thực hiện các biện pháp bảo vệ hoặc gia cường thích hợp.

Khi có yêu cầu gia cường lỗ khoét thì nên ưu tiên lựa chọn phương pháp gia tăng chiều dày ống nhánh.

**CHÚ THÍCH:** Khi gia cường lỗ khoét trên thân, việc sử dụng ống nhánh dày sẽ hiệu quả hơn việc sử dụng ống mỏng kèm vành gia cường.

Khi ống nhánh được kết nối bằng ren thì chiều dày  $t$  phải được đo tại chân ren.

Đối với vách ống bức xạ và chùm ống đối lưu của nồi hơi, ống của bộ quá nhiệt hoặc bộ hâm nước, chiều dày nhỏ nhất của phần nối với bao hơi, bao nước hoặc ống góp, hoặc các đoạn ống chờ phải được tính toán như một phần của ống.

### 3.14.8 Các đầu nối tín hiệu

Các đầu nối tín hiệu sử dụng cho các dụng cụ đo kiểm, điều khiển và đường ống lấy mẫu phải tuân thủ các yêu cầu sau:

- a) Các đầu nối tín hiệu sử dụng cho các dụng cụ đo kiểm, điều khiển và đường ống lấy mẫu cùng với các ống bọc hoặc các đầu chuyển tiếp và các đường ống kèm theo tính đến điểm lắp van đầu tiên phải được thiết kế phù hợp với áp suất, nhiệt độ và các ứng suất trên toàn tuyến ống, bao gồm cả các ứng suất do tác động của tải trọng bên ngoài. Đường kính ngoài của các đầu nối tín hiệu tính đến điểm lắp van đầu tiên không được nhỏ hơn 17 mm khi điều kiện làm việc không vượt quá 6 MPa hoặc 450 °C, và đường kính ngoài không được nhỏ hơn 25 mm khi các điều kiện làm việc vượt quá một trong các giới hạn trên (để đảm bảo độ bền cơ học).
- b) Phải áp dụng các biện pháp để tránh sốc nhiệt đối với đường hơi chính khi hồi lưu nước ngưng ngưng hơn từ các dụng cụ đo kiểm.

**CHÚ THÍCH:** Một trong những phương pháp phòng tránh sốc nhiệt có thể là bố trí các đường nối tín hiệu bám sát đường hơi chính.

Đối với nhiệt độ vượt quá 450 °C, phải bố trí để đảm bảo có sự tiếp xúc kim loại của đường tín hiệu với đường hơi chính theo chiều dọc trên một khoảng cách thích hợp.

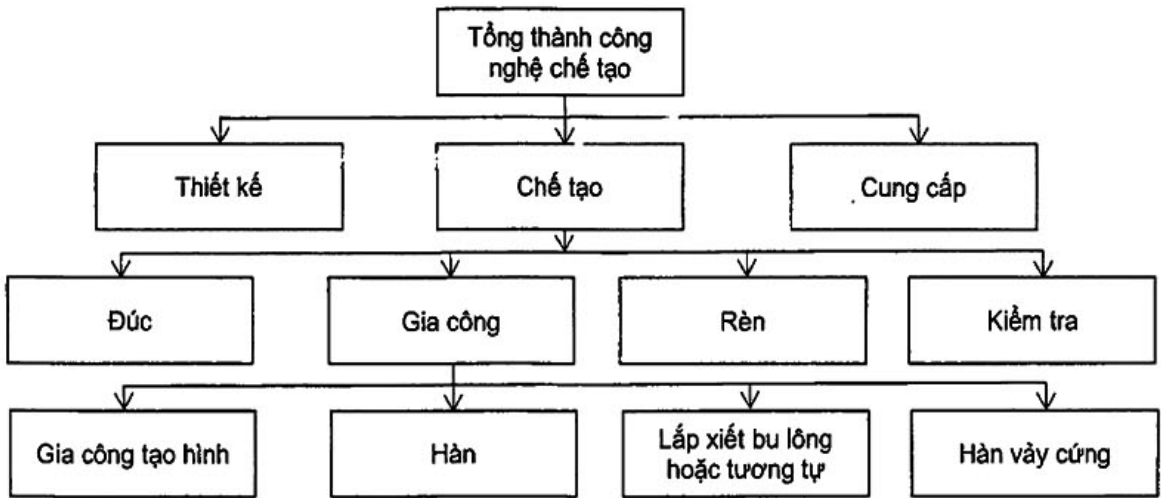
4 Chế tạo và trình độ chế tạo

4.1 Yêu cầu chung

Các bộ phận chịu áp lực của nồi hơi có thể được chế tạo bằng các phương pháp đúc, rèn hoặc cán liên khối, hàn nóng chảy hoặc kết hợp các phương pháp này.

Việc chế tạo các bộ phận của nồi hơi có thể được thực hiện tại xưởng sản xuất hoặc công trường, với điều kiện phải tuân thủ đầy đủ các quy định của tiêu chuẩn này.

Tổng thành công nghệ chế tạo nồi hơi được trình bày trong Hình 92 dưới đây.



Hình 92 - Các công đoạn sử dụng trong tổng thành công nghệ chế tạo nồi hơi

4.2 Phân nhóm vật liệu

Các vật liệu điển hình sử dụng để chế tạo các bộ phận chịu áp lực của nồi hơi được phân nhóm theo Bảng 20.

Bảng 20 – Phân nhóm vật liệu

Nhóm vật liệu	Loại vật liệu	Tiêu chuẩn và cấp vật liệu hoặc thành phần danh nghĩa điển hình của vật liệu	Phân loại theo ANSI/ASME X	
			Số P	Số nhóm
<b>THÉP CACBON</b>				
A1	Thép cacbon và cacbon-mangan (độ bền thấp) (xem Chú thích 1)	AS 1548: 7-430, 7-460 AS 2074: C7A-1 ASTM A515 Gr. 55, 60, 65 ASTM A516 Gr. 55, 60, 65 ASTM A106 Gr. A, B ASTM A192 ASTM A333 Gr. 1, 6 ASTM A181 Gr. 60 ASTM A350 Gr. LF1 ASTM A234 Gr. WPB ASTM A420 Gr. WPL6 ASTM A216 Gr. WCA, WCB ASTM A352 Gr. LCB API 5L Gr. B, X42 EN 10028.2: P265GH EN 10028.3: P275N	1	1

Bảng 20 – (Tiếp theo)

Nhóm vật liệu	Loại vật liệu	Tiêu chuẩn và cấp vật liệu hoặc thành phần danh nghĩa điển hình của vật liệu	Phân loại theo ANSI/ASME X	
			Số P	Số nhóm
A2	Thép cacbon và cacbon-mangan (độ bền trung bình) (xem Chú thích 2)	AS 1548: 5-490, 7-490 ASTM A515 Gr. 70 ASTM A516 Gr. 70 ASTM A105 ASTM A350 Gr. LF2 ASTM A216 Gr. WCC BS 3602.1: 460 BS 1503: 223-460, 490 224-460, 490 EN 10028.2: P295GH, P355GH EN 10028.3: P355N	1	2
A3	Thép cacbon và cacbon-mangan (giới hạn chảy cao)	AS 1594: XF400 and XF500 API 5L Gr. X52, X60, X65, X70	- -	- -
<b>THÉP HỢP KIM THẤP</b>				
B	Thép hợp kim (hợp kim < 3/4)	C-1/2Mo; 1/2Cr-1/2Mo; 1Mn- 1/2Mo ASTM A204 Gr. A, B, C ASTM A335 Gr. P1, P2 ASTM A182 Gr. F1 ASTM A234 Gr. WP1 ASTM A217 Gr. WC1 EN 10028.2: 16Mo3 BS 3603, BS 3604: 243, 245	3	1, 2, 3
C	Thép hợp kim (3/4 ≤ hợp kim tổng < 3)	1Cr-1/2Mo; 1 1/4Cr-1/2Mo; 3/4Cr-3/4Ni-Cu-Al ASTM A387 Gr.12 C1 1&2 ASTM A335 Gr. P11, P12 ASTM A182 Gr. F11, F12 ASTM A234 Gr. WP11, WP12 ASTM A217 Gr. WC6 EN 10028.2: 13CrMo4-5 BS 3603, BS 3604: 440, 460 BS 1503: 620, 621	4	1, 2
D1	Thép hợp kim (loại chứa vanadi)	1/2Cr-1/2Mo-1/4V; Mn-Cr-Mo-V BS 3606, BS 3604: 660 BS 1503: 660	-	-
D2	Thép hợp kim (3 ≤ hợp kim tổng < 10)	2 1/4Cr-1Mo; 5Cr-1/2Mo; 7Cr- 1/2Mo, 9Cr-1Mo ASTM A387 Gr. 22 C1 1&2, 5 C1 1&2 ASTM A335 Gr. P21, P22, P5, P7, P9 ASTM A182 Gr. F21, F22, F5, F7, F9 ASTM A234 Gr. WP22, WP5, WP7, WP9 ASTM A217 Gr. WC9, C5, C12 EN 10028.2: 10CrMo9-10 BS 3603, BS 3604: 622, 625, 629 BS 1503: 622, 623, 625	5A 5B	1 1
E	Thép 3 1/2 nicken	3 1/2Ni ASTM A203 Gr. D, E ASTM A333 Gr. 3 ASTM 350 Gr. LF3 ASTM A240 Gr. WPL 3 ASTM A352 Gr. LC3 EN 10028.4: 503 BS 3603, BS 3604 BS 1503: 503	9B	1

Bảng 20 – (Kết thúc)

Nhóm vật liệu	Loại vật liệu	Tiêu chuẩn và cấp vật liệu hoặc thành phần danh nghĩa điển hình của vật liệu	Phân loại theo ANSI/ASME X	
			Số P	Số nhóm
F	Thép 9 niken	9Ni ASTM A553 ASTM A333 Gr. 8 ASTM A522 Gr. 1 ASTM A420 Gr. WPL 8 ASTM A352 Gr. LC9 EN 10028.4: 509, 510 BS 3603, BS 3604: 509 BS 1503: 509, 510	11A	1
G	Thép hợp kim được tôi và ram	AS 3597:700 PV ASTM A517 Gr. A, B, D, E, F, J, P	11B	1 đến 8
<b>THÉP HỢP KIM CAO</b>				
H	Thép Crom mactenxit	13Cr (Type 410) 15Cr (Type 429) 12Cr-1Mo-V (W)	6	1, 2, 3, 4
J	Thép Crom cao ferit (11-13Cr)	12Cr-A1 (Type 405) 13Cr-Low C (Type 410S)	7	1
K	Thép Crom-Niken austenit	18Cr-8Ni (Type 304) 18Cr-12Ni-2.5Mo (Type 316) 18Cr-10Ni-Ti (Type 321) ASTM A240 Gr. 33 (toàn bộ các loại) ASTM A312 Gr. 300 (toàn bộ các loại) ASTM A182 Gr. 300 (toàn bộ các loại) ASTM A493 Gr. 300 (toàn bộ các loại) ASTM A351 Gr. 300 (toàn bộ các loại) BS 1501.3: 300 (toàn bộ các loại) BS 3605, BS 3606: 300 (toàn bộ các loại) BS 1503: 300 (toàn bộ các loại)	8	1
L	Thép Crom cao (> 19Cr)	26Cr-0.5Ni-1Mo(S4426)	10E	1
M	Thép Crom-Niken ferit austenit	22Cr-5Ni-3Mo-N (S31803) ASTM A240 Gr. S31803, S32550 ASTM A790 Gr. S31803, S32250 ASTM A182 Gr. F51	10H	1
<p><b>CHÚ THÍCH:</b></p> <p>1 Đối với các loại thép này, giới hạn trên của độ bền kéo được áp dụng như sau:</p> <p>(a) Trường hợp trong đặc tính của thép có quy định độ bền kéo lớn nhất (hoặc độ cứng tương đương): giới hạn trên của độ bền kéo lấy bằng giá trị nhỏ hơn giữa trị số quy định trong đặc tính thép và 580 MPa.</p> <p>(b) Trường hợp trong đặc tính thép không quy định độ bền kéo lớn nhất: giới hạn trên của độ bền kéo lấy bằng 580 MPa.</p> <p>2 Đối với các loại thép này, giới hạn trên của độ bền kéo được áp dụng như sau:</p> <p>(a) Trường hợp trong đặc tính của thép có quy định độ bền kéo lớn nhất (hoặc độ cứng tương đương): giới hạn trên của độ bền kéo lấy bằng giá trị nhỏ hơn giữa trị số quy định trong đặc tính thép và 620 MPa.</p> <p>(b) Trường hợp trong đặc tính thép không quy định độ bền kéo lớn nhất: giới hạn trên của độ bền kéo lấy bằng 620 MPa.</p>				

### 4.3 Bản vẽ chế tạo và chất lượng sản phẩm

#### 4.3.1 Bản vẽ chế tạo

Trước khi bắt đầu chế tạo, người thiết kế phải cung cấp các bản vẽ bao gồm các thông tin sau đây, trừ khi có thoả thuận khác:

- (a) Tiêu chuẩn chế tạo, phân cấp nồi hơi (xem Bảng 1).
- (b) Thông số kỹ thuật của tất cả các chi tiết trong bản vẽ.
- (c) Chi tiết các mối hàn.
- (d) Áp suất thử thủy lực theo yêu cầu của Tiêu chuẩn.
- (e) Các yêu cầu kỹ thuật khác khi người mua quy định.

Bản vẽ phải ghi đầy đủ kích thước để có thể hoàn thành việc chế tạo tại công đoạn được quy định trong bản vẽ.

#### 4.3.2 Năng lực của nhà chế tạo

Cơ quan kiểm định hoặc người mua có thể yêu cầu nhà chế tạo chứng minh máy móc, thiết bị và nhân lực sử dụng trong quá trình sản xuất có đủ năng lực để đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn và phù hợp với yêu cầu công việc. Việc chứng minh này cần được thực hiện trước khi bắt đầu công việc và có thể thực hiện bằng hình thức chấp nhận tổng thể hệ thống quản lý chất lượng.

#### 4.3.3 Chế tạo và trình độ chế tạo

Nhà chế tạo nồi hơi phải:

- (a) chịu trách nhiệm về chất lượng công việc.
- (b) tự thực hiện hoặc ủy quyền cho một đơn vị khác thực hiện tất cả các kiểm tra, thử nghiệm và đánh giá các quy trình liên quan được quy định trong tiêu chuẩn này tại công đoạn cần thiết.

#### 4.3.4 Báo cáo

Sau khi hoàn thành và kiểm tra mỗi hạng mục của nồi hơi, nhà chế tạo phải hoàn thành một báo cáo xác nhận rằng mỗi hạng mục của thiết bị đã được thiết kế, chế tạo và thử nghiệm tuân thủ các yêu cầu của Tiêu chuẩn áp dụng.

Báo cáo này, cùng với chứng chỉ thử nghiệm vật liệu, kết quả thử nghiệm mối hàn sản xuất, báo cáo nhiệt luyện và các báo cáo kiểm tra không phá hủy phải được cung cấp cho người mua và các bên liên quan khác, khi có quy định trong đơn đặt hàng.

### 4.4 Nhận dạng vật liệu

#### 4.4.1 Yêu cầu chung

Nhà chế tạo nồi hơi phải đảm bảo chứng minh được rằng vật liệu sử dụng trong chế tạo phù hợp với chủng loại vật liệu được chỉ định trên bản vẽ chế tạo.

## **TCVN 12728:2019**

Trước khi đưa vào sử dụng, vật liệu chế tạo các bộ phận chịu áp lực của nồi hơi phải được nhận dạng như sau:

- (a) Đối với các vật liệu chế tạo thân, bao hơi, bao nước, đáy, ống nồi hơi, đường ống, bích phi tiêu chuẩn và nắp phi tiêu chuẩn: vật liệu phải được nhận dạng đầy đủ bằng nhãn mác ghi trên bề mặt theo đúng quy định của tiêu chuẩn vật liệu và phải kèm theo chứng chỉ thử nghiệm vật liệu.
- (b) Đối với các chi tiết, linh kiện được sản xuất hàng loạt như mặt bích tiêu chuẩn, nắp tiêu chuẩn, phụ kiện đường ống: không bắt buộc ghi đầy đủ nhãn mác vật liệu và chứng chỉ thử nghiệm vật liệu khi các chi tiết đó được chế tạo bằng phương pháp đúc, rèn, cán hoặc tạo hình bằng khuôn. Tuy nhiên, các chi tiết, linh kiện này phải có nhãn mác của nhà sản xuất và các ký hiệu khác theo đúng quy định của tiêu chuẩn để cho phép xác định cấp vật liệu. Các nhãn mác, ký hiệu này được coi như chứng nhận của nhà sản xuất rằng các chi tiết, linh kiện tuân thủ tiêu chuẩn quy định đối với sản phẩm, và phù hợp với các điều kiện làm việc được chỉ định.

Các chứng chỉ thử nghiệm vật liệu theo yêu cầu tại (a) và (b) phải được nhà chế tạo lưu giữ để kiểm định viên hoặc người mua có thể kiểm tra.

Vật liệu không được nhận dạng đầy đủ bằng nhãn mác theo quy định của tiêu chuẩn có thể được chấp nhận với điều kiện các phần hoặc mảnh của vật liệu phải thể hiện sự chấp thuận của kiểm định viên về thành phần hoá học, cơ tính các yêu cầu nhiệt luyện tuân thủ theo tiêu chuẩn và phải thỏa mãn các yêu cầu kiểm tra không phá hủy nếu có áp dụng.

### **4.4.2 Chuyển dấu nhãn mác vật liệu**

Trường hợp các nhãn mác nguyên gốc không thể lưu lại trên các phần hoặc mảnh được cắt từ vật liệu đã được chứng nhận và nhận dạng theo 4.1.1.2 (a), thì nhãn mác vật liệu phải được chuyển sang phần mặt dấu. Có thể sử dụng các dấu mã hoá với điều kiện là các dấu mã hóa đó đảm bảo có thể để nhận dạng đầy đủ vật liệu với chứng chỉ nguyên gốc của nhà sản xuất vật liệu. Việc chuyển dấu phải được kiểm định viên chứng kiến hoặc chấp thuận khi việc chuyển dấu đã được thực hiện theo đúng quy trình đã được phê duyệt.

Vật liệu có thể được đánh dấu bằng bất kỳ phương pháp nào, nhưng phải đảm bảo không làm suy giảm khả năng đáp ứng của vật liệu với các điều kiện làm việc dự kiến.

### **4.4.3 Các khuyết tật trên vật liệu**

Vật liệu phải được kiểm tra trực quan để phát hiện các khuyết tật bề mặt. Vật liệu có khuyết tật lớn hơn giá trị cho phép trong tiêu chuẩn vật liệu, hoặc bị hư hỏng đến mức không phù hợp với mục đích sử dụng, thì không được phép sử dụng để chế tạo các bộ phận. Các phương pháp và mức độ sửa chữa khuyết tật nhỏ phải được chấp thuận bởi cơ quan kiểm định và người mua, trừ trường hợp phương pháp sửa chữa được quy định trong tiêu chuẩn vật liệu.

## 4.5 Cắt vật liệu

### 4.5.1 Yêu cầu chung

Vật liệu có thể được cắt thành hình dạng và kích thước cần thiết bằng mọi phương pháp thích hợp bao gồm: gia công cơ, cắt, xén, mài, cắt nhiệt hoặc cắt bằng tia mài mòn, với điều kiện là vật liệu không bị hư hại khi sử dụng cho các mục đích dự định.

CHÚ THÍCH: Cắt nhiệt bao gồm phương pháp cắt hồ quang, plasma, laser và hồ quang điện.

### 4.5.2 Cắt nhiệt

Khi cắt nhiệt cần thực hiện gia nhiệt sơ bộ theo yêu cầu trong Bảng 21.

Sau khi cắt hơi hoặc cắt hồ quang, tất cả xỉ, kim loại chảy, vảy hoặc các phần vật liệu có khuyết tật khác phải được loại bỏ bằng phương pháp thích hợp trước khi chế tạo hoặc sử dụng ở công đoạn tiếp theo, ngoại trừ các trường hợp được quy định tại 4.5.2 này. Sự biến màu trên bề mặt cắt hơi của vật liệu các nhóm A1, A2, A3 và B không bị coi là có hại.

Khi cần thiết, một phần kim loại tại mép cắt phải được loại bỏ theo yêu cầu trong Bảng 21. Yêu cầu này có thể thay đổi nếu quy trình cắt nhiệt khi chứng minh được là không có ảnh hưởng bất lợi đối với việc chế tạo hoặc mục đích sử dụng tiếp theo.

Đối với các vật liệu thuộc nhóm C đến M, lượng vật liệu tối thiểu phải loại bỏ khỏi bề mặt cắt và không được phép sử dụng trong chế tạo phải tuân thủ theo Bảng 21. Tuy nhiên, yêu cầu này có thể thay đổi nếu quy trình cắt nhiệt khi chứng minh được là không có ảnh hưởng bất lợi đối với việc chế tạo hoặc mục đích sử dụng tiếp theo.

Trường hợp sử dụng phương pháp mài phải lưu ý để tránh tăng nhiệt quá mức và nứt do mài, đặc biệt là trong các nhóm vật liệu từ C tới J và mọi vật liệu sẽ được uốn hoặc gia công tạo hình trong công đoạn tiếp theo.

**Bảng 21 – Cắt nhiệt**

Nhóm vật liệu (xem 4.2)	Loại vật liệu hoặc thành phần danh nghĩa điển hình	Chiều dày mm	Nhiệt độ gia nhiệt so bộ khuyến nghị °C	Phần vật liệu tối thiểu phải loại bỏ khỏi bề mặt cắt nhiệt sau khi cắt mm
<b>THÉP CACBON, CACBON-MANGAN VÀ THÉP FERIT HỢP KIM THẤP</b>				
A1 & A2	Thép cacbon and cacbon-Mangan (độ bền thấp và trung bình) có CE ≤ 0,45 (xem Chú thích 2)	≤25 >25	0 10	0 0
A1 & A2	Thép cacbon and cacbon-Mangan (độ bền thấp và trung bình) có CE > 0,45 (xem Chú thích 2)	≤25 >25	0 20	0 0
A3	Thép cacbon and cacbon-mangan (giới hạn chảy cao)	≤32	0	0
B	C-Mo, 1/2Cr-1/2Mo, 1Mn-1/2Mo	≤16 >16	10 75	0 0
C	1Cr-1/2Mo, 11/4Cr-1/2Mo	≤12 >12	10 100	1 1

Bảng 21 – (Kết thúc)

Nhóm vật liệu (xem 4.2)	Loại vật liệu hoặc thành phần danh nghĩa điển hình	Chiều dày mm	Nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ khuyến nghị °C	Phần vật liệu tối thiểu phải loại bỏ khỏi bề mặt cắt nhiệt sau khi cắt mm
	3/4Cr-1/2Ni-Cu, 3/4Cr-3/4Ni-Cu-A1	≤12 >12	10 100	1 1
D1	1/2Cr-1/2Mo-1/4V, 1Cr-1Mo-1/3V	Tất cả	150	1,5
D2	2 1/4Cr-1Mo, 5Cr-1/2Mo 7Cr-1/2Mo, 9Cr-1Mo	Tất cả	150	1,5
E	31/2Ni	Tất cả	200	1,5
F	9Ni	Tất cả	10	1
G	Thép hợp kim thấp được tôi và ram	Tất cả	25	1
<b>THÉP HỢP KIM CAO</b>				
H	12Cr-Mo-V(W)	Tất cả	250	1,5
	13Cr	Tất cả	200	1
	15Cr	Tất cả	200	1
J	12Cr-1Al	Tất cả	0	1
K	18Cr-8Ni, 18Cr-10Ni-Ti, 18Cr-10Ni-2Mo	Tất cả	0	1
L	27Cr	Tất cả	200	1
M	22Cr-5Ni-3Mo-N (S31803)	≤25	0	1
		>25	10	1
<b>CHÚ THÍCH:</b>				
1	Nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ là nhiệt độ trong khoảng 100 mm tính từ mỏ cắt và hướng về phía phía cắt tại thời điểm cắt vật liệu.			
2	$\text{Carbon tương đương CE(\%)} = C + \frac{\text{Mn}}{6} + \frac{\text{Cr} + \text{Mo} + \text{V}}{5} + \frac{\text{Cu} + \text{Ni}}{15}$ <p>Khi không có phân tích thành phần của tất cả các nguyên tố trên thì giá trị <math>C + \frac{\text{Mn}}{6} \leq 0,42</math> được áp dụng thay cho giá trị 0,45 đã nêu trong bảng</p>			

#### 4.5.3 Cắt cơ khí và chuẩn bị mép

Cắt cơ khí bằng các máy công cụ có thể được sử dụng không hạn chế để cắt hoặc chuẩn bị mép.

Cắt nguội, ví dụ bằng máy xén tôn lười song song, có thể được sử dụng trong các giới hạn chiều dày quy định trong Bảng 22.

Các mép cắt của các bộ phận chịu áp lực theo yêu cầu trong Bảng 22 phải được xử lý, gia công, mài hoặc đục gọt trong khoảng cách không nhỏ hơn 1,5 mm để không ảnh hưởng đến kim loại.

#### 4.5.4 Kiểm tra mép cắt

Tất cả các mép sau khi cắt và trước khi tiến hành các công đoạn tiếp theo trên các mép cắt đó phải được kiểm tra trực quan để phát hiện tách lớp, vết nứt hoặc khuyết tật có thể xuất hiện. Khi vật liệu được cắt nhiệt, kiểm tra trực quan mép cắt cần được thực hiện ngay sau khi cắt. Tuy nhiên, nếu hiện tượng nứt muôn có thể xảy ra trong các nhóm thép F và G, các mép cắt phải được kiểm tra tại thời điểm thích hợp hơn, thông thường là 48 h sau khi cắt.

Các mép cắt bằng nhiệt của thép hợp kim đã được tôi hoặc ram không nóng chảy hoàn toàn khi hàn phải được kiểm tra bằng các phương pháp từ tính hoặc thẩm thấu. Nếu khi kiểm tra phát hiện khuyết tật thì phải khắc phục trước khi chế tạo tiếp.

#### 4.5.5 Hoàn thiện mép cắt

Các mép cắt sẽ nằm trong mối hàn không được có các vết khía chữ V, các thay đổi đột ngột về hình dạng, hoặc các khuyết tật khác có thể gây ra khuyết tật mối hàn.

**Bảng 22 – Cắt nguội**

Nhóm vật liệu (xem 4.2)	Loại vật liệu	Chiều dày lớn nhất của vật liệu cắt nguội mm	Xử lý mép cắt của bộ phận chịu áp lực sau khi cắt (xem Chú thích)
A1, A2, A3 B C D1, D2 E F	Thép cacbon, cacbon-mangan, và thép hợp kim thấp	6	Không yêu cầu
		$> 6 \leq 25$	Yêu cầu (xem 4.5.3)
G	Thép hợp kim thấp được tôi và ram	12	Yêu cầu (xem 4.5.3)
H J K L M	Thép hợp kim cao	6	Không yêu cầu
		$> 6 \leq 25$	Yêu cầu (xem 4.5.3)

CHÚ THÍCH: Việc xử lý này không yêu cầu khi mép cắt không được hàn trong công đoạn tiếp theo.

## 4.6 Gia công tạo hình các bộ phận chịu áp lực

### 4.6.1 Yêu cầu chung

Các bộ phận chịu áp lực có thể được tạo hình bằng mọi phương pháp, nhưng phải đảm bảo sau khi hoàn thiện các bộ phận không có vết nứt hoặc các khuyết tật khác và đảm bảo các đặc tính vật liệu, kích thước và dung sai yêu cầu trong 4.7.

Các phương pháp điển hình của gia công tạo hình nóng hoặc nguội bao gồm cuốn, ép, uốn, rèn khuôn, rèn chôn và nong rộng.

Các bộ phận có thể được tạo hình bằng các phương pháp gia công nóng hoặc nguội, với điều kiện đáp ứng đầy đủ các yêu cầu cần thiết được quy định trong 4.6 này. Trong tiêu chuẩn này, gia công nóng đối với thép là quá trình được thực hiện trong khoảng nhiệt độ nêu trong Bảng 23. Gia công nguội là gia công tạo hình ở nhiệt độ thấp hơn gia công nóng.

Gia công tạo hình các bộ phận chịu áp lực bằng máy là phương pháp chế tạo được ưu tiên. Thiết bị để gia công và vật liệu được gia công tạo hình phải đảm bảo không gây ra các khuyết tật trầy xước có hại hoặc nhiễm tạp chất vào vật liệu.

Các điều kiện chung sau đây áp dụng cho gia công tạo hình các bộ phận chịu áp lực:

## TCVN 12728:2019

- (a) Các khoanh thân hoặc ống hình trụ: Khi cuốn thép tấm, các mép tiếp giáp tại mỗi hàn dọc các của bộ phận hình trụ phải được uốn trước (rũa mép) để tạo thành biên dạng cong phù hợp, tránh tạo thành các vùng phẳng dọc theo mối nối sau khi cuốn.
- (b) Các đáy cong: Khi có thể thực hiện được, các đáy phải được làm từ một tấm thép và công đoạn ép miết cần thực hiện bằng máy. Ưu tiên thực hiện gia công đáy bằng một công đoạn, tuy nhiên cũng có thể sử dụng các máy gia công theo từng bước, với điều kiện:
  - (i) tấm được gia công ở nhiệt độ thích hợp và được gia nhiệt đến khoảng cách thích hợp bao trùm hoàn toàn khu vực được xử lý tức thời; hoặc
  - (ii) tấm được gia công nguội bằng nhiều công đoạn, mỗi công đoạn được thực hiện trong giới hạn biến dạng dẻo thể hiện trong 4.6.3.1 đến 4.6.3.4 tùy theo trường hợp áp dụng, và sau đó được nhiệt luyện thích hợp sau mỗi công đoạn.

Phần trụ trên các đáy cong phải đảm bảo tròn và không có các biến dạng cục bộ bất thường.

- (c) Ống uốn: Các cút cong được uốn từ ống có mối hàn dọc, ngoại trừ các ống được sản xuất bằng quá trình hàn điện trở (ERW), phải được chế tạo sao cho mối hàn nằm gần trục trung tính của cút cong. Trường hợp cút cong được uốn từ ống có mối hàn theo chu vi thì mối hàn không được nằm trong phần uốn cong sau khi uốn, trừ khi mối hàn được kiểm tra không phá hủy bằng phương pháp siêu âm hoặc chụp tia bức xạ sau khi uốn. Các cút uốn phải được làm sạch vật liệu nhồi và xỉ có thể gây hại bằng chất tẩy rửa, phun cát hoặc các phương pháp thích hợp khác.

Bề mặt của cút uốn phải đảm bảo cho phép kiểm tra trực quan một cách hiệu quả.

Các cút uốn làm bằng ống phải không có vết nứt và các hiện tượng phồng, thắt, mỏng thành và nhấp nhô bề mặt quá mức chấp nhận.

Sự nhấp nhô bề mặt bị coi là khuyết tật đối với các cút uốn liên tục khi:

- (i) không có chuyển tiếp đều với bề mặt liền kề; hoặc
- (ii) chiều cao chỗ nhấp nhô lớn hơn 25% chiều dày danh nghĩa và chiều rộng của chỗ nhấp nhô nhỏ hơn 8 lần chiều cao của nó.

Các khu vực được mài để loại bỏ khuyết tật phải được kiểm tra bằng phương pháp dò khuyết tật bề mặt phù hợp với vật liệu để đảm bảo loại bỏ hoàn toàn khuyết tật. (Xem thêm 4.6.6).

### 4.6.2 Gia công nóng các bộ phận chịu áp lực

#### 4.6.2.1 Thép ferit – các nhóm vật liệu từ A đến G

Các bộ phận chịu áp lực có thể được gia công nóng bằng các phương pháp đề cập trong 4.6.1. Dải nhiệt độ ưu tiên sử dụng để gia công nóng cho các nhóm vật liệu khác nhau được nêu trong Bảng 23.

Sau khi gia công, các bộ phận bằng thép ferit phải được nhiệt luyện theo các yêu cầu của Bảng 23. Việc nhiệt luyện đó phải tuân thủ các yêu cầu của Bảng 24 hoặc các khuyến nghị của nhà cung cấp vật liệu.

Các bộ phận chịu áp lực có thể được gia công nóng bên ngoài dải nhiệt độ ưu tiên sử dụng nêu trong Bảng 23 với điều kiện các bộ phận này được nhiệt luyện sau khi gia công phù hợp với các yêu cầu của Bảng 24. Ram vật liệu sau khi thường hoá đối với các vật liệu thuộc nhóm C, D1, D2 và E có thể được thực hiện kết hợp với nhiệt luyện sau khi hàn (khử ứng suất xem Bảng 34) cho các mối hàn, với điều kiện là khi nhiệt độ độ đó vượt quá nhiệt độ ram vật liệu, thì phải thực hiện các thử nghiệm vật liệu và quy trình hàn để đảm bảo rằng đặc tính của vật liệu không bị ảnh hưởng bất lợi và phải tuân thủ các giới hạn được quy định trong tiêu chuẩn vật liệu.

Các bộ phận chịu áp lực được gia công từ thép nhóm F và G tại nhiệt độ bằng hoặc cao hơn nhiệt độ ram ban đầu phải được nhiệt luyện như quy định trong các Bảng 23 và 24. Phải thực hiện các thử nghiệm theo 4.14.17 để chứng minh vật liệu đảm bảo các đặc tính cần thiết.

Hiệu ứng suy giảm các đặc tính vật liệu trong các bộ phận chịu áp lực được gia công nóng có thể được chứng minh bằng cách nhiệt luyện các mẫu thử kéo mô phỏng quá trình gia công nóng và bất kỳ quá trình nhiệt luyện nào tiếp theo. Chiều dày thành được lựa chọn cho các bộ phận phải tính đến mọi sự suy giảm đặc tính vật liệu bằng cách sử dụng giới hạn chảy hoặc độ bền kéo tùy thuộc vào đặc tính nào được sử dụng trong tính toán ứng suất thiết kế của bộ phận.

#### 4.6.2.2 Thép hợp kim cao – các nhóm thép từ H đến M

Các quy trình gia công các bộ phận từ tấm và ống, đặc biệt là các công việc liên quan đến gia công nóng, có thể ảnh hưởng đáng kể đến đặc tính của thép hợp kim cao. Người mua, nhà sản xuất và nhà cung cấp vật liệu phải xem xét đầy đủ các phương pháp chế tạo và các điều kiện làm việc dự kiến khi lựa chọn vật liệu cụ thể để sử dụng. Việc xem xét đó có thể bao gồm các thử nghiệm được thực hiện trên các mẫu đã được sử dụng cho các quy trình chế tạo tương tự bao gồm cả nhiệt luyện, để đảm bảo rằng vật liệu phù hợp với điều kiện làm việc dự kiến.

Phải áp dụng các yêu cầu sau đây:

- (a) Thép austenit crôm-niken (thép nhóm K) khi gia công nóng phải được nung nóng trong môi trường trung hòa hoặc ôxy hoá nhẹ. Việc nung nóng phải được thực hiện trong lò nung dùng dầu, khí gas hoặc điện, và thép không được tiếp xúc với ngọn lửa. Cần ngăn ngừa lưu huỳnh hoặc các vật liệu chứa lưu huỳnh có thể gây ra sự giòn hóa vật liệu do lưu huỳnh. Tuy nhiên, theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua, việc nung nóng cục bộ có thể thực hiện bằng điện hoặc bằng ngọn lửa dầu hoặc gas. Trong trường hợp này người mua có thể quy định trong đơn hàng các yêu cầu thử nghiệm để kiểm tra độ nhiễm carbon.
- (b) Thép austenit crôm-niken (thép nhóm K) khi gia công nóng phải được nung nóng đồng đều đến nhiệt độ không vượt quá nhiệt độ tối đa quy định trong Bảng 23, và trong mọi trường hợp không được thực hiện gia công biến dạng sau khi nhiệt độ của vật liệu đã giảm xuống dưới 900°C. Sau khi gia công nóng, thép phải được làm nguội nhanh, hoặc ưu tiên sử dụng phương pháp ủ trong dung dịch theo quy định tại Bảng 25.

**TCVN 12728:2019**

- (c) Các bộ phận bằng thép ferit-austenit (thép nhóm M) phải được gia công nóng trong các giới hạn nhiệt độ nêu trong Bảng 23 và phải được ủ trong dung dịch sau khi gia công theo các yêu cầu nêu trong Bảng 25.
- (d) Các tấm thép austenit crôm-niken (thép nhóm K) có chiều dày nhỏ hơn 6 mm có thể được gia nhiệt cục bộ đến nhiệt độ không quá 800 °C để tạo thuận lợi cho việc tạo hình cục bộ bán kính vai chuyển tiếp và cổ ống nhánh hoặc cửa người chui, khi có thỏa thuận giữa người mua và nhà chế tạo. Các khu vực được tạo hình theo cách này phải được kiểm tra trực quan để phát hiện các vết nứt sau khi đã loại bỏ xỉ bám.
- (e) Các bộ phận bằng các vật liệu thuộc nhóm H, J và L, được gia công nóng trong phạm vi nhiệt độ nêu trong Bảng 23 phải được thường hóa và ram theo yêu cầu nêu trong Bảng 24 trước khi tiến hành chế tạo bước tiếp theo.

**4.6.2.3 Tấm hoặc ống được hàn trước khi gia công nóng**

Khi các bộ phận chịu áp lực được hàn với nhau trước khi trước khi gia công nóng:

- (a) mối hàn cần được mài sửa bằng phẳng trước khi gia công tạo hình;
- (b) quy trình hàn áp dụng cho các mối hàn có yêu cầu gia nhiệt trên nhiệt độ tới hạn dưới của vật liệu, phải được áp dụng cùng một chu trình nhiệt luyện như các thành phần liên quan; và
- (c) nhà chế tạo phải bảo đảm rằng các đặc tính của kim loại hàn phù hợp với điều kiện làm việc dự kiến, đặc biệt là đối với các vật liệu làm việc ở nhiệt độ cao.

**Bảng 23 – Gia công tạo hình nóng các bộ phận chịu áp lực**

Nhóm vật liệu (xem 4.2)	Loại vật liệu	Dải nhiệt độ gia công khuyến nghị °C	Nhiệt luyện khuyến nghị sau khi gia công nóng
A1 & A2	Thép cacbon và cacbon-mangan (độ bền thấp và trung bình)	850–950	Không
		950–1050	Thường hóa
A3	Thép cacbon and cacbon-mangan (giới hạn chảy cao)	-	-
B	Thép hợp kim (hợp kim < 3/4)	900–1100	Không
C	Thép hợp kim (3/4 ≤ hợp kim tổng < 3)	900–1100	Theo chứng chỉ vật liệu (Chú thích 1)
D1	Thép hợp kim (loại vanadi)	950–1100	Thường hóa và ram (Chú thích 1 & 2)
D2	Thép hợp kim (3 ≤ hợp kim tổng < 10)	900–1100	Theo chứng chỉ vật liệu (Chú thích 1)
E	Thép 3 ½ nicken	950–1000	Thường hóa và ram (Chú thích 1 & 2)
F	Thép 9 nicken	900–1000	Thường hóa và ram (Chú thích 1 & 2)
G	Thép hợp kim được tôi và ram	900–1000	Tôi và ram (Chú thích 2)

Bảng 23 – (Kết thúc)

Nhóm vật liệu (xem 4.2)	Loại vật liệu	Dải nhiệt độ gia công khuyến nghị °C	Nhiệt luyện khuyến nghị sau khi gia công nóng
H	Thép crôm mactenxit	1020–1070	Thường hóa và ram (Chú thích 1 & 2)
J	Thép crôm cao ferit	Theo khuyến nghị của nhà sản xuất vật liệu	
K	Thép crôm-niken austenit	925–1150	Ủ trong dung dịch
L	Thép crôm cao	Theo khuyến nghị của nhà sản xuất vật liệu	
M	Thép crôm-niken ferit austenit	950–1100	Ủ trong dung dịch

CHÚ THÍCH:

- Vật liệu cần được nhiệt luyện để khôi phục lại điều kiện nhiệt luyện trước khi gia công nóng, tức là ủ hoặc được thường hoá và ram như đã ghi trong chứng chỉ vật liệu, xem Bảng 24.
- Về thời gian và nhiệt độ ram xem 4.6.2.1 hoặc 4.6.2.2.

Bảng 24 – Thường hóa, tôi và ram đối với các thép từ nhóm A đến L

Nhóm vật liệu (xem 4.2)	Loại vật liệu	Nhiệt độ duy trì cho thường hóa (N) và tôi (Q) (Chú thích 1) °C		Thời gian khuyến nghị ở nhiệt độ (Chú thích 2) giờ/25 mm chiều dày
A1	Thép cacbon và cacbon-mangan (độ bền thấp) $C \leq 0.26\%$	(N)	870–930 Chú thích 3	1/2 (tối thiểu 1/4 h)
A1	Thép cacbon và cacbon-mangan (độ bền thấp) $0.26\% < C \leq 0.30\%$	(N)	850–880	1/2 (tối thiểu 1/4 h)
A2	Thép cacbon và cacbon-mangan (độ bền trung bình) $C \leq 0.26\%$	(N)	870–930 Chú thích 3	1/2 (tối thiểu 1/4 h)
A2	Thép cacbon và cacbon-mangan (độ bền trung bình)	(N)	850–880	1/2 (tối thiểu 1/4 h)
A3	Thép cacbon and cacbon-mangan (giới hạn chảy cao)	Xem khuyến nghị của nhà sản xuất vật liệu		
B	Thép hợp kim (hợp kim $< 3/4$ )	(N)	900–960 (Chú thích 3)	1/2 (tối thiểu 1/2 h)
C	Thép hợp kim ( $3/4 \leq$ hợp kim tổng $< 3$ )	(N)	950–960 (Chú thích 4)	1/2 (tối thiểu 1/2 h)
D1	Thép hợp kim (loại vanadi)	(N)	950–980 (Chú thích 4)	1/2 (tối thiểu 1/2 h)
D2	Thép hợp kim ( $3 \leq$ hợp kim tổng $< 10$ )	(N) (N) (N)	900–960 930–960 900–1000 (Chú thích 4)	1/2 (tối thiểu 1/2 h) 1 (tối thiểu 1 h) 1 (tối thiểu 1 h)
E	Thép 3 ½ nicken	(N)	880–910 (Chú thích 4)	1 (tối thiểu 1 h)
F	Thép 9 nicken	(N)	890–930 (Chú thích 6,7,8)	

Bảng 24 – (Kết thúc)

Nhóm vật liệu (xem 4.2)	Loại vật liệu	Nhiệt độ duy trì cho thường hóa (N) và tôi (Q) (Chú thích 1) °C		Thời gian khuyến nghị ở nhiệt độ (Chú thích 2) giờ/25 mm chiều dày
		(N)	(Q)	
		(N)	780–820 (Chú thích 6,8,9)	Khuyến nghị của nhà sản xuất vật liệu
G	Thép hợp kim được tôi và ram	(Q)	900–940 (Chú thích 7, 10)	Khuyến nghị của nhà sản xuất vật liệu
H	Thép hợp kim cao mactenxit	(N) (N)	1020–1070 750–800 (Chú thích 4)	1 (tối thiểu 1 h) 1 (tối thiểu 1 h)
J	Thép hợp kim cao ferit	(N)	750–800 (Chú thích 4)	1 (tối thiểu 1 h)
L	Thép 27Cr	(N)	800–900 (Chú thích 4)	1 (tối thiểu 1 h)

## CHÚ THÍCH:

- Đối với nhiệt luyện tiếp theo, xem Bảng 34.
- Đối với chiều dày nhỏ hơn 25 mm, thời gian duy trì tối thiểu được tính tỷ lệ theo thời gian duy trì trên 25 mm chiều dày, nhưng trong mọi trường hợp thời gian này không được nhỏ hơn thời gian duy trì ghi trong ngoặc.
- Việc xử lý này không bắt buộc khi vật liệu được gia công trong phạm vi nhiệt độ được nêu trong bảng này.
- Đối với các yêu cầu ram sau khi gia công, xem 4.6.2.1 và 4.6.2.2.
- Trong quá trình thường hóa và tôi cần có các biện pháp phòng ngừa biến dạng quá mức.
- Yêu cầu ram ở nhiệt độ 565 °C đến 610 °C.
- Tốc độ làm nguội lớn nhất quy định tại 4.14.7 (f) không cần áp dụng.
- Hai dải nhiệt độ là những nhiệt độ yêu cầu cho việc thường hóa kép.
- Nếu trong công đoạn tiếp theo có áp dụng nhiệt luyện sau khi hàn, tốc độ làm nguội xuống đến 300 °C không được nhỏ hơn 170 °C/h.
- Yêu cầu ram ở nhiệt độ tối thiểu là 620 °C.

Bảng 25 – Nhiệt độ duy trì khuyến nghị cho ủ trong dung dịch đối với thép nhóm K và M

Nhóm vật liệu (xem 4.2)	Loại vật liệu	Nhiệt độ duy trì, °C (Xem chú thích)
K	Thép crôm-niken austenit	1010–1095
		1010–1120
		1010–1065
M	Thép crôm-niken ferit austenit	1020–1100

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp sử dụng phương pháp gia nhiệt đề xuất trong 4.14.6.2, cần đặc biệt chú ý để đảm bảo đáp ứng các yêu cầu của 4.14.10.

## 4.6.3 Gia công nguội các bộ phận chịu áp lực từ thép tấm và thép hình

## 4.6.3.1 Thép ferit – Thép tấm và thép hình – Các nhóm vật liệu từ A đến G

Các tấm thép phải được gia công tạo hình bằng cách cuộn hoặc ép và không được gia công nguội bằng gò búa.

Các bộ phận chịu áp trong các nhóm thép từ A đến E, khi gia công tạo hình bằng các phương pháp ép, miết, cuốn nguội hoặc gia nhiệt cục bộ gây ra độ biến dạng thớ kim loại lớn hơn 5% như được xác định bằng công thức (83), (84) hoặc (85), phải được nhiệt luyện theo quy định tại 4.14, nếu có thêm một trong các điều kiện sau đây:

- (a) Chiều dày của bộ phận trước khi gia công nguội vượt quá 16 mm.
- (b) Độ giảm chiều dày do gia công nguội so với chiều dày phôi ban đầu vượt quá 10%.
- (c) Nhiệt độ của vật liệu trong quá trình gia công nằm trong khoảng từ 120 °C đến 480 °C.

Trừ trường hợp nhà chế tạo thực hiện các thử nghiệm đầy đủ để chứng minh rằng việc nhiệt luyện để khử ứng suất có thể đảm bảo khôi phục lại được các đặc tính cần thiết của vật liệu, thì phải ưu tiên nhiệt luyện bằng phương pháp thường hóa vật liệu đối với:

- (i) các bộ phận phải gia công tạo hình qua hai công đoạn liên quan đến uốn ngược hoặc kéo giãn đáng kể;
- (ii) đáy miết nguội hoặc các bộ phận khác phải gia công qua từng công đoạn; và
- (iii) các bộ phận bằng thép hợp kim (thuộc các nhóm từ B đến E).

Cho phép hiệu chỉnh kích thước sau khi nhiệt luyện bằng phương pháp gia công nguội với điều kiện biến dạng thớ biên không vượt quá 5% trị số tính theo công thức (83), (84) hoặc (85) tùy trường hợp áp dụng. Việc thường hoá phải được thực hiện với thời gian và nhiệt độ nêu trong Bảng 24 đối với các hợp kim thích hợp.

Các loại thép nhóm F và G, khi gia công có biến dạng thớ biên vượt quá 5%, thì phải nhiệt luyện phù hợp với Bảng 24 và phải thực hiện các thử nghiệm theo 4.14.17 để chứng minh rằng vật liệu đảm bảo các đặc tính cần thiết.

Tỷ lệ phần trăm của biến dạng thớ biên phải được xác định theo các công thức (83), (84) hoặc (85) tùy theo trường hợp áp dụng. Việc lựa chọn công thức thích hợp phụ thuộc vào quy trình gia công và hình dạng của sản phẩm cuối cùng, tuân theo phân loại theo tạo hình một công đoạn (ví dụ thân trụ) hoặc tạo hình hai công đoạn (ví dụ đáy chòm cầu, các công đoạn dàn mỏng).

Đối với gia công tạo hình hai công đoạn (ví dụ các đáy chòm cầu):

$$\text{Strain (\%)} = \frac{75t}{R_f} \left( 1 - \frac{R_f}{R_o} \right) \quad \dots (83)$$

Đối với gia công tạo hình một công đoạn (ví dụ thân trụ hoặc côn):

$$\text{Strain (\%)} = \frac{50t}{R_f} \left( 1 - \frac{R_f}{R_o} \right) \quad \dots (84)$$

Trong đó:

- $t$  là chiều dày danh nghĩa của tấm, tính theo milimét
- $R_f$  là bán kính ngoài sau khi gia công, tính theo milimét

## TCVN 12728:2019

$R_0$  bán kính trong nguyên gốc (bằng vô cực đối với tấm phẳng), tính theo milimét;  
Đối với đáy chòm cầu, biến dạng có thể tính theo công thức thay thế khác sau đây:

$$\text{Strain (\%)} = 100 \ln \left( \frac{D_0}{D_e - 2t} \right) \quad \dots (85)$$

Trong đó:

- $t$  là chiều dày danh nghĩa của tấm phôi ban đầu, tính theo milimét
- $D_0$  là đường kính của phôi hoặc đường kính của sản phẩm trung gian, tính theo milimét
- $D_e$  là đường kính ngoài của sản phẩm cuối cùng, tính theo milimét;
- $\ln$  là lôgarit tự nhiên

### 4.6.3.2 Các loại thép austenit và austenit-ferit (thép nhóm K và M)

Các loại thép không gỉ austenit (nhóm K) có thể được gia công nguội mà không cần nhiệt luyện tiếp theo, khi các điều kiện sau đây được áp dụng:

- (a) Khi độ giãn dài quy định nhỏ nhất  $\geq 30\%$  và mức độ biến dạng nguội không vượt quá 15%, hoặc độ giãn dài dư sau khi gia công nguội được chứng minh là  $\geq 15\%$ .
- (b) Với mức độ biến dạng nguội lớn hơn 15%, kết quả kiểm tra trong từng trường hợp cho thấy độ dẫn dài sau khi gia công nguội ít nhất là 15%.
- (c) Đối với các đáy được gia công nguội (đáy elip, đáy chòm cầu và bán cầu) chứng chỉ vật liệu của vật liệu cơ bản (trước khi gia công nguội) có thể hiện giá trị về độ giãn dài như sau:
  - $\geq 40\%$  đối với chiều dày  $\leq 15$  mm
  - $\geq 45\%$  đối với chiều dày  $> 15$  mm

Tất cả các giá trị độ giãn dài được trích dẫn trên đây đối với các vật liệu thực nhận được căn cứ trên chiều dài chuẩn đo bằng 5 lần đường kính mẫu thử.

Đối với các mục (a) và (b), mức độ biến dạng phải được xác định từ các công thức (83), (84) hoặc (85), tùy theo trường hợp tương tích.

Các thép austenit crôm-niken (nhóm K) và các loại thép ferit-austenit crôm-niken (nhóm M) có thể được gia công nguội, với điều kiện là sau đó các vật liệu này phải được nhiệt luyện để làm mềm và tẩy hoàn toàn vảy oxit khi độ biến dạng thớ biên vượt quá 10%. Việc nhiệt luyện này có thể bỏ qua đối với độ biến dạng đến 15%, nếu thử nghiệm cho thấy:

- (i) mức độ gia công nguội không làm giảm khả năng chống ăn mòn, không làm giảm độ dai va đập xuống dưới giới hạn chấp nhận, không làm giảm độ giãn dài xuống dưới 15%; hoặc
- (ii) trong trường hợp nhiệt luyện có thể gây ra những biến dạng không chấp nhận được.

Khi không đáp ứng được các điều kiện trong (a) hoặc (b), thì việc nhiệt luyện để làm mềm hoàn toàn thép nhóm K và M là cần thiết, và phải thực hiện nhiệt luyện theo Bảng 25.

#### 4.6.3.3 Các tấm được hàn trước khi gia công nguội

Việc gia công nguội các tấm được hàn trước với nhau cần được giới hạn trong các vật liệu và chiều dày nêu trong Bảng 26, vì việc gia công sẽ khiến cho mối hàn phải chịu biến dạng nguội.

Trước khi gia công nguội, mũ mối hàn phải được mài phẳng.

Khi có bất kỳ phần nào của mối hàn bị biến dạng quá 0,5%, phần mối hàn đó phải được kiểm tra bằng phương pháp chụp tia bức xạ hoặc siêu âm, ngoài ra thép thuộc các nhóm từ A2 đến M phải được kiểm tra để phát hiện vết nứt bằng các phương pháp từ tính hoặc thăm thấu, trừ khi nhà chế tạo áp dụng các quy trình khác đã được chứng minh bằng kinh nghiệm thực tiễn.

**Bảng 26 – Các mối hàn được gia công nguội – Chiều dày lớn nhất khuyến nghị đối với vật liệu cơ bản**

Nhóm vật liệu (xem 4.2)	Loại vật liệu	Cấp thử Charpy	Chiều dày lớn nhất khuyến nghị, mm
A1	Thép cacbon và cacbon-mangan (độ bền thấp)	- LT 20 đến LT 50	20 25
A3	Thép cacbon và cacbon-mangan (giới hạn chảy cao)	-	20
A2	Thép cacbon và cacbon-mangan (độ bền trung bình)	- LT 20 đến LT 50	16 20
B	Thép hợp kim (hợp kim < 3/4)	-	Không được phép
C	Thép hợp kim ( $3/4 \leq$ hợp kim tổng < 3)	-	
D1	Thép hợp kim (loại chứa vanadi)	-	
D2	Thép hợp kim ( $3 \leq$ hợp kim tổng < 10)	-	
E	Thép 3 1/2 nicken	Tất cả	16
F đến M	Các thép hợp kim thấp và hợp kim cao khác	Tất cả	Chiều dày được xác định bằng cách thử quy trình hoặc qua kinh nghiệm đã được kiểm chứng

CHÚ THÍCH: Chiều dày này có thể tăng lên bằng cách gia nhiệt kim loại cơ bản lên đến 200 °C, với điều kiện quy trình thực hiện này được chấp thuận.

#### 4.6.4 Gia công nguội đối với ống

##### 4.6.4.1 Gia công uốn nguội ống (trừ ống sinh hơi, quá nhiệt, tái quá nhiệt và hâm nước)

Các cú uốn nguội trong các ống, trừ ống được quy định trong 4.6.4.2, 4.6.4.3 và 4.6.4.4 phải được nhiệt luyện theo 4.6.4.4 trong các trường hợp sau đây:

- Các cú uốn nguội trong các vật liệu thuộc các nhóm từ A tới G được uốn với bán kính đường tâm nhỏ hơn  $3,5D$ , trong đó  $D$  là đường kính ngoài của ống, tính theo milimet.
- Thiết kế kỹ thuật đòi hỏi phải nhiệt luyện để tăng cường khả năng chống nứt do ăn mòn bởi ứng lực và các môi trường làm việc chịu ăn mòn khác.

##### 4.6.4.2 Các ống uốn nguội cho các bộ phận nổi hơi

Các cú uốn nguội trong ống sinh hơi, quá nhiệt, tái quá nhiệt và hâm nước phải được nhiệt luyện theo 4.6.4.5 trong các trường hợp sau:

**TCVN 12728:2019**

(a) Khi độ mỏng thành tại bất kỳ vị trí nào trên lưng cút uốn vượt quá 25% chiều dày thực của ống thẳng, chiều dày này được đo tại phần thẳng trên cùng một mặt phẳng đi qua lưng cút uốn tại mỗi đầu của cút uốn.

(b) Khi tỷ số  $R/D$  của cút uốn nằm trong các giới hạn sau:

Thép nhóm A1, A2 và B .....	$R/D < 1,5$
Thép nhóm C .....	$R/D < 2,5$
Thép nhóm D1, D2, H, J, K và L .....	$R/D < 3,0$

Trong đó:

$D$  là đường kính ngoài của ống, tính theo milimét

$R$  là bán kính trung bình của đường tâm ống tại chỗ uốn, tính theo milimét

Đối với thép thuộc các nhóm A1, A2, B và C, yêu cầu nhiệt luyện tại các giá trị thấp hơn của  $R/D$  có thể được miễn trừ, khi các giá trị độ cứng đo tại lưng của 2% số cút uốn bao gồm cả cút uốn đầu tiên của mỗi ca hoặc được thể hiện qua các thử nghiệm trước đây theo lựa chọn của nhà chế tạo, không vượt quá các trị số được đưa ra dưới đây:

Nhóm vật liệu (xem 4.2)	Độ cứng HV 30 lớn nhất tại lưng cút uốn	Độ lệch lớn nhất của độ cứng HV 30 giữa lưng cút uốn và phần thẳng
A1, A2	250	100
B, C	275	125

Ngoài ra đối với thép thuộc các nhóm A1, A2, B, C khi  $R/D < 1,2$ , các yêu cầu nhiệt luyện có thể được miễn trừ, khi nhà sản xuất có thể chứng minh được những điều sau:

- (i) Có bằng chứng về khả năng làm việc thỏa đáng trong thực tiễn của các cút uốn không được nhiệt luyện.
- (ii) Bằng các thử nghiệm phá hủy trên ít nhất ba cút uốn để chứng minh rằng độ bền của cút uốn không nhỏ hơn so với ống thẳng.

Ký hiệu  $D$  và  $R$  được nêu trong 4.6.4.1.

#### 4.6.4.3 Rèn khuôn, rèn chồn và nong nguội

Các sản phẩm rèn khuôn, rèn chồn và nong nguội (trừ núc ống để lắp vào mặt sàng, bao hơi, bao nước và ống góp được quy định trong 4.15) phải được nhiệt luyện theo 4.6.4.4, trừ thép thuộc các nhóm A1, A2, B và C, khi độ cứng nêu ra dưới đây được đáp ứng:

Nhóm vật liệu	Độ cứng HV 30 lớn nhất tại vị trí gia công	Độ lệch lớn nhất của độ cứng HV 30 giữa vị trí gia công và vị trí không gia công
A1, A2	250	100
B, C	275	125

#### 4.6.4.4 Nhiệt luyện sau khi gia công nguội ống

Trong trường hợp nhiệt luyện được yêu cầu đối với các bộ phận được chế tạo theo 4.6.4.1, 4.6.4.2 hoặc 4.6.4.3, các quy trình nhiệt luyện phải phù hợp với Bảng 24, và sau đó phải được ram khi tiêu chuẩn vật liệu gốc quy định.

Ngoài ra, khi nhà chế tạo thực hiện đầy đủ các thử nghiệm để chứng minh rằng nhiệt luyện để khử ứng suất có thể đảm bảo khôi phục lại được các đặc tính cần thiết của vật liệu đối với các điều kiện làm việc dự kiến, thì việc nhiệt luyện như vậy có thể thay thế các yêu cầu nhiệt luyện để thường hóa vật liệu như quy định trong Bảng 24.

#### 4.6.5 Uốn ống bằng gia nhiệt cảm ứng

##### 4.6.5.1 Yêu cầu chung

Uốn ống bằng gia nhiệt cảm ứng là một phương pháp uốn ống sử dụng cuộn cảm ứng để tạo ra một băng gia nhiệt hẹp, bao quanh vật liệu được uốn. Khi đạt được nhiệt độ thích hợp, vật liệu được đẩy về phía trước qua cuộn cảm ứng với tốc độ định trước cùng lúc tác dụng mômen uốn. Sau khi đi qua cuộn cảm ứng vật liệu có thể được làm nguội bằng không khí, hoặc nước phun, hoặc bằng các phương pháp khác để tăng hoặc giảm tốc độ làm mát, phụ thuộc vào hàm lượng hợp kim của vật liệu cơ bản và các cơ tính được yêu cầu theo tiêu chuẩn vật liệu gốc.

##### 4.6.5.2 Quy trình uốn

Toàn bộ việc uốn ống bằng gia nhiệt cảm ứng phải được thực hiện bằng cách sử dụng các quy trình đã được đánh giá, trong đó đã xác lập các biến chính của quy trình uốn. Số lượng và chi tiết của các biến chính phụ thuộc vào loại vật liệu và điều kiện thiết kế, và các yêu cầu về quy trình phải được thống nhất giữa người mua và nhà chế tạo gồm các biến sau:

- a) Các biến chính cho tất cả các hạng mục uốn:
  - (i) Các nhóm vật liệu.
  - (ii) Dài nhiệt độ uốn.
  - (iii) Loại và khối lượng môi chất làm nguội.
- b) Các biến bổ sung có thể bao gồm:
  - (i) Tốc độ uốn.
  - (ii) Dung sai chiều dày của ống trước khi uốn.
  - (iii) Các yêu cầu nhiệt luyện sau khi uốn.
  - (iv) Dung sai về độ ôvan sau khi uốn.

##### 4.6.5.3 Đánh giá quy trình

Thử nghiệm các quy trình uốn ống bằng gia nhiệt cảm ứng phải bao gồm tất cả các hạng mục uốn, thử độ cứng bề mặt và thử kéo đối với mẫu lấy từ phần uốn cong của ống dùng để thử nghiệm đánh giá

## **TCVN 12728:2019**

quy trình. Các thử nghiệm bổ sung có thể bao gồm các phép thử sau đây khi có yêu cầu của các điều kiện thiết kế hoặc yêu cầu của người mua:

- (a) Thử va đập Charpy rãnh khía chữ V.
- (b) Thử độ cứng tế vi.
- (c) Khả năng ăn mòn giữa các hạt tinh thể (chỉ đối với vật liệu nhóm K).

### **4.6.5.4 Uốn ống trong sản xuất**

Uốn ống trong sản xuất thực hiện bằng quy trình gia nhiệt cảm ứng phải tuân thủ các giới hạn về dung sai kích thước được quy định trong 4.7.

Ngoài ra, 10% của tất cả các cút uốn phải được thử độ cứng bề mặt tại các vị trí thỏa thuận giữa người mua và nhà chế tạo. Nếu các cút uốn khi thử có giá trị độ cứng lớn nhất vượt quá giá trị đã được thống nhất, thì tất cả các cút uốn còn lại trong mẻ chế tạo đó phải được nhiệt luyện theo các yêu cầu của Bảng 34.

### **4.6.6 Sửa chữa các khuyết tật bề mặt sau khi gia công**

Bề mặt của tất cả các sản phẩm sau khi gia công phải được kiểm tra trực quan. Các khu vực có các khuyết tật bề mặt như vết nứt, lõm, trầy xước, gập và đóng vảy phải được làm sạch để loại bỏ các khuyết tật và các khu vực đó phải được kiểm tra bằng phương pháp dò khuyết tật bề mặt phù hợp với vật liệu để đảm bảo loại bỏ hoàn toàn khuyết tật.

Khi chiều sâu của vết mài cần thiết để loại bỏ khuyết tật không làm giảm chiều dày của vật liệu xuống dưới chiều dày thiết kế nhỏ nhất cộng với trị số bổ sung cho ăn mòn hoặc các trị số bổ sung khác áp dụng cho chiều dày, thì bộ phận đó có thể được chấp nhận sử dụng. Khi chiều sâu của vết mài làm giảm chiều dày vật liệu xuống dưới chiều dày này, và chiều sâu của vết mài không đủ để cho phép loại bỏ các khuyết tật theo tiêu chuẩn sản phẩm, thì vật liệu có thể được sửa chữa bằng cách hàn đắp bằng cách sử dụng một quy trình hàn đã được phê duyệt, và sau đó thực hiện nhiệt luyện sau hàn nếu có chỉ định theo 4.14.

Việc sửa chữa các khuyết tật khi chiều sâu của vết mài nhằm loại bỏ khuyết tật vượt quá mức cho phép của tiêu chuẩn sản phẩm chỉ được phép thực hiện sau khi thống nhất về quy trình giữa nhà chế tạo và cơ quan kiểm định.

## **4.7 Dung sai kích thước đối với các bộ phận chịu áp lực được gia công tạo hình**

### **4.7.1 Yêu cầu chung**

Trong 4.7 này quy định các dung sai kích thước cho các bộ phận chịu áp lực được gia công tạo hình theo các phương pháp được đề cập trong 4.6. Tất cả các bộ phận phải được nhà chế tạo kiểm tra để tuân thủ các quy định trong 4.7 này trước khi tiến hành lắp ráp hoặc các công đoạn chế tạo tiếp theo.

## 4.7.2 Dung sai đối với thân và đáy nồi hơi

### 4.7.2.1 Chu vi thân hình trụ

Sai lệch giữa chu vi bên ngoài của thân hoàn thiện so với chu vi tính toán (dựa trên đường kính trong danh nghĩa và chiều dày thực của vật liệu) không được vượt quá các giá trị được quy định trong Bảng 27.

**Bảng 27 – Dung sai chu vi**

Kích thước tính theo millimet

Đường kính ngoài ( $D_o$ )(bằng đường kính trong danh nghĩa cộng 2 lần chiều dày thực của tấm)	Dung sai chu vi (xem chú thích)
$D_o \leq 100$	$\pm 2,5$
$100 < D_o \leq 200$	$\pm 3$
$200 < D_o \leq 300$	$\pm 4$
$300 < D_o \leq 600$	$\pm 5$
$D_o > 600$	$\pm 0,25\%$ chu vi

CHÚ THÍCH: Có thể cần dung sai nhỏ hơn đối với các khoan thân để đảm bảo yêu cầu gá lắp các mối hàn theo chu vi.

### 4.7.2.2 Độ tròn của thân trụ chịu áp suất trong

Độ sai lệch giữa đường kính lớn nhất và nhỏ nhất tại mỗi mặt cắt ngang vuông góc với trục của thân trụ hoàn thiện không được vượt quá giá trị được đưa ra trong Bảng 28. Các đường kính có thể được đo bên ngoài đoạn thân hoàn thiện nếu không có cách tiếp cận để đo bên trong. Các đường kính đo bên ngoài phải được điều chỉnh thành đường kính trong bằng cách sử dụng chiều dày thực của tấm tại mặt cắt ngang được xem xét.

Các phần phẳng hoặc phần gò tại các mối hàn, và mọi độ sai lệch cục bộ trên đường chu vi của thân không được vượt quá giá trị nêu trong Bảng 28.

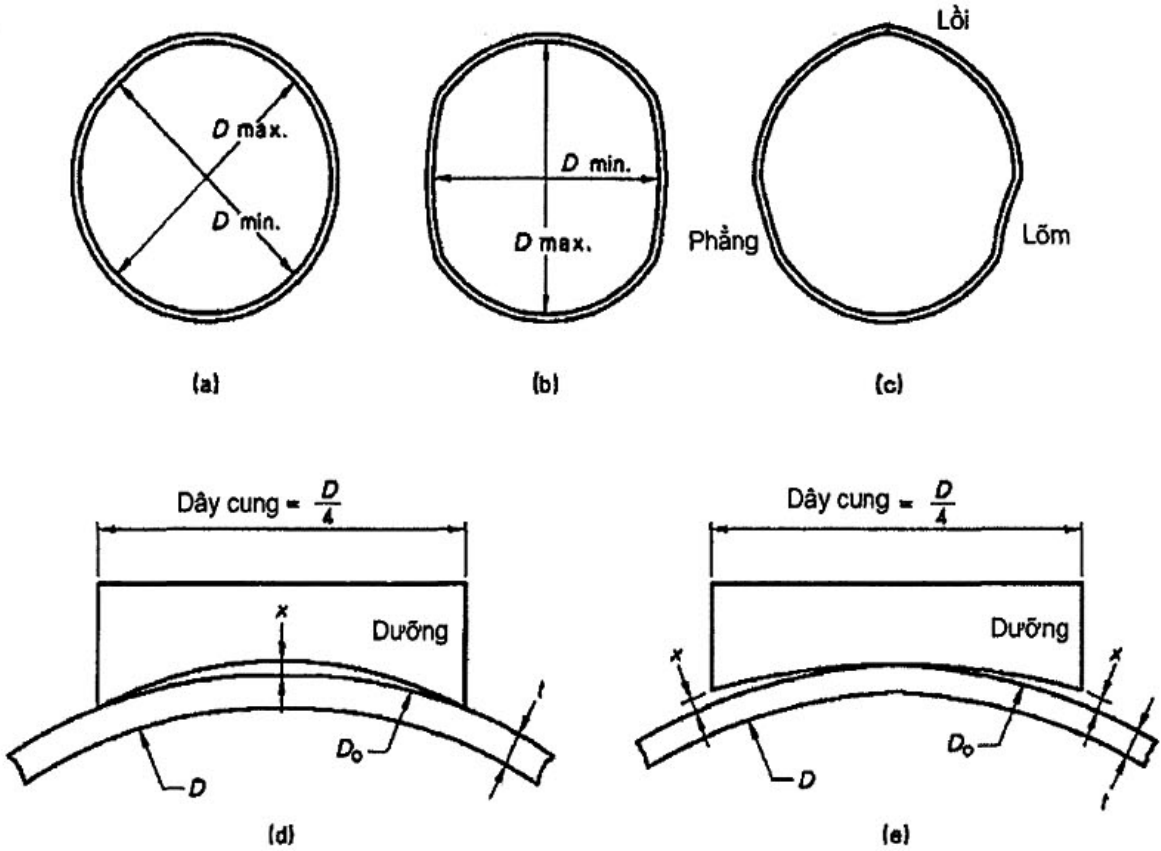
Trong trường hợp mặt cắt ngang đi qua lỗ khoét, độ sai lệch về đường kính trong nêu tại Bảng 28 có thể tăng thêm 2% đường kính trong của lỗ khoét.

Các đoạn thân được chế tạo từ ống có thể có các độ lệch cho phép khác nhau về đường kính (được đo bên ngoài) phù hợp với dung sai cho phép của tiêu chuẩn sản xuất ống.

Xem thêm 4.7.2.7 về phương pháp đo.

**Bảng 28 – Độ tròn của thân trụ chịu áp suất trong**

Đường kính trong danh nghĩa ( $D$ ) mm	Độ lệch lớn nhất giữa các đường kính trong lớn nhất và nhỏ nhất	Độ lệch lớn nhất so với biên dạng thiết kế (trên chiều dài dây cung bằng $0,25D$ đường kính trong danh nghĩa) (giá trị $\times$ trên Hình 93)
		Phần trăm đường kính trong danh nghĩa
$D \leq 900$	1	0,375
$900 < D \leq 1500$	1	0,35
$D > 1500$	1	0,30



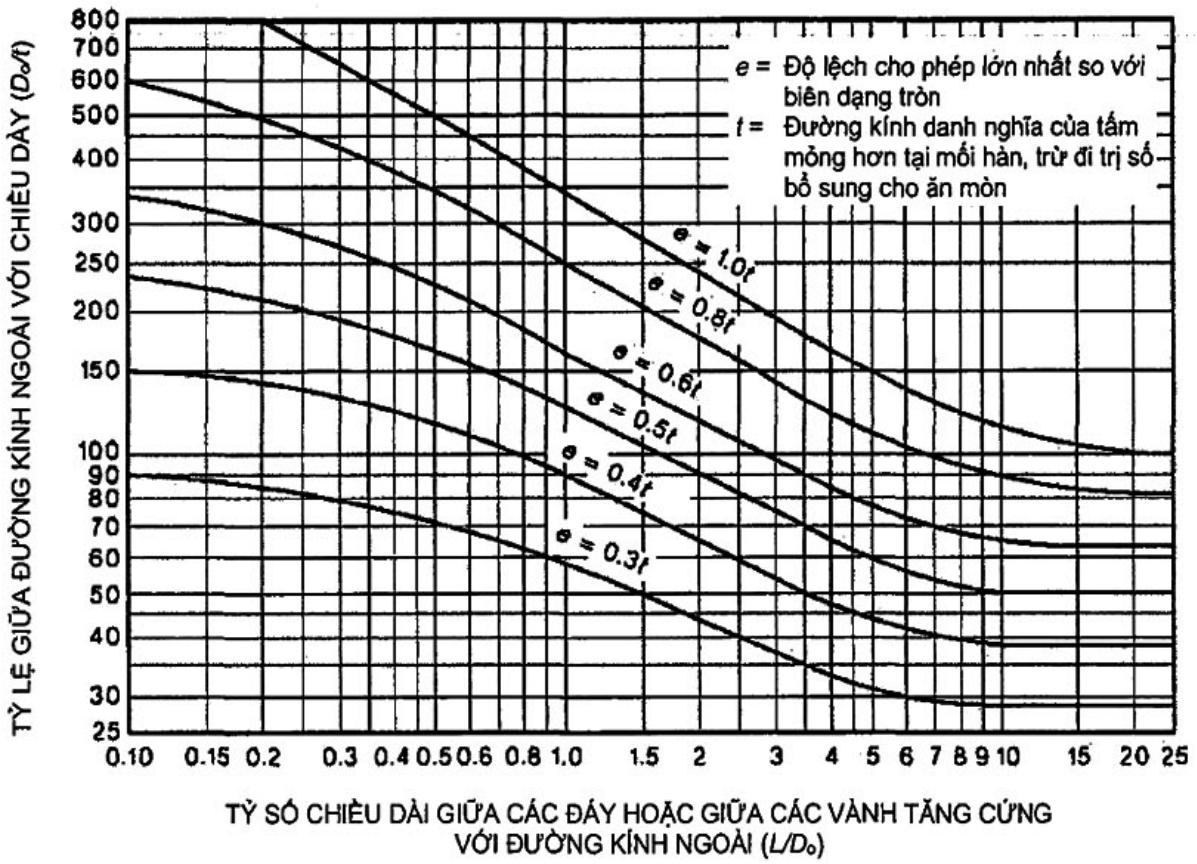
Hình 93 – Độ tròn của thân và đáy

#### 4.7.2.3 Độ tròn của thân trụ chịu áp suất ngoài

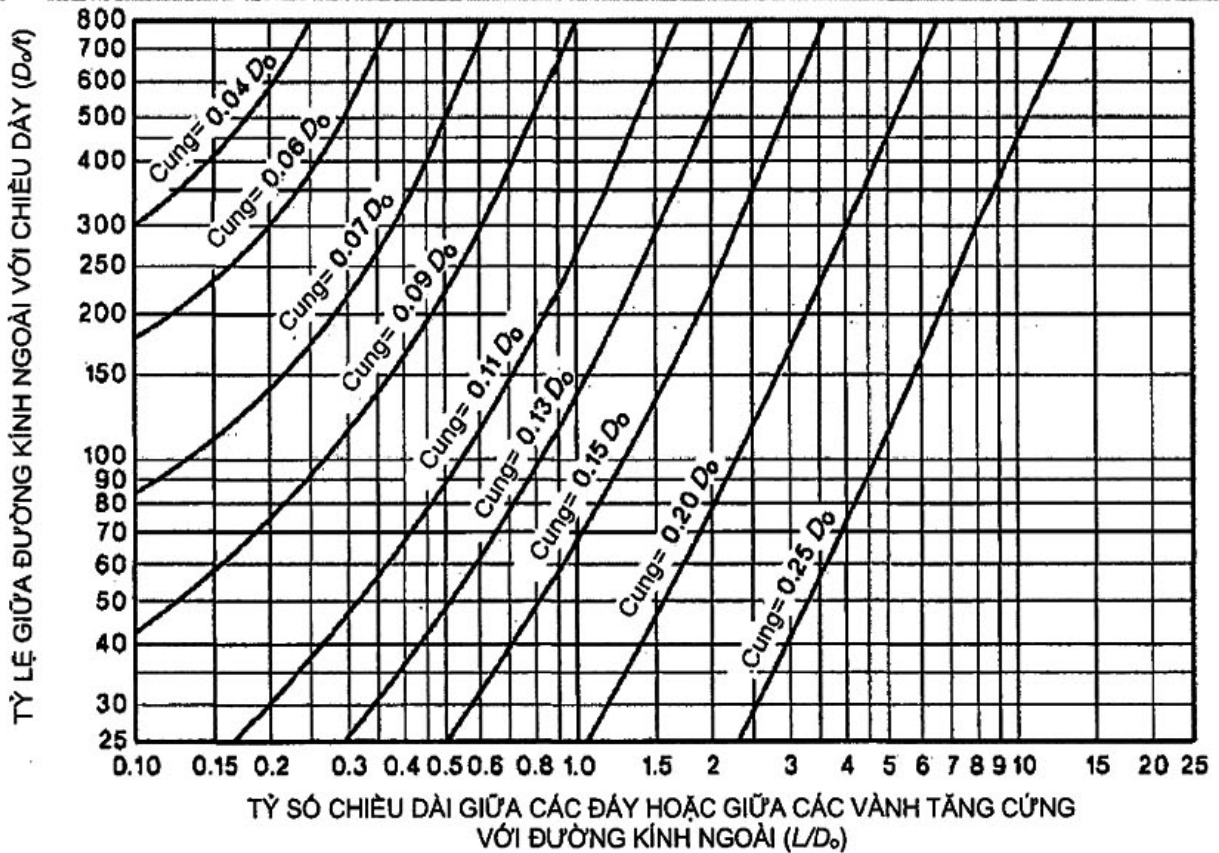
Thân trụ hoàn thiện làm việc với áp suất ngoài phải đáp ứng các yêu cầu sau đây tại mọi mặt cắt ngang vuông góc với trục thân:

- (a) Các giới hạn về độ không tròn quy định trong 4.7.2.2 phải được áp dụng.
- (b) Độ lệch (dương hoặc âm) lớn nhất so với đường tròn chuẩn, đo qua tâm trên mặt trong hoặc mặt ngoài của thân, không được vượt quá độ lệch cho phép lớn nhất  $e$  trong Hình 94. Các phép đo phải được thực hiện bằng một tấm dưỡng tròn phân đoạn có bán kính trong hoặc bán kính ngoài theo thiết kế (tùy thuộc vào vị trí đo được thực hiện) và có chiều dài bằng hai lần chiều dài cung lấy từ Hình 95.

Xem thêm 4.7.2.7 về phương pháp đo.



Hình 94 – Độ tròn của thân trụ chịu áp suất ngoài



Hình 95 – Cung tương ứng với chiều dài dây cung để xác định độ không tròn của thân trụ chịu áp suất ngoài

4.7.2.4 Độ thẳng của thân hình trụ

Nếu không có sự thỏa thuận đặc biệt giữa nhà chế tạo và người mua thì độ lệch lớn nhất so với đường thẳng không được vượt quá 0,3% tổng chiều dài đoạn trụ của thân, hoặc mỗi đoạn riêng biệt có chiều dài 5 m. Các phép đo phải được thực hiện trên bề mặt của tấm vật liệu cơ bản, và không được thực hiện trên mối hàn, phụ kiện hoặc các điểm nhô lên khác.

4.7.2.5 Biên dạng của các đáy cong

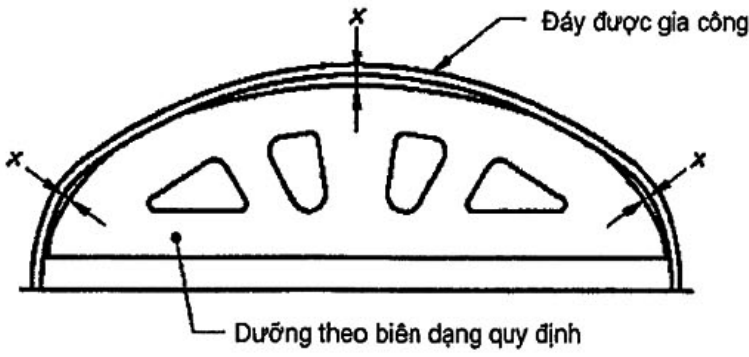
Khi đo vuông góc với biên dạng quy định (xem Hình 96), độ sai lệch giữa mặt trong của đáy so với biên dạng quy định không được vượt quá các trị số sau:

- (a) Đối với các đáy có dạng chòm cầu và dạng elip: 1,25% đường kính trong của đáy đo tại đoạn trụ.
- (b) Đối với các đáy có chiều sâu bên trong lớn hơn 0,45 lần đường kính trong danh nghĩa của đáy: giá trị nhỏ hơn giữa độ sai lệch lớn nhất nêu trong Bảng 28 và 10 mm. Trong trường hợp này, chiều dài dây cung (như thể hiện trong Hình 93) được lấy bằng 0,25 lần đường kính trong danh nghĩa của đáy, nhưng trong mọi trường hợp không được lớn hơn 2 m.

Mọi sai lệch cho phép so với biên dạng quy định không được thay đổi đột ngột và phải nằm phía ngoài biên dạng lý thuyết.

Phần trụ của đáy phải đáp ứng các yêu cầu trong 4.7.2.1, ngoài ra phải đáp ứng các yêu cầu trong 4.7.2.2 hoặc 4.7.2.3, tùy theo trường hợp áp dụng.

Bề mặt tại vai đáy phải chuyển tiếp đều với đoạn trụ và với phần chòm của đáy chòm cầu.



Hình 96 – Biên dạng của đáy được gia công

4.7.2.6 Biên dạng của các bộ phận hình cầu và các bộ phận có dạng khác

Dung sai về biên dạng của các bộ phận hình cầu phải tuân thủ các yêu cầu đối với đáy cong. Đối với các đoạn côn có nửa góc ở đỉnh nhỏ hơn 60° phải áp dụng các dung sai đối với thân trụ.

4.7.2.7 Đo độ tròn và độ lệch so với biên dạng

Đo độ tròn và độ lệch so với biên dạng của thân và đáy phải được thực hiện trên các chi tiết đã hoàn thành. Độ lệch so với biên dạng của đáy phải được đo sau gia công tạo hình hoặc sau khi nhiệt luyện.

Các phép đo phải được thực hiện trên bề mặt phần vật liệu cơ bản, và không được thực hiện trên mối hàn hoặc các điểm có gắn các chi tiết khác. Các phép đo có thể được thực hiện trên bề mặt bên trong hoặc bên ngoài, nhưng nếu đo ở bên ngoài, phải thực hiện điều chỉnh thành kích thước trong theo chiều dày thực của tấm tại mặt cắt ngang được xem xét.

Độ tròn của thân trụ có thể được đo khi đặt thân ở phương ngang hoặc phương đứng. Trường hợp kiểm tra khi thân đặt ở phương ngang, mỗi phép đo đường kính phải được lặp lại sau khi quay thân 90° quanh trục dọc. Hai phép đo cho mỗi đường kính phải được tính trung bình và được sử dụng để xác định độ tròn.

Phải thực hiện đủ số lượng phép đo trên các bộ phận để đảm bảo rằng toàn bộ bề mặt của thân hoặc đáy đáp ứng được các yêu cầu.

#### 4.7.2.8 Chỉnh sửa biên dạng

Để loại bỏ các chỗ gò, chỗ phình, chỗ lõm và các khuyết tật tương tự, biên dạng của thân và đáy có thể được chỉnh sửa bằng bất kỳ quy trình thích hợp nào. Cho phép cuốn nguội các đoạn thân đã hàn để chỉnh sửa những sai lệch nhỏ về độ tròn trong giới hạn của 4.6.3, với điều kiện phải thực hiện mọi yêu cầu kiểm tra không phá hủy sau khi chỉnh sửa.

### 4.7.3 Các dung sai về kích thước đối với ống nồi hơi sau khi uốn

#### 4.7.3.1 Yêu cầu chung

Các ống được uốn nóng hoặc uốn nguội, sử dụng cho các bộ phận nồi hơi như ống bộ hâm nước, ống vách buồng đốt, ống quá nhiệt và tái quá nhiệt phải tuân thủ các yêu cầu sau:

- (a) Mối hàn theo chu vi không được phép nằm trong cút uốn.
- (b) Độ mỏng thành và độ không tròn phải được kiểm chứng bằng một trong các cách sau:
  - (i) Dựa trên kinh nghiệm thực tiễn cho thấy phù hợp với các điều kiện làm việc.
  - (ii) Dựa trên kết quả thử nghiệm quy trình.
  - (iii) Bằng cách đo 2% số cút uốn, bao gồm cả cút uốn đầu tiên trong mỗi ca.

Phương pháp do nhà chế tạo lựa chọn.

#### 4.7.3.2 Độ mỏng thành của cút uốn

Độ mỏng thành của cút uốn phải tuân thủ các yêu cầu sau:

- (a) Tại mọi vị trí quanh lưng cút uốn, độ giảm chiều dày (tính theo %) dưới chiều dày thiết kế nhỏ nhất được tính toán cho ống thẳng, trừ khi được cho phép theo (b), không được vượt quá:

$$\frac{100}{\frac{4R}{D} + 2}$$

Trong đó:

## TCVN 12728:2019

$D$  là đường kính ngoài của ống thẳng thương phẩm đặt hàng, tính theo milimét

$R$  là bán kính trung bình của cút uốn đo theo đường tâm ống, tính theo milimét

- b) Cho phép chiều dày cút uốn nhỏ hơn giá trị tối thiểu được yêu cầu theo (a) khi nhà chế tạo có thể chứng minh bằng các thử nghiệm phá hủy trên ít nhất ba cút uốn cho thấy độ bền của cút uốn không nhỏ hơn độ bền ống thẳng.

### 4.7.3.2 Độ ôvan

Độ ôvan của cút uốn phải tuân thủ các yêu cầu sau:

Độ ôvan của cút uốn không được vượt quá 10% khi bán kính uốn lớn hơn hoặc bằng hai lần đường kính và các yêu cầu trong 4.7.4.4 đối với bán kính khác.

Độ ôvan (tính theo %) được tính theo công thức:

$$\frac{D_{\max} - D_{\min}}{D} \times 100$$

Trong đó:

$D$  là đường kính ngoài của ống thẳng thương phẩm đặt hàng, tính theo milimét

$D_{\max}$  là đường kính ngoài lớn nhất đo tại cút uốn, tính theo milimét

$D_{\min}$  là đường kính ngoài nhỏ nhất đo tại vị trí xác định  $D_{\max}$ , tính theo milimét

## 4.7.4 Các dung sai về kích thước đối với đường ống kết nối và các ống khác sau khi uốn

### 4.7.4.1 Yêu cầu chung

Các ống uốn nóng hoặc uốn nguội, không bao gồm các ống quy định trong 4.7.3, nhưng có bao gồm các đường ống kết nối các bộ phận của nồi hơi, phải được chế tạo tuân thủ các yêu cầu quy định tại 4.7.4 này.

### 4.7.4.2 Chiều dày

Chiều dày nhỏ nhất ( $t_b$ ) của ống thẳng dùng để uốn theo bán kính quy định trong Bảng 29 phải được xác định từ các công thức (86) và (87), trừ khi có thể chứng minh được rằng việc sử dụng ống có chiều dày nhỏ hơn  $t_b$  sau khi uốn vẫn đảm bảo chiều dày cần thiết nhỏ nhất của ống ( $t_m$ ) theo yêu cầu của tiêu chuẩn thiết bị áp lực.

Đối với ống có đường kính ngoài  $\leq 220$  mm, và đối với các ống có đường kính ngoài  $> 220$  mm được uốn theo bán kính quy định tại Cột 2, Bảng 29:

$$t_b = 1,125t_m \quad \dots (86)$$

Đối với các ống có đường kính ngoài  $> 220$  mm, khi  $t_m \geq 35$  mm được uốn theo bán kính quy định tại Cột 3, Bảng 29:

$$t_b = 1,1t_m \quad \dots (87)$$

CHÚ THÍCH: Giá trị của  $t_b$  là chiều dày nhỏ nhất và cần tính cả dung sai âm của vật liệu. Căn cứ vào điều kiện chế tạo có thể cần sử dụng các ống dày hơn mức tối thiểu này.

#### 4.7.4.3 Bán kính uốn ống

Ống phải được uốn cong theo bán kính đường tâm không nhỏ hơn các giá trị nêu trong Bảng 29. Trường hợp cần uốn với bán kính nhỏ hơn, phải có bổ sung chiều dày cho sự mỏng thành ở phần lưng cút uốn, trừ khi có thể chứng minh rằng việc sử dụng chiều dày  $t_b$  vẫn đảm bảo chiều dày  $t_m$  sau khi uốn.

#### 4.7.4.4 Độ ôvan

Độ ôvan của cút uốn không được vượt quá giá trị cho phép theo 4.7.3.2, trừ khi thiết kế có thể cho phép độ ôvan lớn hơn, hoặc có thể yêu cầu độ ôvan nhỏ hơn, tùy thuộc vào điều kiện làm việc, vật liệu và mức ứng suất áp dụng.

**Bảng 29 – Bán kính uốn nhỏ nhất đối với các ống điển hình  
với chiều dày được xác định theo 4.7.4**

Kích thước tính theo milimet

Đường kính ngoài	Bán kính đo theo đường tâm ống (Chú thích 1 và 2)	
	$t_b = 1,125t_m$ với tất cả các chiều dày	$t_b = 1,1t_m$ với chiều dày $t_b \geq 35$ mm
26,9	65	—
33,7	75	—
42,4	100	—
48,3	115	—
60,3	150	—
76,1	190	—
88,9	230	—
101,6	265	—
114,3	305	—
127,0	355	—
139,7	380	—
152,4	430	—
168,3	460	—
177,8	580	—
193,7	630	—
219,1	710	—
244,5	810	1 140
273,0	1 020	1 270
298,5	1 120	1 400
323,9	1 220	1 520
355,6	1 500	1 780
406,4	1 730	2 030
457,2	2 030	2 280

**CHÚ THÍCH:**

- 1 Đây là các chiều dày nhỏ nhất trên thực tế đối với từng cỡ ống, nếu chiều dày ống thấp hơn các giá trị này cần áp dụng bán kính uốn lớn hơn.
- 2  $t_m$  là chiều dày tính toán nhỏ nhất cần thiết của thành ống theo tiêu chuẩn áp dụng.

#### 4.8 Kết cấu hàn – Gá lắp các mối nối trước khi hàn

##### 4.8.1 Yêu cầu chung

Tất cả các mép hàn phải được chuẩn bị phù hợp với các chi tiết liên quan trên bản vẽ chế tạo.

Trước khi gá lắp, mọi vật liệu hàn phải được làm sạch gỉ, vảy, chất ẩm, dầu mỡ và bất kỳ tạp chất nào khác có thể ảnh hưởng đến tính toàn vẹn của kim loại hàn.

##### 4.8.2 Gá lắp các bộ phận để hàn

Các bộ phận cần được hàn phải được ghép nối, gá lắp, liên kết và định vị ở vị trí hàn để đảm bảo rằng các kích thước và dung sai được duy trì trong quá trình hàn và phải tuân thủ những quy định sau:

- (a) **Đồ gá:** Để duy trì độ thẳng và khe hở quy định trong quá trình hàn, các bộ phận hàn phải được giữ chặt ở đúng vị trí bằng các phương tiện cơ khí, ví dụ: tấm gông, thanh đỡ, ngàm, kẹp, thanh neo hoặc hàn đính. Khi sử dụng các tấm gông được hàn đính để đảm bảo độ thẳng và khe hở

quy định đối với các mối hàn có yêu cầu gia nhiệt sơ bộ, phải duy trì gia nhiệt trong khi thực hiện hàn các tấm gông.

- (b) *Các mối hàn đỉnh*: Các mối hàn đỉnh được để lại trong mối hàn hoàn thiện phải được thực hiện bằng chính quy trình hàn sử dụng cho mối hàn chính, và phải do các thợ hàn đã được đánh giá chứng nhận thực hiện. Chiều dày của mối hàn đỉnh phải tương đương với chiều dày lớp hàn lót đầu tiên. Chiều dài của một mối hàn đỉnh không được nhỏ hơn chiều dày danh nghĩa của bộ phận mỏng nhất hoặc 25 mm, tùy theo giá trị nào nhỏ hơn. Các mối hàn có vết nứt phải được loại bỏ.
- (c) *Dải lót hoặc vành lót*: Các dải lót hoặc vành lót nếu sử dụng phải phù hợp với vật liệu gốc được hàn.

Trường hợp các dải lót hoặc vành lót nóng chảy trong khi hàn và được giữ lại trong mối hàn cuối cùng, thì dải lót hoặc vành lót phải được làm bằng vật liệu có cùng đặc tính như một trong các vật liệu được hàn nối, hoặc từ vật liệu có tính hàn phù hợp với các loại khác vật liệu trong mối nối và phù hợp với điều kiện làm việc. Trong các đường ống, những dải lót hoặc vành lót như vậy phải được cố định bằng cách thích hợp và nếu cần thiết phải lượn mép để giảm thiểu sự thu hẹp dòng chảy và cho phép các thiết bị làm sạch đi qua.

Trường hợp sử dụng các dải lót bằng kim loại trong chế tạo và không giữ lại trong các mối hàn dọc, vật liệu dải lót phải có cùng thành phần danh nghĩa như một trong các vật liệu được hàn nối và phải được loại bỏ sau khi hàn, và mối hàn phải được mài sửa tron nhẵn trước khi thực hiện kiểm tra mối hàn.

Vành lót có thể là loại liên tục hoặc loại dải phân đoạn với khoảng cách giữa các đầu dải lót không quá 3 mm. Không được sử dụng các vành lót có thể hạn chế sự co ngót của các bộ phận trong quá trình hàn.

- (d) *Kim loại điền đầy nóng chảy*: Kim loại điền đầy nóng chảy được không được coi là vành lót, nhưng có thể được sử dụng với điều kiện vật liệu tạo ra chúng phù hợp với kim loại gốc và chúng được nóng chảy hoàn toàn trong mối hàn.
- (e) *Các tấm được ghép chồng*: Các tấm ghép chồng, tai móc, tai đỡ, ống nhánh và các bộ phận gia cường lỗ khoét phải được lắp sát với biên dạng bề mặt mà chúng được gắn vào (khe hở tối đa 1,5 mm) và được giữ với nhau trong quá trình hàn.
- (f) *Các lỗ thoát hơi/lỗ thăm*: Các tấm gia cường ống cụt và các miếng táp được lắp với mặt ngoài của thân phải có ít nhất một lỗ thoát hơi/lỗ thăm. Nếu các tấm gia cường được gắn vào mặt trong của thân, lỗ thoát hơi/lỗ thăm phải được khoan vào thân.

Cần tham khảo các tiêu chuẩn thiết kế áp dụng về các yêu cầu đối với lỗ thoát hơi/lỗ thăm.

**TCVN 12728:2019**

**4.8.3 Mối hàn đối với các bộ phận chịu áp lực của nồi hơi**

**4.8.3.1 Dung sai độ lệch mép**

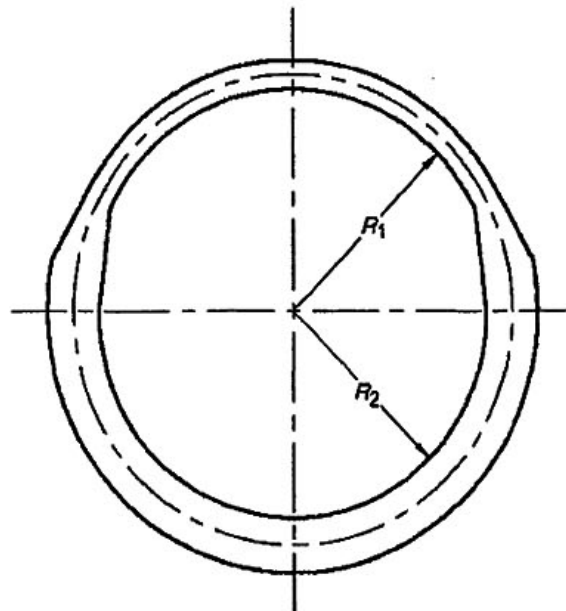
Bề mặt các bộ phận được hàn giáp mép với nhau không được lệch mép quá các giá trị sau:

Chiều dày danh nghĩa của tấm mỏng hơn ( $t$ ), mm	Độ lệch mép lớn nhất, mm
<b>(a) Đối với mối hàn dọc (ngoại trừ (c) dưới đây) (xem chú thích)</b>	
$t \leq 12$	$0,25t$
$12 < t \leq 50$	3
$t > 50$	$0,06t$ , nhưng $\leq 10$
<b>(b) Đối với mối hàn theo chu vi (ngoại trừ (d) dưới đây)</b>	
$t \leq 20$	$0,25t$
$20 < t \leq 40$	5
$40 < t \leq 50$	$0,125t$
$t > 50$	$0,125t$ , nhưng $\leq 20$
<b>(c) Đối với mối hàn dọc trong các loại thép thuộc nhóm F hoặc G</b>	
$t \leq 12$	$0,2t$
$t > 12$	2,5
<b>(d) Đối với mối hàn theo chu vi trong các loại thép thuộc nhóm F hoặc G</b>	
$t \leq 12$	$0,2t$
$12 < t \leq 40$	5
$t > 40$	$0,125t$ , nhưng $\leq 6$

CHÚ THÍCH: Ngoài ra, độ lệch mép lớn nhất của đường giữa tấm là 10% chiều dày của tấm dày hơn nhưng không vượt quá 3 mm.

Các mối hàn trong các bộ phận hình cầu, trong các đáy, hoặc các mối hàn giữa thân và các đáy bán cầu phải đáp ứng các yêu cầu trên đây đối với mối hàn dọc.

Khi bao hơi, bao nước của nồi hơi được làm bằng các tấm có chiều dày khác nhau, các tấm phải được bố trí sao cho các đường giữa của tấm tạo thành một vòng tròn liên tục (xem Hình 97). Tấm dày hơn phải được vát đều cả bên trong và bên ngoài trên một khoảng cách bám theo chu vi không nhỏ hơn hai lần độ chênh về chiều dày sao cho hai tấm dày bằng nhau tại vị trí của mối hàn dọc.



**Hình 97 – Bao hơi, bao nước của nồi hơi được rèn hoặc hàn gồm hai phần có chiều dày khác nhau**

Trong trường hợp các mối hàn giữa các tấm có chiều dày khác nhau vượt quá giá trị độ lệch mép lớn nhất cho phép trong 4.8.3.1 này, bề mặt của tấm dày hơn phải được vát nghiêng có độ dốc tối đa là 1:4.

#### 4.8.3.2 Số lượng mối hàn

Số lượng mối hàn trong một thiết bị phải ít nhất có thể, bao gồm mối hàn trên thân và đáy khi các bộ phận này không được làm từ các tấm liền.

#### 4.8.3.3 Vị trí mối hàn

Vị trí của mối hàn phải tuân thủ các yêu cầu sau:

- (a) *Yêu cầu chung:* Các mối hàn phải được bố trí để tránh các khu vực tập trung ứng suất hoặc có khả năng bị ăn mòn nghiêm trọng. Trường hợp đáy được làm từ một số tấm ghép lại, các mối hàn giữa các tấm cần bố trí để cắt qua khu vực vai uốn với chiều dài nhỏ nhất có thể. Các mối hàn phải được bố trí để cho phép thiết bị hàn và thợ hàn tiếp cận thực hiện công việc hàn theo yêu cầu.

Các mối hàn cần được bố trí sao cho có thể tiếp cận được bề mặt mối hàn để kiểm tra trực quan hoặc kiểm tra không phá hủy, và sao cho mối hàn có thể dễ dàng quan sát khi sử dụng (sau khi tháo lớp cách nhiệt nếu cần thiết) và cách xa các kết cấu đỡ.

- (b) *Bố trí so le các mối hàn dọc:* Cần lưu ý đến yêu cầu nhiệt luyện sau hàn khi có nhiều hơn hai mối hàn gặp nhau và khi có các yếu tố sau:
- (i) Các mối hàn dọc tại các khoanh thân liền kề không bố trí so le cách nhau ít nhất là năm lần chiều dày của tấm dày hơn trong mối nối.
  - (ii) Vật liệu là thuộc nhóm A đến M của Bảng 20.
  - (iii) Chiều dày vật liệu vượt quá 50% chiều dày đòi hỏi nhiệt luyện sau khi hàn theo 4.14.5.
  - (iv) Độ bền kéo nhỏ nhất của vật liệu vượt quá 490 MPa.

Trường hợp không áp dụng nhiệt luyện sau hàn, các mối hàn phải được kiểm tra bằng phương pháp chụp tia bức xạ hoặc siêu âm trên khoảng cách ít nhất là 100 mm về mỗi phía của mỗi giao điểm đó.

- (c) *Các lỗ khoét trên đường hàn:* Các lỗ khoét không được gia cường và các lỗ trên đáy nồi hơi và các bộ phận tương tự của nồi hơi có thể bố trí trên đường hàn chính hoặc cạnh đường hàn chính với điều kiện phải áp dụng các quy trình sau:
- (i) Lỗ khoét được khoan bằng máy.
  - (ii) Mối hàn đảm bảo đạt yêu cầu sau khi được kiểm tra không phá hủy trên chiều dài bằng ba lần đường kính của lỗ khoét với lỗ khoét ở giữa.
  - (iii) Mối hàn được kiểm tra trực quan và kiểm tra không phá hủy phù hợp, và mọi khuyết tật không được chấp nhận phải được sửa chữa.

**TCVN 12728:2019**

(d) *Gắn các bộ phận không chịu áp lực:* Cần tránh việc hàn các bộ phận chồng lên các mối hàn chính trong các bộ phận chịu áp lực. Nếu không thể tránh được các mối hàn này, các bộ phận này phải vượt qua hoàn toàn mối hàn chính để tránh tập trung ứng suất tại các khu vực này thay vì kết thúc đột ngột.

Tại bất cứ nơi nào có thể thực hiện được, chân của tất cả các mối hàn góc để gắn các ống nhánh, ống cụt, tai treo, tai đỡ, miếng táp và các chi tiết tương tự phải bố trí cách chân mối hàn góc của các ống nhánh hoặc ống cụt liền kề hoặc mép các mối hàn chính ít nhất là 40 mm hoặc ba lần chiều dày thân, tùy theo giá trị nào thấp hơn. Trường hợp không thể thực hiện được, cả hai mối hàn phải được kiểm tra trực quan để phát hiện vết nứt, và đối với thép hợp kim phải kiểm tra bằng phương pháp từ tính.

(e) *Tấm gia cường:* Mọi mối hàn trong tấm gia cường phải nằm trên đường tâm.

(f) *Mối hàn các kim loại không cùng chủng loại:* Việc hàn các bộ phận chịu áp lực bằng các vật liệu khác biệt về chủng loại, ví dụ thép ferit với thép austenit, hoặc gắn trực tiếp chúng với các bộ phận chịu áp lực cần tránh thực hiện tại công trường. Các quy trình hàn áp dụng cho việc hàn các phụ kiện đó tại xưởng sản xuất phải được đánh giá chứng nhận và thử nghiệm trước khi sử dụng.

**4.8.4 Mối hàn đối với đường ống kết nối**

**4.8.4.1 Mối hàn giáp mép**

Đối với các mối hàn giáp mép trên đường ống kết nối, các đầu ống phải được ghép nối phù hợp với các giới hạn trong Bảng 30, trừ khi có quy định khác trên bản vẽ thi công.

Dung sai của các bộ phận về đường kính, chiều dày thành và độ ôvan do sự sai lệch đường kính trong phải được điều chỉnh bằng cách doa, mài, khoan, bằng dụng cụ nong ống thích hợp, hoặc kết hợp các phương pháp này.

Không được phép rèn búa trên các phụ kiện đường ống để nắn chỉnh mối ghép.

**Bảng 30 – Độ lệch mép lớn nhất tại mối hàn ống**

Kích thước tính theo milimet

Đường kính trong danh nghĩa của ống (DN)	Đường ống loại 1					Đường ống loại 2 và 3
	Các phương pháp hàn trừ hàn TIG (GTAW)		Hàn TIG (GTAW)			Tất cả các phương pháp hàn
			Không có khe hở hàn		Có khe hở hàn	
Có vành lót	Không có vành lót	Có kim loại điền đầy	Không có kim loại điền đầy			
DN ≤ 100	0,5	1,0	0,5	1,0	1,0	1,5
100 < DN ≤ 300	0,5	1,5	0,5	1,0	1,5	2,0
DN > 300	1,0	2,5	-	1,5	2,5	2,0

#### 4.8.4.2 Các mối hàn với mặt bích

Các mặt bích có cổ hàn phải được hàn với ống bằng mối hàn giáp mép, và phải tuân theo các yêu cầu của 4.8.4.1.

Đối với mặt bích lồng, khe hở giữa đường kính ngoài của ống và đường kính trong của mặt bích phải tuân thủ Bảng 31.

**Bảng 31 – Khe hở lớn nhất giữa ống và bích**

Kích thước tính theo milimet

Chiều dày danh nghĩa của ống ( $T$ )	Khe hở lớn nhất tại mọi điểm	Tổng khe hở ở hai phía đối diện qua tâm	Chiều cao nhỏ nhất của chân mối hàn
$T \leq 3$	1,5	2,0	4
$3 < T \leq 4$	2,0	3,0	4
$4 < T \leq 5$	2,5	4,0	5
$T > 5$	3,0	5,0	6

### 4.9 Đánh giá chấp nhận quy trình hàn, vật liệu hàn và thiết bị hàn

#### 4.9.1 Yêu cầu chung

Tất cả các vật liệu được hàn trong quá trình chế tạo phải phù hợp với yêu cầu về đặc tính vật liệu của thiết kế và tiêu chuẩn áp dụng và phải chứng minh được chất lượng hàn tốt. Việc đánh giá đạt yêu cầu để chấp nhận quy trình hàn theo các yêu cầu của 4.9.2 được coi là bằng chứng về chất lượng hàn.

Nhà chế tạo phải chịu trách nhiệm về các quy trình hàn được sử dụng và trình độ tay nghề của các thợ hàn có khả năng áp dụng các quy trình hàn được lựa chọn.

#### 4.9.2 Đánh giá chấp nhận quy trình hàn

Nhà chế tạo phải thực hiện đánh giá chấp nhận các quy trình hàn được áp dụng trong sản xuất theo các yêu cầu của TCVN 8985 hoặc các tiêu chuẩn tương đương.

#### 4.9.3 Nhân sự hàn

##### 4.9.3.1 Năng lực của giám sát viên hàn

Tất cả các công việc hàn các bộ phận chịu áp lực phải được thực hiện dưới sự giám sát của một nhân sự đã được huấn luyện hoặc có kinh nghiệm phù hợp với các phương thức chế tạo và các quy trình hàn sử dụng trong quá trình sản xuất, trừ trường hợp các bên liên quan có thoả thuận khác.

##### 4.9.3.2 Năng lực của thợ hàn

Các thợ hàn tham gia hàn các bộ phận áp lực phải có chứng chỉ thợ hàn phù hợp theo TCVN 6700-1 hoặc các tiêu chuẩn tương đương khác được các bên liên quan chấp thuận.

## **TCVN 12728:2019**

### **4.9.4 Hồ sơ thợ hàn**

Đối với các mối hàn sản xuất, nhà chế tạo phải duy trì hồ sơ của thợ hàn được sử dụng để thực hiện từng mối hàn.

Trong các hồ sơ đó, ngoài tên các thợ hàn được sử dụng, phải bao gồm:

- (a) Số hiệu của các quy trình hàn được sử dụng trong chế tạo.
- (b) Đầy đủ các báo cáo theo các yêu cầu của TCVN 6700-1 hoặc các tiêu chuẩn tương đương khác được các bên liên quan chấp thuận. Các hồ sơ này phải sẵn sàng để trình cho kiểm định viên.

### **4.9.5 Vật liệu hàn và thiết bị hàn**

#### **4.9.5.1 Que hàn, dây hàn và các vật liệu hàn**

Que hàn, dây hàn, dây hàn có lõi thuốc, que hàn phụ (que điện đầy), thuốc hàn và khí bảo vệ phải phù hợp với các yêu cầu quy định trong các bản đặc tính kỹ thuật quy trình hàn đã được đánh giá chấp nhận. Ngoài ra, các vật liệu hàn được lựa chọn phải cung cấp kim loại hàn đáp ứng được các lý tính và cơ tính theo yêu cầu của tiêu chuẩn thiết kế quy định.

#### **4.9.5.2 Khí và hỗn hợp khí bảo vệ**

Khí hoặc hỗn hợp khí được sử dụng để bảo vệ phải trong quá trình hàn tuân thủ các quy định trong các bản đặc tính kỹ thuật quy trình hàn đã được đánh giá chấp nhận.

#### **4.9.5.3 Khí đốt và oxy**

Các khí đốt sử dụng để cắt nhiệt phải là ôxy-axetylen, ôxy-LPG, ôxy-khí thiên nhiên hoặc một hỗn hợp khí được chấp nhận cho việc cắt bằng hồ quang. Ôxy hoặc khí nén sạch có thể được sử dụng.

Ôxy và các loại khí khác phải được làm sạch theo tiêu chuẩn thương mại và không có các tạp chất có hại.

Khí axetylen không được chứa thành phần khác ngoài một lượng nhỏ các chất là sản phẩm phụ thông thường của quá trình sản xuất axetylen.

#### **4.9.5.4 Các quá trình hàn**

Các quá trình hàn có thể được sử dụng như sau:

- (a) *Các quá trình hàn nóng chảy không có áp lực*: hàn hồ quang tay điện cực nóng chảy - MMAW, hàn hồ quang dưới lớp thuốc - SAW, hàn hồ quang điện cực trong môi trường khí bảo vệ - GMAW (bao gồm cả hàn hồ quang điện cực lõi thuốc - FCAW), hàn hồ quang trong môi trường khí trơ với điện cực vonfram - GTAW, hàn hơi - GW, hàn điện xỉ, hàn điện khí, hàn hồ quang plasma - PAW hoặc các quá trình khác, được đánh giá chứng nhận bằng quy trình hàn.

- (b) *Các quá trình hàn sử dụng áp lực*: hàn nóng chảy đối đầu, hàn điện trở đối đầu, hàn áp lực ôxy-axetylen, các quá trình hàn rèn, và các quá trình khác, được đánh giá chứng nhận bằng quy trình hàn.

Các quá trình hàn trên đây có thể là thủ công, bán tự động, tự động hoặc mọi sự kết hợp các phương pháp này.

#### 4.9.5.5 Máy và thiết bị hàn

Tất cả các máy hàn và các thiết bị phụ trợ phải được duy trì trong tình trạng hoạt động tốt và trong điều kiện an toàn.

Các dụng cụ đo, cáp, phụ kiện và các thiết bị khác của máy hàn phải có thiết kế và công suất phù hợp và được lắp đặt, vận hành và bảo trì sao cho các quy trình hàn đã được đánh giá chấp nhận có thể được thực hiện một cách nhất quán. Nguồn điện và thiết bị phải tuân thủ các tiêu chuẩn thích hợp:

Tất cả các thiết bị điện sử dụng trong hoạt động hàn phải được tiếp đất đúng cách đầy đủ.

Dây cáp mát phải có đủ tiết diện và phải được kết nối đúng cách.

#### 4.9.5.6 Lưu giữ và quản lý que hàn thuốc bọc

Các que hàn có thuốc bọc phải được lưu giữ và quản lý theo phương thức sau đây và phải tuân theo mọi yêu cầu đặc biệt được khuyến cáo bởi nhà sản xuất que hàn:

- (a) Các que hàn phải được bảo quản trong bao bì hoặc hộp chứa nguyên trạng tại nơi khô ráo thích hợp và được bảo vệ đầy đủ để tránh ảnh hưởng của thời tiết.
- (b) Các que hàn phải được sử dụng theo thứ tự khi tiếp nhận.
- (c) Không được sử dụng các que hàn đã bị ẩm hoặc có lớp vỏ thuốc bị hư hỏng cho dù có được sấy hay không sấy.
- (d) Các que hàn hydro thấp phải được sấy ngay trước khi sử dụng trong vòng ít nhất là 3 h ở 205°C đến 260°C trong tủ sấy thích hợp, tuy nhiên nếu que hàn được đóng gói trong hộp dán kín, thì chúng có thể được sử dụng ngay mà không cần sấy để hàn thép cacbon và thép hợp kim trong vòng 8 h và 4 h tương ứng sau khi mở hộp.
- (e) Các que hàn hợp kim thấp được chuyển ngay từ các hộp dán kín đến tủ hoặc hộp ủ ở nhiệt độ 120 °C có thể được sử dụng mà không cần xử lý thêm, nhưng phải được duy trì ở nhiệt độ này cho đến thời điểm sử dụng.

#### 4.9.5.7 Lưu giữ và quản lý dây hàn và thuốc hàn

Ngoài việc tuân thủ các khuyến nghị của nhà sản xuất vật liệu hàn, phải đáp ứng các yêu cầu sau đây:

- (a) Dây hàn và thuốc hàn phải được lưu giữ trong các hộp chứa nguyên gốc với nhãn mác nhận dạng chủng loại, tại nơi khô và không bị ảnh hưởng của thời tiết.

## TCVN 12728:2019

- (b) Thuốc hàn phải khô và không bị nhiễm bẩn, rỉ sét hoặc các tạp chất khác. Khi quản lý phải tránh việc chia tách các thành phần của thuốc hàn.
- (c) Thuốc hàn loại quặng thiêu kết khi đã bị ẩm không được sấy lại và tái sử dụng.
- (d) Thuốc hàn đã bị nóng chảy trong quá trình hàn không được thu hồi và tái sử dụng.
- (e) Dây hàn phải sạch và không dính bụi trước khi hàn. Trường hợp có quá nhiều oxit hình thành trên bề mặt dây thì phải làm sạch hoặc loại bỏ dây hàn.

### 4.10 Gia nhiệt sơ bộ khi hàn

#### 4.10.1 Yêu cầu chung

Khi cần thiết, phải thực hiện gia nhiệt sơ bộ khi hàn để tuân thủ quy trình hàn đã được đánh giá chấp nhận, và để đảm bảo các mối hàn đạt chất lượng theo yêu cầu.

#### 4.10.2 Phương pháp gia nhiệt

Gia nhiệt có thể được thực hiện bằng mọi phương pháp thích hợp, với điều kiện là đảm bảo gia nhiệt đồng đều và nhiệt độ kim loại trong phạm vi ít nhất là hai lần chiều dày của bộ phận mỏng hơn (tối thiểu là 20 mm và tối đa là 100 mm) theo hướng mối hàn. Nhiệt của mối hàn có thể giúp duy trì nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ.

#### 4.10.3 Đo nhiệt độ

Nhiệt độ gia nhiệt tại khoảng cách tương đương với chiều dày kim loại cơ bản được kiểm tra bằng cách sử dụng phấn màu chỉ thị nhiệt độ, hỏa kế cặp nhiệt hoặc các phương pháp phù hợp khác để đảm bảo rằng nhiệt độ gia nhiệt cần thiết đạt được ngay trước khi hàn và được duy trì trong quá trình hàn.

#### 4.10.4 Tính liên tục của gia nhiệt trong quá trình hàn

Khi hàn các bộ phận bằng thép hợp kim dày có yêu cầu gia nhiệt sơ bộ ở nhiệt độ lớn hơn 100°C theo Bảng 32, mối hàn cần phải được điền đầy tối thiểu 1/3 chiều dày trước khi cho phép mối hàn nguội dần dưới một tấm đắp cách nhiệt thích hợp, hoặc bằng cách duy trì gia nhiệt trước khi bắt đầu hàn lớp tiếp theo.

#### 4.10.5 Nhiệt độ giữa các lớp hàn

Có thể gặp bất lợi khi hàn các nhóm thép D, G và H, đặc biệt là với các mối được hàn từng phần, nếu nhiệt độ giữa các lớp hàn được để nguội xuống dưới nhiệt độ gia nhiệt hoặc 150°C. Có thể phải duy trì nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ giữa các lớp hoặc phải gia nhiệt các mối hàn đến nhiệt độ nhiệt luyện sau hàn trước khi cho phép để nguội xuống đến nhiệt độ môi trường.

Phải xem xét đến giới hạn nhiệt độ gia nhiệt lớn nhất và nhiệt độ giữa các lớp hàn đối với các chiều dày khác nhau của các nhóm thép F và G để tránh những ảnh hưởng bất lợi đến cơ tính của các loại thép được nhiệt luyện.

#### 4.10.6 Nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ

##### 4.10.6.1 Thép

Nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ đối với thép phụ thuộc vào thành phần hóa học, mức độ kéo căng của các bộ phận được kết nối, tổng chiều dày kim loại tại mối hàn, lượng hydro hiện diện trong quá trình hàn một số loại thép, và nhiệt lượng đầu vào. Các yêu cầu về gia nhiệt sơ bộ được nêu trong Bảng 32 là các giá trị tối thiểu được khuyến nghị và cũng áp dụng cho các mối hàn đính và hàn kín. Nếu quy trình hàn đã được đánh giá chấp nhận có quy định các yêu cầu về gia nhiệt cao hơn thì phải áp dụng các yêu cầu đó.

##### 4.10.6.2 Mối hàn các kim loại không cùng loại

Khi vật liệu của các nhóm vật liệu khác nhau được hàn với nhau (bao gồm cả việc gắn các bộ phận không chịu áp lực) cần áp dụng nhiệt độ gia nhiệt yêu cầu cao hơn, trừ khi việc đánh giá chứng nhận quy trình hàn đã chứng minh rằng nhiệt độ khác có thể chấp nhận được.

##### 4.10.6.3 Các chiều dày vật liệu khác nhau

Đối với các mối hàn có chiều dày vật liệu khác nhau, nhiệt độ gia nhiệt tối thiểu được khuyến nghị là nhiệt độ áp dụng đối với vật liệu mỏng hơn tại mối nối được quy định trong Bảng 32.

**Bảng 32 – Nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ khuyến nghị đối với hàn hồ quang thép**

Nhóm vật liệu (Chú thích 1)	Số P và số nhóm theo ASME	Loại vật liệu	Nhiệt độ gia nhiệt tối thiểu khuyến nghị, °C (Chú thích 2) đối với các chiều dày sau đây (Chú thích 3)				Chú thích
			≤12mm	>12mm ≤25mm	>25mm ≤50mm	>50mm	
<b>Thép cacbon, cacbon-mangan và thép hợp kim thấp</b>							
A1	1.1	Thép cacbon và cacbon-mangan (độ bền thấp)	0	25	40	75	4, 5
A2	1.1	Thép cacbon và cacbon-mangan (độ bền trung bình)	20	50	80	125	6, 7
A3	-	Thép cacbon và cacbon-mangan (giới hạn chảy cao)	0	25	50	75	5
B	3.1	Thép hợp kim (hợp kim < 3/4)	50	75	100	125	5, 6
C	4.1	Thép hợp kim (3/4 ≤ hợp kim tổng < 3)	50	75	100	125	5, 6
D1	-	Thép hợp kim (loại vanadi)	200	200	200	200	5, 6
D2	5A.1	Thép hợp kim (3 ≤ hợp kim tổng < 10)	150	200	200	200	5, 6
	5B.1		200	200	200	200	5, 6
E	9B.1	Thép 3 ½ niken	150	150	150	150	5, 6
F	11A.1	Thép 9 niken	25	25	25	25	5, 6, 7
G	11B đến 11B.8	Thép hợp kim được tôi và ram	10 (khi ≤15mm)	75 (khi >15mm)	75	75	5, 6, 7
<b>Thép hợp kim cao</b>							
H	- 6.1 6.2	Thép Crôm mactenxit	200	200	200	250	5, 6, 8

Bảng 32 – (Kết thúc)

Nhóm vật liệu (Chú thích 1)	Số P và số nhóm theo ASME	Loại vật liệu	Nhiệt độ gia nhiệt tối thiểu khuyến nghị, °C (Chú thích 2) đối với các chiều dày sau đây (Chú thích 3)				Chú thích
			≤12mm	>12mm ≤25mm	>25mm ≤50mm	>50mm	
J	7.1	Thép Crôm cao ferit	10	10	10	10	-
K	-	Thép Crôm-Niken austenit	10	10	10	10	-
L	10.5	Thép Crôm cao	200	200	200	200	5, 8
M	-	Thép Crôm-Niken ferit-austenit	10	10	10	10	-

## CHÚ THÍCH:

- 1 Đối với các nhóm thép, xem 4.2.
- 2 Nhiệt độ cao hơn hoặc thấp hơn có thể cần thiết để đáp ứng quy trình hàn đã được đánh giá chấp nhận.
- 3 Chiều dày là chiều dày danh nghĩa tại mối hàn của các bộ phận được kết nối với giá định mối hàn giáp mép giữa các tấm có chiều dày bằng nhau. Đối với các loại mối hàn khác, chiều dày tương đương được sử dụng phải bằng 1/2 tổng chiều dày của tất cả các vật liệu được kết nối tại mối hàn hoặc ngay sát cạnh mối hàn.
- 4 Khi sử dụng các quá trình hàn hydro thấp, các nhiệt độ này có thể được giảm xuống nhiệt độ được quy định trong quy trình hàn đã được đánh giá chấp nhận.
- 5 Trong mọi trường hợp, nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ không được nhỏ hơn nhiệt độ được áp dụng trong quy trình hàn đã được đánh giá chấp nhận, được nhà chế tạo điều chỉnh xem xét khi cần thiết đối với chiều dày bổ sung và đặc biệt là đối với các mối hàn lót đáy khi hàn đường ống.
- 6 Nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ được dựa trên việc sử dụng một quá trình hàn hydro thấp.
- 7 Nhiệt độ lớn nhất giữa các lớp cần được kiểm soát để tránh ảnh hưởng bất lợi đến cơ tính.
- 8 Nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ lớn nhất và nhiệt độ lớn nhất giữa các lớp không được vượt quá 230 °C.

## 4.11 Mối hàn

## 4.11.1 Điều kiện đối với mối hàn trước và trong khi hàn

Ngay trước và trong khi hàn các bộ phận chịu áp lực phải tuân thủ các quy tắc sau:

- (a) Các bề mặt mối nối phải được làm sạch và căn chỉnh theo yêu cầu nêu trong 4.8.
- (b) Nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ và nhiệt độ giữa các lớp và chế độ làm nguội chậm nếu có yêu cầu áp dụng phải phù hợp với quy trình hàn đã được đánh giá chấp nhận đối với các mối hàn tương ứng.
- (c) Chuyển động của không khí xung quanh cần được giới hạn trong phạm vi được quy định trong quy trình hàn đã được đánh giá chấp thuận.
- (d) Tất cả các biến của quy trình hàn phải được duy trì theo quy trình hàn đã được đánh giá chấp nhận.

Để hỗ trợ việc duy trì các điều kiện được nêu trong (a) (b) và (c), công việc hàn phải được thực hiện trong không gian tránh mưa, tuyết và gió lớn và cần tránh nhiệt độ không khí dưới 0 °C. Các điều kiện trên đây phải được kiểm soát đặc biệt đối với việc chế tạo tại công trường.

#### 4.11.2 Tạo hồ quang

Trong quá trình hàn hồ quang, hồ quang phải được tạo ra trên mép chuẩn bị mối hàn, hoặc trên phần kim loại hàn đã được đắp trước đó, tại nơi kim loại hàn sẽ được đắp tiếp, hoặc trên các tấm môi hồ quang riêng.

#### 4.11.3 Làm sạch giữa các lớp

Sau mỗi lớp hàn, tất cả xỉ hoặc oxit phải được loại bỏ khỏi toàn bộ bề mặt hàn, trừ khi việc đánh giá chấp nhận quy trình hàn xác định rằng việc này không cần thiết. Việc làm sạch giữa các lớp phải được thực hiện bằng các phương tiện phù hợp để ngăn các tạp chất xâm nhập vào mối hàn.

#### 4.11.4 Bề mặt mối hàn hoàn thiện

Trừ khi có quy định khác trong các tiêu chuẩn áp dụng, bề mặt của mối hàn hoàn thiện phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- Không được có khuyết tật vượt quá giới hạn cho phép.
- Bề mặt mối hàn dọc theo đường hàn và cắt ngang đường hàn phải cơ bản trơn nhẵn và không có chỗ lồi lõm bất thường, rãnh khía hoặc hố trũng, và phải ngẫu đều với bề mặt kim loại cơ bản.
- Trong trường hợp mối hàn được mài hoặc gia công phẳng, phải chú ý để tránh mài lõm hoặc gây quá nóng mối hàn. Sự quá nóng của mối hàn có thể gây ra các vết nứt do mài. Các mối hàn trong các bộ phận chịu áp lực có chiều dày thành lớn hơn 20 mm được làm từ vật liệu nhóm D2 có hàm lượng Crôm lớn hơn 4% và các vật liệu nhóm D1 phải được mài để tạo biên dạng chuyển tiếp đều giữa mối hàn và kim loại cơ bản để đảm bảo loại bỏ tất cả các khuyết tật cháy chân trước khi thực hiện nhiệt luyện sau hàn.
- Để tối ưu hình thức bên ngoài và khả năng chống ăn mòn, các mối hàn thép không gỉ phải được tẩy sạch, mài hoặc đánh bóng tùy theo yêu cầu của điều kiện làm việc. Trong trường hợp có yêu cầu xử lý, người mua phải chỉ định yêu cầu.
- Các rãnh hàn của mối hàn giáp mép phải được điền đầy và chiều cao mũ mối hàn không vượt quá các giới hạn được nêu trong Bảng 33. Đối với các mối hàn phải kiểm tra bằng chụp tia bức xạ, các giới hạn này phải được giảm xuống phù hợp với yêu cầu chụp tia bức xạ.

**Bảng 33 – Chiều cao mũ mối hàn**

Chiều dày tấm (t) mm	Chiều cao tối đa của mũ mối hàn trên mỗi phía mm
$t \leq 3$	1
$3 < t \leq 6$	1,5
$6 < t \leq 12$	2,5
$12 < t \leq 25$	3
$t > 25$	5

## **TCVN 12728:2019**

- (g) Khuyết tật cháy chân của mối hàn không được vượt quá 0,5mm hoặc 10% chiều dày vật liệu đối với các mối hàn dọc, lấy theo trị số nhỏ hơn, riêng đối với các mối hàn giáp mép theo chu vi trong nhóm các vật liệu A1 và A2 và A3 thì trị số này có thể tăng lên tối đa là 1 mm. Trong trường hợp phải loại bỏ khuyết tật cháy chân, cần chú ý để đảm bảo rằng vật liệu không được giảm xuống dưới chiều dày thiết kế.
- (h) Các cạnh sắc tại các đầu nhô ra của ống nhánh lắp xuyên qua thân hoặc cửa người chui phải được mài tròn với bán kính không nhỏ hơn 3 mm hoặc được vát cạnh 45° với mặt vát không nhỏ hơn 3 mm.

### **4.11.5 Gò mối hàn bằng búa**

Trong các bộ phận được làm bằng thép nhóm A1, A2 và A3, và trong các trường hợp được phép khác, kim loại hàn có thể được gò búa khi cần thiết để kiểm soát độ biến dạng hoặc giảm ứng suất dư. Gò búa không thay thế cho việc khử ứng suất bằng nhiệt. Các mối hàn giáp mép được gò búa phải được kiểm tra toàn bộ bằng siêu âm, các mối hàn khác sau khi được gò búa phải được kiểm tra đầy đủ bằng các phương pháp kiểm tra không phá hủy thích hợp.

### **4.11.6 Tháo bỏ đồ gá tạm thời và loại bỏ vết hồ quang**

Các đồ gá tạm thời phải được loại bỏ trước khi thực hiện bất kỳ công việc nào liên quan đến nâng áp suất, trừ khi các chi tiết đó được thiết kế theo tiêu chuẩn như các cấu kiện lắp ghép vĩnh viễn.

Trường hợp cần phải tháo bỏ các đồ gá hoặc loại bỏ các vết hồ quang, biện pháp thực hiện phải tránh làm ảnh hưởng đến sự toàn vẹn của bộ phận chịu áp lực. Việc loại bỏ đồ gá và vết hồ quang phải được thực hiện bằng cách đục tẩy, mài hoặc cắt bằng nhiệt sau đó đục tẩy hoặc mài.

Các khu vực sau khi loại bỏ đồ gá tạm thời và vết hồ quang phải được kiểm tra bằng thử tính hoặc thẩm thấu.

### **4.11.7 Sửa chữa mối hàn**

Việc sửa chữa mối hàn phải được thực hiện theo các yêu cầu nêu trong 4.13.

### **4.11.8 Nắn sửa bằng nhiệt**

Cho phép nắn sửa hoặc thay đổi hình dạng của các bộ phận chịu áp lực bằng lửa hoặc các phương pháp gia nhiệt khác với điều kiện nhà chế tạo phải chứng minh được rằng quy trình thực hiện không gây ảnh hưởng bất lợi đến tính an toàn và tính năng của sản phẩm cuối cùng.

Nắn sửa bằng nhiệt được dựa trên việc gia nhiệt cục bộ gây ra biến dạng nén cục bộ do giới hạn chảy và sức căng giảm vì các kim loại liên kết nguội hơn có giới hạn chảy cao hơn. Khi làm nguội, khu vực được gia nhiệt co lại và gây ra sự võng cục bộ các bộ phận dày hoặc làm phẳng các bộ phận mỏng đã bị biến dạng. Nước hoặc không khí có thể được sử dụng trên các vật liệu nhóm A1, A2, A3, B, C, K và M để định vị khu vực nguội nhanh và tăng hiệu quả nắn thẳng.

Nhiệt luyện các bộ phận áp lực sau khi nắn sửa phải phù hợp với các yêu cầu nêu trong 4.6 về quá trình gia công nóng hoặc nguội liên quan cho các nhóm vật liệu được sử dụng trong chế tạo.

#### 4.11.9 Hàn kết cấu

Các bộ phận không được hàn vào các bộ phận chịu áp lực có thể thực hiện theo yêu cầu của các tiêu chuẩn liên quan về hàn kết cấu .

### 4.12 Các mối kết nối không hàn

#### 4.12.1 Yêu cầu chung

Tất cả các mối nối phải đảm bảo kín không rò rỉ và phải có đủ sức bền để chịu được áp suất trong, các lực theo chiều trục và các lực tác động từ bên ngoài.

#### 4.12.2 Các mối nối ren

Các mối nối ren có thể được sử dụng để kết nối các đường ống và phụ kiện với nhau và kết nối với các bộ phận chịu áp lực trong giới hạn được quy định trong tiêu chuẩn thiết kế.

Ren phải được gia công tinh và chính xác trên toàn bộ chiều dài và chiều sâu của ren. và phải tuân thủ mọi yêu cầu về định cỡ được quy định trong tiêu chuẩn kỹ thuật liên quan.

Trong trường hợp các đầu ren có khả năng bị dính kẹt hoặc ăn mòn, việc làm kín phải được thực hiện sao cho các đầu ren tránh tiếp xúc trực tiếp với môi chất chứa bên trong. Nếu sử dụng gioăng làm kín, phải lưu ý khi lắp gioăng để không vô tình làm tắc đường đi của môi chất..

Khuyến nghị nên sử dụng hợp chất làm kín ren có các đặc tính bôi trơn, bít kín và ổn định thích hợp với điều kiện làm việc dự kiến của thiết bị để tạo thuận lợi cho việc xiết ren trong quá trình lắp ráp và tăng độ kín lâu dài của các mối nối ren. Không được sử dụng hợp chất làm kín ren cho các mối nối được thiết kế đặc biệt để lắp ráp khô.

Chiều dài vện ren phải tuân thủ tiêu chuẩn áp dụng và trong mọi trường hợp không được nhỏ hơn bốn bước ren trọn vẹn.

Các mối nối ren có thể được hàn kín với điều kiện bề mặt ren phải được làm sạch các hợp chất bảo quản, bôi trơn, làm kín có thể ảnh hưởng bất lợi đến chất lượng mối hàn.

#### 4.12.3 Các mối nối bích

Các mối nối bích có thể được sử dụng để nối các đường ống, phụ kiện và các bộ phận của thiết bị áp lực trong giới hạn của tiêu chuẩn thiết kế.

Bề mặt của các bích liền kề phải song song, không được lệch quá  $1^\circ$  so với mặt phẳng thiết kế khi đo qua bất kỳ đường kính nào. Các lỗ bu lông liền kề phải căn thẳng, không lệch quá 3 mm.

Các bề mặt ép gioăng phải đảm bảo sạch và không bị trầy xước.

Bulông xiết phải đảm bảo đủ ren để vặn qua toàn bộ chiều dài ren của các đai ốc hoặc các bộ phận tiện ren. Phải tra chất bôi trơn chịu nhiệt lên các ren của các bulông làm việc ở nhiệt độ cao.

## **TCVN 12728:2019**

Mọi hợp chất hoặc chất bôi trơn được sử dụng trên ren phải phù hợp với điều kiện làm việc và không phản ứng với môi chất hoặc vật liệu đường ống.

Lực xiết, độ căng và trình tự xiết phải phù hợp với bulông, mặt bích và gioăng.

Bề mặt tiếp xúc của các bích trong mối nối được xiết bulông và ép gioăng phải tiếp xúc đều trên mặt gioăng, và gioăng phải được ép theo các nguyên lý thiết kế phù hợp với chủng loại sử dụng.

Khi lắp ráp các mối nối bích, trong đó một mặt bích có cơ tính khác biệt so với mặt bích khác, cần đặc biệt chú ý để đảm bảo rằng các bulông được xiết chặt với lực xiết hoặc mômen định trước phù hợp.

Gioăng đệm phải tuân thủ thiết kế và phải tương thích với yêu cầu của điều kiện làm việc.

### **4.13 Kiểm tra không phá hủy và sửa chữa mối hàn**

#### **4.13.1 Yêu cầu chung**

Tất cả các mối hàn phải được đánh giá bằng kiểm tra không phá hủy và các tấm thử trong sản xuất theo yêu cầu của thiết kế và phân cấp nồi hơi.

#### **4.13.2 Kiểm tra không phá hủy**

Đối với tất cả các bộ phận chịu áp lực có yêu cầu kiểm tra không phá hủy theo chỉ định của thiết kế hoặc theo chỉ định của người mua, thì việc kiểm tra không phá hủy phải được thực hiện theo TCVN 6008. Phải thực hiện kiểm tra trực quan trên tất cả các mối hàn và phải đáp ứng các yêu cầu về giới hạn khuyết tật bề mặt.

Khi có yêu cầu kiểm tra không phá hủy trên các bộ phận và tấm thử, thì việc kiểm tra phải được thực hiện trong công đoạn chế tạo và phải sử dụng các phương pháp chỉ định cho chính loại mối hàn được sử dụng trong sản xuất. Phải áp dụng tất cả các yêu cầu khác được nêu trong tiêu chuẩn này, đặc biệt là các giới hạn chấp nhận khuyết tật và các yêu cầu đối với việc sửa chữa mối hàn.

Khi có chỉ định kiểm tra xác suất, việc kiểm tra phải được thực hiện theo các yêu cầu của TCVN 6008. Kiểm tra xác suất cần tiến hành kiểm tra ngay trong các công đoạn chế tạo để phát hiện mọi khuyết tật không được chấp nhận và tránh sự cần thiết phải kiểm tra không phá hủy bổ sung sau đó.

#### **4.13.3 Sửa chữa mối hàn và bộ phận**

Trong quá trình kiểm tra trực quan, kiểm tra không phá hủy hoặc thử thủy lực, nếu một phần của mối hàn hoặc bộ phận được phát hiện có khuyết tật không được chấp nhận, thì phải thực hiện sửa chữa cục bộ hoặc hàn lại cả mối hàn để khắc phục các khuyết tật không được chấp nhận.

Các khuyết tật phải được loại bỏ bằng cách đục tẩy, mài, thổi bằng hồ quang hoặc ngọn lửa để tạo rãnh đảm bảo yêu cầu để lắng tốt kim loại hàn. Sửa chữa mối hàn phải do các thợ hàn đã được đánh giá thực hiện theo các quy trình hàn đã được đánh giá chấp nhận.

Các phần mối hàn có khuyết tật được phát hiện bằng kiểm tra không phá hủy đã được sửa chữa phải được kiểm tra lại theo các yêu cầu của TCVN 6008.

Tất cả các công việc sửa chữa mối hàn phải được thực hiện trước khi nhiệt luyện sau hàn, trừ khi được cho phép theo 5.14.

#### 4.14 Nhiệt luyện

##### 4.14.1 Yêu cầu chung

Nhiệt luyện sau hàn nhằm thực hiện các mục đích sau:

- (a) Khử ứng suất dư và cải thiện khả năng chống nứt gãy, chống ăn mòn do ứng suất, hoặc chống mỏi trong một số trường hợp, hoặc kiểm soát biến dạng khi gia công tiếp theo.
- (b) Để đạt được hoặc khôi phục các đặc tính cần thiết của vật liệu cho các điều kiện thiết kế và điều kiện làm việc dự kiến.

##### 4.14.2 Các loại nhiệt luyện

Các loại nhiệt luyện sau đây có thể được yêu cầu trước khi hàn, trong quá trình hàn hoặc sau khi hàn các thiết bị áp lực để đáp ứng các yêu cầu của 4.14.1:

- (a) Nhiệt luyện sau khi hàn (khử ứng suất) của các mối hàn theo yêu cầu của 4.14.3 đến 4.14.9.
- (b) Nhiệt luyện để thường hóa theo yêu cầu sau khi hàn điện xỉ (xem 4.14.14) hoặc sau khi gia công biến dạng trên các mối hàn (xem 4.6).
- (c) Nhiệt luyện ủ trong dung dịch áp dụng cho thép austenit và ferit-austenit nhóm K và M (xem 4.14.10).
- (d) Nhiệt luyện tôi và ram có thể áp dụng cho các nhóm thép F và G (xem 4.6).

##### 4.14.3 Các bộ phận chịu áp lực yêu cầu nhiệt luyện sau hàn

Các bộ phận chịu áp lực sau đây phải được nhiệt luyện phù hợp trong công đoạn chế tạo như được nêu trong 4.14.4:

- (a) Nhiệt luyện sau hàn (theo các quy định từ 4.14.4 đến 4.14.9):
  - (i) Các bộ phận chịu áp lực có chiều dày thành vượt quá các giá trị trong Bảng 34, trừ trường hợp được phép miễn trừ như nêu trong chú thích của 4.14.11.
  - (ii) Các bộ phận chịu áp lực được chỉ định cần thiết phải nhiệt luyện sau hàn để đánh giá chấp nhận quy trình hàn;
  - (iii) Các bộ phận chịu áp lực có chứa các mối hàn được gia công nóng hoặc nguội sau khi hàn và có yêu cầu nhiệt luyện sau hàn được quy định trong 4.6 của tiêu chuẩn này.
- (b) Thường hoá (theo 4.14.14):
  - (i) Các bộ phận chịu áp lực chứa các mối hàn điện xỉ.

**TCVN 12728:2019**

(ii) Các bộ phận chịu áp lực cần thiết phải thường hóa để đánh giá chấp nhận quy trình hàn hoặc để đạt được các đặc tính cần thiết của vật liệu.

(c) Tôi và ram, ủ hoặc nhiệt luyện trong dung dịch (theo 4.14.10):

(i) Các bộ phận chịu áp lực có yêu cầu của các bên liên quan về nhiệt luyện để cải thiện tính năng.

(ii) Các bộ phận chịu áp lực cần thiết phải nhiệt luyện để đánh giá chấp nhận quy trình hàn hoặc để đạt được các đặc tính cần thiết của vật liệu.

Trong trường hợp thực hiện sửa chữa mối hàn trên các bộ phận chịu áp lực đã được nhiệt luyện, thì các bộ phận phải được nhiệt luyện lại, trừ khi các mối hàn sửa chữa được miễn trừ nhiệt luyện theo 4.14.11.

**Bảng 34 – Nhiệt luyện – chiều dày, nhiệt độ và thời gian (xem Chú thích 1)**

Nhóm vật liệu (xem 4.2)	Loại vật liệu		Chú thích	Chiều dày đòi hỏi phải nhiệt luyện (xem Chú thích 3) mm	Nhiệt độ duy trì, °C (xem Chú thích 2)		Thời gian duy trì tối thiểu (xem Chú thích 4) Giờ/25mm
					Min.	Max.	
A1	Thép cacbon (độ bền thấp)		4,5,6,7,8,9	32	580	620	1 h cho mỗi 25mm (min. 0,5 h) với chiều dày đến 50mm. Cộng thêm 15 min đối với mỗi 25mm gia tăng
	Thép cacbon-mangan (độ bền thấp)		4,5,6,7,8,9,10	32	580	620	
A2	Thép cacbon (độ bền trung bình)		4,5,6,7,8,9,10	32	580	620	
	Thép cacbon-mangan (độ bền trung bình)		4,5,6,7,9,10	32	580	620	
A3	Thép cacbon and cacbon-mangan (giới hạn chảy cao)		4,5,6,7,9,10	32	580	620	1 h (min. 0,5 h)
B	Thép hợp kim (Cr hoặc Mo < 3/4)		9,12,13,	20	580	640	1 h (min. 0,5 h)
C	Thép hợp kim (3/4 ≤ hợp kim tổng < 3)		9,14,15	12	630	670	1 h (min. 0,5 h)
				12	650	700	1 h (min. 1 h)
D1	Thép hợp kim (loại chứa vanadi)	Thép tấm	10,16,17	Tất cả	630	670	1 h (min. 2 h)
		Thép ống		Tất cả	680	720	1 h (min. 3 h)
D2	Thép hợp kim (3 ≤ hợp kim tổng < 10)	2 1/4Cr -Mo,	9,14,16,17,18,19	Tất cả	680	730	1 h (min. 2 h)
		5Cr-1/2Mo, 7Cr-1/2Mo, 9Cr-1Mo, }			Tất cả	710	750
E	Thép 3 1/2 nicken		9,20	15	580	640	1 h (min. 1 h)
F	Thép 9 nicken		21,22,23	50	550	590	1 h (min. 2 h)
G	Thép hợp kim thấp được tôi và ram	NiCrMoV	21, 23	15	540	590	1 h (min. 0,25 h)
H	Thép Cr mactenxit	13Cr	24	Tất cả	760	800	1 h (min. 1 h)
		15Cr					
		12Cr-1Mo- V(W)	25	Tất cả	720	760	1 h (min. 1 h)
J	Thép Cr cao ferit	12Cr-Al, 13Cr-Low C, 17Cr	24	Tất cả	730	780	1 h (min. 1 h) (xem 4.14.9)

Bảng 34 – (tiếp theo)

Nhóm vật liệu (xem 4.2)	Loại vật liệu		Chú thích	Chiều dày đòi hỏi phải nhiệt luyện (xem Chú thích 3) mm	Nhiệt độ duy trì, °C (xem Chú thích 2)		Thời gian duy trì tối thiểu (xem Chú thích 4)
					Min.	Max.	Giờ/25mm
K	Thép Cr-Ni austenit	18Cr-8Ni, 18Cr-12Ni-2Mo, 25Cr-20Ni, 18Cr-10Ni-Ti, 18Cr-10Ni-Cb	-	Nhiệt luyện không bắt buộc nhưng có thể áp dụng theo thỏa thuận (xem 4.14.10)			
L	Thép Crôm cao 27Cr		-	Tất cả	680	720	1 h (min 0,25 h) (xem 4.14.9)
M	Thép Cr-Ni ferit austenit	25Cr-5Ni-3Mo	-	Nhiệt luyện không bắt buộc nhưng có thể áp dụng theo thỏa thuận (xem 4.14.10)			

## CHÚ THÍCH:

- 1 Việc nhiệt luyện được nêu trong bảng này áp dụng cho tất cả các quá trình hàn. Đối với quá trình hàn điện xỉ, xem 4.14.14.
- 2 Nhiệt độ nhiệt luyện sau hàn có thể vượt quá trị số này và có thể vượt quá nhiệt độ ram thực tế với điều kiện là các thử nghiệm vật liệu và thử nghiệm quy trình hàn được thực hiện để đảm bảo rằng các tính chất của vật liệu không bị ảnh hưởng bất lợi và không vượt quá giới hạn quy định trong tiêu chuẩn vật liệu. Đối với các vật liệu nhóm A1 và A2 có thể chấp nhận nhiệt độ đến 650 °C mà không cần phải thử nghiệm thêm.
- 3 Xem 4.14.5.1.
- 4 Đối với chiều dày nhỏ hơn 25 mm, thời gian khuyến nghị duy trì tối thiểu được tính theo tỷ lệ thời gian duy trì cho mỗi 25 mm. Tuy nhiên, trong mọi trường hợp, thời gian này không được nhỏ hơn so với thời gian ghi trong ngoặc.
- 5 Đối với thép hạt mịn có giá trị thử nghiệm va đập Charpy-V  $\geq 27J$  tại -20°C (mẫu lấy dọc theo hướng cán) hoặc khi nhiệt độ gia nhiệt khi hàn  $\geq 100^\circ C$ , chiều dày này có thể tăng lên đến 40 mm.
- 6 Về việc sử dụng nhiệt độ duy trì giảm với thời gian lâu hơn, xem 4.14.8.
- 7 Về việc miễn trừ nhiệt luyện sau hàn cho liên kết hàn và cấu kiện hàn với các ống đã được nhiệt luyện, xem 4.14.11.
- 8 Về việc tăng giới hạn chiều dày đến 50 mm, xem 4.14.5.2.
- 9 Kéo dài thời gian duy trì ở nhiệt độ có thể làm giảm giới hạn chảy, độ bền kéo và độ dai va đập. Trường hợp các bộ phận có chiều dày khác nhau được nhiệt luyện trong cùng một mẻ nung trong lò hoặc một bộ phận phải áp dụng nhiều hơn một chu trình nhiệt luyện sau hàn, thì tổng thời gian duy trì trong phạm vi nhiệt độ duy trì quy định không nên vượt quá 6 h. Trường hợp cần thiết phải tăng thời gian duy trì ở nhiệt độ, cần xem xét thực hiện các thử nghiệm để xác nhận tính chất vật liệu.
- 10 Các mối hàn trên ống thuộc nhóm vật liệu A1, A2 hoặc A3 tuân thủ các yêu cầu thử va đập Charpy được miễn trừ nhiệt luyện sau hàn.
- 11 Nếu muốn bỏ qua việc nhiệt luyện các bộ phận có chiều dày nhỏ hơn chiều dày tối thiểu này, thì tất cả thử nghiệm được sử dụng để đánh giá quy trình hàn ít nhất phải có chiều dày bằng chiều dày tương ứng được xác định trong 4.14.5.1.
- 12 Đối với các mối hàn trên ống, không cần thiết phải nhiệt luyện sau hàn khi đáp ứng các điều kiện sau:
  - (a) Đối với mối hàn áp lực:
    - (i) chiều dày danh nghĩa của đường ống chính  $\leq 20$  mm;
    - (ii) đường kính ngoài của đường ống chính  $\leq 127$  mm;
    - (iii) hàm lượng cacbon  $\leq 0,25\%$ ; và

Bảng 34 -- (tiếp theo)

Nhóm vật liệu (xem 4.2)	Loại vật liệu	Chú thích	Chiều dày đòi hỏi phải nhiệt luyện (xem Chú thích 3) mm	Nhiệt độ duy trì, °C (xem Chú thích 2)		Thời gian duy trì tối thiểu (xem Chú thích 4)
				Min.	Max.	Giờ/25mm
		(iv) nhiệt độ gia nhiệt nhỏ nhất trong quá trình hàn là 100°C.				
		(b) Mối hàn giữa các bộ phận chịu áp lực và các bộ phận không chịu áp lực:				
		(i) chiều dày danh nghĩa của thành bộ phận chịu áp lực $\leq 20$ mm;				
		(ii) chiều dày mối hàn $\leq 20$ mm; và				
		(iii) nhiệt độ gia nhiệt nhỏ nhất trong quá trình hàn là 100°C.				
		(c) Đối với các mối hàn giữa các bộ phận chịu áp lực được nhiệt luyện sau hàn và các bộ phận không chịu áp lực, khoảng cách giữa các mối hàn và bộ phận chịu áp lực không nhỏ hơn bốn lần chiều dày của vật liệu.				
13		Đối với ống, nếu được sử dụng dưới phạm vi rão, chiều dày đến 20 mm được miễn trừ nhiệt luyện sau hàn.				
14		Dải nhiệt độ thấp hơn cho phép cải thiện các tính chất chịu rão và nên sử dụng khi ứng suất thiết kế ở nhiệt độ trong phạm vi rão được dùng trong thiết kế bộ phận. Dải nhiệt độ cao hơn nên sử dụng để mềm hóa các mối hàn, khi yêu cầu tính chịu mòn tối ưu.				
15		Đối với các mối hàn trên ống, không yêu cầu nhiệt luyện sau hàn đối với các mối hàn áp lực và các mối hàn để gắn các bộ phận không chịu áp lực khi đáp ứng các điều kiện sau:				
		(a) chiều dày danh nghĩa của thành ống chính $\leq 12$ mm;				
		(b) đường kính ngoài của ống chính $\leq 127$ mm;				
		(c) hàm lượng cacbon $\leq 0,15\%$ ;				
		(d) nhiệt độ gia nhiệt nhỏ nhất trong quá trình hàn là 100°C; và				
		(e) chiều dày mối hàn góc $\leq 12$ mm.				
16		Đối với ống có đường kính ngoài $\leq 172$ mm và chiều dày thành $\leq 12$ mm, thời gian duy trì có thể là 0,5 h.				
17		Xem 4.11.4 (c) về điều kiện bề mặt của mối hàn trước khi nhiệt luyện sau hàn.				
18		Đối với các mối hàn trên ống, không yêu cầu nhiệt luyện sau hàn đối với các mối hàn áp lực và các mối hàn để gắn các bộ phận không chịu áp lực khi đáp ứng các điều kiện sau:				
		(a) chiều dày danh nghĩa của thành ống chính $\leq 12$ mm;				
		(b) đường kính ngoài của ống chính $\leq 127$ mm;				
		(c) hàm lượng cacbon $\leq 0,15\%$ ;				
		(d) hàm lượng crôm $\leq 3\%$ ;				
		(e) nhiệt độ gia nhiệt nhỏ nhất trong quá trình hàn là 150°C; và				
		(f) chiều dày mối hàn góc $\leq 10$ mm.				
19		Chỉ đối với mối hàn trong ống 2 1/4Cr -1Mo thời gian duy trì tối thiểu có thể là 1 h đối với chiều dày trong phạm vi từ 12 đến 25 mm.				
20		Chiều dày cần nhiệt luyện sau hàn có thể tăng lên đến 32 mm khi đáp ứng các điều kiện sau:				
		(a) Vật liệu đáp ứng yêu cầu thử va đập Charpy-V 27 J ở -100°C.				
		(b) Các điện cực hàn tạo ra vùng đắp crôm-niken austenit hoặc vùng đắp rắn không tạp khí niken-crôm-sắt.				
21		Tốc độ làm nguội tối đa theo yêu cầu của 4.14.7 không cần phải áp dụng.				
22		Tốc độ làm nguội không được thấp hơn 170°C/h khi làm nguội đến 315°C.				

Bảng 34—(Kết thúc)

Nhóm vật liệu (xem 4.2)	Loại vật liệu	Chú thích	Chiều dày đòi hỏi phải nhiệt luyện (xem Chú thích 3) mm	Nhiệt độ duy trì, °C (xem Chú thích 2)		Thời gian duy trì tối thiểu (xem Chú thích 4)
				Min.	Max.	Giờ/25mm
23	Xem 4.6 về thường hóa, tôi và ram.					
24	Không yêu cầu nhiệt luyện sau hàn khí đáp ứng các điều kiện sau:					
	(a) Đối với mối hàn áp lực và các mối hàn để gắn các bộ phận không chịu áp lực:					
	(i) vật liệu là thép không gỉ loại 405 hoặc loại 410					
	(ii) chiều dày danh nghĩa của thành $\leq 10$ mm					
	(iii) hàm lượng cacbon $\leq 0,08\%$ ;					
	(iv) điện cực hàn tạo ra vùng đắp crôm-niken austenit hoặc vùng đắp rắn không tạp khí niken-crôm-sắt; và					
	(v) toàn bộ mối hàn được kiểm tra bằng phương pháp kiểm tra không phá hủy được chấp nhận.					
	(b) Đối với mối hàn áp lực và các mối hàn để gắn bộ phận không chịu áp lực:					
	(i) vật liệu là thép không gỉ loại 405 hoặc loại 410;					
	(ii) $10 \text{ mm} <$ chiều dày danh nghĩa của thành $\leq 38$ mm;					
	(iii) hàm lượng cacbon $\leq 0,08\%$ ;					
	(iv) điện cực hàn tạo ra vùng đắp crôm-niken austenit hoặc vùng đắp rắn không tạp khí niken-crôm-sắt;					
	(v) toàn bộ mối hàn được kiểm tra bằng phương pháp kiểm tra không phá hủy được chấp nhận; và					
	(vi) nhiệt độ gia nhiệt nhỏ nhất trong quá trình hàn là $230^{\circ}\text{C}$ .					
25	Đối với chiều dày lớn hơn 12,5mm, mối hàn phải được làm nguội đến nhiệt độ từ $100^{\circ}\text{C}$ đến $150^{\circ}\text{C}$ để tạo ra sự biến tính hoàn toàn sau khi hàn và trước khi nhiệt luyện.					

#### 4.14.4 Công đoạn nhiệt luyện sau hàn

Khi bộ phận chịu áp lực đòi hỏi phải được nhiệt luyện sau hàn theo quy định tại 4.14.3, thì tất cả các bộ phận được gắn vào thiết bị, trừ các bộ phận được miễn trừ theo quy định tại 4.14.11, phải được hàn với thiết bị trước khi thực hiện nhiệt luyện cuối cùng. Trong trường hợp việc này không thể thực hiện được, thì các bộ phận gắn vào thiết bị sau đó phải được nhiệt luyện cục bộ theo quy định tại 4.14.6.

Nhiệt luyện sau hàn phải được thực hiện trước khi thử thủy lực.

#### 4.14.5 Chiều dày đối với nhiệt luyện sau hàn

Phải nhiệt luyện sau hàn khi chiều dày danh nghĩa của bộ phận chịu áp lực lớn hơn chiều dày được quy định trong Bảng 34, cột 4.

Chiều dày danh nghĩa tại mỗi mối hàn (bao gồm cả trị số bổ sung chiều dày do ăn mòn và các trị số bổ sung khác) sử dụng khi áp dụng Bảng 34 phải là giá trị lớn nhất trong các giá trị sau đây:

## TCVN 12728:2019

- (a) Chiều dày của vật liệu tại mối hàn giáp mép thấu hoàn toàn giữa các chi tiết có cùng chiều dày.
- (b) Chiều dày danh nghĩa của vật liệu cơ bản của thép tấm nhiều lớp cán liền hoặc vật liệu có lớp phủ hoặc lớp lót chịu ăn mòn.
- (c) Trường hợp mối hàn ghép các bộ phận có chiều dày khác nhau:
  - (i) Chiều dày phần mỏng hơn của hai tấm hoặc ống liền kề được hàn giáp mép, bao gồm mối nối thân với đáy, riêng đối với thép nhóm G phải áp dụng chiều dày phần dày hơn.
  - (ii) Chiều dày phần dày hơn của thân hoặc chiều dày mối hàn góc, trong mối nối với đáy có đoạn trụ chuyển tiếp và sử dụng đoạn trụ làm vành lót cho các mối hàn giáp mép của thân.
  - (iii) Chiều dày của thân trong các mối nối với mặt sàng, đáy phẳng, nắp, bích hoặc các cấu tạo tương tự.
  - (iv) Đối với các mối hàn ống nhánh với thân hoặc đáy, là giá trị lớn hơn giữa chiều dày của thân hoặc đáy tại mối hàn.
  - (v) Chiều dày cổ ống nhánh tại mối nối cổ ống nhánh với bích.
  - (vi) Đối với liên kết giữa bộ phận không chịu áp lực với bộ phận chịu áp lực, là chiều dày của thân hoặc đáy, trừ các quy định tại 4.14.11:
  - (vii) Chiều dày hống hàn của mối hàn ống với mặt sàng trong nồi hơi ống lửa.

CHÚ THÍCH: Mục (vii) không áp dụng đối với mối hàn kín của ống với mặt sàng có chiều dày hống hàn không vượt quá 6 mm.

- (d) Chiều dày hống các mối hàn bao gồm chiều dày hống hàn của mối hàn giáp mép hoặc mối hàn góc, nhưng không bao gồm chiều cao mũ mối hàn.

CHÚ THÍCH: Nếu không phải tất cả các mối hàn trong bộ phận chịu áp lực đều phải được nhiệt luyện sau hàn, thì chỉ các mối hàn có chiều dày danh nghĩa đòi hỏi phải nhiệt luyện sau hàn cần phải nhiệt luyện. Ví dụ khi cửa người chui có táp gia cường được hàn ở trung tâm của đáy thì cả cụm đáy phải nhiệt luyện sau hàn trước khi lắp vào các bộ phận khác.

### 4.14.5.2 Mức tăng chiều dày đối với các thép nhóm A1

Đối với các thiết bị có dạng hình học đơn giản, ví dụ: hình cầu hoặc hình trụ chiều dày đòi hỏi phải nhiệt luyện sau hàn có thể nâng lên đến 50 mm, khi áp dụng tất cả các điều kiện sau đây:

- (a) Bộ phận chịu áp lực được chế tạo hoàn toàn bằng vật liệu nhóm A1.
- (b) Được chứng minh thông qua việc đánh giá quy trình hàn là không cần thiết phải cải thiện đặc tính kim loại bằng nhiệt luyện sau hàn.

- (c) Trước khi lắp ráp cuối cùng, tất cả các bộ phận lắp ráp có các ống nhánh hoặc vành cửa được hàn trên thân và đáy và tất cả các cấu kiện chịu tải đã được nhiệt luyện sau hàn.
- (d) Trong quá trình thử thủy lực của thiết bị hoàn chỉnh, ứng suất định mức lên tấm là 85% giới hạn chảy quy định nhỏ nhất của vật liệu thân.

CHÚ THÍCH: Việc này đòi hỏi phải tăng áp suất thử thủy lực và biện pháp đề phòng để hạn chế ứng suất trong các bộ phận khác của thiết bị không quá 85% giới hạn chảy quy định nhỏ nhất của vật liệu những bộ phận đó.

- (f) Đối với chiều dày trên 40 mm, việc kiểm tra bằng chụp tia bức xạ được bổ sung thêm siêu âm.
- (g) Việc nối lồng quy định này được các bên liên quan chấp thuận.

#### 4.14.6 Phương pháp gia nhiệt

##### 4.14.6.1 Lò kín

Các thiết bị cần được ưu tiên nhiệt luyện bằng cách gia nhiệt toàn bộ trong một lò kín. Nếu không thể thực hiện nhiệt luyện toàn bộ thiết bị trong lò thì có thể áp dụng các phương pháp mô tả trong 4.14.6.2 đến 4.14.6.4, nhưng các phương pháp này có thể không đảm bảo loại bỏ hoàn toàn khả năng gây nứt do ứng suất.

##### 4.14.6.2 Các đoạn phủ chồng

Các thiết bị có thể được nhiệt luyện từng phần lò kín, với điều kiện đoạn phủ chồng giữa các phần ít nhất là 1500 mm hoặc  $5(Rt_s)^{1/2}$ , lấy theo giá trị lớn hơn. Trong trường hợp sử dụng phương pháp này, phần thiết bị ở bên ngoài lò phải được che chắn sao cho độ chênh nhiệt độ theo chiều dọc phải đảm bảo rằng khoảng cách giữa điểm đạt nhiệt độ đỉnh và điểm có nhiệt độ bằng 1/2 nhiệt độ đỉnh không nhỏ hơn  $2,5(Rt_s)^{1/2}$ ,

Trong đó:

$R$  là bán kính trong của thân, tính bằng milimet

$t_s$  chiều dày danh nghĩa của thân, tính theo milimét

##### 4.14.6.3 Các đoạn tách rời

Các mối hàn theo chu vi của thiết bị có thể được nhiệt luyện cục bộ bằng cách gia nhiệt một dải băng phủ quanh toàn bộ chu vi. Chiều rộng của dải băng gia nhiệt không được nhỏ hơn  $5(Rt_s)^{1/2}$ , với mối hàn đặt ở trung tâm dải băng. Phải bố trí bảo ôn đầy đủ để đảm bảo rằng nhiệt độ của mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt không nhỏ hơn nhiệt độ quy định, và nhiệt độ ở mép của dải băng gia nhiệt không thấp hơn 1/2 nhiệt độ đỉnh. Ngoài ra, vùng lân cận bên ngoài khu vực gia nhiệt phải được bảo ôn sao cho độ chênh nhiệt độ không có ảnh hưởng gây hại. Khuyến nghị nên sử dụng dải băng gia nhiệt có chiều rộng tối thiểu là  $10(Rt_s)^{1/2}$  để đáp ứng yêu cầu này.

## TCVN 12728:2019

### 4.14.6.4 Các dải băng gia nhiệt đặt theo chu vi

Các ống nhánh hoặc các phụ kiện khác có thể được nhiệt luyện cục bộ bằng cách gia nhiệt một dải băng phủ quanh toàn bộ bộ phận. Trong trường hợp này, các yêu cầu của 4.14.6.3 phải được áp dụng, ngoại trừ chiều rộng của dải băng gia nhiệt phải che phủ một khoảng cách tối thiểu là  $2,5(Rt_s)^{1/2}$  theo mỗi hướng tính từ mép của mỗi hàn kết nối ống cụt hoặc chi tiết được gắn vào thiết bị. Trong trường hợp không thể áp dụng đúng các yêu cầu này, việc điều chỉnh có thể được thỏa thuận các bên liên quan.

### 4.14.6.5 Gia nhiệt bên trong

Thiết bị có thể được gia nhiệt bên trong, và để đạt được mục đích này thiết bị phải được bao bọc hoàn toàn bằng vật liệu bảo ôn và phải lắp đặt đầy đủ các thiết bị độ ghi nhiệt độ để đảm bảo kiểm soát và duy trì sự phân bố đồng đều về nhiệt độ.

### 4.14.6.6 Các bộ phận có chiều dày khác nhau

Các bộ phận có chiều dày khác nhau (không vượt quá tỷ lệ 2:1) có thể được nhiệt luyện sau hàn trong cùng một mẻ chất vào lò theo yêu cầu nhiệt luyện đối với bộ phận dày nhất trong mẻ đó. Tuy nhiên, cần phải xem xét khả năng suy giảm cơ tính đối với các bộ phận có chiều dày nhỏ hơn (xem Chú thích 2 và 9 của Bảng 34).

### 4.14.6.7 Gia nhiệt cục bộ trên thân cầu và đáy chòm cầu

Trường hợp các ống nhánh, hoặc các bộ phận gắn vào thân cầu hoặc các đáy chòm cầu có yêu cầu phải nhiệt luyện sau hàn thì cho phép nhiệt luyện cục bộ, với điều kiện:

- mỗi hàn ống nhánh và các chi tiết gắn vào thân cầu hoặc đáy được gia nhiệt đến dải nhiệt độ nhiệt luyện cần thiết trong một khoảng thời gian quy định đối với nhiệt luyện;
- hiệu suất của thân cầu hoặc đáy tại khoảng cách  $2,5(Rt_s)^{1/2}$  tính từ mép ngoài mỗi hàn không nhỏ hơn 1/2 hiệu suất nhiệt luyện,

Trong đó:

$R$  là bán kính trong lớn nhất của thân cầu hoặc đáy, tính theo milimet

$t_s$  là chiều dày danh nghĩa của thân cầu hoặc đáy, tính theo milimet;

- khoảng cách từ vị trí nâng nhiệt độ lên đến giá trị bằng 1/2 hiệu suất nhiệt luyện đến các lỗ khoét, chi tiết được gắn vào hoặc vai đáy không nhỏ hơn  $2,5(Rt_s)^{1/2}$ . Yêu cầu khoảng cách này không nhất thiết phải áp dụng cho các lỗ khoét hoặc ống nhánh được gia cường có đường kính trong nhỏ hơn 70 mm;
- khoảng cách từ vị trí nâng nhiệt độ lên đến giá trị bằng 1/2 hiệu suất nhiệt luyện ít nhất phải bằng:
  - $3,5(Rt_s)^{1/2}$  đến giao tuyến của đáy với thân trụ đối với đáy elip hoặc đáy bán cầu; hoặc

- (ii)  $2,5(R_1 t_n)^{1/2}$  đến vai đáy đối với đáy chòm cầu; và
- (e) phải đặt đủ các cặp nhiệt tại ít nhất ba điểm trên ống nhánh hoặc chi tiết nhánh và bốn điểm trên thân cầu hoặc đáy để kiểm tra nhiệt độ.

#### 4.14.6.8 Các ống nhánh

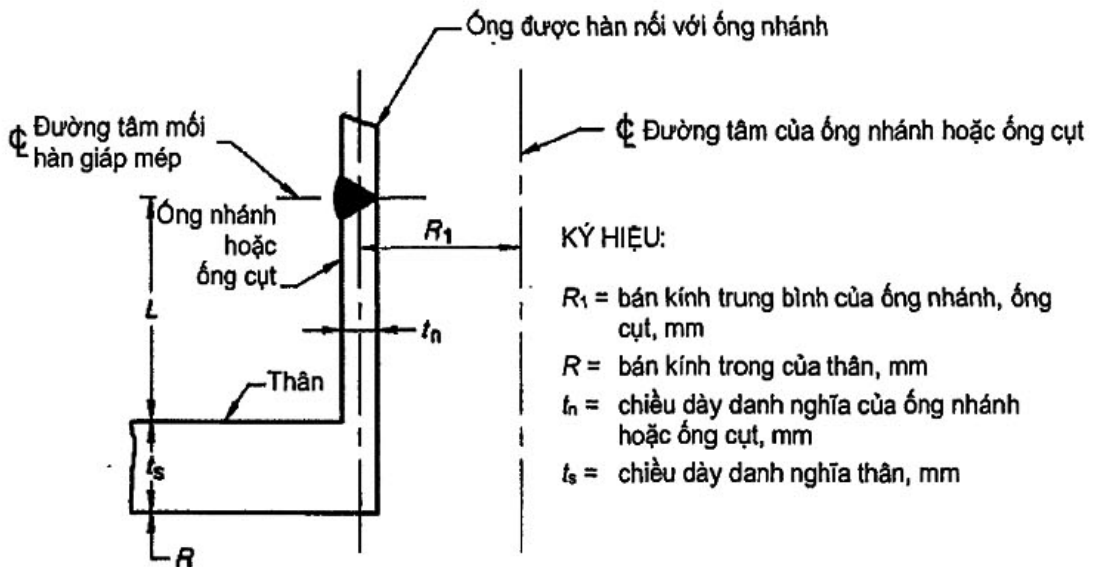
Trường hợp các ống nhánh hoặc ống cụt trên bao hơi, bao nước sau đó sẽ được hàn tiếp với các kết nối khác như ống hoặc phụ kiện, cần chú ý để đảm bảo rằng việc hàn và quá trình nhiệt luyện sau hàn tiếp theo không gây ra sự chênh lệch nhiệt độ cục bộ có hại cho các mối hàn giữa bao hơi, bao nước với các ống nhánh hoặc ống cụt.

Trong trường hợp có yêu cầu nhiệt luyện sau hàn thì việc gia nhiệt phải tuân thủ quy định tại 4.14.6.4, và ngoài ra phải đáp ứng các yêu cầu sau đây liên quan đến chênh lệch nhiệt độ ở mỗi phía của mối hàn giáp mép nối ống nhánh hoặc ống cụt với ống (xem Hình 98). Về các ký hiệu được sử dụng trong các yêu cầu sau đây, xem Hình 98.

- (a) *Khi  $L \geq 7(R_1 t_n)^{1/2}$* : Phải có các biện pháp phòng ngừa thích hợp trong quá trình nhiệt luyện sau hàn để đảm bảo rằng:
  - (i) Nhiệt độ của ống nhánh hoặc ống cụt tại khoảng cách  $2,5(R_1 t_n)^{1/2}$  tính từ mối hàn hàn giáp mép bằng 1/2 nhiệt độ nhiệt luyện với dung sai  $+100, -0^\circ\text{C}$ ; và
  - (ii) Nhiệt độ của ống được hàn nối vào ống nhánh hoặc ống cụt tại khoảng cách  $2,5(R_1 t_n)^{1/2}$  tính từ mối hàn giáp mép không thấp hơn 1/2 nhiệt độ nhiệt luyện.

CHÚ THÍCH: Đối với trường hợp có nhiều ống cụt khi  $L \geq 7(R_1 t_n)^{1/2}$ , không cần gắn nhiều hơn một cặp nhiệt vào mỗi ống cụt, với điều kiện phải thử nghiệm quy trình để chứng minh rằng quá trình nhiệt luyện đáp ứng các giới hạn về nhiệt độ nêu tại (a).
- (b) *Khi  $5(R_1 t_n)^{1/2} \leq L < 7(R_1 t_n)^{1/2}$* : Phải có các biện pháp phòng ngừa thích hợp trong quá trình nhiệt luyện sau hàn để đảm bảo rằng:
  - (i) Nhiệt độ của ống nhánh hoặc ống cụt tại khoảng cách  $2,5(R_1 t_n)^{1/2}$  tính từ mối hàn hàn giáp mép bằng 1/2 nhiệt độ nhiệt luyện với dung sai  $+40, -0^\circ\text{C}$ ; và
  - (ii) Nhiệt độ của ống được hàn nối vào ống nhánh hoặc ống cụt tại khoảng cách  $2,5(R_1 t_n)^{1/2}$  tính từ mối hàn giáp mép không thấp hơn 1/2 nhiệt độ nhiệt luyện.
- (c) *Khi  $2,5(R_1 t_n)^{1/2} \leq L < 5(R_1 t_n)^{1/2}$* : Phải lắp phần tử gia nhiệt và bảo ôn xung quanh mối hàn giáp mép và xung quanh thành thiết bị ở hai bên vị trí cắm ống cụt. Gia nhiệt cho các dải băng phủ quanh thành thiết bị và mối hàn ống nhánh phải tuân thủ 4.14.6.4, và phải đáp ứng các điều kiện sau:
  - (i) Nhiệt độ của ống nhánh tại khoảng cách  $2,5(R_1 t_n)^{1/2}$  tính từ mối hàn giáp mép không được thấp hơn 1/2 nhiệt độ nhiệt luyện;

- (ii) Nhiệt độ của ống được hàn nối vào ống nhánh hoặc ống cụt tại khoảng cách  $2,5(R_1 t_n)^{1/2}$  tính từ mối hàn giáp mép không được thấp hơn 1/2 nhiệt độ nhiệt luyện;
  - (iii) nhiệt độ của thành thiết bị tại khoảng cách  $2,5(R t_s)^{1/2}$  (xem 4.14.6.4) tính từ mặt ngoài của ống cụt tại giao tuyến với thành thiết bị không được thấp hơn 1/2 nhiệt độ đo được tại giao tuyến; và
  - (iv) phải đặt đủ các cặp nhiệt tại ít nhất ba điểm trên ống cụt và bốn điểm trên thành thiết bị để kiểm tra nhiệt độ.
- (d) Khi  $L < 2,5(R_1 t_n)$ : Phải lắp phần tử gia nhiệt và bảo ôn xung quanh mỗi hàn giáp mép và xung quanh thành thiết bị ở hai bên vị trí cấm ống cụt. Gia nhiệt cho các dải băng phủ quanh thành thiết bị và mối hàn ống nhánh phải tuân thủ 4.14.6.4, và phải đáp ứng các điều kiện sau:
- (i) Nhiệt độ của ống nhánh hoặc ống cụt trên toàn bộ chiều dài (tức là từ mối hàn giáp mép đến thân) phải được nâng lên đến nhiệt độ nhiệt luyện;
  - (ii) Nhiệt độ ống được hàn nối vào ống nhánh tại khoảng cách  $2,5(R_1 t_n)^{1/2}$  tính từ mối hàn giáp mép không được thấp hơn 1/2 nhiệt độ nhiệt luyện;
  - (iii) Nhiệt độ của thành thiết bị tại khoảng cách  $2,5(R t_s)^{1/2}$  (xem 4.14.6.4) tính từ mặt ngoài của ống cụt tại giao tuyến với thành bao hơi, bao nước không được thấp hơn 1/2 nhiệt độ đo được tại giao tuyến; và
  - (iv) phải đặt đủ các cặp nhiệt tại ít nhất ba điểm trên ống cụt và bốn điểm trên thành thiết bị để kiểm tra nhiệt độ.



Hình 98 – Khoảng cách mối hàn ống nhánh tính từ thân thiết bị

#### 4.14.7 Quy trình nhiệt luyện sau hàn đối với các thép ferit

Nhiệt luyện các thiết bị bao gồm các bộ phận được chế tạo bằng thép các nhóm từ A tới G phải được thực hiện theo một trong các phương pháp quy định tại 4.14.6 và tuân thủ các yêu cầu sau:

- (a) Khi thực hiện nhiệt luyện trong lò, nhiệt độ lò không được vượt quá 400°C tại thời điểm chất thiết bị vào lò. Đối với thiết bị có hình dạng phức tạp hoặc chiều dày thành lớn hơn 60 mm, nhiệt độ khuyến nghị tối đa là 300°C.
- (b) Tốc độ gia nhiệt đối với các vật liệu (trừ thép ống có thành phần danh nghĩa là 1/2Cr-1/2Mo-1/4V và 2 1/4Cr-1Mo) không được vượt quá:
- (i) Khi chiều dày lớn nhất của thân, ống hoặc tấm đáy  $\leq 25$  mm : 200°C/h.
  - (ii) Khi chiều dày lớn nhất của thân, ống hoặc tấm đáy  $> 25$  mm : 5000°C/h chia cho chiều dày tối đa theo milimét, hoặc 50°C/h, lấy theo giá trị lớn hơn.

Tốc độ gia nhiệt của các bộ phận chế tạo từ ống có thành phần 1/2Cr-1/2Mo-1/4V và 2 1/4Cr-1Mo phải được hạn chế chỉ bằng 50% giá trị trên.

- (c) Trong quá trình gia nhiệt, sự chênh lệch nhiệt độ kim loại trong toàn bộ phần thiết bị được gia nhiệt không được lớn hơn 140°C trên mỗi đoạn có chiều dài 5m.
- (d) Thiết bị phải được duy trì trong giới hạn nhiệt độ và trong khoảng thời gian yêu cầu theo Bảng 34 hoặc quy định trong 4.14.8. Nhiệt độ lớn nhất đạt được không được vượt quá nhiệt độ ram áp dụng cho vật liệu cơ bản (xem chú thích 2 của Bảng 34). Thời gian duy trì phải là tổng tất cả các thời gian duy trì ở nhiệt độ khi áp dụng nhiều chu trình nhiệt luyện.
- (e) Trong quá trình nhiệt luyện, không khí trong lò phải được kiểm soát để tránh ôxi hoá quá mức hoặc nhiễm bẩn bề mặt của thiết bị. Không được để ngọn lửa tiếp xúc trực tiếp với thiết bị.
- (f) Tốc độ làm nguội trong lò đến 400°C đối với tất cả các vật liệu (trừ ống 1/2Cr-1/2Mo-1/4V và 2 1/4Cr-1Mo) không được vượt quá:
- (i) Khi chiều dày lớn nhất của thân, ống hoặc tấm đáy  $\leq 25$  mm : 250°C/h.
  - (ii) Khi chiều dày lớn nhất của thân, ống hoặc tấm đáy  $> 25$  mm: 6250°C/h chia cho chiều dày lớn nhất tính theo milimét, hoặc 50°C/h, lấy theo giá trị lớn hơn.

Tốc độ làm nguội của các bộ phận chế tạo từ ống có thành phần 1/2Cr-1/2Mo-1/4V và 2 1/4Cr-1Mo phải được hạn chế ở tốc độ 100°C/h.

Dưới 400°C thiết bị có thể được làm nguội đến nhiệt độ không khí. Trong quá trình làm nguội, phải áp dụng các giới hạn quy định trong (c) trên đây.

- (g) Nhiệt độ quy định trong Bảng 34 phải là nhiệt độ thực tế của kim loại và được xác định bằng cặp nhiệt.

Phải gắn đầy đủ các cặp nhiệt để đảm bảo rằng toàn bộ thiết bị, hoặc bộ phận được nhiệt luyện, nằm trong phạm vi nhiệt độ được chỉ định và không có sự chênh lệch nhiệt độ không mong muốn.

Nhiệt độ phải được ghi lại liên tục và tự động từ mỗi cặp nhiệt được gắn chắc chắn và riêng biệt vào thiết bị.

## TCVN 12728:2019

Trên các thiết bị lớn, cần sử dụng hai thiết bị ghi nhiệt độ riêng biệt, mỗi thiết bị ghi lại nhiệt độ tại các điểm được lựa chọn trên toàn bộ chiều dài của bình.

### 4.14.8 Giám nhiệt độ duy trì khi nhiệt luyện sau hàn

Đối với các thiết bị lớn hoặc khi không thể thực hiện nhiệt luyện sau hàn tại nhiệt độ theo Bảng 34, với sự thống nhất của các bên liên quan, thép cacbon và cacbon-mangan có thể được nhiệt luyện theo công thức nhiệt độ thời gian tương đương sau đây:

$$a + \frac{b}{2} > t \quad \text{..... (88)}$$

Trong đó:

- a là thời gian duy trì trong khoảng nhiệt độ từ 580°C đến 620°C, tính bằng phút
- b là thời gian duy trì trong khoảng nhiệt độ từ 550°C đến 580°C, tính bằng phút
- t là thời gian duy trì theo Bảng 34, tính bằng phút

### 4.14.9 Quy trình nhiệt luyện sau hàn đối với thép hợp kim crôm cao (vật liệu nhóm J và nhóm L)

Các thiết bị được chế tạo bằng thép ferit crôm cao (nhóm J) yêu cầu nhiệt luyện sau hàn theo các phương pháp quy định tại 4.14.7 và tất cả các thiết bị được chế tạo bằng thép mactenxit crôm cao (nhóm L) phải được nhiệt luyện bằng quy trình tương tự như nêu trong 4.14.7, ngoại trừ tốc độ làm nguội không được vượt quá 50°C/h đối với nhiệt độ trên 650°C, sau đó tốc độ làm nguội phải đủ nhanh để tránh sự hóa giòn của vật liệu gốc.

### 4.14.10 Nhiệt luyện sau hàn đối với các thép crôm-niken austenit và ferit-austenit

Không bắt buộc nhưng cũng không cấm nhiệt luyện sau hàn đối với các thiết bị hàn được chế tạo bằng thép crôm-niken austenit và ferit-austenit (tức là các thép nhóm K và M). Các kinh nghiệm về vận hành chưa đủ để cho phép so sánh về độ an toàn tương đối của các vật hàn bằng thép hàn austenit và ferit-austenit giữa trường hợp không nhiệt luyện và có nhiệt luyện sau hàn, đặc biệt là với các bộ phận dày, nhưng kinh nghiệm cho thấy các vật hàn không được nhiệt luyện có thể vận hành một cách thỏa đáng trong một số điều kiện môi trường. Các yêu cầu bổ sung sau đây phải được áp dụng:

- (a) Mọi phương pháp nhiệt luyện sau hàn phải được thống nhất giữa các bên liên quan.
- (b) Trong trường hợp các bên liên quan đồng ý rằng khả năng chống ăn mòn cao nhất đạt được từ quá trình nhiệt luyện hòa trộn, thì việc nhiệt luyện được khuyến nghị như sau:
  - (i) Duy trì bộ phận cần xử lý nhiệt trong phạm vi nhiệt độ nêu trong Bảng 25. Đối với thép nhóm M, thời gian duy trì khoảng 1 h cho mỗi 25 mm chiều dày (thời gian duy trì tối thiểu là 1/2 h).
  - (ii) Làm nguội càng nhanh càng tốt. Vật liệu không ổn định nhóm K cần được làm nguội từ 960°C đến 540°C, và thép nhóm M từ 950°C đến 400°C trong thời gian không quá 3 phút,

và tốc độ làm nguội nhanh cần được tiếp tục dưới mức 430°C đối với thép nhóm K và 300°C đối với thép nhóm M.

CHÚ THÍCH: Sự ăn mòn giữa các hạt tinh thể có thể xảy ra nếu tốc độ không đủ nhanh để tránh lắng cacbua crom giữa các hạt tinh thể. Áp dụng theo cách tương tự đối với các mối hàn được nhiệt luyện hòa trộn cục bộ.

- (c) Các chi tiết được gắn vào bằng kim loại khác thành phần (như các vật đỡ bằng thép cacbon liên kết với thép austenit Cr-Ni) dự kiến được cố định vào miếng táp hoặc các chi tiết trung gian sau đó được gắn trực tiếp vào các bộ phận chịu áp lực, không được cố định trước khi nhiệt luyện cuối cùng.

#### 4.14.11 Miễn trừ nhiệt luyện sau hàn đối với các chi tiết được gắn vào và các mối hàn sửa chữa trong các thiết bị được nhiệt luyện sau hàn

Các ống nhánh và các chi tiết hàn không chịu áp lực được hàn vào thiết bị và các mối hàn sửa chữa thực hiện trên các thiết bị đã được nhiệt luyện hoặc đòi hỏi nhiệt luyện sau hàn phải được nhiệt luyện sau hàn theo các yêu cầu nêu trong 4.14.4, ngoại trừ các trường hợp được miễn trừ nêu trong (a), và (b) dưới đây. Các miễn trừ này không áp dụng khi việc nhiệt luyện sau hàn là yêu cầu bắt buộc theo 4.14.3 do yêu cầu sử dụng, hoặc khi sự cần thiết nhiệt luyện sau hàn được đặt ra khi thử nghiệm quy trình hàn.

- (a) Không yêu cầu nhiệt luyện sau hàn đối với các mối hàn góc và hàn giáp mép để gắn các ống nhánh và các chi tiết khác và các mối hàn sửa chữa trên thân, đáy hoặc các bộ phận chịu áp lực khác làm bằng các loại thép thuộc nhóm A1 và A2 có chiều dày lớn hơn 32 mm, hoặc thép nhóm B có hàm lượng cacbon lớn nhất không vượt quá 0,25% theo mẫu phân tích mẻ cán và có chiều dày lớn hơn 16 mm, khi:
- (i) đường kính trong của ống nhánh không lớn hơn 65 mm;
  - (ii) chiều dày mối hàn  $\leq 12$  mm;
  - (iii) các ống nhánh không tạo thành dây lổ và đòi hỏi phải tăng chiều dày thân hoặc đáy; và
  - (iv) nhiệt độ gia nhiệt nhỏ nhất trong quá trình hàn là 100°C, hoặc theo yêu cầu trong Bảng 32, lấy theo giá trị lớn hơn.
- (b) Không yêu cầu nhiệt luyện sau hàn đối với các mối hàn góc và mối hàn giáp mép để gắn các bộ phận không chịu áp lực với các bộ phận không chịu áp lực đã được xử lý sau hàn, với điều kiện khoảng cách từ mối hàn đến điểm kết nối trên bộ phận chịu áp lực vượt quá bốn lần chiều dày của vật liệu.

#### 4.14.12 Nhiệt luyện sau hàn đối với các thiết bị có lớp phủ và lót

Các thiết bị được chế tạo bằng các vật liệu được phủ hoặc lót bằng thép không gỉ austenit (vật liệu nhóm K) phải được nhiệt luyện sau hàn khi chiều dày vật liệu cơ bản đòi hỏi phải nhiệt luyện theo 4.14.3. Việc nhiệt luyện này phải được thực hiện sau khi hàn. Thời gian và nhiệt độ nhiệt luyện phải áp dụng theo yêu cầu đối với vật liệu cơ bản.

## **TCVN 12728:2019**

Các thiết bị được chế tạo bằng các vật liệu được phủ hoặc lót bằng thép không gỉ hợp kim crôm cao (vật liệu nhóm J và L) phải được nhiệt luyện sau hàn đối với mọi chiều dày, ngoại trừ các thiết bị được phủ hoặc lót bằng các thép loại 405 hoặc loại 410S và được hàn bằng điện cực thép không gỉ austenit hoặc điện cực niken-crôm-sắt rắn tạp khí thấp không cần phải nhiệt luyện sau hàn trừ khi kim loại cơ bản đòi hỏi phải nhiệt luyện sau hàn theo quy định tại 4.14.3.

### **4.14.13 Nhiệt luyện sau hàn đối với mối hàn các vật liệu không cùng loại**

Phải thực hiện nhiệt luyện sau hàn đối với các bộ phận chịu áp lực được liên kết bằng mối hàn các nhóm vật liệu khác nhau khi có yêu cầu nhiệt luyện theo 4.14.3. Nhiệt độ duy trì phụ thuộc vào điều kiện làm việc dự kiến của thiết bị. Khi nhiệt độ duy trì vượt quá các yêu cầu nêu trong Bảng 34 đối với một trong hai loại vật liệu được kết nối thì sự phù hợp của việc nhiệt luyện phải được chứng minh theo Chú thích 2 của Bảng này.

Trường hợp các vật liệu thép austenit và ferit được liên kết bằng phương pháp hàn, quy trình nhiệt luyện được lựa chọn phải chú ý đến sự khác biệt về hệ số giãn nở nhiệt và mọi sự suy giảm đặc tính vật liệu.

### **4.14.14 Nhiệt luyện các mối hàn điện xỉ**

Các mối hàn được thực hiện bằng quá trình hàn điện xỉ phải được thường hoá sau khi hàn theo yêu cầu của Bảng 24.

### **4.14.15 Nhiệt luyện các tấm thử**

Tấm thử trong sản xuất được hàn cho bộ phận chịu áp lực đòi hỏi phải nhiệt luyện, có thể được đặt bên trong bộ phận chịu áp lực mà tấm thử đó đại diện trong quá trình nhiệt luyện, hoặc có thể được xử lý theo một trong các cách sau:

- (a) Tấm thử có thể được đặt bên cạnh bộ phận chịu áp lực trong lò tại vị trí mà tấm thử đó sẽ nhận được chế độ nhiệt luyện tương tự.
- (b) Tấm thử có thể được đặt bên trong một bộ phận khác có kích thước tương đương có thể nhận được chế độ nhiệt luyện tương tự như bộ phận chịu áp lực mà tấm thử đó đại diện. Việc nhiệt luyện phải được diễn ra trong chính buồng lò mà bộ phận chịu áp lực liên quan đến tấm thử sẽ được nhiệt luyện cuối cùng.
- (c) Tấm thử có thể được nhiệt luyện độc lập với bộ phận chịu áp lực, với điều kiện là kiểm định viên đồng ý với các biện pháp được áp dụng để đảm bảo rằng các thông số nhiệt luyện với tấm thử sẽ trùng khớp với các thông số nhiệt luyện cho các bộ phận được tấm thử đại diện, cụ thể là các yếu tố sau:
  - (i) Tốc độ gia nhiệt.
  - (ii) Nhiệt độ tối đa.
  - (iii) Thời gian duy trì ở nhiệt độ tối đa.
  - (iv) Các điều kiện làm nguội.

Nhiệt độ và thời gian nhiệt luyện phải được ghi liên tục (xem 4.14.16).

#### 4.14.16 Ghi dữ liệu nhiệt luyện

Khi có yêu cầu nhiệt luyện, đơn vị thực hiện nhiệt luyện phải cung cấp một bản sao biểu đồ ghi lại thời gian-nhiệt độ của cặp nhiệt trong lò cho mỗi mẻ nhiệt luyện được thực hiện trong quá trình chế tạo bộ phận chịu áp lực.

Các biểu đồ đó phải bao gồm các thông tin sau:

- (a) Tốc độ gia nhiệt, nhiệt độ và thời gian duy trì ở nhiệt độ, và tốc độ làm nguội. Để thuận tiện cho việc kiểm tra các thông số này, tỷ lệ xích thời gian phải được chỉ ra trên biểu đồ.
- (b) Số lượng và vị trí của cặp nhiệt được sử dụng để theo dõi các nhiệt độ quy định trong (a).
- (c) Số định danh của thiết bị áp lực.
- (d) Ngày thực hiện nhiệt luyện.
- (e) Ký hiệu định danh của đơn vị thực hiện nhiệt luyện.

#### 4.14.17 Thử nghiệm kiểm chứng nhiệt luyện đối với các thiết bị được chế tạo từ vật liệu nhóm F và nhóm G

##### 4.14.17.1 Yêu cầu chung

Phải thực hiện các thử nghiệm phù hợp theo quy định trong 4.14.17 để chứng minh rằng tất cả các phương pháp nhiệt luyện thực hiện trong quá trình chế tạo trên các loại thép nhóm F và G đã mang lại các đặc tính cần thiết theo yêu cầu của thiết kế. Một hoặc nhiều tấm thử đại diện cho vật liệu và mối hàn trong mỗi bộ phận chịu áp lực phải được nhiệt luyện theo từng chế độ nhiệt của bộ phận.

##### 4.14.17.2 Chuẩn bị mẫu thử nhiệt luyện sau hàn

Các mối hàn chưa được tôi và ram nhưng đã được nhiệt luyện sau hàn theo Bảng 34 phải có tấm thử trong sản xuất được thực hiện theo yêu cầu đối tấm thử trong sản xuất và phải được nhiệt luyện cùng với thiết bị.

##### 4.14.17.3 Chuẩn bị các mẫu thử tôi

###### 4.14.17.3.1 Các tấm thử được gắn kèm

Một hoặc nhiều tấm thử lấy từ mỗi lô vật liệu trong mỗi bộ phận chịu áp lực phải được tôi cùng với thiết bị hoặc bộ phận chịu áp lực. Một lô được định nghĩa là vật liệu từ cùng một mẻ nấu, sau đó được tôi hoặc thường hóa với cùng một quy trình và có các chiều dày nằm trong phạm vi  $\pm 20\%$  hoặc  $\pm 12$  mm so với chiều dày danh nghĩa, lấy theo giá trị nhỏ hơn. Tấm thử phải đảm bảo cân đối sao cho các mẫu thử kéo và va đập có thể được lấy từ cùng một vị trí tương ứng với chiều dày theo yêu cầu của tiêu chuẩn vật liệu được áp dụng. Mẫu thử kim loại hàn phải được lấy từ cùng một vị trí tương ứng với chiều dày theo yêu cầu của tiêu chuẩn vật liệu đối với các tấm được sử dụng trong bộ phận cần được xử lý. Chiều dài chuẩn đo của mẫu kéo và đoạn một phần ba ở giữa chiều dài mẫu thử va đập phải nằm ở khoảng

## **TCVN 12728:2019**

cách tối thiểu  $t$  tính từ mép tôi hoặc cuối của tấm thử, trong đó  $t$  là chiều dày của vật liệu mà tấm thử đại diện. Khoảng cách này có thể đạt được bằng cách gắn tạm thời tấm chắn nhiệt phù hợp. Hiệu quả của tấm chắn nhiệt như vậy phải được chứng minh bằng thử nghiệm.

### **14.17.3.2 Các tấm thử tách rời**

Trong trường hợp tấm thử không được gắn với bộ phận được xử lý, thì tấm thử phải được tôi từ cùng một mẻ nhiệt luyện và dưới cùng một điều kiện như đối với bộ phận mà tấm thử đó đại diện. Tấm thử phải đảm bảo cân đối sao cho các mẫu thử có thể được lấy từ các vị trí quy định tại 4.14.17.3.1.

### **4.14.17.4 Chuẩn bị các mẫu thử ram**

#### **4.14.17.4.1 Các tấm thử được gắn kèm**

Các tấm thử phải được gắn với bộ phận chịu áp lực trong quá trình ram, trừ các tấm chắn nhiệt có thể được loại bỏ sau khi tôi. Sau công đoạn ram và sau khi được tách ra khỏi bộ phận, tấm thử phải được nhiệt luyện ở chế độ tương tự với chế độ mà sau đó bộ phận chịu áp lực sẽ được xử lý, nếu áp dụng. Thời gian duy trì ở nhiệt độ không được nhỏ hơn thời gian áp dụng cho bộ phận chịu áp lực (trừ khi tổng thời gian duy trì ở từng nhiệt độ có thể được áp dụng trong một chu trình gia nhiệt) và tốc độ làm nguội không được nhanh hơn.

#### **4.14.17.4.2 Các tấm thử tách rời**

Các tấm thử được tôi riêng như mô tả trong 4.14.17.3.2 nên ưu tiên được ram cùng với thiết bị hoặc bộ phận chịu áp lực mà các tấm thử đó đại diện. Các điều kiện mà trong đó các tấm thử được nhiệt luyện tiếp theo phải đảm bảo như quy định tại 4.14.17.3.1.

### **4.14.17.5 Thử nghiệm**

#### **4.14.17.5.1 Yêu cầu chung**

Các tấm thử đã trải qua tôi và ram sau khi hàn phải có một lần thử kéo và một lần thử va đập (3 mẫu) được thực hiện từ vật liệu của các tấm thử đại diện cho từng lô vật liệu sử dụng trong mỗi thiết bị hoặc bộ phận được nhiệt luyện. Một lô được định nghĩa là vật liệu từ cùng một mẻ nấu, sau đó được tôi với cùng một quy trình và có các chiều dày nằm trong phạm vi  $\pm 20\%$  hoặc  $\pm 12$  mm so với chiều dày danh nghĩa, lấy theo giá trị nhỏ hơn..

#### **4.14.17.5.2 Tấm thử không chứa mối hàn**

Các tấm thử không chứa mối hàn phải tuân thủ toàn bộ các yêu cầu thử kéo và thử va đập của tiêu chuẩn vật liệu.

#### **4.14.17.5.3 Tấm thử có chứa kim loại hàn**

Đối với mỗi thiết bị, các tấm thử có chứa kim loại hàn phải được thử nghiệm bằng cách sử dụng mẫu thử kéo và va đập theo chiều ngang theo quy định cho các tấm thử trong sản xuất.

#### 4.15. Khoan lỗ lắp ống và nút ống

##### 4.15.1 Yêu cầu chung

Các yêu cầu về việc cố định các ống vào mặt sàng hoặc bao hơi, bao nước bằng phương pháp nút ống được quy định trong 4.15.

##### 4.15.2 Yêu cầu về đường kính và hoàn thiện lỗ lắp ống

Các lỗ lắp ống vào mặt sàng bằng phương pháp nút ống phải được gia công hoàn thiện phù hợp với dung sai lỗ lắp ống và khe hở lớn nhất theo đường kính được nêu trong Bảng 35. Các cạnh phía trong các lỗ ống, và các cạnh phía ngoài, tại vị trí các ống được loe mép hoặc gấp mép, phải được bạt bavia để loại bỏ các cạnh sắc.

Trong mỗi lỗ lắp ống, cho phép có nhiều nhất là một rãnh xoi trên bề mặt song song với trục lỗ, nhưng không được kéo dài quá 50% chiều sâu của lỗ. Những rãnh như vậy không được phép nằm trong phạm vi  $15^\circ$  tính từ đoạn nối ngắn nhất giữa các lỗ. Độ sâu của rãnh không được vượt quá giá trị sau:

- (a) 0,5 mm khi đường kính ngoài của ống  $\leq 25$  mm.
- (b) 1,0 mm khi  $32 \leq$  đường kính ngoài của ống  $\leq 50$  mm.
- (c) 1,2 mm khi  $63 \leq$  đường kính ngoài của ống  $\leq 75$  mm.
- (d) 1,5 mm khi đường kính ngoài của ống  $> 75$  mm.

Phần còn lại của bề mặt lỗ phải đảm bảo trơn nhẵn. Các rãnh xoi vượt quá giới hạn trên đây có thể được sửa chữa bằng cách hàn và mài.

Ngoài các ống được liệt kê trong Bảng 35, có thể sử dụng các ống có đường kính ngoài, dung sai và đường kính lỗ khác, với điều kiện:

- (i) không vượt quá khe hở lớn nhất theo đường kính (bằng cách nội suy nếu cần thiết); hoặc
- (ii) đường kính danh nghĩa của lỗ không vượt quá đường kính ngoài danh nghĩa của ống ( $d_o$ ) cộng với 2,5 mm hoặc  $0,01d_o$ , lấy theo giá trị lớn hơn.

Đường kính lỗ ống phải được kiểm tra để đảm bảo tuân thủ các giá trị nêu trong Bảng 35 bằng cách sử dụng calip đo lỗ kiểu 'lọt' - 'không lọt' có đường kính dựa trên đường kính lỗ nhỏ nhất và lớn nhất như thể hiện trong bảng này.

Bảng 35 – Đường kính lỗ ống, dung sai và khe hở đối với các ống núc

Kích thước tính theo milimet

Đường kính ngoài danh nghĩa của ống (đ)	Dung sai đường kính ngoài của ống	Đường kính danh nghĩa của lỗ ống và dung sai				Khe hở lớn nhất theo đường kính (Chú thích 2 và 3)		Dung sai dương lớn nhất cho 4% số lỗ
		Lắp tiêu chuẩn		Lắp chặt đặc biệt (Chú thích 1)		Lắp tiêu chuẩn	Lắp đặc biệt	
		Đường kính danh nghĩa của lỗ	Dung sai (Chú thích 1)	Đường kính danh nghĩa của lỗ	Dung sai (Chú thích 1)			
6	±0,10	6,57	+0,05 -0,1	6,53	±0,05	0,38	0,32	0,18
10	±0,10	9,75	+0,05 -0,1	9,70	±0,05	0,38	0,32	0,18
13	±0,10	12,95	+0,05 -0,1	12,78	±0,05	0,41	0,32	0,2
16	±0,10	16,12	+0,05 -0,1	16,07	±0,05	0,41	0,36	0,25
19	±0,10	19,31	+0,05 -0,1	19,25	±0,05	0,41	0,36	0,25
25	±0,15	25,70	+0,05 -0,1	25,65	±0,05	0,51	0,46	0,25
32	±0,15	32,10	+0,075 -0,15	32,03	±0,075	0,58	0,51	0,25
38	±0,20	38,56	+0,075 -0,13	38,45	±0,075	0,74	0,64	0,25
50	±0,25	51,36	+0,075 -0,18	51,26	±0,075	0,89	0,76	0,25

**CHÚ THÍCH:**

- Cấp lắp này có thể được người mua chỉ định để giảm thiểu sự hóa cứng cơ học và dẫn đến mất khả năng chống ăn mòn ứng suất, ví dụ: trong các ống thép austenit.
- Khe hở lớn nhất theo đường kính = đường kính lớn nhất của lỗ (danh nghĩa + dung sai) - đường kính nhỏ nhất của ống (danh nghĩa - dung sai).
- 96% lỗ ống phải đáp ứng được yêu cầu này. 4% còn lại có thể có dung sai dương đối với lỗ nhưng không vượt quá các giá trị được liệt kê, và mức gia tăng khe hở tương ứng.

Ngoài ra, đường kính lỗ ống phải tuân thủ các yêu cầu về giới hạn dung sai được quy định trên bản vẽ thi công và phải được kiểm tra bằng cách sử dụng calip đo lỗ có đường kính dựa trên đường kính lỗ nhỏ nhất và lớn nhất được thể hiện trên bản vẽ này.

#### 4.15.3 Vị trí lỗ ống trên mối hàn

Các lỗ ống có thể được gia công xuyên qua các mối hàn giáp mép hai phía, với điều kiện phần mối hàn trên đoạn có chiều dài ít nhất bằng ba lần đường kính ống tính từ mỗi phía của lỗ, phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- (a) *Đối với các nồi hơi cấp 1:* Các mối hàn đáp ứng được yêu cầu kiểm tra không phá hủy đối với mối hàn dọc trước khi hàn ống, mối hàn phải được gia công phẳng trên cả hai mặt, và các bề mặt bao gồm bề mặt lỗ được kiểm tra bằng phương pháp từ tính hoặc thăm thấu để phát hiện vết nứt.

- (b) *Đối với các nồi hơi cấp 2 hoặc cấp 3:* Các mối hàn đáp ứng được yêu cầu đối với mối hàn dọc và được kiểm tra bằng phương pháp từ tính hoặc thẩm thấu để phát hiện vết nứt, và hệ số bền mối hàn thích hợp đã được đưa vào hệ số làm yếu do dấy lỗ khoét khi tính chiều dày vùng có dấy lỗ lấp ống.

#### 4.15.4 Điều kiện của ống

Trước khi núc, các đầu ống phải đảm bảo điều kiện cho phép việc nong ống được thực hiện một cách hiệu quả. Các ống trong tình trạng bị hóa cứng cơ học là không phù hợp với núc ống, trừ khi các đầu ống đã được ủ để làm mềm.

#### 4.15.5 Khoảng cách giữa các mép lỗ trên mặt sàng hoặc vi ống

Khoảng cách nhỏ nhất giữa các mép lỗ ống trên mặt sàng không được nhỏ hơn các khoảng cách nhỏ nhất giữa các mép lỗ theo chiều dọc, đường chéo và theo chu vi được xác định bởi các quy tắc thiết kế của tiêu chuẩn áp dụng.

#### 4.15.6 Núc ống

Việc nong ống phải được thực hiện bằng dụng cụ nong kiểu con lăn và nên ưu tiên sử dụng một cơ cấu tự động để hạn chế và kiểm soát lực xoắn áp dụng, và từ đó kiểm soát được độ mỏng thành của ống. Có thể sử dụng các kỹ thuật nong ống khác với điều kiện phải thực hiện các thử nghiệm quy trình thỏa đáng và phải được sự đồng ý của cơ quan kiểm định và người mua.

Trường hợp đầu ống không vuông góc với các tấm khoan lỗ cấm ống, phải đảm bảo trong lỗ núc ống có đoạn trụ song song với trục ống ít nhất là 12 mm (đo bằng khoảng cách giữa hai mặt phẳng vuông góc với trục ống tại lỗ khoan). Nếu ống lệch không quá  $10^\circ$  so với đường vuông góc với tấm, chiều dài phần trụ có thể giảm xuống nhưng không dưới 10 mm.

Trường hợp các ống được cố định bằng phương pháp núc đẩy, các ống phải được loe từ mép lỗ với một góc nghiêng so với trục ống để tránh bị tuột ống. Trong mọi trường hợp, phần nhô ra của ống qua mặt tựa song song không được nhỏ hơn 6 mm, và độ loe không được nhỏ hơn các giá trị nêu trong Bảng 36.

**Bảng 36 – Kích thước miệng loe của ống nong**

Đường kính ngoài danh nghĩa (OD) mm	Độ tăng đường kính tối thiểu của miệng loe so với đường kính lỗ ống mm
$OD \leq 38$	2,5
$38 < OD \leq 50$	3
$50 < OD \leq 85$	4
$85 < OD \leq 100$	5

CHÚ THÍCH: Khi góc nghiêng của trục con lăn loe mép là  $30^\circ$ , có thể cần thiết đoạn nhô ra lớn hơn 6 mm.

Trường hợp các ống được cố định bằng các phương pháp nong ống khác như nong rút hoặc nong và hàn, việc loe mép ống có thể được bỏ qua theo thỏa thuận giữa người mua và nhà tạo. Phần nhô ra của ống qua mặt tựa song song không được nhỏ hơn 6 mm.

## **TCVN 12728:2019**

Những yêu cầu nêu trên về phần nhô ra của ống không áp dụng đối với nồi hơi ống lửa. Các yêu cầu về phần nhô ra của ống đối với nồi hơi ống lửa được nêu trong Hình 55 và Hình 56.

### **4.16 Các yêu cầu khác về chế tạo các bộ phận của nồi hơi**

#### **4.16.1 Hộp lửa đối với nồi hơi ống lửa và các nồi hơi khác**

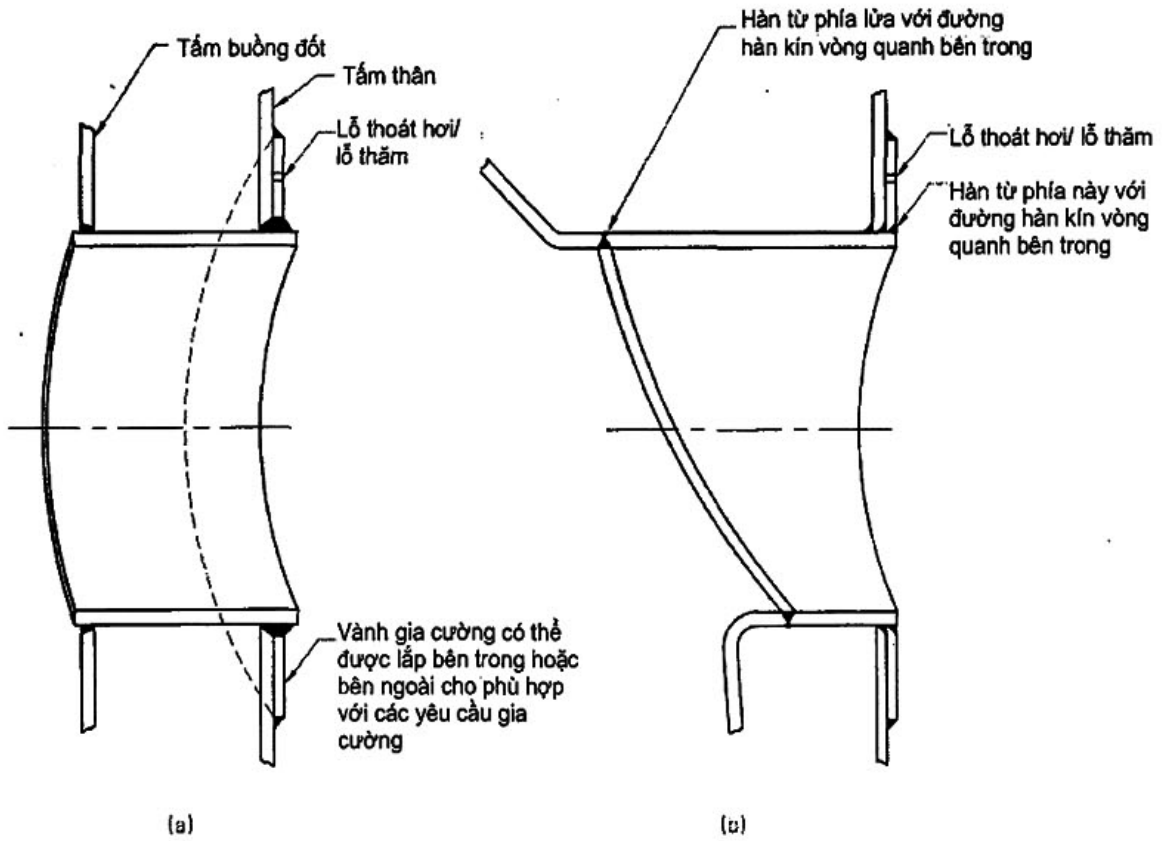
##### **4.16.1.1 Hộp lửa dạng trụ**

Phần trụ cần ưu tiên gia công tạo hình từ một tấm thép theo phương pháp tương tự như các tấm thân. Dung sai lớn nhất cho phép về đường kính tại mọi mặt cắt không được vượt quá 6,0 mm đối với các hộp lửa có đường kính đến 900 mm, hoặc 10 mm đối với các hộp lửa có đường kính trên 900 mm, nhưng trong mọi trường hợp không được vượt quá 1/2 chiều dày tấm.

Hộp lửa kiểu đứng cần ưu tiên chế tạo theo dạng côn, với độ côn khuyến nghị là 1/8. Không gian chứa nước ở phần đáy giữa hộp lửa và thân không được nhỏ hơn 50 mm đối với các nồi hơi có đường kính đến 750 mm và không nhỏ hơn 63 mm đối với các nồi hơi có đường kính trên 750 mm.

Vành lượn chữ S, khi được gia công liền khối với hộp lửa hoặc gia công vành rời bằng cách nung nóng một lần trên máy móc thích hợp, phải được làm nguội chậm để tránh ứng suất bên trong. Các vành của miệng cửa đốt hoặc vành đế cần được chế tạo bằng vật liệu phù hợp với các yêu cầu quy định trong 2.1. Không được sử dụng thép hình chữ Z để làm các vành đế.

Việc ghép nối các hộp lửa với thân phải được thực hiện phù hợp với Hình 61 hoặc 4.16.3 c). Phương pháp ghép nối điển hình các chi tiết miệng cửa đốt được thể hiện trên Hình 99.

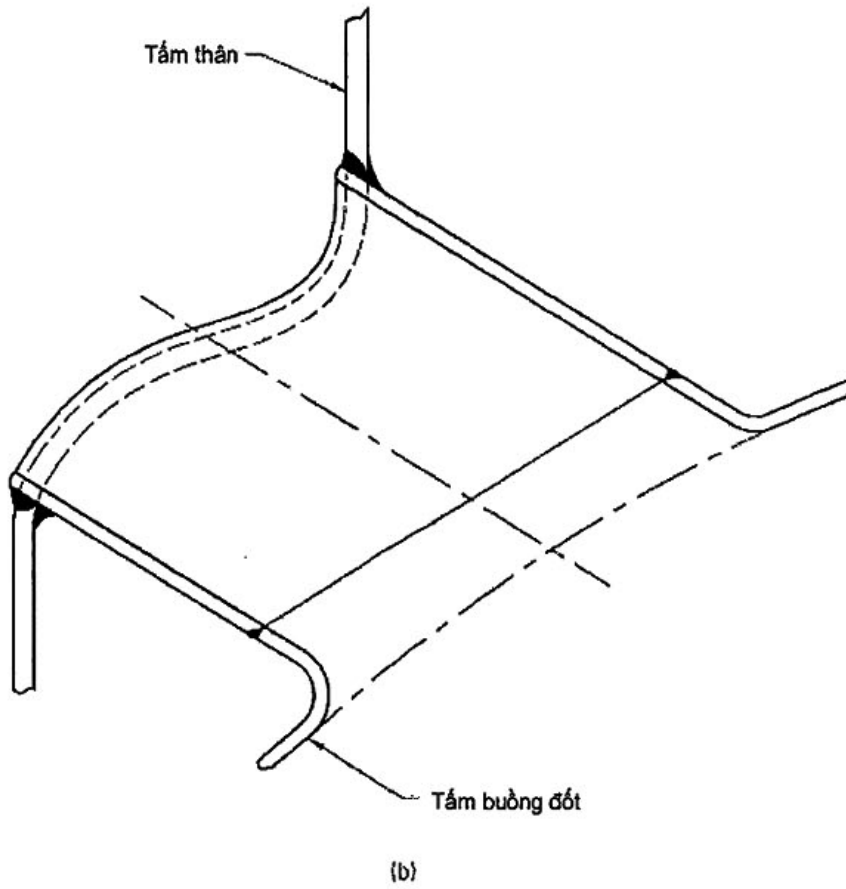
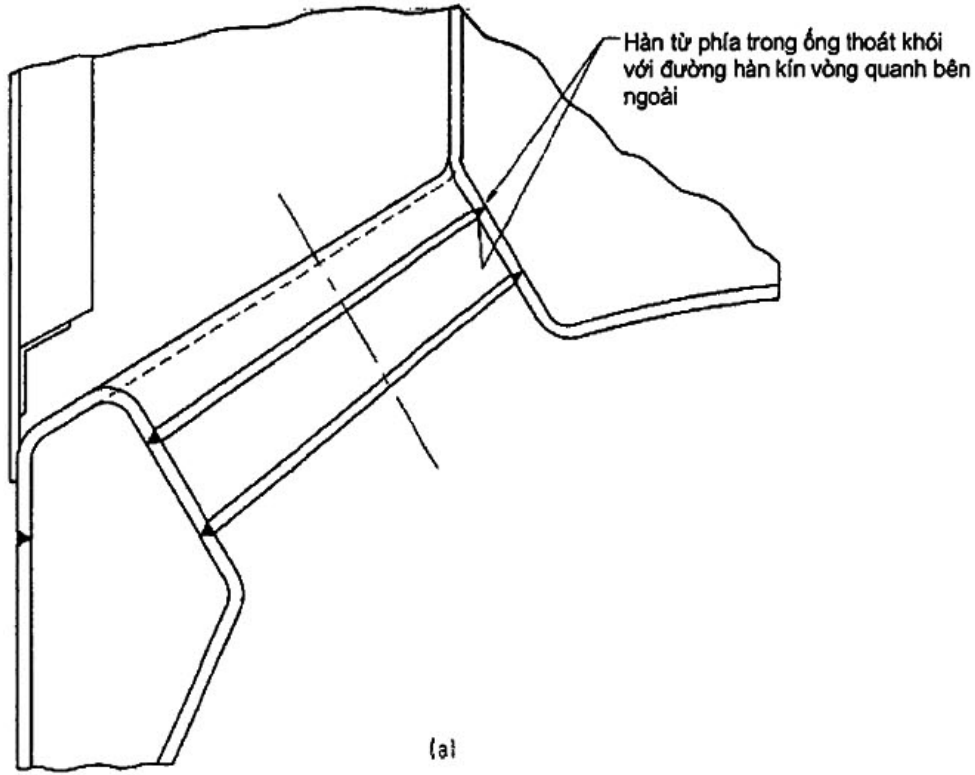


Hình 99 - Miệng cửa đốt

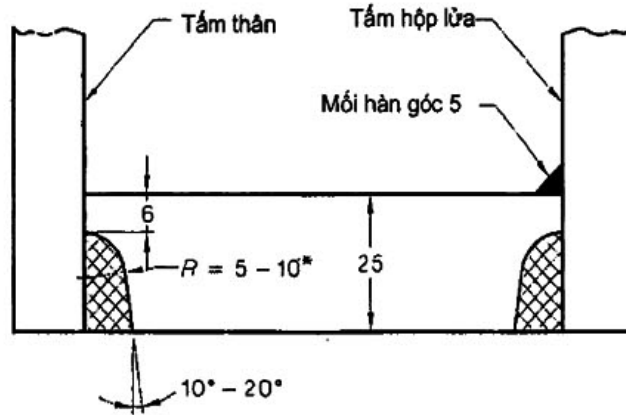
#### 4.16.1.2 Hộp lửa dạng cầu

Các hộp lửa dạng cầu phải được ép dập tạo hình trên máy với các giai đoạn ép tăng dần để hạn chế bị dát mỏng và phải được thường hoá bằng xử lý nhiệt khi hoàn thiện. Khi có hiện tượng dát mỏng hoặc các hiện tượng tương tự thì phải kiểm tra để đánh giá mức độ phù hợp.

Các phương pháp ghép nối hộp lửa với thân phải phù hợp với các Hình 61 và 4.16.3 c). Các phương pháp điển hình về ghép nối đối với miệng cửa đốt được thể hiện trên Hình 99, và đối với ống thoát khói trên Hình 100.



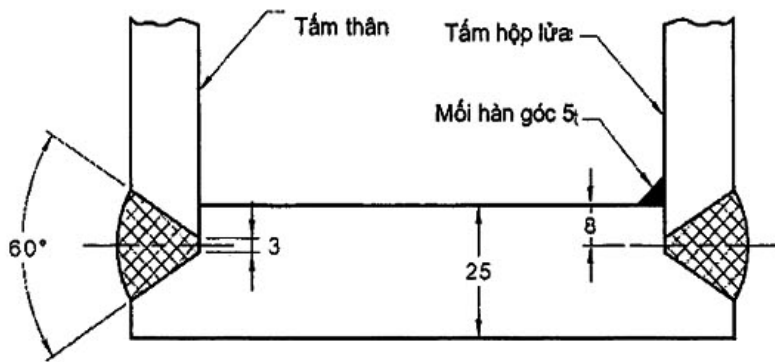
Hình 100 - Hàn ống thoát khói



Chỉ cho phép áp dụng trên các nồi hơi kiểu lò cò với các vòm hộp lửa được giăng đỡ hoàn toàn như thể hiện trên các Hình 52 và Hình 53.

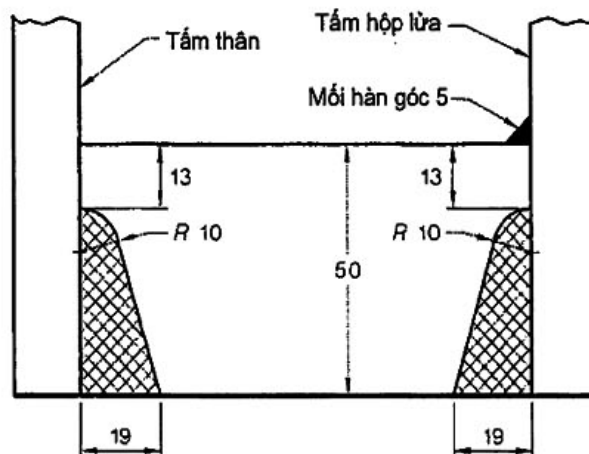
- \* Góc nhỏ nhất cần được sử dụng kết hợp với bán kính  $R$  lớn nhất là 10 mm. Ngược lại, góc lớn nhất cần được sử dụng kết hợp với bán kính  $R$  nhỏ nhất là 5 mm.

a)



Chỉ cho phép áp dụng trên các nồi hơi kiểu lò cò với các vòm hộp lửa được giăng đỡ hoàn toàn như thể hiện trên các Hình 52 và Hình 53.

b)



CHÚ THÍCH: Mối hàn góc phải có chuyển tiếp chỗ tiếp giáp thân và không được cháy chân

Hình 101 – Các kết cấu vòm để

## **TCVN 12728:2019**

### **4.16.2 Các chi tiết giằng đối với nồi hơi ống lửa và các nồi hơi khác**

Tất cả thanh giằng hoặc thanh chống hộp lửa phải được chế tạo từ thanh thép cán đặc không có mối hàn trên suốt chiều dài, trừ các mối hàn liên kết giữa các thanh giằng với các bộ phận được tăng cường. Các thanh giằng đã qua gia công nóng phải được thường hoá sau đó bằng nhiệt luyện. Khi các thanh giằng được lắp đặt ở vị trí thích hợp trong nồi hơi thì đường tâm của nó cần vuông góc với tấm được tăng cường.

Phải khoan một lỗ thoát hơi / lỗ thăm dọc theo trục của mỗi thanh giằng và thanh chống hộp lửa. Đường kính của lỗ không vượt quá 5 mm và chiều sâu lỗ khoan cần vượt khỏi mặt tiếp nước của tấm 13 mm.

### **4.17 Các yêu cầu đối với nồi hơi tuần hoàn cưỡng bức kiểu ống xoắn**

#### **4.17.1 Yêu cầu chung**

Các nồi hơi tuần hoàn cưỡng bức kiểu ống xoắn phù hợp với các giới hạn quy định trong 4.17.2 phải được thiết kế, chế tạo phù hợp với các yêu cầu liên quan của các phần khác trong tiêu chuẩn này.

Các nồi hơi tuần hoàn cưỡng bức không phù hợp với tất cả các giới hạn quy định trong 4.17.2 phải được thiết kế, chế tạo phù hợp với các yêu cầu liên quan trong các phần khác của tiêu chuẩn này.

#### **4.17.2 Giới hạn**

Các giới hạn dưới đây phải áp dụng cho các nồi hơi được thiết kế, chế tạo phù hợp với 4.17:

- a) Áp suất thiết kế không vượt quá 1,2 MPa.
- b) Nhiệt độ nước hoặc hơi không vượt quá nhiệt độ hơi bão hoà tương ứng với áp suất làm việc.
- c) Công suất nhiệt thực không vượt quá 2 MW.
- d) Đường kính ngoài của ống dùng để chế tạo ống xoắn không vượt quá 51 mm.
- e) Được đốt bằng dầu có độ nhớt động học nhỏ hơn  $6 \text{ mm}^2/\text{s}$ , hoặc đốt bằng nhiên liệu khí.
- f) Nồi hơi thuộc loại cấu tạo từ một số lượng nhỏ các ống dài, trong đó sự bốc hơi về cơ bản được khống chế và dòng nước có điều chỉnh được bơm cưỡng bức vào trong ống, hỗn hợp của hơi và nước đi ra từ đầu các ống và đi vào bộ phân ly, tại đó nước và hơi được tách ra và nước quay trở về hệ thống.

## 5 Giám sát chế tạo và thử nghiệm

### 5.1 Giám sát chế tạo

#### 5.1.1 Yêu cầu chung

Tất cả các nồi hơi hay nồi đun nước nóng đều phải được giám sát trong quá trình chế tạo cho đến khi xuất xưởng để đảm bảo rằng các vật liệu dùng cho các bộ phận, việc chế tạo và các phương pháp thử phù hợp với các quy định trong tiêu chuẩn này.

Nồi hơi hay nồi đun nước nóng phải được đánh giá sự phù hợp với các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia liên quan trước khi xuất xưởng

#### 5.1.2 Công việc giám sát trong chế tạo gồm:

- a) Trình độ và năng lực của đội ngũ nhân viên, công nhân tham gia vào công việc chế tạo, kiểm tra;
- b) Chất lượng các vật liệu được đưa vào để chế tạo các bộ phận;
- c) Các quá trình gia công chế tạo;
- d) Các công việc kiểm tra trong chế tạo và kiểm tra lần cuối cùng (xuất xưởng);
- e) Các tài liệu, bản vẽ và việc lập hồ sơ xuất xưởng.

#### 5.1.3 Công việc giám sát vật liệu và chất lượng vật liệu gồm:

- a) Nhãn hiệu của các loại vật liệu: thép tấm, thép ống, thép thanh, thép hình, vật liệu hàn... cũng như các kích thước của chúng so với yêu cầu trong quy trình chế tạo;
- b) Tình trạng kỹ thuật và chất lượng của vật liệu như: mức độ gỉ mòn, rạn, phân lớp...
- c) Việc bảo quản vật liệu ở trong kho, cũng như việc sắp xếp để tránh nhầm lẫn...

Việc nhận dạng vật liệu chế tạo các bộ phận chịu áp lực phải tuân thủ đầy đủ các yêu cầu nêu trong 4.4.

Trường hợp khi có nghi ngờ về nhãn hiệu hoặc chất lượng kim loại thì có thể yêu cầu nhà chế tạo tiến hành kiểm tra bằng các phương pháp kiểm tra thích hợp như: phân tích quang phổ, kiểm tra siêu âm, phân tích thành phần hóa học, thí nghiệm cơ tính... khi các kết quả kiểm tra nêu trên đạt yêu cầu thì mới đưa vật liệu đó vào gia công chế tạo.

#### 5.1.4 Các công đoạn kiểm tra

Việc giám sát kiểm tra trong chế tạo có thể tiến hành thường xuyên, liên tục, nhưng đặc biệt phải tiến hành ở các giai đoạn sau:

- a) Khi tiếp nhận vận liệu cần so sánh nhãn hiệu kim loại với hồ sơ vật tư, các thành phần hóa học và cơ tính (xem 4.4). Tiến hành đo chiều dày để so sánh dung sai và xem xét bề mặt kim loại;
- b) Việc sắp xếp và bảo quản trong kho trước khi đưa vật liệu ra gia công;
- c) Khi các tấm thân và đáy nồi hơi đã được tạo hình để đưa gá lắp hoặc hàn đính xong;

## TCVN 12728:2019

- d) Trong giai đoạn hàn: kiểm tra vật liệu hàn, tiến hành thí nghiệm đặc tính công nghệ que hàn, việc đặt các mẫu thử của các mối hàn, bắt đầu hàn mối hàn và kết thúc mối hàn; kiểm tra kích thước hình học mối hàn;
- e) Xem xét việc gia công các mẫu để thí nghiệm cơ tính, cũng như các kết quả siêu âm, chụp tia X mối hàn;
- g) Khi các lỗ khoan đã khoan xong xem xét kích thước các lỗ khoan so với bản vẽ, cũng như chất lượng của bề mặt lỗ khoan;
- h) Xem xét công việc nhiệt luyện các mối hàn, biểu đồ nâng, duy trì nhiệt độ và làm nguội mối hàn;
- i) Kiểm tra kích thước của nồi hơi khi đã chế tạo xong kiểm tra bề mặt bên trong và bên ngoài cũng như quá trình thử thủy lực;
- k) Đóng biển và ghi thông số của nồi hơi;
- l) Tập hợp tài liệu kỹ thuật, các chứng chỉ và lập hồ sơ xuất xưởng.

### 5.1.5 Mẫu thử cơ tính

Việc hàn các mẫu thử để tiến hành thí nghiệm cơ tính các mối hàn thân nồi hơi, bao hơi, bao nước và các bộ phận hình trụ khác theo quy định của TCVN 6008 hoặc theo quy trình công nghệ chế tạo khi quy trình này có quy định cao hơn.

### 5.1.6 Kiểm tra không phá hủy

Tất cả các mối hàn trên bộ phận chịu áp lực phải được kiểm tra không phá hủy theo quy định trong TCVN 6008, và phải tuân thủ đầy đủ các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

Phải tiến hành kiểm tra bằng siêu âm hay chụp các tia X 100% các mối hàn giáp mép, chông mép của thân nồi hơi, bao hơi, bao nước, ống góp, các bộ phận hình trụ khác và các đáy.

Đối với các mối hàn góc kết nối đáy với thân bao hơi, bao nước, thân nồi hơi, các thành phẳng, mặt sàng không thực hiện được việc kiểm tra bằng siêu âm hoặc chụp tia X thì có thể kiểm tra bằng thăm thấu hoặc phương pháp khác được cơ quan kiểm định chấp thuận.

Các mối hàn giáp mép (nối ống) trong hệ thống ống (trừ ống góp) phải kiểm tra bằng siêu âm hay chụp tia X theo tỷ lệ sau:

- a) Đối với vật liệu các nhóm A, B, C, E, K, M:
  - Ống có chiều dày  $t \leq 20\text{mm}$ : tỷ lệ siêu âm hoặc chụp tia X là 10%.
  - Ống có chiều dày  $20 < t \leq 32\text{mm}$ : tỷ lệ siêu âm hoặc chụp tia X là 20%.
  - Ống có chiều dày  $t > 32\text{mm}$ : tỷ lệ siêu âm hoặc chụp tia X là 100%.
- b) Đối với vật liệu các nhóm D, F, G, H, J, L:
  - Ống có chiều dày  $t \leq 10\text{mm}$ : tỷ lệ siêu âm hoặc chụp tia X là 10%.

- Ống có chiều dày  $10 < t \leq 20\text{mm}$ : tỷ lệ siêu âm hoặc chụp tia X là 20%.
- Ống có chiều dày  $t > 20\text{mm}$ : tỷ lệ siêu âm hoặc chụp tia X là 100%.

Các mối hàn góc hay chữ T kết nối ống với bao hơi, bao nước, thân nồi hơi, các thành phẳng, mặt sàng không yêu cầu kiểm tra không phá hủy. Độ bền và độ kín của các mối hàn này được kiểm tra bằng thử thủy lực.

## 5.2 Thử thủy lực sau khi chế tạo

Trước khi xuất xưởng nồi hơi phải được thử thủy lực sau khi hoàn chỉnh trọn bộ nồi hơi.

Đối với các nồi hơi lớn, có nhiều bộ phận riêng biệt và chỉ có thể hoàn chỉnh trọn bộ tại nơi lắp đặt thì phải thử thủy lực từng bộ phận riêng biệt tại nhà chế tạo và phải cấp chứng chỉ cho từng bộ phận riêng biệt đó.

### 5.2.1 Xác định áp suất thử thủy lực sau khi chế tạo

Căn cứ để xác định áp suất thử thủy lực là áp suất thiết kế nồi hơi và các bộ phận liên quan, ký hiệu là  $p$  cho tất cả các loại nồi hơi.

Áp suất thử thủy lực đối với nồi hơi sau khi chế tạo xong trọn bộ theo quy định trong Bảng 37.

**Bảng 37 - Áp suất thử thủy lực nồi hơi sau khi chế tạo**

Áp suất thiết kế, MPa	Áp suất thử thủy lực, MPa
$p \leq 0,5$	$2p$ nhưng không nhỏ hơn 0,2 MPa
$p > 0,5$	$1,5 p$ nhưng không nhỏ hơn 1 MPa

Khi thử riêng bộ hâm nước và bộ quá nhiệt thì áp suất thử thủy lực quy định trong Bảng 38.

**Bảng 38 - Áp suất thử thủy lực bộ hâm nước và bộ quá nhiệt sau khi chế tạo**

Tên bộ phận	Áp suất thiết kế, MPa	Áp suất thử thủy lực, MPa
Bộ hâm nước ngắt được	$p$	$1,5p$
Bộ hâm nước không ngắt được	$p$	$2,0p$
Bộ quá nhiệt	$p$	$1,5p$

### 5.2.2 Trình tự thử thủy lực sau khi chế tạo

Thử bằng nước đã được lãng trong có nhiệt độ dưới  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  và không thấp hơn nhiệt độ môi trường chung quanh quá  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Thời gian duy trì áp suất thử thủy lực là 20 min.

Việc tăng hoặc giảm áp suất phải thực hiện từ từ để các bộ phận co giãn đều, đặc biệt khi nâng từ áp suất thiết kế đến áp suất thử.

## **TCVN 12728:2019**

Mọi việc kiểm tra, gỡ búa lên thành các bộ phận hoặc mối nối chỉ được thực hiện khi đã hạ áp suất thử xuống bằng áp suất thiết kế.

Cấm dùng môi chất khí để thử thủy lực các nồi hơi.

### **5.2.3 Xác định kết quả thử thủy lực sau khi chế tạo**

Thử thủy lực được coi là đạt chất lượng khi:

- a) Không có hiện tượng nứt, rạn;
- b) Không có các bụi nước, hạt nước chảy qua các mối núc, mối nối ren, bích, van;
- c) Không có hiện tượng rỉ nước, đọng sương trên các mối hàn;
- d) Không có hiện tượng biến dạng;

Nếu có hiện tượng rỉ nước qua các van, bích nối, ren nối với phụ kiện mà áp suất thử không bị giảm quá 3% trong thời gian duy trì áp suất thử (20 phút) thì cũng coi như đạt yêu cầu.

Kết quả kiểm tra thử thủy lực phải được lập thành biên bản có đầy đủ chữ ký của các thành viên trong hội đồng kỹ thuật. Biên bản đó phải được coi là tài liệu kỹ thuật bắt buộc đính kèm vào hồ sơ xuất xưởng và là cơ sở để cấp giấy chứng chỉ xuất xưởng.

## **5.3 Xuất xưởng nồi hơi**

### **5.3.1 Yêu cầu chung**

Tất cả các nồi hơi được lắp ráp hoàn chỉnh tại xưởng, trước khi xuất xưởng phải đóng chìm tên hoặc mã hiệu của người chế tạo, số chế tạo (chiều cao cỡ chữ, số, mã hiệu không nhỏ hơn 8 mm) trên thân nồi hoặc thân bao hơi. Đối với các nồi hơi được chế tạo từng bộ phận tại xưởng và lắp ráp hoàn chỉnh tại hiện trường phải đóng chìm các số liệu nêu trên tại bao hơi, bao nước, ống góp, ống góp bộ quá nhiệt.

Vị trí đóng phải đảm bảo sao cho khi cần kiểm tra không phải tháo dỡ bảo ôn hoặc tháo dỡ ít nhất và phải được xác định rõ vị trí trong lý lịch của thiết bị.

### **5.3.2 Ghi nhãn**

Tất cả các nồi hơi được lắp ráp hoàn chỉnh tại xưởng, khi xuất xưởng phải được gắn nhãn bằng kim loại ghi đầy đủ các thông số sau:

- a) Tên cơ sở chế tạo;
- b) Mã hiệu nồi hơi;
- c) Công suất.
- d) Áp suất làm việc lớn nhất,
- e) Áp suất thử thủy lực;
- f) Nhiệt độ hơi quá nhiệt ( nếu có).

- g) Tháng năm chế tạo;**
- h) Số chế tạo;**
- i) Số ký hiệu phân cấp (xem 1.4).**

**6 Các yêu cầu đối với các phương tiện đo kiểm, các cơ cấu an toàn và thiết bị phụ trợ**

**6.1 Các phương tiện đo kiểm**

**6.1.1 Các phương tiện đo kiểm bắt buộc đối với nồi hơi**

- Phương tiện đo áp suất (áp kế);
- Phương tiện đo mức nước (ống thủy, đồng hồ đo mức nước ...);
- Phương tiện đo nhiệt độ (nhiệt kế) dùng cho nồi hơi có sản xuất hơi quá nhiệt và khi có sử dụng bộ hâm nước bằng gang.
- Các phương tiện đo kiểm phục vụ mục đích đánh giá công suất và hiệu suất năng lượng của nồi hơi.

**6.1.2 Áp kế**

**6.1.2.1 Số lượng tối thiểu và vị trí lắp đặt áp kế**

Mỗi nồi hơi phải có ít nhất một áp kế nối thông với phần chứa hơi của nồi hơi.

Đối với nồi hơi trực lưu thì áp kế phải đặt trước van khoá đường hơi đến nơi tiêu thụ.

Các nồi hơi có bộ quá nhiệt ngoài áp kế ở bao hơi còn phải đặt thêm ít nhất một áp kế tại ống góp ra của bộ quá nhiệt. Khi nồi hơi có thêm bộ tái quá nhiệt thì còn phải đặt thêm áp kế tại ống góp ra của bộ tái quá nhiệt.

Phải đặt áp kế trên đường nước vào và ra khỏi bộ hâm nước loại ngắt được.

Trên đường nước cấp vào nồi hơi dùng bơm li tâm hay pitton cũng phải đặt áp kế tại đầu đẩy của bơm.

**6.1.2.2 Các yêu cầu về áp kế**

Áp kế đặt trên nồi hơi và bộ quá nhiệt, tái quá nhiệt phải có cấp chính xác không thấp hơn 1,5 và đường kính mặt áp kế không dưới 150 mm. Cho phép dùng áp kế có cấp chính xác 2,5 và đường kính mặt áp kế dưới 150 mm khi đặt áp kế cho nồi hơi có áp suất không quá 2,2 MPa và chiều cao tính từ sản phụ vụ đến vị trí đặt áp kế không quá 2 m, cũng như khi đặt tại bộ phận hâm nước bằng gang.

Áp kế phải nối qua ống xi phong hay một thiết bị tương tự có tiết diện bên trong đủ lớn để ống được điền đầy nước. Áp kế được nối với ống nối qua van ba ngã. Đối với nồi hơi có áp suất cao có thể thay van ba ngã bằng một ống nối và van khác dùng để lắp áp kế kiểm tra trong vận hành, cũng như khi thử thủy lực. Các phụ kiện và ống nối của áp kế phải chọn phù hợp với thông số của nồi hơi.

Áp kế của nồi hơi phải được kiểm định và niêm chỉ mỗi năm một lần và sau mỗi lần sửa chữa áp kế tại nơi được phép kiểm định.

Thang đo của áp kế phải được chọn sao cho ở áp suất làm việc lớn nhất cho phép kim áp kế nằm trong phạm vi từ 1/2 đến 2/3 thang đo.

Trên mặt áp kế phải có vạch đỏ chỉ áp suất làm việc lớn nhất cho phép của nồi hơi.

Áp kế dùng để theo dõi trực tiếp áp suất phải được đặt sao cho người theo dõi nhìn vuông góc và rõ mặt áp kế từ sàn phục vụ: mặt áp kế đặt thẳng đứng khi ngang tầm mắt hoặc phải đặt nghiêng khoảng  $30^\circ$  khi đặt cao hơn tầm mắt.

Đường kính của mặt áp kế nên chọn như sau:

- Không nhỏ hơn 150 mm khi đặt cao đến 3m so với sàn phục vụ;
- Không nhỏ hơn 200 mm khi đặt cao 3m đến 4m so với sàn phục vụ;
- Không nhỏ hơn 250 mm khi đặt cao trên 4m đến 5m so với sàn phục vụ.

Không nên đặt áp kế cao quá 5m so với sàn phục vụ.

### 6.1.2.3 Các áp kế không được phép sử dụng

Cấm sử dụng áp kế trong những trường hợp sau:

- Chưa được kiểm định, mất niêm chì hoặc dấu niêm phong của đơn vị kiểm định; hoặc niêm chì, niêm phong không hợp lệ;
- Quá hạn kiểm định;
- Áp kế làm việc không chính xác;
- Kính vỡ hoặc các hư hỏng khác có ảnh hưởng đến độ làm việc chính xác của áp kế.

## 6.1.3 Đo mức nước

### 6.1.3.1 Thiết bị đo mức nước

Thiết bị đo mức nước quy định trong tiêu chuẩn này là thiết bị để đo trực tiếp mức nước trong bao hơi hay nồi hơi và là thiết bị hiển thị.

Các thiết bị đo mức nước có thể là:

- Ống thủy để đo trực tiếp mức nước theo nguyên lý bình thông nhau có vật liệu bằng thủy tinh trong suốt hay vật liệu trong suốt khác chịu được nhiệt độ và áp suất của nồi hơi;
- Các đồng hồ đo mức nước là thiết bị đo mức nước trực tiếp nhờ sự biến đổi điện từ hay các dạng vật lý khác, lấy tín hiệu trực tiếp từ mức nước trong bao hơi hay nồi hơi.

Mỗi nồi hơi phải có ít nhất hai thiết bị chỉ mức nước độc lập, một trong số đó là ống thủy được nối trực tiếp vào thân bao hơi hay thân nồi hơi; cái thứ hai có thể là thiết bị đo mức nước gián tiếp.

### 6.1.3.2 Vị trí mức nước

Mức nước thấp nhất cho phép đối với các loại nồi hơi do nhà thiết kế quy định nhưng phải đảm bảo các trị số nhỏ nhất sau:

- Đối với những nồi hơi có bao hơi bị đốt nóng trực tiếp: phải cao hơn đường lửa đốt 100 mm.
- Đối với nồi hơi ống lò, ống lửa nằm ngang: phải cao hơn thành ống cao nhất 100 mm.

## **TCVN 12728:2019**

- c) Đối với các nồi hơi ống-lò, ống-lửa kiểu đứng: phải cao hơn 2/3 chiều cao ống-lửa tính từ dưới lên.
- d) Đối với nồi hơi kiểu ống nước nằm nghiêng hay đứng tuần hoàn tự nhiên: mức nước thấp nhất do người thiết kế quy định dựa theo tính toán đảm bảo tuần hoàn ổn định của dòng môi chất trong hệ thống tuần hoàn.
- e) Đối với những loại nồi hơi chưa được quy định trong (a) đến (d) thì mức nước thấp nhất do nhà thiết kế quy định, nhưng phải đảm bảo sao cho các thành của nồi hơi không bị đốt nóng quá nhiệt độ cho phép của vật liệu chế tạo các thành đó.

Mức nước cao nhất cho phép trong các nồi hơi do nhà thiết kế quy định nhưng phải tính toán sao cho đảm bảo đủ mặt thoáng bốc hơi và độ khô của hơi đi vào bộ quá nhiệt, ống dẫn hơi và các máy dùng nhiệt khác.

Mức nước trung bình do nhà thiết kế chọn để làm cơ sở tính toán thủy động, tính toán nhiệt của nồi hơi. Mức nước này nằm ở giữa hai mức nước thấp nhất và cao nhất cho phép và là mức làm việc thường xuyên của nồi hơi.

### **6.1.3.3 Số lượng tối thiểu và vị trí lắp đặt thiết bị đo mức nước**

Mỗi nồi hơi phải có ít nhất hai thiết bị chỉ mức nước độc lập, một trong số đó là ống thủy được nối trực tiếp vào thân bao hơi hay thân nồi hơi; cái thứ hai có thể là thiết bị đo mức nước gián tiếp.

Những nồi hơi có nhiều cấp bốc hơi và chia bao hơi thành các ngăn cho mỗi cấp bốc hơi thì tại mỗi ngăn phải đặt một ống thủy.

Những nồi hơi có nhiều bao hơi đặt trên cao thì ở bao hơi cần theo dõi mức nước phải đặt ít nhất hai thiết bị đo mức nước, các bao hơi còn lại khác phải đặt ít nhất một thiết bị đo. Những bao hơi chỉ chứa hơi, không chứa nước thì không cần đặt thiết bị đo mức nước.

Những nồi hơi có nhiều bao hơi đặt trên cao có liên thông nhau cả đường hơi và đường nước thì cho phép đặt 1 ống thủy cho mỗi bao hơi.

### **6.1.3.4 Thiết bị báo hiệu mức nước và bảo vệ cạn nước**

Các nồi hơi có công suất trên 2 tấn/h phải có thiết bị tự động báo hiệu mức nước và bảo vệ cạn nước.

Được thay thiết bị tự động bảo vệ cạn nước bằng một đỉnh chì khi diện tích tiếp nhiệt của nồi hơi (phần sinh hơi) không quá 17 m<sup>2</sup> và hai đỉnh chì khi diện tích tiếp nhiệt trên 17 m<sup>2</sup>.

Kích thước và chất lượng đỉnh chì phải đảm bảo chảy được khi nồi hơi cạn nước và lượng nước thoát ra đủ để dập lửa trong buồng đốt.

### **6.1.3.5 Các yêu cầu về thiết bị đo mức nước**

Khi vị trí đặt thiết bị chỉ mức nước so với mặt sàn phục vụ chính cao hơn 6m thì phải đặt thêm thiết bị chỉ mức nước hạ thấp tại vị trí mà ở sàn phục vụ có thể quan sát tốt mức nước. Cho phép lắp đặt camera

giám sát mức nước và hiển thị hình ảnh mức nước tại phòng điều khiển thay cho thiết bị chỉ mức nước hạ thấp.

Các ống thủy phải có đủ van đóng mở và van xả, bảo đảm việc thông rửa và thay thế kính thủy tinh khi nồi hơi còn đang làm việc và cần có thiết bị cân bằng để tránh tạo mức nước giả trong ống thủy khi có hiện tượng sôi bùng trong bao hơi.

Các ống thủy tinh tròn phải có bao che nhưng không được cản trở cho việc theo dõi mức nước.

Các ống và phụ tùng của ống nối ống thủy phải càng ngắn càng tốt và phải thiết kế sao cho không tạo thành túi đọng nước giữa nồi hơi và ống dẫn.

Trong mọi trường hợp đường kính trong của các ống dẫn không được nhỏ hơn 25 mm. Khi các ống nối được dùng chung với thiết bị báo hiệu và an toàn tự động thì đường kính trong không được nhỏ hơn 40 mm; mặt trong ống dẫn phải trơn nhẵn để tránh làm tắc ống dẫn. Không cho phép đặt bích nối trung gian, van khóa hay trích hơi, nước cho mục đích khác trên ống dẫn này.

Trên mặt ống thủy phải đánh dấu bằng vạch đỏ hay gắn tín hiệu để thấy chỉ mức nước cao nhất, thấp nhất cho phép và mức nước trung bình.

#### 6.1.4 Nhiệt kế

Nhiệt kế phải được đặt bắt buộc ở đầu vào và ra của bộ hâm nước bằng gang, ở ống góp vào và ra mỗi cấp của bộ quá nhiệt và bộ tái quá nhiệt.

Tại những vị trí không thể đọc trực tiếp nhiệt độ tại chỗ cần dùng các nhiệt kế có tính năng truyền dẫn trị số đo đi xa.

#### 6.1.5 Các phương tiện đo kiểm phục vụ mục đích đánh giá công suất và hiệu suất năng lượng của nồi hơi

Cần trang bị các phương tiện đo lưu lượng hơi hoặc nước cấp để phục vụ mục đích đánh giá công suất và xác định phụ tải làm việc của nồi hơi.

Nồi hơi có công suất trên 15 tấn/h phải trang bị phương tiện đo lưu lượng hơi. Đối với nồi hơi công suất từ 3 tấn/h đến 15 tấn/h có thể thay phương tiện đo lưu lượng hơi bằng đồng hồ đo lưu lượng nước cấp. Nồi hơi dưới 3 tấn/h không bắt buộc trang bị phương tiện đo lưu lượng.

Phải trang bị phương tiện đo nhiệt độ khói thải ở cuối đường khói (trước hệ thống khử bụi).

Ngoài ra, trên đường khói cần bố trí các đầu nối dự phòng để cho phép lắp các thiết bị đo nhiệt độ, thành phần khói thải phục vụ mục đích đánh giá hiệu suất năng lượng của nồi hơi khi có yêu cầu theo luật định. Các đầu nối phải có nút bịt khi không sử dụng.

## **TCVN 12728:2019**

### **6.2 Các cơ cấu an toàn**

#### **6.2.1 Van an toàn**

##### **6.2.1.1 Số lượng tối thiểu và vị trí lắp đặt van an toàn**

Mỗi nồi hơi phải có ít nhất hai van an toàn hoạt động độc lập, trừ các nồi hơi có tích số của áp suất tính bằng MPa với tổng thể tích của nồi tính bằng lít không vượt quá 1000 thì được phép lắp một van an toàn.

Mỗi bộ quá nhiệt phải có ít nhất một van an toàn đặt ở phía đầu ra của hơi quá nhiệt.

Khi một nồi hơi có một bộ quá nhiệt và nếu giữa nồi hơi và bộ quá nhiệt không có van khóa thì van an toàn đặt ở bộ quá nhiệt được coi là van an toàn thứ hai của nồi hơi.

Khi giữa bộ quá nhiệt và nồi hơi có đặt van khóa thì van an toàn của bộ quá nhiệt không được coi là van an toàn thứ hai của nồi hơi.

##### **6.2.1.2 Các yêu cầu về lắp đặt van an toàn**

Không được lắp các van khóa hoặc trở lở trích hơi trên đường ống nối nồi hơi với van an toàn.

Lưu lượng xả của van an toàn được xác định theo TCVN 7915-1.

Không được dùng van an toàn có đường kính trong của đế van nhỏ hơn 20 mm đặt trên các nồi hơi.

Các van an toàn đặt ở bất kỳ nồi hơi nào (kể cả van tại bộ quá nhiệt) phải có đủ khả năng thoát hơi nước được xả ra để không làm cho áp suất của nồi hơi tăng quá 3 % áp suất thiết kế.

Đối với bộ hâm nước bằng gang và bộ hâm nước ngắt được phải đặt ít nhất một van an toàn tại ống góp ra của bộ hâm nước.

Cho phép đặt các loại van an toàn kiểu sau đây cho các nồi hơi tùy thuộc vào thông số của hơi:

- a) Kiểu đòn bẩy;
- b) Kiểu lò xo;
- c) Kiểu xung lượng (là loại tác động gián tiếp);

Các nồi hơi có áp suất thấp thường dùng hai loại van tác động trực tiếp: đòn bẩy hoặc lò xo.

Trong các nồi hơi cao áp cần đặt van an toàn xung lượng.

Cấm đặt van an toàn kiểu đòn bẩy trên các nồi hơi di động.

Các van an toàn phải được đặt trực tiếp với nồi hơi hay ống góp của bộ quá nhiệt hoặc dùng ống cụt với diện tích mặt cắt ngang của ống cụt ít nhất phải bằng tổng diện tích của các lỗ van lắp trên ống cụt.

Đường xả của van an toàn phải đủ lớn để tránh ảnh hưởng có hại của đối áp đến việc vận hành của van. Trên ống thoát hơi của van an toàn cho phép lắp cơ cấu giảm thanh nhưng phải đảm bảo không làm giảm lưu lượng thoát của van an toàn và không được lắp van khóa.

Các van an toàn phải xả vào trong không gian đảm bảo an toàn cho người qua lại. Ống xả phải đặt gần như theo chiều thẳng đứng và phải có kết cấu sao cho không tích tụ chất lắng đọng hoặc nước ngưng làm hạn chế dòng thoát của hơi nước. Lỗ xả đọng trên đường thoát hơi của van an toàn phải được bố trí ở vị trí thấp nhất và có đường ống dẫn đến vị trí xả đọng an toàn.

Áp suất tác động của van an toàn trong mọi trường hợp không được vượt quá 1,03 lần áp suất thiết kế của nồi hơi.

Cấu tạo và lắp đặt van an toàn phải bảo đảm sao cho:

- a) Trong quá trình làm việc áp suất đã cân chỉnh không bị xô dịch;
- b) Bảo đảm an toàn cho người vận hành khi van tác động;
- c) Dễ dàng kiểm tra sự hoạt động của van khi nồi hơi đang làm việc.

### **6.2.2 Nắp phòng nổ**

Những nồi hơi đốt nhiên liệu lỏng, khí, than bột, than bùn, mùn cưa và các sản phẩm thực vật, nồi hơi có buồng đốt kiểu lớp sôi phải trang bị nắp phòng nổ để đảm bảo an toàn khi xảy ra cháy nổ trong hệ thống.

Các nắp phòng nổ phải đặt ở vị trí tránh gây nguy hiểm cho người vận hành.

Số lượng, kích thước và vị trí lắp nắp phòng nổ do người thiết kế quy định.

Các nồi hơi dùng nhiệt của khói thải phải trang bị thiết bị ngắt nhanh đường khói vào nồi hơi.

## **6.3 Các thiết bị phụ và các bộ phận khác của nồi hơi**

### **6.3.1 Bộ hâm nước**

#### **6.3.1.1 Bộ hâm nước bằng gang**

Bộ hâm nước bằng gang được dùng để gia nhiệt nước cấp cho nồi hơi, chủ yếu bởi khói của nồi hơi, được sử dụng khi áp suất nước cấp tại đầu ra của bộ hâm nước  $\leq 2,5$  MPa.

Bộ hâm nước bằng gang phải là loại ngắt được với nồi hơi, nước ra khỏi bộ hâm nước phải có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ sôi trong nồi hơi ít nhất là 40 °C.

Tại đầu vào và đầu ra của bộ hâm nước bằng gang phải đặt các phương tiện đo kiểm sau:

- Van an toàn;
- Áp kế;
- Nhiệt kế.

Có thể đặt thêm đường tái tuần hoàn của bộ hâm nước để đưa nước trở lại đầu hút của bơm nước cấp mà không đưa vào nồi hơi.

## **TCVN 12728:2019**

### **6.3.1.2 Bộ hâm nước bằng thép**

Bộ hâm nước bằng thép gồm các ống thép không hàn. Không cho phép dùng ống thép hàn mí, hàn xoắn để chế tạo ống của bộ hâm nước.

Nước ra khỏi bộ hâm nước bằng thép có thể ở trạng thái sôi hoặc không sôi.

Cần có các biện pháp chống mài mòn bởi than và tro bay trong đường khói, chống ăn mòn bởi khói.

Cần có hệ thống tái tuần hoàn bộ hâm nước khi khởi động lò.

Cụm ống của bộ hâm nước bằng thép (ống ruột gà) cần chia thành từng phần có chiều cao không quá 1200 mm, giữa các phần là một khoảng trống có chiều cao 500 mm để dễ thao tác khi thi công hoặc trong khi sửa chữa.

### **6.3.2 Bộ quá nhiệt, tái quá nhiệt**

Khi nồi hơi có trang bị bộ quá nhiệt, bộ tái quá nhiệt thì phải trang bị thiết bị đo kiểm nhiệt độ hơi quá nhiệt. Khi nhiệt độ hơi quá nhiệt lớn hơn 350 °C thì phải có trang bị hệ thống điều chỉnh nhiệt độ hơi quá nhiệt.

Có thể điều chỉnh nhiệt độ hơi quá nhiệt bằng các thiết bị giảm ôn để làm giảm nhiệt độ hơi quá nhiệt, bằng cách thay đổi lưu lượng nước làm mát hoặc nhiệt độ khói, hoặc phối hợp cả hai cách.

Hệ thống tự động điều chỉnh nhiệt độ hơi quá nhiệt phải bảo đảm phối hợp nhịp nhàng việc điều chỉnh khi sử dụng đồng thời các biện pháp này.

Người thiết kế nồi hơi phải quy định giới hạn nhiệt độ làm việc định mức của hơi quá nhiệt. Các dao động làm tăng nhiệt độ hơi quá nhiệt trong mọi trường hợp phải không lớn hơn +10°C.

### **6.3.3 Thiết bị cấp nước cho nồi hơi**

Thiết bị cấp nước cho nồi hơi có thể là:

- a) Bơm ly tâm hay bơm pitton truyền động bằng điện, bằng hơi nước hay cơ khí;
- b) Bơm injector;
- c) Các phương tiện có áp suất cao hơn áp suất nồi hơi có đủ khả năng đẩy nước vào nồi hơi khi nồi hơi làm việc ở áp suất lớn nhất cho phép.

Mỗi nồi hơi phải được trang bị ít nhất hai thiết bị cấp nước: một làm việc và một dự phòng, trừ các nồi hơi sau:

- a) Nồi hơi đốt bằng nhiên liệu lỏng và khí làm việc không liên tục;
- b) Nồi hơi có sản lượng nhỏ hơn 150 kg/h, áp suất nhỏ hơn 0,4 MPa.

Công suất của một thiết bị cấp nước phải bằng 110% công suất định mức của nồi hơi.

Khi gian đặt bơm nằm cách xa bảng điều khiển mà nồi hơi phải hoạt động liên tục thì giữa bơm làm việc với bơm dự phòng cần phải trang bị hệ thống liên động để khởi động bơm nước cấp dự phòng khi bơm làm việc bị ngừng bất ngờ.

## 7 Các yêu cầu về lắp đặt, sử dụng, sửa chữa

### 7.1 Yêu cầu về nhà đặt nồi hơi

Nhà đặt nồi hơi cần được bố trí sao cho có thể giảm thiểu các thiệt hại cho công trình hoặc thương tích cho con người do cháy nổ, thoát hơi, rò rỉ nhiên liệu, rò rỉ sản phẩm cháy hoặc các sản phẩm có hại.

Khi nhà đặt nồi hơi nằm sát tường máy thì phải có tường gạch ngăn cách. Nếu tường ngăn có cửa thì cửa phải mở về phía nhà đặt nồi hơi.

Nhà đặt nồi hơi phải được thiết kế, xây dựng đảm bảo các tiêu chuẩn vệ sinh công nghiệp, phòng cháy chữa cháy, các tiêu chuẩn kỹ thuật có liên quan và các quy định trong tiêu chuẩn này.

Nồi hơi cố định phải được đặt trong nhà nồi hơi riêng. Được phép đặt nồi hơi ngoài trời nếu nồi hơi được thiết kế, chế tạo phù hợp với điều kiện thực tế đó.

Nhà đặt nồi hơi phải mở các cửa thông hơi với diện tích không nhỏ hơn 10% tổng diện tích nền nhà đặt nồi hơi và các cửa thoát hơi nước khi sự cố. Trường hợp không có điều kiện mở cửa thì phải bố trí các quạt thông gió bảo đảm nhiệt độ ở chỗ công nhân vận hành không quá 40 °C.

Không làm việc và đặt những máy móc, thiết bị khác trong nhà nồi hơi nếu việc đó không quan hệ trực tiếp đến vận hành và sửa chữa nồi hơi.

Cho phép đặt trong nhà nồi hơi những động cơ hơi nước, máy bơm, máy nổ hoặc máy diesel dự phòng với điều kiện không gây trở ngại cho việc vận hành nồi hơi.

Cho phép bố trí các buồng phục vụ, sinh hoạt cho những người phục vụ nồi hơi, bộ phận cơ khí sửa chữa nồi hơi ở trong nhà đặt nồi hơi với điều kiện phải có tường ngăn bảo đảm điều kiện làm việc bình thường cho công nhân.

Nền nhà đặt nồi hơi ở chỗ công nhân làm việc không được thấp hơn mặt nền xung quanh.

Không được tạo hố trong nhà đặt nồi hơi. Trong các trường hợp đặc biệt do yêu cầu cần đặt các thiết bị nghiền, cụm chi tiết của mạng tải nhiệt... có thể cho phép tạo hố nhưng phải theo thiết kế để được duyệt.

Số lượng cửa ra vào nhà đặt nồi hơi quy định như sau:

- Khi diện tích nền nhà trên 200 m<sup>2</sup> phải có ít nhất 2 cửa với kích thước tối thiểu 2 m x 2 m;
- Khi diện tích nền nhà đến 200 m<sup>2</sup> phải có 1 cửa kích thước 2m x 2m và 1 cửa hẹp hơn.

Các cửa phải bố trí theo phương hướng khác nhau và phải mở ra phía ngoài. Những cửa thông với buồng phục vụ và xưởng máy phải có lò xo tự đóng và cửa phải mở vào phía trong nhà đặt nồi hơi.

Trong lúc nồi hơi đang hoạt động không được khóa hoặc cài then cửa.

### 7.2 Nồi hơi đặt trong xưởng máy

Được phép đặt bên trong xưởng máy những nồi hơi có thông số sau:

- a) Nồi hơi trực lưu có công suất hơi định mức dưới 2 tấn/h;
- b) Các nồi hơi thỏa mãn chỉ số:  $(t - 100) V < 100$ .

trong đó:

$t$  là nhiệt độ hơi bão hòa ứng với áp suất làm việc, tính bằng độ C

$V$  là thể tích toàn bộ nồi, tính bằng mét khối

Các nồi hơi nói trong điều này phải được ngăn với các bộ phận khác bằng tường cao ít nhất 2 m và dày 45 cm.

### 7.3 Yêu cầu về chiếu sáng

Nhà đặt nồi hơi phải đủ ánh sáng về ban ngày cũng như ban đêm

Những chỗ do điều kiện kỹ thuật không thể thực hiện chiếu sáng tự nhiên thì thực hiện chiếu sáng nhân tạo.

Tiêu chuẩn về chiếu sáng không được thấp hơn tiêu chuẩn hiện hành về chiếu sáng nơi làm việc và các công trình công nghiệp.

Phải bố trí hệ thống chiếu sáng dự phòng cho những vị trí sau:

- a) Tủ điều khiển hoặc phòng điều khiển
- b) Mặt trước và lối đi giữa các nồi hơi, phía sau và phía trên nồi hơi
- c) Đặt thiết bị đo lường, đo mức nước
- d) Buồng thải tro xỉ
- e) Buồng đặt quạt gió, quạt khói
- f) Buồng đặt các bể chứa nhiên liệu lỏng và thiết bị khử khí
- g) Đặt thiết bị xử lý nước, bơm cấp nước
- h) Các sàn và cầu thang

Thiết bị chiếu sáng chính và dự phòng, thiết bị điện phải đảm bảo an toàn theo các tiêu chuẩn kỹ thuật an toàn về điện hiện hành.

### 7.4 Vị trí nồi hơi

Độ cao từ mặt sàn làm việc đến mép dưới của cửa cho than các nồi hơi đốt thủ công không được vượt quá 0,7 m.

Khoảng cách từ mặt trước nồi hơi đến phần nhô ra của buồng đốt nồi hơi đặt đối diện không được nhỏ hơn trị số sau đây:

- a) 1 m đối với các nồi hơi dùng nhiên liệu lỏng và khí;
- b) 2 m đối với các nồi hơi có buồng đốt than cơ khí hóa;

## TCVN 12728:2019

c) Đối với các nồi hơi có công suất hơi không lớn hơn 2 tấn/h, khoảng cách này có thể cho phép dưới 2 m trong các trường hợp cụ thể sau:

- (i) Đối với các nồi hơi đốt nhiên liệu rắn bằng phương pháp thủ công có chiều dài thao tác không quá 1 m;
- (ii) Đối với các nồi hơi không cần phải thao tác buồng đốt từ mặt trước.

d) Các trường hợp khác khoảng cách này không được nhỏ hơn 3 m.

Ở mặt trước của nồi hơi được phép lắp đặt các thiết bị phụ trợ và bảng điều khiển với điều kiện chiều rộng lối đi lại giữa chúng không nhỏ hơn 1,5 m và không cản trở cho việc thao tác, vận hành nồi hơi.

Đối với các nồi hơi cần thao tác ở hai bên sườn (trang than, thổi bụi, vệ sinh mương khói, bao hơi, ống góp...) thì khoảng cách này phải đủ rộng, không gây trở ngại cho việc thao tác và không cho phép nhỏ hơn:

- a) 1,5 m đối với nồi hơi có công suất hơi đến 4 tấn/h;
- b) 2,0 m đối với nồi hơi có công suất hơi trên 4 tấn/h.

Đối với các nồi hơi không cần phải thao tác ở hai bên sườn thì chiều rộng các lối qua lại giữa các nồi hơi với nhau hay giữa nồi hơi với tường của nhà đặt nồi hơi phải không nhỏ hơn 1m.

Chiều rộng lối qua lại giữa các phần nhô ra riêng biệt của bộ phận được bảo ôn, hoặc giữa các phần nhô này với phần nhô của nhà đặt nồi hơi (giá đỡ, cột chống, thang, sàn...) phải không nhỏ hơn 0,7 m.

Trường hợp không bố trí lối đi lại đến bao hơi, bộ hâm nước, thì chiều cao từ chúng tới bộ phận thấp nhất của mái phía trên không được nhỏ hơn 0,7 m.

### 7.5 Yêu cầu về sàn thao tác và cầu thang

Trong nhà đặt nồi hơi phải làm những cầu thang và sàn thao tác cố định có tay vịn và lan can vững chắc bằng vật liệu không cháy. Chiều cao lan can không được thấp hơn 0,9 m tính từ sàn, phía dưới lan can là thành kín cao ít nhất 100 mm.

Các sàn và cầu thang qua lại phải có lan can ở cả hai bên. Sàn có chiều dài lớn hơn 5 m phải có ít nhất hai cầu thang đặt ở hai đầu sàn.

Cấm làm sàn và bậc cầu thang bằng một thanh kim loại tròn nhẵn hoặc tấm kim loại mặt nhẵn.

Các kích thước cơ bản của thang như sau:

- a) Chiều rộng của cầu thang không nhỏ hơn 600 mm;
- b) Khoảng cách giữa các bậc thang không được nhỏ hơn 130 mm và không được lớn hơn 225 mm;
- c) Chiều rộng của mỗi bậc không nhỏ hơn 80 mm.

Cầu thang có chiều cao lớn phải làm sàn nghỉ. Khoảng cách giữa các sàn nghỉ không lớn hơn 4 m. Cầu thang cao hơn 1,5 m phải có độ dốc không quá 50°.

Chiều rộng của sàn thao tác các thiết bị phụ trợ, đo kiểm không được nhỏ hơn 800 mm; chiều rộng của các sàn ở các chỗ khác không được nhỏ hơn 600 mm.

Trên mặt sàn hoặc các bậc thang phải có khoảng trống cao ít nhất 2 m.

Khoảng cách theo chiều thẳng đứng từ sàn thao tác đến mức trung bình của thiết bị đo mức nước không được nhỏ hơn 1 m và không lớn hơn 1,5 m.

## **7.6 Hệ thống cấp nhiên liệu - thải tro xỉ**

Nồi hơi có công suất từ 6 tấn/h trở lên sử dụng nhiên liệu rắn (trừ củi) phải cơ giới hóa việc cấp nhiên liệu và thải tro xỉ.

Khi lượng tro xỉ thải ra lớn hơn 150 kg/h trở lên đối với một nồi hơi thì cũng phải cơ giới hóa khâu thải tro xỉ, cho dù công suất nồi hơi dưới 6 tấn/h.

Khi thải xỉ thủ công, các phễu xỉ phải được trang bị thiết bị phun tưới nước. Trường hợp tưới nước trực tiếp vào trong xe goòng thì phía dưới phễu phải có buồng được ngăn cách để đặt xe goòng trước khi xả tro xỉ. Buồng phải có cửa đóng kín và có lỗ quan sát, hệ thống thông gió và chiếu sáng. Trên điểm cao nhất của xe goòng phải có khoảng trống không nhỏ hơn 0,5 m, chiều rộng của buồng (tính từ điểm nhô ra rộng nhất của xe goòng) không nhỏ hơn 0,7 m. Các kích thước này được quy định đối với toàn bộ đoạn đường dịch chuyển của xe goòng.

Việc điều khiển tácm chắn của phễu xỉ và thiết bị tưới nước phải được tiến hành từ phía bên ngoài buồng.

Đối với các nồi hơi sử dụng than bùn hoặc gỗ vụn, mùn cưa, dăm bào, trấu... phải trang bị phễu nạp thủ công có nắp đậy và đáy có thể đóng mở bằng tay.

Các bể và thùng chứa nhiên liệu lỏng hay khí phải để ngoài nhà nồi hơi. Trường hợp đặc biệt, cho phép đặt thùng, bể chứa không quá 0,5 tấn nhiên liệu lỏng hay khí hóa lỏng trong nhà nồi hơi.

Kho chứa nhiên liệu lỏng phải có tường ngăn, trần làm bằng vật liệu không cháy và có cửa riêng đi ra ngoài. Nơi đặt các bể và thùng phải được thông gió ra khí quyển; ngoài ra các bể phải có thiết bị khống chế tràn dầu, ống dẫn dầu tràn phải luôn ra phía ngoài buồng.

Các ống dẫn nhiên liệu lỏng hoặc khí phải bố trí thuận tiện và an toàn cho việc sử dụng. Trên đường ống dẫn phải lắp đặt các van khóa để ngừng cấp nhiên liệu khi có sự cố hoặc cháy.

Cấm đặt các thùng, bể chứa nhiên liệu lỏng hoặc khí phía trên nồi hơi.

Các thùng, bể chứa phải có các thiết bị báo mức môi chất chứa bên trong. Cấm dùng ống bằng thủy tinh để đo mức nhiên liệu lỏng trong bể và thùng.

Phải có các phương tiện phòng chống cháy, nổ phù hợp với các tiêu chuẩn phòng chống cháy hiện hành.

Phải đảm bảo các tiêu chuẩn về vệ sinh môi trường hiện hành đối với các nồi hơi được lắp đặt ở khu vực đông dân cư.

## **TCVN 12728:2019**

### **7.7 Lắp đặt nồi hơi**

Người lắp đặt nồi hơi phải lập quy trình công nghệ lắp đặt nồi hơi. Quy trình phải tuân thủ đúng những quy định của nhà chế tạo.

Mọi sự thay đổi về kết cấu nồi hơi và các bộ phận chịu áp lực của nồi hơi cần phải được thỏa thuận với nhà chế tạo. Khi không có điều kiện thỏa thuận này thì phải được cơ quan đăng kiểm thỏa thuận. Các thỏa thuận nói trên đều phải thể hiện bằng văn bản.

Quy trình công nghệ lắp đặt phải được lập dựa vào bản thiết kế lắp đặt đã được thỏa thuận của các bên liên quan và phải có các nội dung sau:

- a) Kiểm tra và đánh giá chất lượng các vật liệu, bộ phận kể cả các phụ kiện như van, tê, cút... đưa vào lắp đặt.
- b) Công nghệ gia công vật liệu, bộ phận cũng như chất lượng gia công và phương pháp đánh giá chất lượng gia công trong lắp đặt.
- c) Công tác hàn các mối nối trong lắp đặt.
- d) Dung sai trong lắp đặt các bộ phận.
- e) Vấn đề nhiệt luyện các mối hàn, các chi tiết gia công khi lắp đặt, cũng như đánh giá chất lượng sau khi nhiệt luyện.
- f) Vấn đề nghiệm thu, thử nghiệm và tiêu chuẩn đánh giá chất lượng bộ phận và toàn bộ nồi hơi sau khi lắp đặt.

Các kết quả nghiệm thu, thử nghiệm sau khi lắp đặt phải được lưu giữ trong hồ sơ lắp đặt.

Khi lắp đặt các bao hơi, bao nước, ống góp, hệ thống ống, bộ quá nhiệt, bộ hâm nước... phải đảm bảo cho các bộ phận kim loại bị đốt nóng được giãn nở nhiệt một cách tự do.

Sau khi lắp đặt xong, nồi hơi phải được kiểm định và đăng ký trước khi sử dụng.

### **7.8 Yêu cầu về sử dụng**

Tất cả các nồi hơi trước khi đưa vào vận hành phải được cơ quan có thẩm quyền kiểm định và đăng ký.

Những nồi hơi sau khi cải tạo (hoán cải), lắp đặt ở vị trí mới, trước khi đưa vào sử dụng cũng phải được kiểm định và đăng ký lại.

Chủ sở hữu nồi hơi phải chịu trách nhiệm pháp lý trong việc sử dụng công trình nồi hơi như: đăng ký nồi hơi, bồi thường thiệt hại do sự cố nồi hơi hoặc tai nạn lao động do nồi hơi gây ra.

Mỗi nồi hơi phải có nội quy, quy trình vận hành và quy trình xử lý sự cố thường gặp để huấn luyện và giám sát việc thực hiện của người vận hành, có bảng tóm tắt nội dung này treo ở vị trí dễ thấy tại nơi đặt nồi hơi.

Việc vận hành nồi hơi chỉ được giao cho những người từ 18 tuổi trở lên, đủ sức khỏe, đã qua đào tạo và được cấp chứng chỉ đủ tiêu chuẩn vận hành nồi hơi.

Không được bố trí lao động nữ trực tiếp đốt nồi hơi thủ công.

Phải lập tức đình chỉ vận hành nồi hơi trong các trường hợp sau đây:

- a) Áp suất trong nồi tăng quá mức cho phép và không thể kiểm soát;
- b) Cạn nước nghiêm trọng;
- c) Nước đầy quá mức có nguy cơ phá hủy thiết bị sử dụng hơi và nồi hơi;
- d) Mức nước trong nồi giảm nhanh mặc dầu bơm vẫn cung cấp nước;
- e) Các bơm cung cấp nước bị hỏng mà không có khả năng sửa chữa kịp thời;
- f) Tất cả các ống thủy hoặc các van an toàn không hoạt động được;
- g) Các bộ phận chủ yếu của nồi hơi như bao hơi, bao nước, ống góp, ống lò, ống lửa, mặt sàng... bị nứt, phồng và chảy nước ở các mối nối;
- h) Khi hư hỏng các bộ phận khác của nồi hơi có thể gây nguy hiểm cho công nhân phục vụ và an toàn thiết bị.

Các tình huống xảy ra nói trên và thứ tự ngừng nồi hơi khi xảy ra sự cố phải được nêu rõ trong quy trình xử lý sự cố của đơn vị.

Trong nhà đặt nồi hơi phải có phương tiện thông tin liên lạc giữa cán bộ công nhân quản lý vận hành nồi hơi và người sử dụng nồi hơi cũng như với các hộ tiêu thụ hơi.

Cho phép để nồi hơi hoạt động không cần có người theo dõi phục vụ thường xuyên nếu nồi hơi được trang bị hệ thống tự động, hệ thống tín hiệu và bảo vệ đảm bảo sự làm việc tin cậy và an toàn.

Nghiêm cấm mọi hành vi làm sai lệch hoặc làm mất khả năng làm việc của van an toàn trước và trong quá trình nồi hơi làm việc.

### 7.9 Tổ chức sửa chữa nồi hơi

Người sửa chữa phải lập quy trình sửa chữa trên cơ sở thỏa thuận với người sử dụng nồi hơi đó khi việc sửa chữa có liên quan đến các bộ phận chịu áp lực của nồi hơi dẫn đến phải tiến hành kiểm định bất thường.

Nội dung của quy trình phải dựa trên phương án hoặc đề xuất của người sử dụng theo đúng quy định của nhà chế tạo.

Khi sửa chữa thay thế hay gia công có liên quan đến các bộ phận chịu áp lực của nồi hơi thì nội dung các phần việc sửa chữa phải theo đúng các quy định về chế tạo và lắp đặt.

Trước khi tiến hành các công việc sửa chữa bên trong bao hơi, hộp lửa hoặc ống góp của nồi hơi có đầu chung đường ống dẫn (hơi, nước cấp, xả, hệ thống ống tuần hoàn, đường khói...) với các nồi hơi khác đang hoạt động phải tiến hành các biện pháp ngắt hoặc cách ly các môi chất dẫn tới vị trí đó bằng van khóa hoặc nút bịt, bích kín.

## **TCVN 12728:2019**

Cho phép cách ly các nồi hơi có áp suất làm việc trên 4 MPa bằng hai van, ở giữa hai van có ống xả ra khí quyển với đường kính trong không nhỏ 32 mm. Trường hợp này bộ phận chuyển động của van phải khóa lại, chìa khóa do người sử dụng nồi hơi giữ.

Việc chui vào nồi hơi hoặc mở các van cái chỉ được phép thực hiện theo phiếu thao tác do người sử dụng nồi hơi ký.

Chiều dày của các nút bịt, bích kín để cách ly phải được tính toán trên cơ sở tính sức bền và phải có đầu thò để dễ nhận biết. Trong trường hợp này tấm gioăng đệm (nếu có) không cần phải có đầu thò.

Chỉ cho phép làm việc trong đường khói sau khi đã thông gió đảm bảo an toàn và bảo vệ chắc chắn, không có khói từ các nồi hơi đang vận hành lọt vào.

Đèn điện dùng để làm việc trong nồi hơi và các đường khói phải là đèn có điện áp không quá 12 V.

### **7.10 Yêu cầu về chế độ nước cấp và nước ở bên trong nồi hơi**

Chế độ nước phải đảm bảo cho nồi hơi và hệ thống cấp nước hoạt động không bị sự cố do cặn, bùn và gây ăn mòn kim loại.

Các loại nồi hơi sau đây phải được trang bị thiết bị xử lý nước:

- a) Nồi hơi trực lưu không giới hạn công suất;
- b) Nồi hơi tuần hoàn tự nhiên, tuần hoàn có trợ lực, hoặc cưỡng bức có công suất từ 1 tấn/h trở lên.

Cho phép sử dụng mọi phương pháp xử lý đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật được quy định trong tiêu chuẩn này.

Đối với các nồi hơi có công suất dưới 1 tấn/h, chiều dày lớp cặn tại các bề mặt tiếp nhiệt có cường độ tiếp nhiệt lớn không được lớn hơn 1 mm ở thời điểm ngừng nồi hơi để tiến hành vệ sinh.

Đối với các nồi hơi được trang bị hệ thống xử lý nước, không cho phép bổ sung nước chưa được xử lý vào nồi hơi. Trong trường hợp thiết kế có tính đến cấp bổ sung nước chưa xử lý cho nồi hơi khi hệ thống xử lý nước có sự cố thì trên các đường dẫn nước chưa xử lý nối với đường dẫn nước đã xử lý, đường dẫn của thiết bị ngưng tụ, đường dẫn tới bể nước cấp phải lắp hai van khóa. Giữa hai van khóa phải lắp van kiểm tra. Trong thời gian vận hành bình thường, van khóa phải đóng và được cặp chì, van kiểm tra phải mở. Mỗi lần bổ sung nước chưa xử lý cho nồi hơi cần ghi rõ vào sổ xử lý nước hoặc nhật ký vận hành về số lượng và chất lượng nước bổ sung.

Người sử dụng nồi hơi phải ban hành các quy trình xử lý nước, vận hành hệ thống xử lý và các quy trình liên quan. Trong các quy trình cần quy định rõ:

- a) Trách nhiệm cụ thể của những người được giao nhiệm vụ thực hiện;
- b) Các thiết bị và thông số kỹ thuật cơ bản có liên quan tới hệ thống xử lý nước và tiêu thụ nước cấp;
- c) Sơ đồ các điểm lấy mẫu nước, hơi, nước ngưng để phân tích;
- d) Chỉ tiêu chất lượng nước bổ sung, nước cấp, nước nồi, hơi và nước ngưng;

- e) Biểu đồ và phương pháp phân tích hóa nghiệm;
- f) Chỉ dẫn tóm tắt hệ thống điều khiển, tự động, đo kiểm, tín hiệu;
- g) Trình tự thao tác, kiểm tra các thiết bị trước khi đưa vào hoạt động, trong quá trình hoạt động và ngừng làm việc;
- h) Trình tự thao tác hệ thống khử khí, hệ thống xả định kỳ, xả liên tục, vận hành và ngừng nồi hơi, chế độ xử lý nước;
- i) Các hư hỏng thường gặp và phương pháp khắc phục.

#### **7.11 Chỉ tiêu chất lượng nước cấp cho nồi hơi và nước ở bên trong nồi hơi**

Chỉ tiêu chất lượng nước cấp cho nồi hơi và nước bên trong nồi hơi (nước lò) không được vượt quá trị số trong các bảng dưới đây.

Trong trường hợp nhà chế tạo đưa ra các quy định cao hơn về chỉ tiêu chất lượng nước cấp và bên trong nồi hơi (nước lò), thì phải tuân thủ các quy định đó của nhà chế tạo.

**Bảng 39 – Chỉ tiêu chất lượng nước cấp cho nồi hơi và nước ở bên trong nồi hơi đối với nồi hơi ống lò – ống lửa**

Chỉ tiêu	Đơn vị	Trị số (xem chú thích 1)
<b>Nước cấp cho nồi hơi</b>		
Hàm lượng oxy hòa tan (đo trước khi bổ sung hóa chất khử oxy), O <sub>2</sub>	ppm (mg/l)	< 0,007
Tổng hàm lượng các hợp chất sắt, Fe	ppm (mg/l)	< 0,1
Tổng hàm lượng các hợp chất đồng, Cu	ppm (mg/l)	< 0,05
Độ cứng toàn phần (tính theo CaCO <sub>3</sub> )	ppm (mg/l)	< 1,0
pH ở 25 °C	-	8,3 – 10,5
Tổng carbon hữu cơ không bay hơi, C	ppm (mg/l)	< 10
Hàm lượng các sản phẩm có nguồn gốc dầu lửa	ppm (mg/l)	< 1
<b>Nước bên trong nồi hơi (nước lò)</b>		
Silica, SiO <sub>2</sub>	ppm (mg/l)	< 150
Tổng độ kiềm	ppm (mg/l)	< 700
Độ dẫn điện ở 25 °C (xem chú thích 2)	μS/cm	7000
<b>CHÚ THÍCH:</b>		
1 Các trị số này áp dụng cho các nồi hơi làm việc trong các điều kiện sau:		
- Áp suất làm việc ≤ 2,0 MPa		
- Không có bộ quá nhiệt, không sử dụng hơi cho tuabin, không có yêu cầu nghiêm ngặt về độ sạch của hơi.		
- Yêu cầu về độ sạch của hơi: tổng chất rắn hòa tan (TDS) trong nước ngưng từ hơi ≤ 1,0 ppm (mg/l)		
2 Quy đổi ra tổng chất rắn hòa tan (TDS): 1 ppm (mg/l) có độ dẫn điện bằng 2 μS/cm		

**Bảng 40 – Chỉ tiêu chất lượng nước cấp cho nồi hơi và nước ở bên trong nồi hơi đối với nồi hơi ống nước không có quá nhiệt**

Chỉ tiêu	Đơn vị	Trị số ứng với áp suất làm việc $p$ (MPa) (xem chú thích 1)	
		$p \leq 2,0$	$2,0 < p \leq 4,0$
<b>Nước cấp cho nồi hơi</b>			
Hàm lượng oxy hòa tan (đo trước khi bổ sung hóa chất khử oxy), $O_2$	ppm (mg/l)	< 0,007	< 0,007
Tổng hàm lượng các hợp chất sắt, Fe	ppm (mg/l)	< 0,1	< 0,05
Tổng hàm lượng các hợp chất đồng, Cu	ppm (mg/l)	< 0,05	< 0,025
Độ cứng toàn phần (tính theo $CaCO_3$ )	ppm (mg/l)	< 0,5	< 0,3
pH ở 25 °C	-	8,3 – 10,5	8,3 – 10,5
Tổng cacbon hữu cơ không bay hơi, C	ppm (mg/l)	< 1	< 1
Hàm lượng các sản phẩm có nguồn gốc dầu lửa	ppm (mg/l)	< 1	< 1
<b>Nước bên trong nồi hơi (nước lò)</b>			
Silica, $SiO_2$	ppm (mg/l)	< 150	< 90
Tổng độ kiềm	ppm (mg/l)	< 1000	< 850
Độ dẫn điện ở 25 °C (xem chú thích 2)	$\mu S/cm$	< 7000	< 5500
<b>CHÚ THÍCH:</b>			
1 Các trị số này áp dụng cho các nồi hơi làm việc trong các điều kiện sau:			
- Không có bộ quá nhiệt, không sử dụng hơi cho tuabin, không có yêu cầu nghiêm ngặt về độ sạch của hơi.			
- Yêu cầu về độ sạch của hơi: tổng chất rắn hòa tan (TDS) trong nước ngưng từ hơi $\leq 1,0$ ppm (mg/l)			
2 Quy đổi ra tổng chất rắn hòa tan (TDS): 1 ppm (mg/l) có độ dẫn điện bằng 2 $\mu S/cm$			

**Bảng 41 – Chỉ tiêu chất lượng nước cấp cho nồi hơi và nước ở bên trong nồi hơi đối với nồi hơi ống nước có quá nhiệt**

Chỉ tiêu	Đơn vị	Trị số ứng với áp suất làm việc $p$ (MPa) (xem chú thích 1)							
		$p \leq 2,0$	$2,0 < p \leq 3,1$	$3,1 < p \leq 4,1$	$4,1 < p \leq 5,2$	$5,2 < p \leq 6,2$	$6,2 < p \leq 6,9$	$6,9 < p \leq 10,3$	$10,3 < p \leq 13,8$
<b>Nước cấp cho nồi hơi</b>									
Hàm lượng oxy hòa tan (đo trước khi bổ sung hóa chất khử oxy), $O_2$	ppm (mg/l)	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007
Tổng hàm lượng các hợp chất sắt, Fe	ppm (mg/l)	$\leq 0,1$	$\leq 0,05$	$\leq 0,03$	$\leq 0,025$	$\leq 0,02$	$\leq 0,02$	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$
Tổng hàm lượng các hợp chất đồng, Cu	ppm (mg/l)	$\leq 0,05$	$\leq 0,025$	$\leq 0,02$	$\leq 0,02$	$\leq 0,015$	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$
Độ cứng toàn phần (tính theo $CaCO_3$ )	ppm (mg/l)	$\leq 0,3$	$\leq 0,3$	$\leq 0,2$	$\leq 0,2$	$\leq 0,1$	$\leq 0,05$	0	0
pH ở 25 °C	-	8,3 - 10	8,3 - 10	8,3 - 10	8,3 - 10	8,3 - 10	8,8 - 9,6	8,8 - 9,6	8,8 - 9,6
Tổng cacbon hữu cơ không bay hơi, C	ppm (mg/l)	< 1	< 1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Hàm lượng các sản phẩm có nguồn gốc dầu lửa	ppm (mg/l)	< 1	< 1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,2	< 0,2	< 0,2

Bảng 41 – (Kết thúc)

Chỉ tiêu	Đơn vị	Trị số ứng với áp suất làm việc $p$ (MPa) (xem chú thích 1)							
		$p \leq 2,0$	$2,0 < p \leq 3,1$	$3,1 < p \leq 4,1$	$4,1 < p \leq 5,2$	$5,2 < p \leq 6,2$	$6,2 < p \leq 6,9$	$6,9 < p \leq 10,3$	$10,3 < p \leq 13,8$
		<b>Nước bên trong nồi hơi (nước lò)</b>							
Silica, SiO <sub>2</sub>	ppm (mg/l)	≤ 150	≤ 90	≤ 40	≤ 30	≤ 20	≤ 8	≤ 2	≤ 1
Tổng độ kiềm	ppm (mg/l)	< 700	< 600	< 500	< 200	< 150	< 100	(xem chú thích 2)	(xem chú thích 2)
Độ kiềm OH tự do	ppm (mg/l)	không quy định	không quy định	không quy định	không quy định	không quy định	không quy định	(xem chú thích 2)	(xem chú thích 2)
Độ dẫn điện ở 25°C (xem chú thích 3 và 4)	μS/cm	5400 - 1100	4600 - 900	3800 - 800	1500 - 300	1200 - 200	1000 - 200	≤ 150	≤ 80
<b>Tổng chất rắn hòa tan (TDS) trong nước ngưng từ hơi bão hòa</b>									
Tổng chất rắn hòa tan (TDS)	ppm (mg/l)	1,0 - 0,2	1,0 - 0,2	1,0 - 0,2	0,5 - 0,1	0,5 - 0,1	0,5 - 0,1	0,1	0,1
<b>CHÚ THÍCH:</b>									
1 Các trị số này áp dụng cho các nồi hơi làm việc trong các điều kiện sau: - Có bộ quá nhiệt, có sử dụng hơi cho tuabin, hoặc công nghệ có yêu cầu nghiêm ngặt về độ sạch của hơi. - Yêu cầu về độ sạch của hơi bão hòa: theo trị số tổng chất rắn hòa tan (TDS) trong nước ngưng từ hơi bão hòa quy định trong bảng trên.									
2 Trong các trường hợp này độ kiềm hydroxit natri hoặc kali tự do không phép được tồn tại. Một lượng nhỏ trong tổng độ kiềm sẽ hiện diện và có thể đo lường được với việc điều chỉnh pH bằng phosphat được sử dụng ở các dải áp suất cao này.									
3 Quy đổi ra tổng chất rắn hòa tan (TDS): 1 ppm (mg/l) có độ dẫn điện bằng 2 μS/cm									
4 Độ dẫn điện nêu trong bảng này là giá trị khuyến nghị. Khi áp dụng, cần căn cứ vào yêu cầu về độ sạch của hơi theo mục đích sử dụng để xác định giá trị cụ thể.									

## **8 Kiểm định sau khi lắp đặt và trong quá trình sử dụng**

### **8.1 Những quy định chung**

Tất cả các nồi hơi phải được kiểm định lần đầu sau khi lắp đặt (để đăng ký đưa vào sử dụng), kiểm định định kỳ trong quá trình sử dụng và kiểm định bất thường theo quy định tại các mục 8.2 và 8.3 tương ứng của tiêu chuẩn này. Những bộ quá nhiệt, bộ hâm nước lắp riêng cũng phải được kiểm định theo thời hạn như đối với nồi hơi.

Kiểm định bao gồm khám xét bên ngoài, bên trong để xác định tình trạng, chất lượng thiết bị và thử thủy lực nhằm mục đích kiểm tra độ bền và độ kín của các bộ phận nồi hơi.

Nồi hơi được thử thủy lực đồng thời với các phụ kiện gắn trên thân nồi. Việc thử thủy lực chỉ được tiến hành sau khi khám xét bên trong và bên ngoài đạt yêu cầu.

Kết quả kiểm định nồi hơi phải được ghi vào lý lịch nồi hơi cùng với áp suất làm việc cho phép và thời hạn khám nghiệm lần tiếp theo.

Khi tiến hành kiểm định nồi hơi, người sử dụng phải phối hợp với đơn vị kiểm định thực hiện các công việc và chuẩn bị các phương tiện để có thể khám xét bên trong, bên ngoài nồi hơi kỹ lưỡng, đầy đủ nhất có thể và đảm bảo an toàn khi kiểm định.

### **8.2 Những quy định về kiểm định lần đầu sau khi lắp đặt**

#### **8.2.1 Chuẩn bị hồ sơ để kiểm định sau lắp đặt**

- a) Lý lịch nồi hơi theo quy định của cơ quan có trách nhiệm đăng ký.
- b) Hồ sơ xuất xưởng của nồi hơi.
- c) Biên bản lắp đặt gồm các điểm chính sau:
  - Tên cơ sở lắp đặt và cơ sở sử dụng;
  - Đặc tính của những vật liệu bổ sung khi lắp đặt;
  - Những số liệu về hàn như: công nghệ hàn, mã hiệu que hàn, tên thợ hàn và kết quả thử nghiệm các mối hàn;
  - Các biên bản kiểm định từng bộ phận nồi hơi, nếu có;
  - Các tài liệu về kiểm tra hệ thống ống bằng cách thông bi hoặc bằng các phương pháp khác để đảm bảo hệ thống ống thông suốt, nếu có;
  - Các tài liệu về kiểm tra quang phổ đối với các bộ phận nồi hơi, bộ quá nhiệt làm việc với nhiệt độ thành lớn hơn 450 °C, nếu có;
  - Tài liệu xác nhận chất lượng nồi hơi sau khi vận chuyển đến nơi lắp đặt.

#### **8.2.2 Kiểm tra bên ngoài, bên trong nồi hơi sau lắp đặt**

Khi kiểm định lần đầu sau khi lắp đặt, phải thực hiện khám xét bên ngoài và bên trong nồi hơi nhằm mục đích xác định việc lắp đặt và trang bị phù hợp với thiết kế và với tiêu chuẩn này; xác định chất lượng lắp

đặt để đảm bảo đưa vào vận hành an toàn. Ngoài ra, phải kiểm tra toàn bộ công trình xây dựng nổi hơi như nhà nổi hơi, cầu thang, sàn thao tác, hệ thống cấp nhiên liệu, thải tro xỉ, cấp nước... và việc tổ chức quản lý vận hành của đơn vị sử dụng.

Kiểm định các thiết bị nổi hơi sau khi lắp đặt phải được tiến hành trước khi xây tường và bọc cách nhiệt.

### 8.2.3 Thử thủy lực sau lắp đặt

Áp suất thử thủy lực các nổi hơi sau khi lắp đặt cũng giống như áp suất thử thủy lực các nổi hơi sau khi chế tạo, theo Bảng 42 dưới đây.

**Bảng 42 - Áp suất thử thủy lực nổi hơi sau khi lắp đặt**

Áp suất thiết kế, MPa	Áp suất thử thủy lực, MPa
$p \leq 0,5$	$2p$ nhưng không nhỏ hơn 0,2 MPa
$p > 0,5$	$1,5p$ nhưng không nhỏ hơn 1 MPa

Trình tự thử thủy lực theo quy định tại 5.2.2. Thời gian duy trì áp suất sau lắp đặt thử tối thiểu là 20 min.

Xác định kết quả thử thủy lực theo quy định tại 5.2.3.

Đối với nổi hơi được chế tạo theo kiểu trọn gói (lắp nhanh) được phép bọc cách nhiệt ngay tại nơi chế tạo sau khi đã thử thủy lực đạt yêu cầu và có thời gian xuất xưởng không quá 24 tháng, nếu khi vận chuyển đến nơi lắp đặt không bị hư hỏng ở các bộ phận chịu áp lực, thì tại nơi lắp đặt chỉ cần tiến hành khám xét toàn bộ và được miễn thử thủy lực. Trong trường hợp này phải kèm theo các tài liệu thử thủy lực trong hồ sơ xuất xưởng.

## 8.3 Những quy định về kiểm định định kỳ và kiểm định bất thường trong quá trình sử dụng

### 8.3.1 Chu kỳ kiểm định định kỳ

- Khám xét bên ngoài và bên trong: hai năm một lần;
- Khám xét bên ngoài, bên trong, thử thủy lực: sáu năm một lần, trừ các trường hợp quy định tại 8.3.7.
- Kiểm tra vận hành nổi hơi: một năm một lần.

### 8.3.2 Những trường hợp phải được kiểm định bất thường

- Khi sử dụng lại các nổi hơi đã nghỉ hoạt động từ 12 tháng trở lên;
- Khi nổi hơi được cải tạo hoặc chuyển đến lắp đặt ở vị trí mới, hoặc khi cơ quan có thẩm quyền yêu cầu;
- Khi nắn lại các chỗ phòng, móp hoặc sửa chữa có sử dụng phương pháp hàn tại các bộ phận chủ yếu của nổi hơi như: bao hơi, ống góp, ống lò, mặt sàng, hộp lửa...;
- Khi thay quá 15% đinh giằng hoặc thanh néo của một thành phẳng bất kỳ;
- Sau khi thay bao hơi, ống góp, bộ quá nhiệt, bộ giảm ôn, bộ hâm nước...;

## **TCVN 12728:2019**

- f) Cùng một lúc thay quá 25 % tổng số các ống sinh hơi, ống lửa hoặc thay quá 50% tổng số các ống của bộ quá nhiệt, bộ hâm nước...;
- g) Khi có nghi ngờ về tình trạng kỹ thuật của nồi hơi.

Những nguyên nhân dẫn đến việc kiểm định bất thường đều phải ghi rõ vào lý lịch của nồi hơi.

### **8.3.3 Chuẩn bị hồ sơ để kiểm định định kỳ**

- a) Lý lịch, biên bản kiểm định và phiếu kết quả kiểm định lần trước.
- b) Nhật ký vận hành, sổ theo dõi bảo dưỡng sửa chữa; biên bản thanh tra kiểm tra (nếu có).

### **8.3.4 Chuẩn bị hồ sơ để kiểm định bất thường**

- a) Các hồ sơ liên quan như quy định tại 8.3.3.
- b) Thiết kế sửa chữa và biên bản nghiệm thu sau sửa chữa hoặc biên bản nghiệm thu lắp đặt.

### **8.3.5 Kiểm tra bên ngoài, bên trong nồi hơi khi kiểm định định kỳ và kiểm định bất thường**

Khám xét bên ngoài và bên trong nhằm mục đích xác định tình trạng kỹ thuật của nồi hơi và đánh giá khả năng làm việc tiếp tục của nồi hơi.

Khi nghi ngờ tình trạng kỹ thuật các bộ phận chịu áp lực của nồi hơi, người sử dụng nồi hơi cần tháo gỡ một phần hoặc toàn bộ lớp cách nhiệt, tháo gỡ một số ống lửa hoặc cắt một số đoạn ống nước để kiểm tra.

Khi khám xét bên ngoài và bên trong nồi hơi, cần chú ý phát hiện những thiếu sót sau:

- a) Các vết nứt, rạn, vết móp, chỗ phồng phía trong và phía ngoài thành nồi hơi; dấu vết rò rỉ hơi, rò rỉ nước lại các mối hàn, mối tán đinh, mối núc ống.
- b) Tình trạng cấu cặn, hạn gỉ, ăn mòn thành kim loại các bộ phận.
- c) Tình trạng kỹ thuật của phụ kiện, dụng cụ đo kiểm và an toàn.
- d) Tình trạng kỹ thuật của lớp cách nhiệt và nhà đặt nồi hơi.
- e) Đối với những vị trí không thể tiến hành khám xét bên trong khi kiểm định thì việc kiểm tra tình trạng kỹ thuật phải được thực hiện theo tài liệu kỹ thuật của nhà máy chế tạo. Trong tài liệu phải nêu rõ: khối lượng cần kiểm tra, phương pháp và trình tự kiểm tra.

Khi kiểm định, nếu phát hiện thấy vết nứt bề mặt hoặc không kín khí tại các mối núc, mối tán đinh nhờ dấu hiệu rò rỉ nước, hơi, đọng muối... cơ sở sử dụng phải tìm nguyên nhân và phải có hình thức xử lý triệt để.

Khi phát hiện có những khuyết tật làm giảm độ bền thành chịu áp lực (thành bị mỏng, các mối nối mòn...) cần phải giảm thông số làm việc của nồi hơi. Việc giảm thông số phải dựa trên cơ sở tính sức bền theo các số liệu thực tế.

Trường hợp gặp khó khăn trong việc xác định nguyên nhân gây ra các khuyết tật đã phát hiện được, người sử dụng phải chịu trách nhiệm tiến hành các khảo nghiệm cần thiết.

Trong quá trình xác định nguyên nhân và đánh giá khả năng cho phép nồi hơi được tiếp tục hoạt động, người sử dụng phải ngừng vận hành thiết bị nồi hơi này.

Sau mỗi lần mở bao hơi, thân nồi hơi hoặc ống góp đơn vị sử dụng phải thử thủy lực đến áp suất làm việc nếu như việc sửa chữa đó không bắt buộc phải tiến hành kiểm định bất thường theo quy định.

### 8.3.6 Thử thủy lực nồi hơi khi kiểm định định kỳ và kiểm định bất thường

Áp suất thử thủy lực các nồi hơi khi kiểm định định kỳ hoặc bất thường phụ thuộc áp suất làm việc định mức của nồi hơi theo Bảng 43 dưới đây.

**Bảng 43 - Áp suất thử thủy lực các nồi hơi khi kiểm định định kỳ hoặc bất thường**

Áp suất làm việc định mức của nồi hơi, MPa	Áp suất thử thủy lực, MPa
$p_w$	$1,5p_w$ khi $p_w \leq 0,5$ MPa nhưng không nhỏ hơn 0,2 MPa
$p_w$	$1,25p_w$ khi $p_w > 0,5$ MPa nhưng không nhỏ hơn $p_w + 0,3$ MPa
<b>CHÚ THÍCH:</b> $p_w$ là áp suất của hơi ra khỏi nồi hơi đối với nồi hơi chỉ sản xuất hơi bão hòa; $p_w$ là áp suất của hơi ra khỏi bộ quá nhiệt đối với nồi hơi sản xuất hơi quá nhiệt.	

Khi nhà chế tạo quy định áp suất thử thủy lực cao hơn Bảng 43 thì áp dụng theo quy định của nhà chế tạo.

Trình tự thử thủy lực theo quy định tại 5.2.2. Thời gian duy trì áp suất thử khi kiểm định định kỳ hoặc bất thường tối thiểu là 5 min.

Xác định kết quả thử thủy lực theo quy định tại 5.2.3.

### 8.3.7 Các trường hợp miễn thử thủy lực nồi hơi khi kiểm định định kỳ và kiểm định bất thường

Trường hợp kiểm định định kỳ hoặc bất thường mà điều kiện thực tế không thể thực hiện được việc thử thủy lực, có thể sử dụng các phương pháp kiểm tra không phá hủy thay thế được cơ quan có thẩm quyền phê duyệt.

## 8.4 Điều tra sự cố và tai nạn lao động có liên quan đến thiết bị nồi hơi

Các sự cố nồi hơi dẫn tới phải kiểm định bất thường phải được tiến hành điều tra để xác định nguyên nhân và biện pháp xử lý.

Nếu sự cố gây tai nạn cho người thì việc khai báo và điều tra tai nạn lao động phải thực hiện theo đúng quy định hiện hành.



## Phụ lục B

(Tham khảo)

### Cơ sở xác định ứng suất thiết kế của vật liệu

#### B.1 Yêu cầu chung

Phụ lục này đưa ra các nguyên tắc sử dụng để xác định ứng suất thiết kế nêu trong Bảng 3. Những giá trị đó liên quan đến các đặc tính của các tiêu chuẩn vật liệu tương ứng, trừ khi có quy định khác.

Mặc dù về mặt lý thuyết, các ứng suất thiết kế có liên quan trực tiếp với đặc tính của vật liệu (giới hạn chảy hoặc giới hạn bền kéo), tuy nhiên vẫn còn có một số trường hợp, trong đó ứng suất thiết kế không có cơ sở để xác định dưới dạng kinh nghiệm và sự hiểu biết thông thường về diễn biến của cấu trúc. Khi đó ứng suất thiết kế dựa trên các quan hệ đơn giản (với các hệ số) có thể dẫn đến tăng hoặc giảm tùy tiện các giá trị ứng suất thiết kế đã được xác lập từ trước đối với các vật liệu có nghi ngờ, thì các giá trị được xác lập từ trước đã được sử dụng trong Bảng 3.

#### B.2 Ký hiệu

Ký hiệu sử dụng cho các đặc tính của vật liệu như sau:

$R_m$  là độ bền kéo nhỏ nhất quy định đối với cấp vật liệu ở nhiệt độ phòng (thử nghiệm theo AS 1391 hoặc tiêu chuẩn tương đương)

$R_e$  là giới hạn chảy nhỏ nhất quy định đối với cấp vật liệu ở nhiệt độ phòng (thử nghiệm theo AS 1391 hoặc tiêu chuẩn tương đương).

Khi tiêu chuẩn vật liệu quy định các giá trị nhỏ nhất của  $R_{eL}$  hoặc  $R_{p0,2}$  ( $R_{p1,0}$  cho thép austenit), thì các giá trị này được lấy tương ứng với  $R_e$ .

$R_{e(T)}$  là giá trị nhỏ nhất quy định của  $R_e$  hoặc  $R_{p0,2}$  ( $R_{p1,0}$  cho thép austenit) đối với cấp vật liệu ở nhiệt độ  $T$  (thử nghiệm theo AS 2291 hoặc tiêu chuẩn tương đương).

$S_{Rt}$  là giá trị trung bình của ứng suất cần thiết để gây đứt trong thời gian  $t$  (ở nhiệt độ  $T$ ) đối với cấp thép cá biệt.

$f_E$  là ứng suất thiết kế tương ứng với các đặc tính bền kéo trong thời gian ngắn của vật liệu (không phụ thuộc vào thời gian).

$f_F$  là ứng suất thiết kế tương ứng với các đặc tính rão của vật liệu (phụ thuộc vào thời gian).

$f$  là ứng suất thiết kế được lấy bằng giá trị nhỏ hơn giữa  $f_E$  và  $f_F$ .

### B.3 Ứng suất thiết kế không phụ thuộc vào thời gian

#### B.3.1 Yêu cầu chung

Các ứng suất thiết kế dựa trên các đặc tính không phụ thuộc vào thời gian nêu trong Bảng 3 đã được xác định theo B.3.2 và B.3.3.

Các chuẩn ứng suất thiết kế không phụ thuộc vào thời gian trong B.3.2 và B.3.3 có thể áp dụng cho các vật liệu khác không được liệt kê, với điều kiện là chúng tuân thủ các yêu cầu của 2.1.5. Các giá trị của  $R_{e(T)}$  cho các vật liệu đó phải được kiểm tra lại bằng các thử nghiệm phù hợp với AS 2291 ở nhiệt độ thích hợp, trừ khi các giá trị này đã được xác định theo với BS 3920, Phần 1 hoặc BS 3920, Phần 2.

#### B.3.2 Thép cacbon, cacbon - mangan và thép hợp kim thấp

Đối với thép cacbon, cacbon - mangan và thép hợp kim thấp, các ứng suất thiết kế không phụ thuộc vào thời gian được xác định như sau:

$$f_E = \text{giá trị nhỏ hơn của } \frac{R_{e(T)}}{1,5} \text{ và } \frac{R_m}{2,7} \quad \dots \text{ (B.1)}$$

CHÚ THÍCH: Các giá trị  $R_{e(T)}$  đã được lấy bằng các giá trị quy định cho các vật liệu tương tự khác có các giá trị ở nhiệt độ tăng cao, trừ khi:

- không có các giá trị  $R_{e(T)}$ ; hoặc
- các ứng suất thiết kế trong Bảng 3 đối với các vật liệu tương tự có các giá trị ở nhiệt độ tăng cao không trực tiếp dựa trên các giá trị quy định của  $R_{e(T)}$ .

Ví dụ trong trường hợp của EN 10213-4, khi không có các giá trị  $R_{e(T)}$  liên quan, các giá trị ứng suất thiết kế đã dựa trên sự khảo sát:

- xu hướng của các đặc tính liên quan của các vật liệu tương đương trong các dạng sản phẩm khác liên quan đến  $R_m/4$  ở 300°C đến 350°C đối với các vật liệu được khảo sát; hoặc
- ứng suất thiết kế cho phép đối với các vật liệu tương đương trong các tiêu chuẩn quốc gia khác.

#### B.3.3 Thép austenit

Đối với các thép austenit, các ứng suất thiết kế không phụ thuộc vào thời gian được xác định như sau:

$$f_E = \text{giá trị nhỏ hơn của } \frac{R_{e(T)}}{1,35} \text{ và } \frac{R_m}{2,7} \quad \dots \text{ (B.2)}$$

CHÚ THÍCH: Các giá trị  $R_{e(T)}$  đã được lấy bằng các giá trị quy định cho vật liệu tương tự khác có các giá trị ở nhiệt độ tăng cao, hoặc dựa trên sự đối chiếu một cách thận trọng các thông tin sẵn có khác.

### B.4 Ứng suất thiết kế thuộc vào thời gian

Đối với tất cả các thép, ứng suất thiết kế phụ thuộc vào thời gian được xác định như sau:

- Khi có các đặc tính  $S_{Rt}$  đối với tuổi thọ thiết kế quy định:

$$f_F = \frac{S_{Rt}}{1,3} \quad \dots \text{ (B.3)}$$

## CHÚ THÍCH:

- 1 Quy định này được áp dụng khi có các dữ liệu về  $S_{Rt}$ . Các giá trị thích hợp của  $S_{Rt}$  được thống nhất bởi Ban kỹ thuật tiêu chuẩn ISO 17/ tiểu ban 10 đã được sử dụng rộng rãi cho các vật liệu theo tiêu chuẩn Australia và vật liệu theo tiêu chuẩn Anh. Khi không có các số liệu  $S_{Rt}$  có liên quan đối với một dạng sản phẩm cụ thể thì các giá trị ứng suất thiết kế có thể dựa trên sự khảo sát xu hướng các đặc tính liên quan của các vật liệu tương đương trong các dạng sản phẩm khác.
  - 2 Các ứng suất thiết kế trong bảng nhỏ hơn đáng kể so với các giá trị được xác lập theo kinh nghiệm được nhận dạng bằng chú thích 3 của Bảng 3, chú thích này cho phép sử dụng các giá trị cao hơn đến 10 %, với điều kiện là phải thực hiện việc đánh giá khả năng làm việc tiếp tục tại thời điểm đạt hai phần ba tuổi thọ thiết kế theo thoả thuận. Ngược lại, các ứng suất thiết kế theo bảng lớn hơn đáng kể so với ứng suất cho phép trước đây được nhận dạng bằng chú thích 4 của Bảng 3, chú thích này yêu cầu giảm ứng suất thiết kế đi 10 %, trừ khi thực hiện việc đánh giá khả năng làm việc tiếp tục như đã nêu trên.
- b) Khi không có các đặc tính  $S_{Rt}$ , nhưng trong các đặc tính kỹ thuật của vật liệu có các giá trị ứng suất dự báo gây đứt trong vòng 100.000 h ở nhiệt độ thiết kế; hoặc khi không quy định tuổi thọ thiết kế:

$$f_F = \frac{S_{R(100.000)}}{1,5} \quad \dots \quad (B.4)$$

CHÚ THÍCH: Tuổi thọ thiết kế không được xác định, nhưng ứng suất thiết kế được xác định từ công thức này cần đưa ra tuổi thọ hiệu dụng trong phạm vi 150.000 h đến 200.000 h, với điều kiện là nhiệt độ thiết kế của kim loại không bị vượt quá.

- c) Khi trong các đặc tính kỹ thuật của vật liệu không có các đặc tính ứng suất gây đứt ( $S_{Rt}$  hoặc  $S_{R(100.000)}$ ), nhưng các ứng suất thiết kế được chỉ định cho các vật liệu thích hợp, ví dụ ASME:

$$f_F = \text{giá trị được chỉ định trong tiêu chuẩn quốc gia} \quad \dots \quad (B.5)$$

## Phụ lục C

(Tham khảo)

### Tính toán nhiệt độ của mặt sàng ống

#### C.1 Yêu cầu chung

Phụ lục này đưa ra phương pháp tính toán nhiệt độ kim loại của bề mặt được đốt nóng và nhiệt độ thiết kế trung bình của mặt sàng ống trong khu vực chùm ống.

Việc tính toán có xét đến các hiệu ứng trong điều kiện truyền nhiệt ổn định:

- từ khói nóng đến bề mặt của mặt sàng ống và các mặt bên trong của ống bằng đối lưu, bao gồm cả hiệu ứng khói đi vào ống, và bằng bức xạ, bao gồm cả trao đổi bức xạ trong buồng quặt khói;
- bằng sự dẫn nhiệt qua mặt sàng ống và thành ống từ bề mặt của mặt sàng ống và các bề mặt bên trong của ống đến bề mặt tiếp xúc nước, với giả thiết có sự tiếp xúc nhiệt đầy đủ giữa ống và mặt sàng; và
- bằng sôi cục bộ từ mặt phía nước.

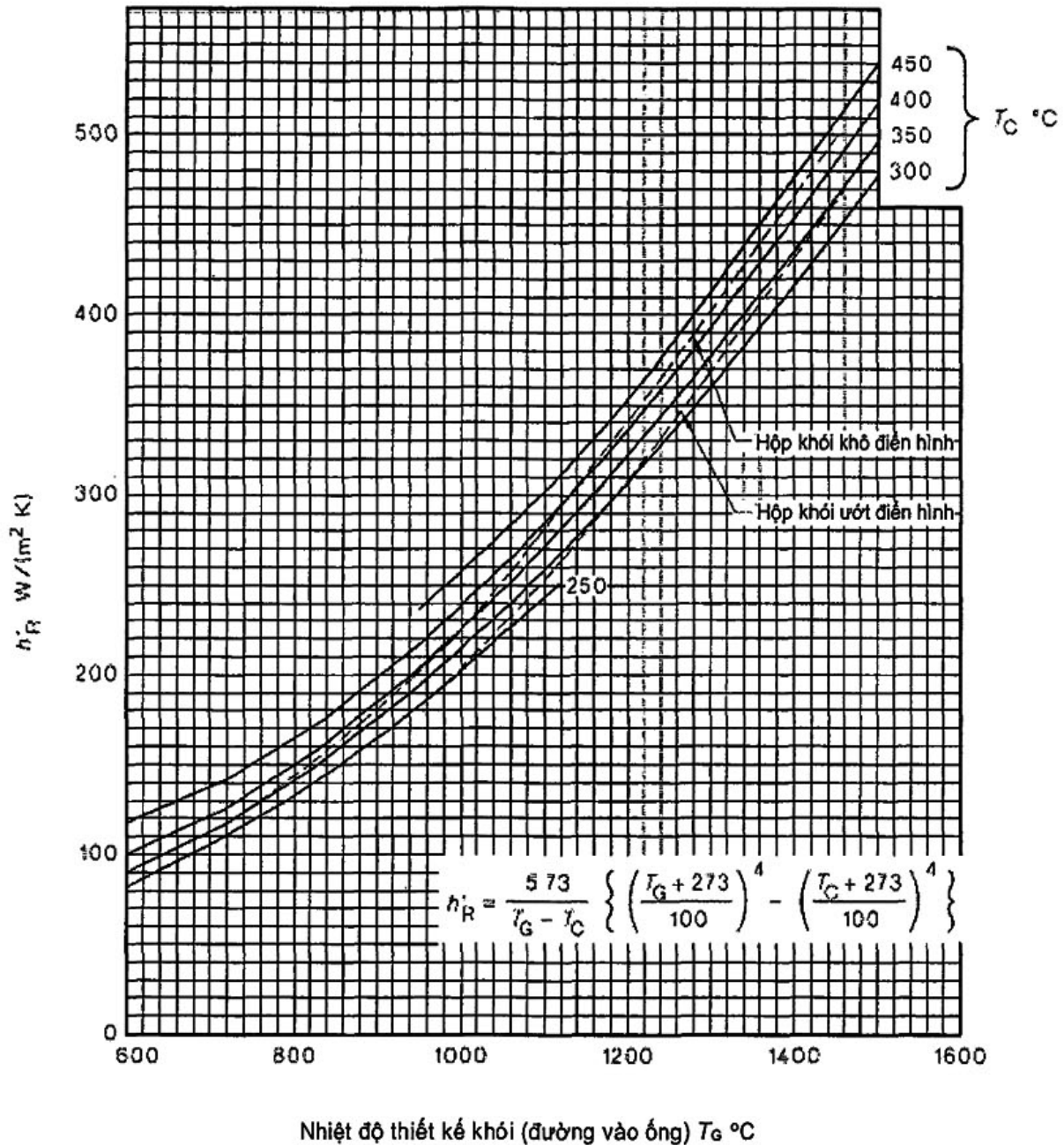
Phương pháp và các đường cong thiết kế đã được xây dựng theo các số liệu về truyền nhiệt đã công bố và có một số phép tính gần đúng được đơn giản hóa theo hướng tự bù trừ; các nhiệt độ tính toán và đo kiểm được thể hiện sự tương thích khi có đầy đủ các số liệu.

#### C.2 Ký hiệu

Phụ lục này áp dụng các ký hiệu sau:

- $a$  là diện tích hấp thụ nhiệt của các phần tử mặt sàng ống từ bề mặt của mặt sàng ống (xem Hình C.8);
- $A$  là diện tích hấp thụ nhiệt của các phần tử mặt sàng ống từ bề mặt trong của ống (xem Hình C.7);
- $A_c$  là tổng diện tích hiệu dụng của bề mặt được làm nguội bằng nước trong buồng quặt khói;
- $A_{cs}$  là thể tích buồng quặt khói, tính theo mét khối;
- $A_R$  là tổng diện tích bề mặt vật liệu chịu lửa trong buồng quặt khói;
- $C$  là hệ số điều chỉnh đối với nhiệt trở tiếp xúc giữa ống và mặt sàng ống;
- $d$  là đường kính trong của ống đối lưu, tính theo milimét;
- $D$  là đường kính trong của buồng quặt khói (đối với buồng quặt hình trụ), tính theo milimét;
- $t$  là chiều dày mặt sàng ống, tính theo milimét;
- $F$  là hệ số trao đổi nhiệt bức xạ toàn phần trong buồng quặt khói (xem Hình C.2);
- $G$  là lưu lượng riêng của khói trong ống, tính theo kilogam trên mét bình phương giây;

- $h_{CE}$  là hệ số tỏa nhiệt đối lưu của khói đi vào ống (xem Hình C.6), tính theo Watt trên mét vuông độ Kelvin;
- $h_{CO}$  là hệ số tỏa nhiệt đối lưu cơ bản được hiệu chỉnh (xem Hình C.5), tính theo Watt trên mét vuông độ Kelvin;
- $h'_{CO}$  là hệ số tỏa nhiệt đối lưu cơ bản giả thiết, tính theo Watt trên mét vuông độ Kelvin;
- $h_m$  là độ dẫn nhiệt của mặt sàng ống, tính theo Watt trên mét vuông độ Kelvin;
- $h_R$  là hệ số trao đổi nhiệt bức xạ đối với bề mặt của mặt sàng ống, tính theo Watt trên mét vuông độ Kelvin;
- $h'_R$  là hệ số trao đổi nhiệt bức xạ đối với vật đen (xem Hình C.1), tính theo Watt trên mét vuông độ Kelvin;
- $h_t$  là hệ số truyền nhiệt trung bình, tính theo Watt trên mét vuông độ Kelvin;
- $L$  là chiều dài bên trong của buồng quặt khói (đối với buồng hình trụ), tính theo milimét;
- $L_B$  là chiều dài tia bức xạ trong buồng quặt khói, tính theo milimét;
- $N = 4000$
- $P$  là bước trung bình giữa các tâm ống, tính theo milimét
- $T$  là nhiệt độ trung bình (thiết kế) của mặt sàng ống, tính theo °C
- $T_C$  là giá trị ước tính ban đầu của  $T_M$ , tính theo °C
- $T_G$  là nhiệt độ thiết kế của khói ở đường vào ống, tính theo °C
- $T_M$  là nhiệt độ kim loại bề mặt nóng của mặt sàng ống, tính theo °C
- $T_s$  là nhiệt độ nước trong nồi hơi, tính theo °C
- $V_c$  là diện tích bề mặt buồng quặt, tính theo mét vuông
- $\beta$  là hệ số nhiệt độ trung bình của mặt sàng ống (xem Hình C.12)
- $\eta$  là hệ số truyền nhiệt đối với phần tử của mặt sàng ống (xem Hình C.12)
- $\lambda$  là độ dẫn nhiệt của mặt sàng ống, tính theo Watt milimét trên mét vuông độ Kelvin\*
- $\lambda = 40\ 000$  đối với thép cấp bền 460 và 490
- $\lambda = 45\ 000$  đối với thép cấp bền 400 và 430
- $\phi$  là hệ số nhiệt độ bề mặt nóng của mặt sàng ống (xem Hình C.11)



Hình C.1 - Hệ số trao đổi nhiệt bức xạ đối với vật đen  $h'_R$  ( $F = 1$ )

### C.3 Phương pháp tính toán

#### C.3.1 Hệ số trao đổi nhiệt bức xạ

Xác định hệ số trao đổi nhiệt bức xạ  $h'_R$  đối với vật đen, tức là khả năng bức xạ bằng 1 ( $F = 1$ ), từ Hình C.1. Nhiệt độ thiết kế của khí  $T_G$  tại đường vào ống phải là giá trị thực như được đo bằng hòa kế quang học hút vào với tốc độ cao được bảo vệ nhiều lớp (cặp nhiệt thông thường luôn đọc thấp hơn; sai số có thể lên tới  $300^{\circ}C$ ).  $T_C$  là giá trị giả thiết ban đầu của nhiệt độ kim loại bề mặt nóng của mặt sàng ống. Các giá trị điển hình thể hiện trên Hình C.1 thường sẽ tránh được sự cần thiết phải lặp lại.

Khả năng bức xạ của khói phụ thuộc vào thành phần, nhiệt độ, áp suất riêng phần của khói và chiều dài của tia bức xạ trong buồng quặt khói. Các đường cong trên Hình C.2 dựa trên cơ sở không khí thừa thường được sử dụng trong các nồi hơi được đốt trực tiếp. Đối với các sản phẩm cháy khi đốt than, khuyến nghị nên sử dụng đường cong của khí thiên nhiên có thể cho phép được dùng cho bức xạ hạt. Đối với các hỗn hợp khí khác thì khả năng bức xạ của khí phải được xác định theo các tài liệu hướng dẫn truyền nhiệt bằng bức xạ, ví dụ tài liệu tham khảo [3].

Chiều dài tia bức xạ đối với buồng quặt khói hình trụ được xác định theo công thức sau:

$$L_B = \frac{0,83L}{L/D + 0,5} \quad \dots \text{ (C.1)}$$

Đối với các buồng quặt không phải là hình trụ, chiều dài tia bức xạ được xác định theo công thức sau:

$$L_B = 3,3 \frac{V_C}{A_{Cs}} \quad \dots \text{ (C.2)}$$

Khi tính diện tích bề mặt của buồng quặt không phải trừ đi các lỗ ống hay các lỗ ống lò.

Đối với các buồng quặt có các lớp vật liệu chịu lửa,  $A_R/A_C$  là tỉ số giữa tổng diện tích hiệu dụng của bề mặt vật liệu chịu lửa (phản xạ) và diện tích hiệu dụng của bề mặt được làm nguội (hấp thụ) trong buồng quặt.

$A_C$  là tổng diện tích nằm trong chu vi mặt sàng ống, nghĩa là không trừ đi các lỗ lắp ống hoặc lỗ ống lò.

$A_R/A_C$  đối với các buồng quặt hình trụ có thể nhận được từ Hình C.3.

Đối với các buồng đốt được làm nguội hoàn toàn bằng nước  $A_R/A_C = 0$

Xác định hệ số trao đổi nhiệt toàn phần  $F$  từ Hình C.2, sau đó hệ số trao đổi nhiệt bức xạ đối với bề mặt của mặt sàng ống được xác định theo công thức sau:

$$h_R = Fh'_R \quad \dots \text{ (C.3)}$$

Cần tính đến bức xạ đối với các bề mặt bên trong của ống bằng cách sử dụng hệ số 0,5  $h_R$  trong công thức đối với hệ số truyền nhiệt trung bình  $h_t$ .

### C.3.2 Hệ số tỏa nhiệt đối lưu

Hệ số tỏa nhiệt đối lưu cơ sở giả thiết  $h'_{CO}$  phụ thuộc vào lưu lượng riêng của khói  $G$  trong các ống đối lưu và đường kính bên trong  $d$  của ống. Đối với các sản phẩm cháy của các nhiên liệu dầu, khí thiên nhiên và than, xác định  $h'_{CO}$  từ Hình C.4. Xác định hệ số hiệu chỉnh  $h_{CO}/h'_{CO}$  đối với nhiệt độ khói tại đường vào ống từ Hình C.5, với việc sử dụng đường cong của nhiên liệu dầu cho các sản phẩm than. Sau đó hệ số tỏa nhiệt đối lưu cơ sở đối với dòng khói được triển khai hoàn toàn trong ống ở nhiệt độ  $T_G$  được xác định theo công thức sau:

$$h_{CO} = h'_{CO} \left[ \frac{h_{CO}}{h'_{CO}} \right] \quad \dots \text{ (C.4)}$$

## TCVN 12728:2019

Đối với các khí khác, khi các giá trị của nhiệt dung riêng, độ dẫn nhiệt hoặc độ nhớt khác nhau so với các giá trị đối với các sản phẩm cháy của dầu hoặc khí thiên nhiên, thì giá trị  $h_{CO}$  có thể được tính toán theo công thức cho dòng khối được triển khai hoàn toàn trong ống như sau:

$$Nu = 0,023Re^{0,8} Pr^{0,33} \quad \dots (C.5)$$

trong đó

Nu là số Nusselt  
Re là số Reynolds  
Pr là số Prandtl

} căn cứ vào đường kính trong của ống,  $d$

Xác định hệ số hiệu chỉnh  $h_{CE}/h_{CO}$  đối với khu vực đường vào ống theo Hình C.6, sau đó hệ số tỏa nhiệt đối lưu trung bình  $h_{CE}$  đối với bề mặt bên trong trên toàn bộ chiều dài hiệu dụng cho hấp thụ nhiệt vào mặt sàng ống được xác định theo công thức sau:

$$h_{CE} = h_{CO} \left[ \frac{h_{CE}}{h_{CO}} \right] \quad \dots (C.6)$$

Tỏa nhiệt đối lưu cho bề mặt của mặt sàng ống được tính đến bằng cách sử dụng hệ số  $h_{CO}$  trong công thức đối với hệ số tỏa nhiệt trung bình  $h_t$ .

### C.3.3 Hệ số tỏa nhiệt trung bình ở phía khối

Đối với phần tử mặt sàng ống được giới hạn bởi các bề mặt bên trong của ống và các mặt phẳng chứa các đường tâm ống, các diện tích hấp thụ nhiệt  $A$  (các bề mặt bên trong ống) và  $a$  (bề mặt của mặt sàng ống) được xác định theo các Hình C.7 và Hình C.8.

Hệ số tỏa nhiệt trung bình được tính toán như sau:

$$h_t = \frac{\frac{CA}{d^2}(h_{CE} + 0,5h_R) + \frac{a}{d^2}(h_{CO} + h_R)}{\frac{A}{d^2} + \frac{a}{d^2}} \quad \dots (C.7)$$

trong đó

- $C = 0,90$  đối với các ống chỉ được núc;
- $C = 0,95$  đối với các ống được núc và hàn;
- $C = 0,95$  đối với các ống được núc và gấp mép;
- $C = 1,0$  đối với các ống được hàn thấu hoàn toàn.

### C.3.4 Độ dẫn nhiệt của mặt sàng ống

Độ dẫn nhiệt của mặt sàng ống được xác định theo công thức sau:

$$h_m = \frac{\lambda}{t} \quad \dots \text{ (C.8)}$$

### C.3.5 Sự tỏa nhiệt ở phía nước

Các điều kiện tỏa nhiệt ở các bề mặt phía nước được tính đến trong các công thức đối với các nhiệt độ kim loại của mặt sàng ống bằng cách sử dụng hằng số  $N$ .

### C.3.6 Nhiệt độ mặt sàng ống

Các công thức sau đối với các bề mặt nóng của mặt sàng ống và các nhiệt độ trung bình của kim loại được dựa trên các công thức do Gardner phát triển, tài liệu tham khảo [10].

$$T_M = T_S + 15 + \left[ 1 - \frac{\phi}{1 + \frac{\eta h_t}{N}} \right] (T_G - T_S) \quad \dots \text{ (C.9)}$$

$$T = T_S + 15 + \left[ 1 - \frac{\beta}{1 + \frac{\eta h_t}{N}} \right] (T_G - T_S) \quad \dots \text{ (C.10)}$$

Các hệ số  $\eta$ ,  $\phi$  và  $\beta$  phụ thuộc vào  $A/a$  (theo Hình C.9) và phụ thuộc vào  $h/h_m$  và nhận được từ các Hình C.10, Hình C.11 và Hình C.12.

Nhiệt độ thiết kế của khói  $T_G$  ở đường vào ống phải là phải là giá trị thực đo được bằng hỏa kế quang học hút vào với tốc độ cao được bảo vệ nhiều lớp (cấp nhiệt thông thường luôn đọc thấp hơn; sai số có thể lên tới 300°C).

## C.4 Ví dụ tính toán

### C.4.1 Các dữ liệu thiết kế được giả định

Nhiên liệu:	khí thiên nhiên
Nồi hơi:	ống lửa dùng nhiệt thải có buồng cho khói nóng đi vào được lót vật liệu chịu lửa.
Nhiệt độ quy định của khói vào:	900 °C
Áp suất thiết kế của nồi hơi:	1,1 MPa
Nhiệt độ bão hoà:	$T_S = 188$ °C

Các ống của nồi hơi:

đường kính trong	$d = 56,3$ mm
bước, tam giác	$P = 88$ mm
lưu lượng khói	$G = 11$ kg/(m <sup>2</sup> .s)

## TCVN 12728:2019

Mặt sàng ống:

chiều dày  $t = 22 \text{ mm}$

vật liệu cấp bền 430

Phương pháp lắp ống: núc và hàn

Buồng khói vào: hình trụ, được lót vật liệu chịu lửa trên tấm bọc và tấm sau

đường kính trong  $D = 1800 \text{ mm}$

chiều dài bên trong  $L = 1000 \text{ mm}$

### C.4.2 Tính toán hệ số trao đổi nhiệt bức xạ

Tính toán hệ số trao đổi nhiệt bức xạ  $h_R$  được thực hiện như mô tả trong C.3.1.

Từ Hình C.1, khi sử dụng một giá trị giả định  $T_c = 350 \text{ °C}$  được thể hiện bằng đường cong cho hộp khói khô điển hình,  $h'_{R} = 185 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

$$\text{Chiều dài tia bức xạ } L_B = \frac{0,83 \times 1000}{\frac{1000}{1800} + 0,5} = 786 \text{ mm}$$

$$\text{Từ Hình C.3, } A_R/A_C = 3,15 \text{ khi } L/D = 0,555$$

$$\text{Từ Hình C.2, } F = 0,58$$

$$\therefore h_R = 0,58 \times 185 = 107,3 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

### C.4.3 Tính toán các hệ số tỏa nhiệt đối lưu

Tính toán các hệ số tỏa nhiệt đối lưu  $h_{CO}$  hoặc  $h_{CE}$  được thực hiện như mô tả trong C.3.2.

$$\text{Từ Hình C.4, } h'_{CO} = 61 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$\text{Từ Hình C.5, } \frac{h_{CO}}{h'_{CO}} = 0,952$$

$$\therefore h_{CO} = 0,952 \times 61 = 58,1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

$$\text{Từ Hình C.6, } \frac{h_{CE}}{h_{CO}} = 2,0 \text{ khi } \frac{t}{d} = \frac{22}{56,3} = 0,391$$

$$\therefore h_{CE} = 2,9 \times 58,1 = 168,5 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

### C.4.4 Tính toán hệ số truyền nhiệt trung bình ở phía khói

Tính toán hệ số truyền nhiệt trung bình ở phía khói  $h_t$  được thực hiện như mô tả trong C.3.3.

$$\text{Từ Hình C.7, } \frac{A}{d^2} = 0,6 \text{ khi } \frac{t}{d} = 0,391 \text{ bước tam giác}$$

Từ Hình C.8,  $\frac{a}{d^2} = 0,67$  khi  $\frac{P}{d} = \frac{88}{56,3} = 1,563$

Đối với các ống được núc và hàn  $C = 0,95$ .

$$\therefore h_{CE} = \frac{0,95 \times 0,6(168,5 + 0,5 \times 107,3) + 0,67(58,1 + 107,3)}{0,6 + 0,67} = 187 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

#### C.4.5 Tính toán độ dẫn nhiệt của mặt sàng ống

Tính toán độ dẫn nhiệt của mặt sàng ống  $h_m$  được thực hiện như mô tả trong C.3.4.

Đối với thép cấp bền 430,  $\lambda = 45000$  (xem C.2)

$$\therefore h_m = \frac{45000}{22} = 2045 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

#### C.4.6 Tính toán các nhiệt độ của mặt sàng ống

Tính toán các nhiệt độ của mặt sàng ống  $T$  và  $T_m$  được thực hiện như mô tả trong C.3.4.

$$\frac{h_t}{h_m} = \frac{187}{2045} = 0,09144$$

Từ Hình C.9,  $\frac{A}{a} = 0,9$

Từ các Hình C.10, Hình C.11 và Hình C.12:  $\eta = 1,72$ ;  $\phi = 0,885$ ;  $\beta = 0,935$

$\therefore$  Nhiệt độ kim loại bề mặt nóng của mặt sàng ống được xác định theo:

$$T_M = 188 + 15 + \left[ 1 - \frac{0,885}{1 + \frac{1,72 \times 187}{4000}} \right] (900 - 188)$$

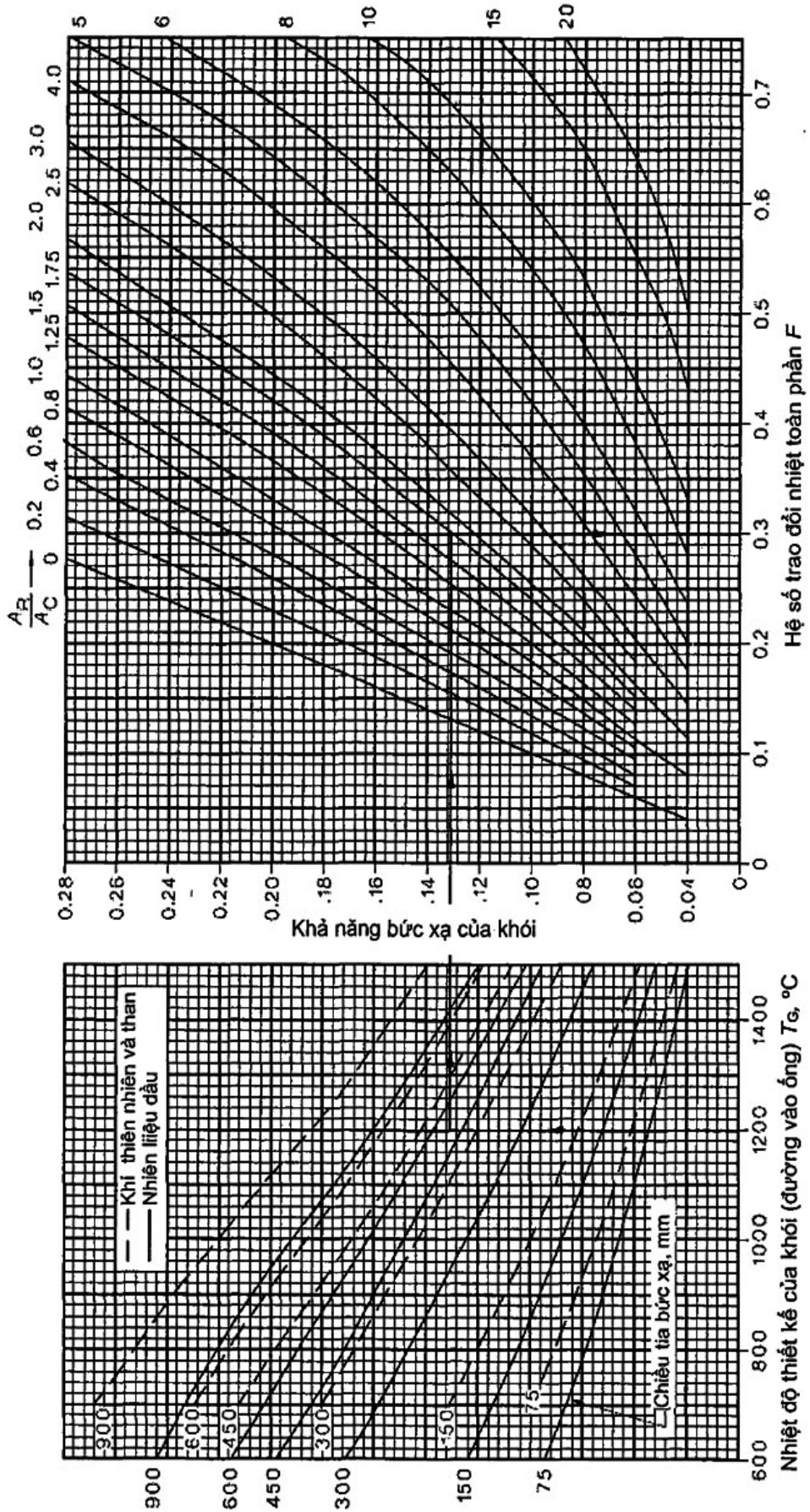
$$T_M = 332 \text{ }^\circ\text{C}$$

Nhiệt độ này ở dưới giới hạn cho trong 2.2.6.2 và do đó đáp ứng được yêu cầu.

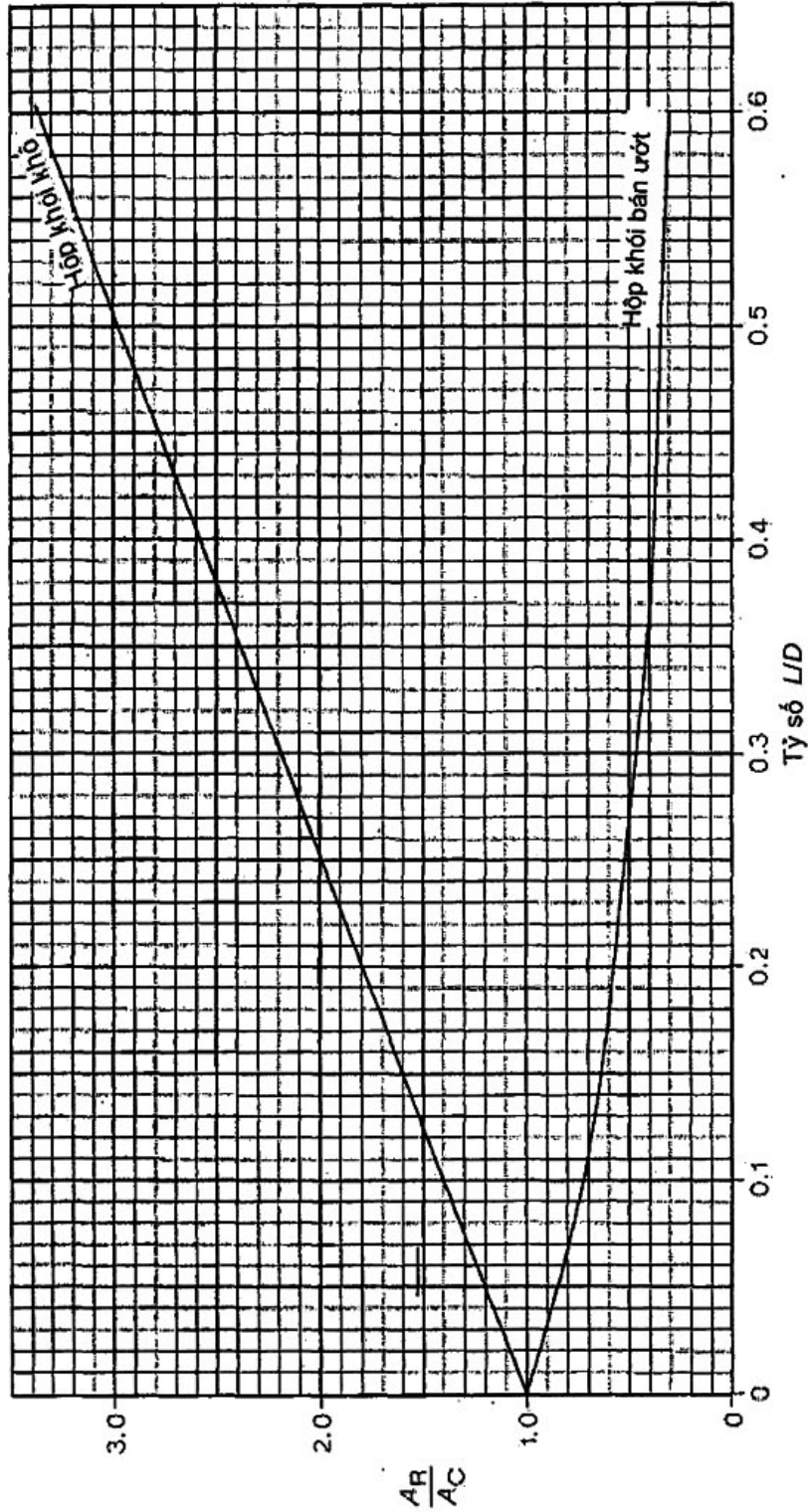
Nhiệt độ trung bình (thiết kế) của kim loại mặt sàng ống được xác định theo:

$$T = 188 + 15 + \left[ 1 - \frac{0,935}{1 + \frac{1,72 \times 187}{4000}} \right] (900 - 188)$$

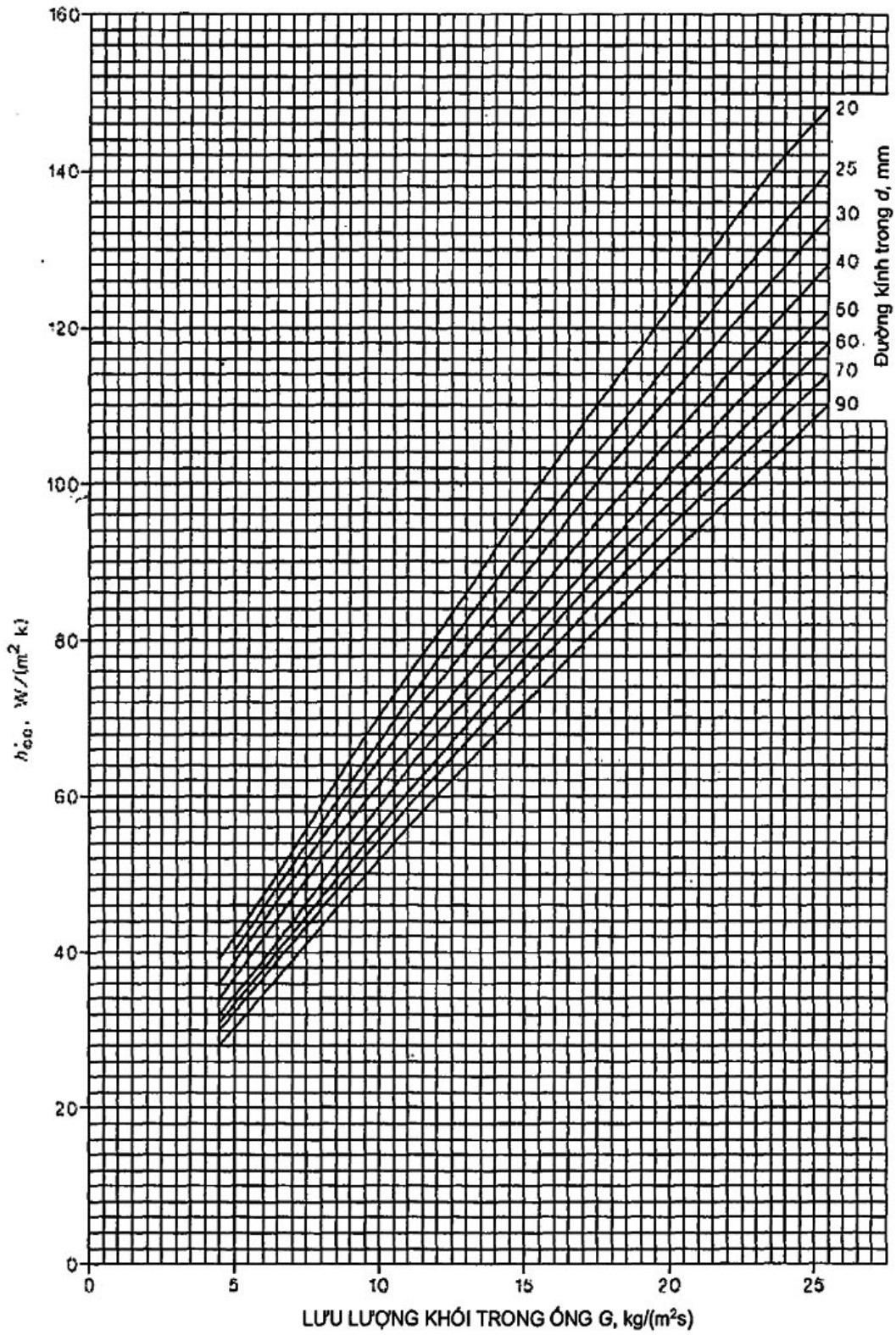
$$T = 299 \text{ }^\circ\text{C}$$



Hình C.2 - Xác định hệ số trao đổi nhiệt toàn phần  $F$

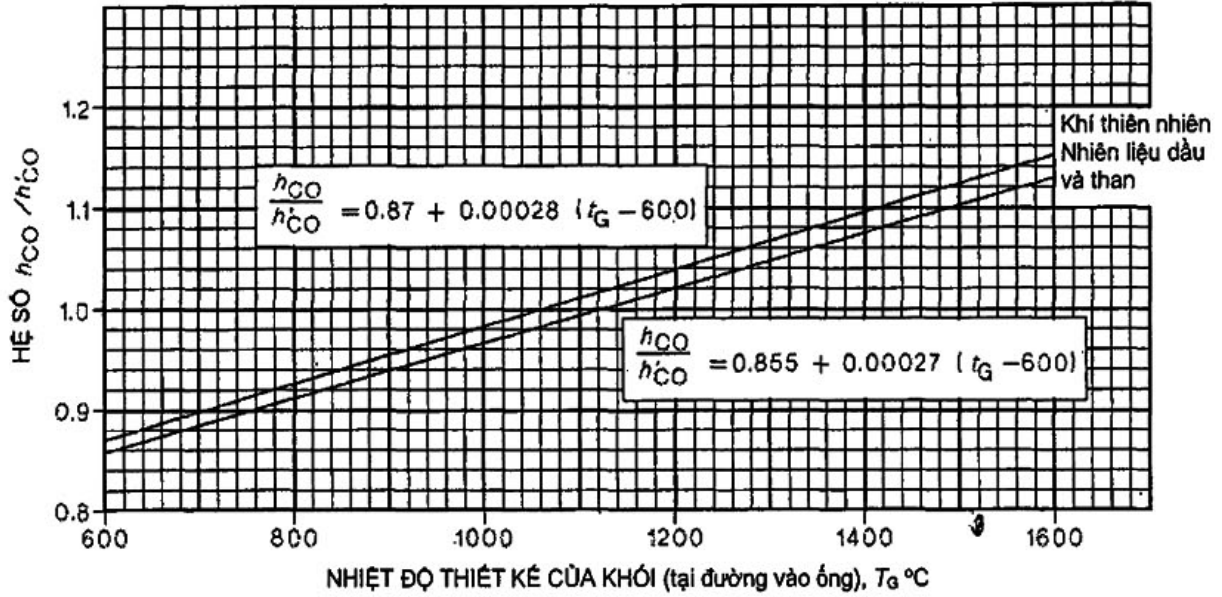
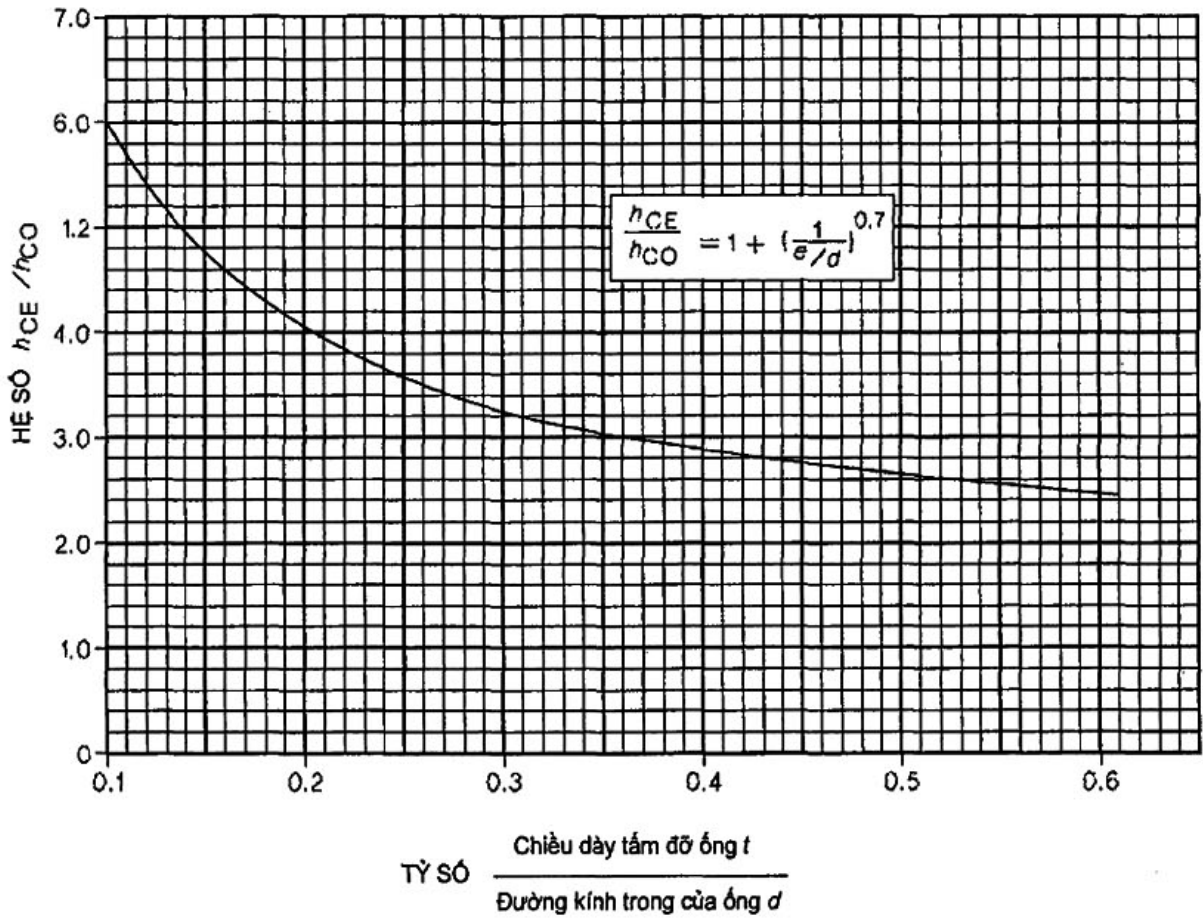


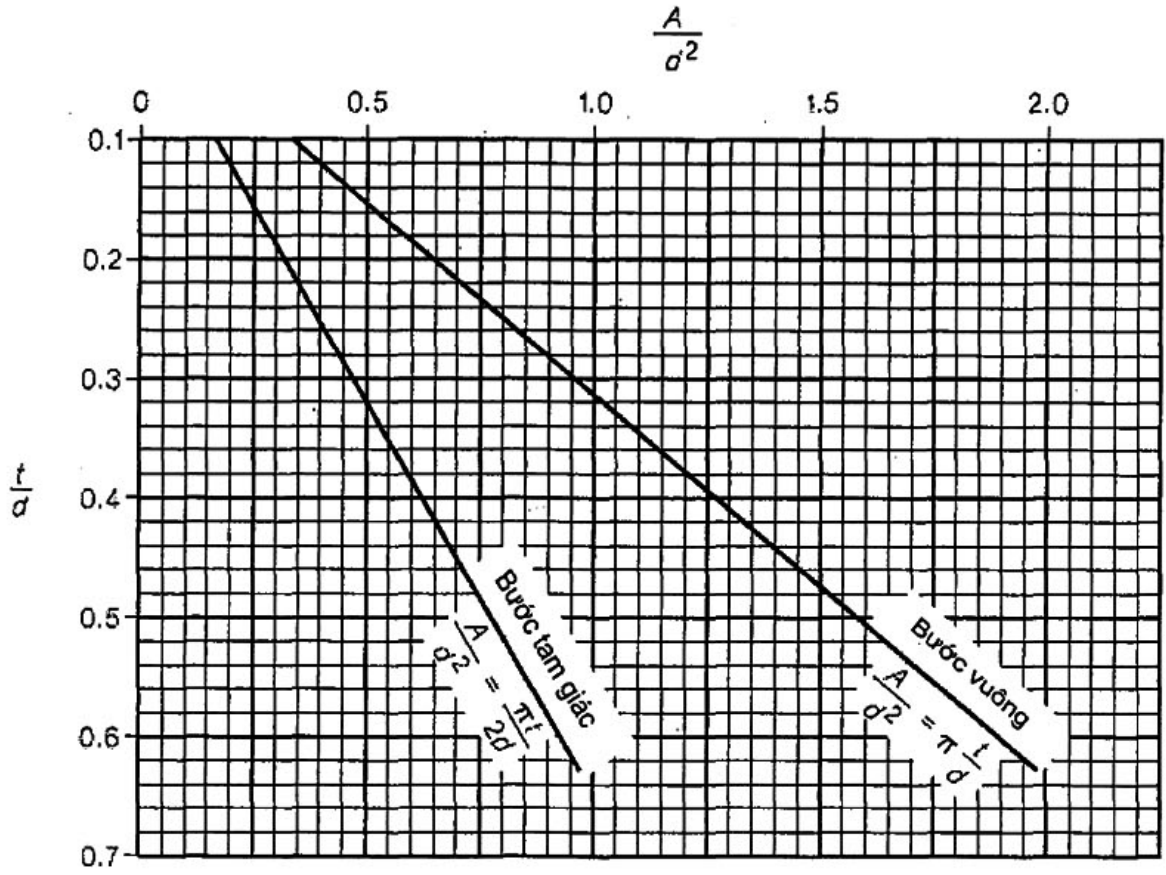
Hình C.3 - Tỷ số  $A_R/A_C$  đối với buồng quạt khối hình trụ, đường kính  $D$ , chiều dài  $L$



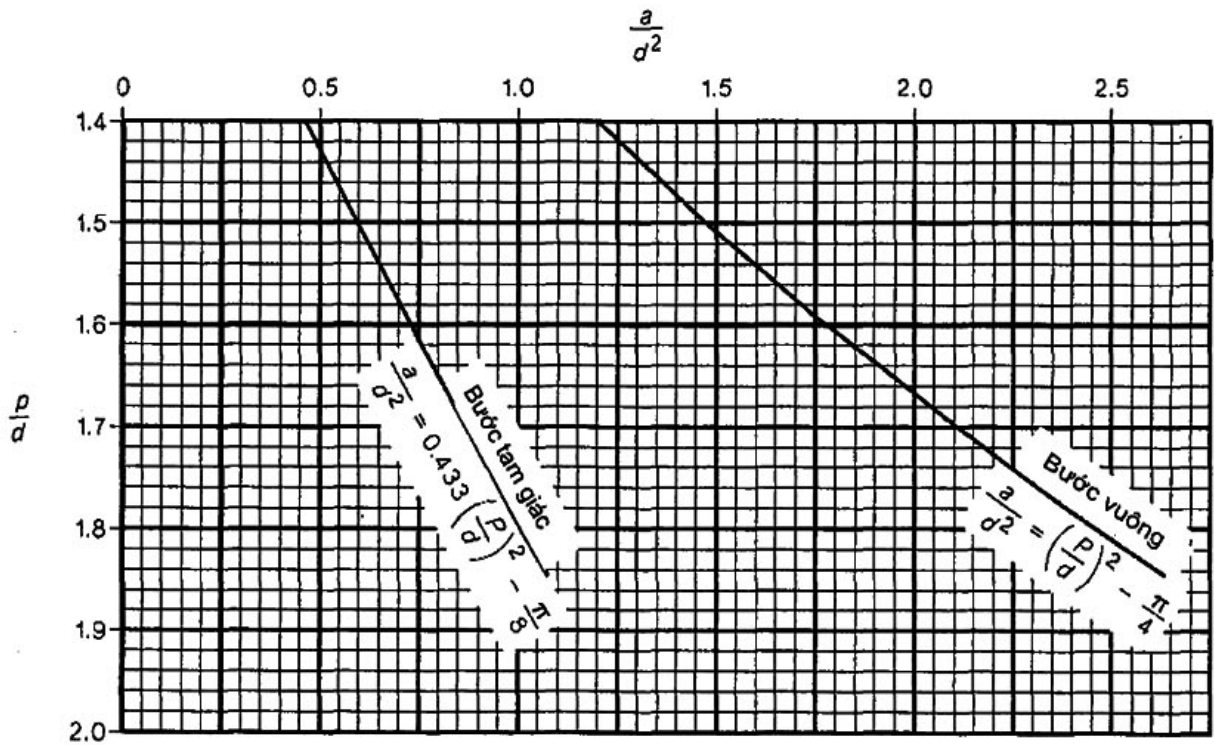
CHÚ THÍCH:  $h'_{co} = 20.2 \frac{G^{0.8}}{d^{0.2}}$

Hình C.4 - Hệ số tỏa nhiệt đối lưu cơ sở  $h'_{co}$

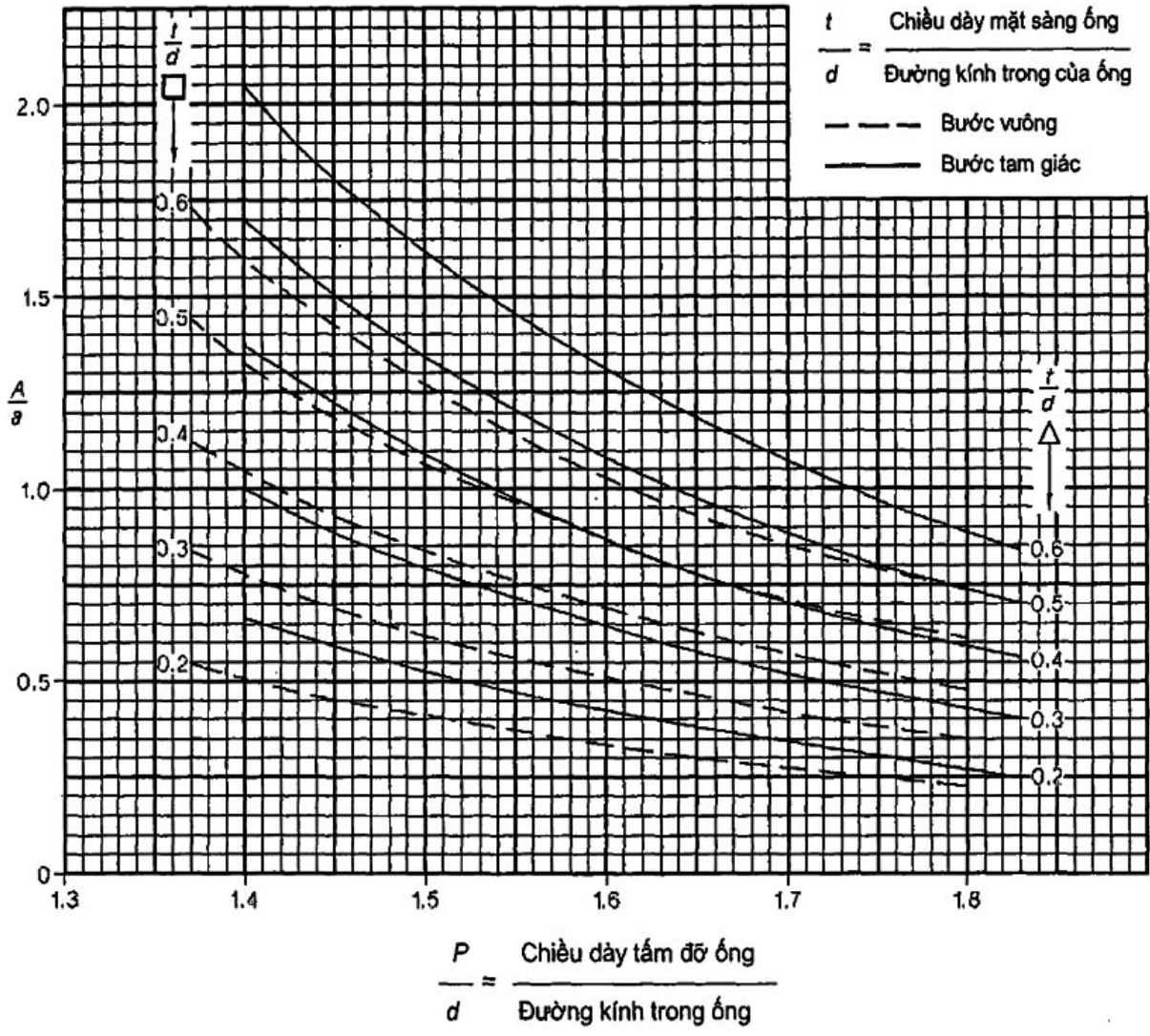
Hình C.5 - Xác định hệ số hiệu chỉnh  $h_{CO}/h'_{CO}$ Hình C.6 - Xác định hệ số hiệu chỉnh  $h_{CE}/h_{CO}$



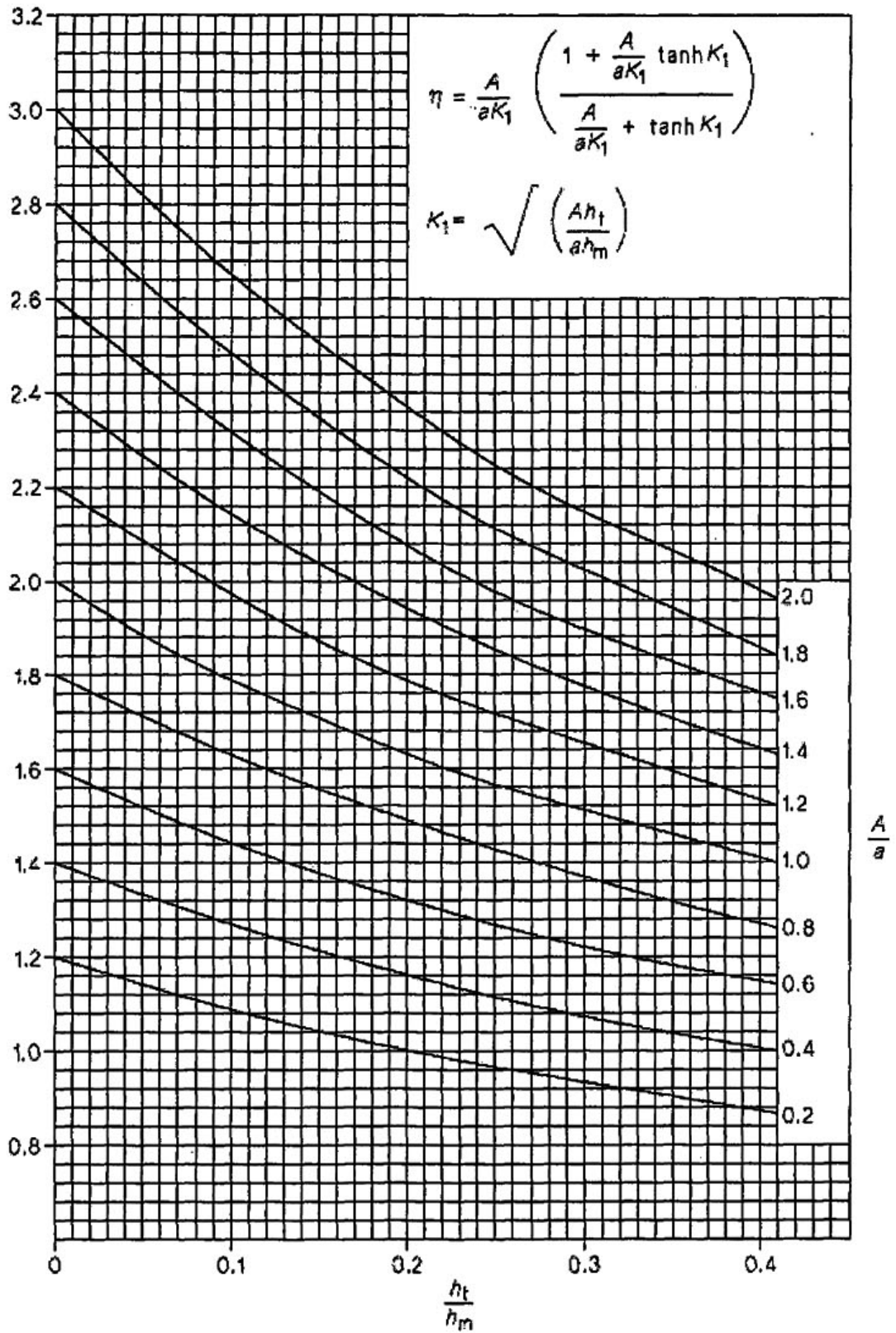
Hình C.7 - Diện tích ống (không thứ nguyên)



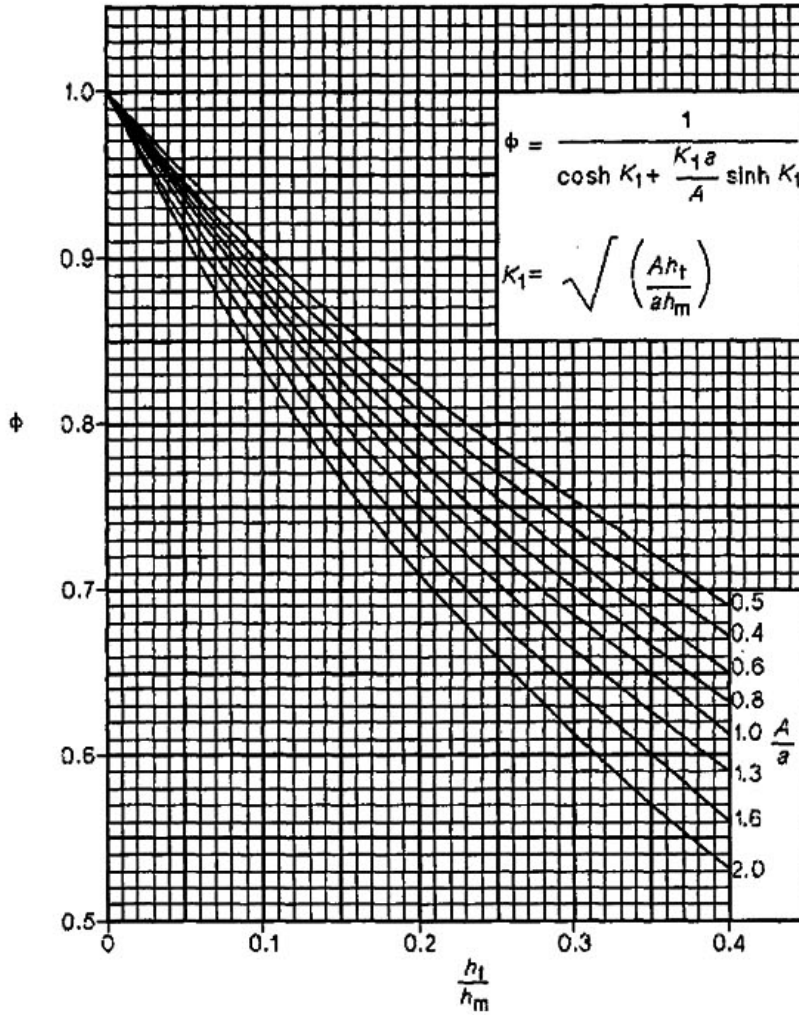
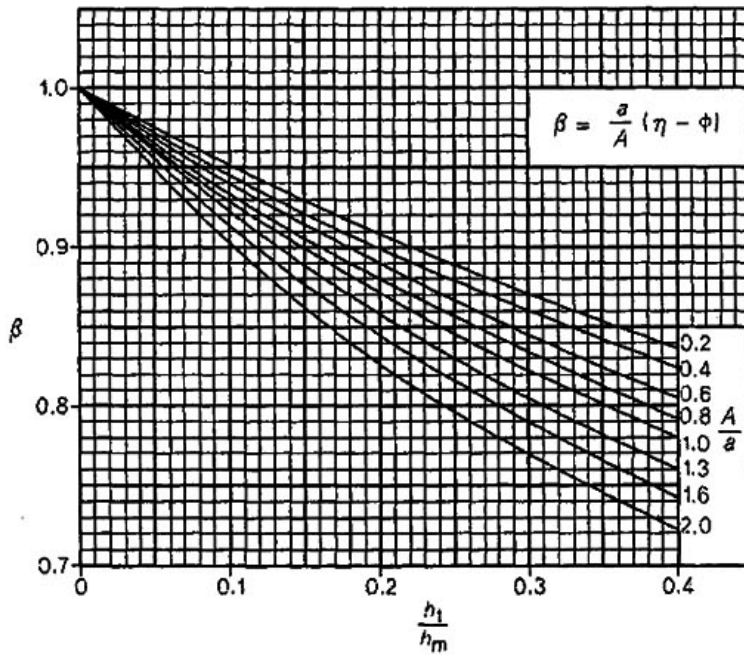
Hình C.8 - Diện tích tấm (không thứ nguyên)



Hình C.9 - Tỷ số diện tích ống/ tấm



Hình C.10 - Hệ số  $\eta$

Hình C.11 – Hệ số  $\phi$ Hình C.12 - Hệ số  $\beta$

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] LUCAS, DM and LOCKET, A.A, Mathematical Modelling of Heat Flux and Temperature Distribution in Shell Boilers. Proc. 4th Symp on Flames and Industry, 1972, BFRC- Inst. Fuel (*Mô hình toán học của dòng nhiệt và sự phân bố nhiệt độ trong các nồi hơi thân trụ*).
  - [2] KERN, D.Q. Process Heat Transfer, McGraw-Hill, 1950 (*Quá trình truyền nhiệt*)
  - [3] KERN, D.Q. Process Heat Transfer, McGraw-Hill, 1954 (*Quá trình truyền nhiệt*).
  - [4] GORE, W.H, GUNN, D.C and HORSLER, A.G. Natural Gas Firing of Shell Boilers, Inst. Fuel, March 1972 (*Đốt khí thiên nhiên trong các nồi hơi có vỏ thân trụ*).
  - [5] VDI Wärmesatlas VDI Verlag GmbH. Dusseldorf, 1991
  - [6] JACOB, M. Heat Transfer. John Wiley. 1949, 1949 (*Truyền nhiệt*).
  - [7] ECKERT, E.R.G. and DRAKE, R.M. Heat and Mass Transfer, McGraw-Hill 1959 (*Trao đổi nhiệt và khối*).
  - [8] FRAAS, A.P. and OZISIK, M.N. Heat Exchanger Design, John Wiley, 1965 (*Thiết kế thiết bị trao đổi nhiệt*).
  - [9] PERRY, K.P. Heat Transfer by Convection from a Hot Gas Jet to a Plane Surface, Proc.1. Mech. E, 1954, 168 (*Truyền nhiệt bằng đối lưu từ một dòng khí nóng cho một bề mặt phẳng*).
  - [10] GARDNER, K.A. Heat Exchanger Tube Sheet Temperatures. Refiner and Natural Gasoline Manufacturer, March 1942, 21, no. 3 (*Nhiệt độ mặt sàng ống của thiết bị trao đổi nhiệt. Thiết bị tinh chế và sản xuất dầu mỏ thiên nhiên*).
-