

- 7** Hệ thống máy phải được bố trí và lắp đặt sao cho không để rò rỉ khí độc hại hoặc khí dễ cháy có thể gây ra hỏa hoạn. Đối với hệ thống máy bị rò rỉ khí thì phải được lắp đặt ở trong khoang được thông gió tốt có khả năng xả sạch nhanh khí này.
- 8** Nếu như kết cấu nằm trên hệ thống máy và khu vực bao quanh chúng được làm bằng vật liệu dễ cháy như gỗ và vật liệu tương tự thì phải có biện pháp thích hợp để đề phòng hỏa hoạn và đẩy khí độc ra ngoài tàu.
- 9** Phương tiện được quy định ở (1) và (2) dưới đây phải được bố trí cho từng không gian nếu như trong đó có lắp đặt các máy xử lý sơ bộ đối với chất lỏng dễ cháy như máy lọc, bầu hâm dầu ... Tuy nhiên, có thể bỏ qua yêu cầu này, nếu như Đăng kiểm thấy phù hợp sau khi xem xét kết cấu của tàu về mặt phòng cháy hoặc bố trí các máy móc trên cũng như biện pháp đối phó của tàu khi có rò rỉ dầu và hỏa hoạn:
- (1) Mọi không gian có lắp đặt các bộ phận chính của hệ thống đã nêu trên phải được cách ly khỏi các máy móc khác;
  - (2) Thiết bị được quy định ở (a) đến (d) dưới đây phải được bố trí cho từng buồng kín phù hợp với các yêu cầu (1) trên.
    - (a) Hệ thống phát hiện và báo động cháy cố định phù hợp với các yêu cầu ở Chương 3, Phần 5 của Quy chuẩn này;
    - (b) Hệ thống chữa cháy phù hợp với các yêu cầu ở Chương 4, Phần 5 của Quy chuẩn này có khả năng hoạt động từ bên ngoài buồng;
    - (c) Thông gió cưỡng bức do động cơ độc lập lai quạt gió được bố trí cách ly với hệ thống thông gió tự nhiên buồng máy;
    - (d) Trang bị đóng các lỗ thông gió nêu trên từ vị trí gần với nơi đặt hệ thống chữa cháy cố định.

**Bảng 3/1.1 Nhiệt độ làm việc**

| Không khí                                                             | Nơi lắp đặt                                                                        | Nhiệt độ (°C)                   |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|                                                                       | Ở khu vực kín                                                                      | 0 đến 45 (*)                    |
|                                                                       | Các chi tiết máy hoặc nồi hơi ở các khoang có nhiệt độ vượt quá 45 °C và dưới 0 °C | Tùy theo điều kiện riêng cục bộ |
|                                                                       | Trên boong hở                                                                      | 0 đến 45 (*)                    |
| Nước ngoài mạn                                                        | -                                                                                  | 32 (*)                          |
| Chú thích: Đăng kiểm có thể chấp nhận nhiệt độ khác nếu thấy phù hợp. |                                                                                    |                                 |

### 1.3.5 Hệ thống thông gió buồng máy

Buồng máy phải được thông gió tốt sao cho đảm bảo máy móc hoặc nồi hơi bên trong hoạt động ở chế độ toàn tải trong mọi điều kiện thời tiết bao gồm cả thời tiết xấu nhất và phải duy trì chế độ cung cấp đủ không khí cho buồng máy nhằm đảm bảo an toàn và thuận lợi cho thợ máy và sự hoạt động của máy móc. Các buồng máy khác phải được thông gió tốt phù hợp với mục đích sử dụng của buồng máy.

### 1.3.6 Ngăn ngừa tiếng ồn

Phải có biện pháp làm giảm tiếng ồn của máy móc trong buồng máy nhằm thỏa mãn tiêu chuẩn có thể chấp nhận được. Nếu tiếng ồn này không thể giảm đến mức chấp

nhận được thì phải trang bị dụng cụ bịt tai chống ồn cho thợ máy phải làm việc trong buồng máy có tiếng ồn quá mức như vậy.

### 1.3.7 Thông tin liên lạc giữa buồng lái và buồng máy

1 Thông tin liên lạc giữa buồng lái và buồng máy phải thỏa mãn các yêu cầu sau đây:

(1) Ít nhất phải trang bị hai phương tiện độc lập để truyền lệnh từ buồng lái đến buồng máy. Một trong những phương tiện này là chuông truyền lệnh buồng máy. Chuông truyền lệnh này phải đảm bảo truyền đạt rõ ràng lệnh được phát ra từ buồng lái và sự trả lời từ trạm điều khiển nêu trên;

(2) Phương tiện thông tin liên lạc, khi Đăng kiểm thấy cần thiết, phải được trang bị từ buồng lái và buồng máy đến bất kỳ nơi nào ngoài những yêu cầu quy định ở (1) trên đây, từ đó có thể kiểm soát tốc độ và chiều quay của chân vịt.

2 Trên tàu có máy chính được điều khiển từ buồng lái cho phép đặt một phương tiện thông tin liên lạc giữa buồng lái và buồng máy.

3 Đối với các tàu nhỏ, tùy từng trường hợp cụ thể có thể giảm bớt một phương tiện thông tin liên lạc.

4 Đối với tàu 2 thân, bên cạnh việc liên lạc của các vị trí điều khiển tại chỗ với vị trí chung trên buồng lái và vị trí điều khiển trung tâm, phải đảm bảo liên lạc bằng âm thanh giữa các vị trí tại chỗ của từng thân tàu.

### 1.3.8 Lối đi và lối thoát nạn

1 Trong buồng máy, máy chính và máy phụ phải được bố trí sao cho thuận tiện cho việc vận hành và bảo dưỡng.

2 Mỗi buồng máy, trừ các buồng nêu ở 1.3.8-3 dưới đây phải có ít nhất hai lối thoát nạn, một trong các lối thoát nạn đó có thể đi qua cửa kín nước vào buồng có lối ra độc lập. Lối thứ hai phải dẫn trực tiếp lên boong hở. Có thể dùng cầu thang thép thẳng đứng làm lối thoát nạn này. Các lối thoát nạn phải được bố trí ở hai mạn đối diện nhau và cách nhau càng xa càng tốt. Kích thước của khoảng không gian thẳng đứng trong đó có bố trí cầu thang không được nhỏ hơn 600x600 mm.

3 Lối thoát nạn thứ hai không yêu cầu cho:

(1) Buồng máy có diện tích không lớn hơn 25 m<sup>2</sup> nếu có lối ra không dẫn vào buồng máy bên cạnh hoặc vào buồng ở;

(2) Buồng máy của tàu có chiều dài không lớn hơn 25 m.

4 Nếu hai buồng máy kề nhau có cửa thông nhau và mỗi buồng chỉ có một lối thoát nạn dẫn ra boong hở thì các lối thoát nạn này phải được bố trí ở hai mạn đối diện nhau.

5 Buồng bơm hàng trên tàu chở dầu phải có ít nhất một lối thoát dẫn trực tiếp lên trên boong hở. Các lối thoát không được dẫn vào buồng máy khác.

### 1.3.9 Sử dụng động cơ xăng

1 Động cơ xăng được phép sử dụng:

(1) Trên tàu có chiều dài dưới 12 m;

(2) Để truyền động bơm chữa cháy di động và bơm hút khô di động trên tất cả các tàu không phải là tàu dầu và tàu chở hàng dễ cháy.

- 2 Động cơ trên các tàu hồ phải có nắp đậy bảo vệ, nắp đậy bảo vệ được làm bằng vật liệu dễ cháy thì mặt trong phải được bọc một lớp thép ốp lên lớp cách nhiệt.  
Trên các tàu kín, tất cả các phần bằng gỗ trong không gian buồng máy phải bọc bằng thép bọc ngoài lớp cách nhiệt.
- 3 Phía trước và phía sau động cơ phải có đà ngang kín nước. Phải trang bị bơm tay hút khô hoặc bơm hút khô được dẫn động bởi động cơ tại chỗ đặt động cơ được ngăn cách bởi các đà ngang cũng như tại chỗ đặt các két dầu.
- 4 Bộ chế hòa khí và bơm nhiên liệu động cơ phải lắp đặt sao cho tránh được ngọn lửa từ bộ chế hòa khí trên bơm nhiên liệu.
- 5 Đường ống hút của bộ chế hòa khí phải đặt bên ngoài hộp bảo vệ động cơ (hộp có thể tháo lắp được) và đặt phía trên hộp ít nhất 500 mm. Đầu cuối của đường ống hút phải lắp thiết bị chặn lửa.
- 6 Đường ống hút vào của bộ chế hòa khí phải cao hơn nắp xi lanh ít nhất 300 mm và được bọc lưới chống cháy khi động cơ được lắp đặt trong không gian kín. Nếu không có đường ống hút, thiết bị chặn lửa phải được lắp đặt tại cửa nạp không khí của bộ chế hòa khí.
- 7 Khay hứng trên các tàu gỗ phải được lắp đặt phía dưới động cơ, các bơm, két nhiên liệu, các phụ tùng và tất cả các bộ phận khác của hệ thống nhiên liệu, ở chỗ nhiên liệu có thể bị rò rỉ. Các cạnh của khay hứng phải có vành.
- 8 Két xăng phải đặt trong khoang kín cách ly với khoang chứa động cơ đốt trong trên tàu với boong liên tục. Các khoang kín phải được trang bị thông gió tự nhiên để thoát hơi xăng ra ngoài.
- 9 Nắp đậy bảo vệ động cơ, không gian buồng máy, các buồng có két nhiên liệu phải được thông gió cưỡng bức. Các ống thông gió của buồng đó không được liên kết với các buồng khác.  
Các ống thông gió từ nắp đậy bảo vệ động cơ và các ống thông hơi từ két dầu đốt phải được lắp đặt thiết bị ngăn lửa.
- 10 Ống thông hơi từ két xăng và từ các khoang phải tách biệt với nhau, đầu ra của các ống thông hơi phải bố trí càng xa nhau càng tốt và phải lắp lưới chặn lửa.
- 11 Phải thông gió cho những không gian kín chứa động cơ để loại bỏ hơi xăng tích tụ trong không gian kín trước khi khởi động động cơ. Nên sử dụng quạt điện để thông gió.
- 12 Các két nhiên liệu và các đường ống dẫn phải được chế tạo bằng kim loại không bị ăn mòn trong môi trường nhiên liệu.
- 13 Để nạp nhiên liệu vào két, đường ống nạp nhánh phải dẫn ra ngoài boong để ngăn nhiên liệu đi vào thân tàu.
- 14 Không được lắp chỉ báo mức nhiên liệu dạng ống thủy tinh trên két nhiên liệu.
- 15 Chỉ báo mức két nhiên liệu điện tử phải là loại phòng nổ.
- 16 Nếu lắp thiết bị xả cặn cho két nhiên liệu, phải có van tự đóng được lắp bằng ren vào đầu cuối của đường ống dẫn dầu ra và phải có khay hứng dầu đặt phía dưới két.

- 17 Trên đường ống dẫn nhiên liệu tới động cơ phải bố trí một van ngắt được điều khiển trên buồng lái. Đường ống nhiên liệu phải được bảo vệ chống lại hư hỏng cơ khí và được lắp đặt sao cho dễ dàng kiểm tra toàn bộ đường ống. Đường ống phải được nối bằng bích hàn bắt bu lông.
  - 18 Chỗ nối đường ống dẫn xăng không có đệm kín, phải được lắp đặt ở chỗ dễ tiếp cận và bảo vệ chống lại hư hỏng. Khi động cơ lắp đặt trên đệm giảm chấn, vật liệu của chỗ nối mềm phải được Đăng kiểm xem xét riêng.
  - 19 Tất cả bộ phận của hệ thống nhiên liệu phải được lắp đặt đối diện với phía của bầu góp khí xả.
  - 20 Ngoài các yêu cầu tại Phần 5 phòng, phát hiện và chữa cháy của Quy chuẩn này, tàu lắp động cơ xăng phải trang bị ít nhất 2 bình chữa cháy xách tay trong không gian buồng máy và không gian đặt két nhiên liệu hoặc bộ phận của hệ thống nhiên liệu.
  - 21 Trong không gian lắp đặt động cơ, ác quy phải đặt trong hộp kín và ở phía đối diện với bộ chế hòa khí hoặc thiết bị phun nhiên liệu, hộp đựng ác quy phải được thông gió. Ác quy không được đặt dưới két nhiên liệu.
- 1.4 Thử nghiệm**
- 1.4.1 Thử tại xưởng**
- 1 Trước khi lắp đặt trên tàu, thiết bị và các chi tiết tạo nên hệ thống máy (trừ máy phụ chuyên dùng ...) phải được thử tại nhà máy chế tạo có máy móc và trang thiết bị cần thiết cho thử nghiệm (sau đây gọi là "Thử tại xưởng") phù hợp với các yêu cầu tương ứng trong Phần này.
  - 2 Đối với trang thiết bị và các chi tiết của máy móc, trong Chương này không quy định yêu cầu thử tại xưởng và các chi tiết của máy phụ chuyên dùng... thì các biên bản thử của nhà chế tạo phải được trình cho Đăng kiểm khi có yêu cầu.
- 1.4.2 Trang thiết bị sản xuất hàng loạt**
- Ngoài những yêu cầu quy định ở 1.4.1-1 trên, đối với thiết bị được sản xuất theo hệ thống sản xuất hàng loạt khi Đăng kiểm thấy phù hợp thì có thể chấp nhận quy trình thử tương ứng với phương pháp sản xuất thay cho các yêu cầu thử nghiệm được quy định trong Quy chuẩn nếu Nhà chế tạo yêu cầu.
- 1.4.3 Miễn thử nghiệm**
- Nếu như giấy chứng nhận thử hệ thống máy có nội dung phù hợp với yêu cầu của Đăng kiểm thì Đăng kiểm có thể bỏ qua một phần hay toàn bộ các cuộc thử nghiệm đối với máy móc quy định ở 1.4.1.
- 1.4.4 Thử sau khi lắp đặt trên tàu**
- 1 Hệ thống máy phải được thử nghiệm sau khi lắp đặt lên tàu phù hợp với các yêu cầu được quy định trong từng chương của Phần này.
  - 2 Nếu Đăng kiểm thấy cần thiết, các máy phụ chuyên dùng phải được thử hoạt động vào một dịp thích hợp trước khi chúng được sử dụng để xác định rằng chúng không gây nguy hiểm cho tàu và thuyền viên trên tàu.
  - 3 Khi thấy cần thiết, Đăng kiểm có thể yêu cầu các việc thử khác với các việc thử đã quy định trong Phần này.

## CHƯƠNG 2 - ĐỘNG CƠ ĐI-Ê-DEN

### 2.1 Quy định chung

#### 2.1.1 Phạm vi áp dụng

Các yêu cầu của Chương này áp dụng cho các động cơ đi-ê-den được dùng làm máy chính hoặc được dùng để lái máy phát điện và các máy phụ (không kể các máy phụ dùng cho những công việc chuyên dùng ...) nêu trong Chương này.

#### 2.1.2 Bản vẽ và tài liệu

1 Thông thường phải trình duyệt các bản vẽ và tài liệu sau:

##### (1) Các bản vẽ và tài liệu để duyệt

- (a) Bản thuyết minh về động cơ (theo mẫu của Đăng kiểm);
- (b) Quy trình hàn đối với các bộ phận chính;
- (c) Trục khuỷu (gồm cả các chi tiết, bu lông nối trục, các đối trọng và các bu lông ghép chặt chúng);
- (d) Thanh truyền và các ổ đỡ (kể cả các bu lông và các chi tiết) của động cơ 4 kỳ;
- (e) Sự bố trí các bu lông bệ máy;
- (f) Kết cấu và sự bố trí các van phòng nổ thùng trục;
- (g) Đặc tính vật liệu của các bộ phận chính;
- (h) Hệ thống đường ống lắp trên động cơ (bao gồm đường ống dầu đốt, dầu bôi trơn, nước làm mát, các hệ thống thủy lực và khí nén, có số ghi kích thước, vật liệu và áp suất của đường ống);
- (i) Mặt cắt lắp ráp tua bin khí thải (tua bin được dẫn động bằng khí thải).

##### (2) Các bản vẽ và tài liệu để tham khảo

- (a) Danh mục các bản vẽ và tài liệu phải trình duyệt (với số hiệu bản vẽ liên quan và tình trạng soát xét lại);
- (b) Mặt cắt dọc của động cơ;
- (c) Mặt cắt ngang của động cơ;
- (d) Đế máy và ổ chặn (nếu nó đồng bộ với động cơ);
- (e) Thân động cơ;
- (f) Nắp xi lanh, thân xi lanh và sơ mi xi lanh;
- (g) Pít tông và chốt pít tông;
- (h) Gu đông liên kết (kể cả bu lông nối và vít định vị);
- (i) Thanh truyền và các ổ đỡ (kể cả các bu lông) của động cơ 2 kỳ;
- (k) Lắp ráp ổ đỡ chặn;
- (l) Cơ cấu dẫn động trục cam và sự lắp ráp cam với trục cam;
- (m) Cơ cấu xu páp (cơ cấu van kiểu tròn);
- (n) Bơm cao áp;

- (o) Các bu lông ổ đỡ chính;
- (p) Các bu lông cố định nắp xi lanh và các bu lông cố định hộp van;
- (q) Bánh đà (đối với trường hợp là một thành phần truyền lực);
- (r) Sơ đồ hệ thống điều khiển động cơ (kể cả các hệ thống kiểm tra, an toàn và tín hiệu báo động);
- (s) Kết cấu và bố trí các bộ giảm chấn, bộ chống rung, thiết bị cân bằng hoặc cơ cấu bù chỉnh, các bản tính toán về cân bằng và ngăn ngừa dao động động cơ;
- (t) Các tài liệu hướng dẫn sử dụng và vận hành động cơ;
- (u) Các bản vẽ và tài liệu khác khi Đăng kiểm cho là cần thiết.

## **2.2 Vật liệu, kết cấu và sức bền**

### **2.2.1 Vật liệu**

- 1 Vật liệu dùng để làm các chi tiết chính của động cơ đi-ê-zen và thử chúng bằng phương pháp không phá hủy phải phù hợp với các yêu cầu được quy định Bảng 3/2.1. Trong trường hợp thử bằng siêu âm phải trình kết quả thử cho đăng kiểm viên xem xét.
- 2 Các xi lanh, pít tông và các bộ phận khác chịu nhiệt độ cao hoặc áp suất cao và các bộ phận truyền mô men dẫn động phải được làm bằng vật liệu phù hợp với nhiệt độ và tải trọng mà các bộ phận đó phải chịu.

### **2.2.2 Kết cấu, lắp đặt và quy định chung**

- 1 Các xi lanh, pít tông và các bộ phận chịu nhiệt độ hoặc áp suất cao phải có kết cấu phù hợp với ứng suất nhiệt và ứng suất cơ học mà chúng phải chịu.
- 2 Khi các chi tiết chính của động cơ đi-ê-zen là kết cấu hàn thì chúng phải thỏa mãn các yêu cầu ở Phần 6B của Quy chuẩn này.
- 3 Các khung và đế máy phải có kết cấu cứng vững và kín dầu, đế máy phải được trang bị đủ số lượng bu lông cần thiết để cố định máy trên toàn bộ chiều dài bệ máy.
- 4 Thùng trục và các cửa thùng trục phải có đủ sức bền và các cửa thùng trục phải được bắt chặt sao cho không bị rời ra khi xảy ra nổ bên trong thùng trục.
- 5 Phải gắn lời cảnh báo ở nơi nhô cao, thích hợp trên cửa thùng trục ở cả hai phía của động cơ hoặc ở trạm điều khiển trong buồng máy. Lời cảnh báo này phải chỉ rõ rằng bất cứ khi nào nhiệt độ trong thùng trục tăng quá cao thì các cửa thùng trục hoặc các lỗ quan sát không được phép mở cho đến khi trong thùng trục nguội đi sau khi dừng động cơ.
- 6 Cấm thông gió thùng trục và bố trí bất kỳ thiết bị nào để đưa không khí bên ngoài vào trong thùng trục trừ trường hợp (1) và (2) dưới đây:
  - (1) Các ống thông hơi, nếu có, thì phải được làm nhỏ tới mức có thể được để giảm đến mức tối thiểu lượng không khí vào thùng trục sau khi nổ. Tuy nhiên, không được nối chung các ống thông hơi của hai động cơ hoặc nhiều hơn với nhau. Các ống thông hơi thùng trục của máy chính phải được dẫn ra vị trí an toàn trên boong hoặc một vị trí khác được chấp thuận;

(2) Khi thực hiện hút khí ra khỏi thùng trực (chẳng hạn để phát hiện hơi dầu) thì độ chân không trong thùng trực không được vượt quá  $2,5 \cdot 10^{-4}$  N/mm<sup>2</sup>.

7 Điều kiện môi trường để xác định công suất của các động cơ đi-ê-den phải như sau:

- (1) Áp suất khí quyển: 0,1 MPa;
- (2) Nhiệt độ không khí: 45 °C;
- (3) Độ ẩm tương đối: 60%;
- (4) Nhiệt độ nước ngoài mạn (tại cửa vào bầu làm mát trung gian không khí nạp): 32 °C.

### 2.2.3 Ổ đỡ cổ biên của động cơ 4 kỳ

Ổ đỡ cổ biên của động cơ 4 kỳ phải được thiết kế và chế tạo sao cho áp suất nén đều trên bề mặt tiếp xúc của các nắp ổ đỡ và không gây ra ứng suất quá mức lên các bu lông ổ đỡ cổ biên, chịu được tải trọng thay đổi tác dụng lên thanh truyền.

**Bảng 3/2.1 - Sử dụng vật liệu và thử không phá hủy đối với các chi tiết chính của động cơ đi-ê-den**

| Các chi tiết chủ yếu |                                                                                       |                                                              | Đường kính xi lanh D (mm) |     |     |               |     |     |         |     |     |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|---------|-----|-----|
|                      |                                                                                       |                                                              | D ≤ 300                   |     |     | 300 < D ≤ 400 |     |     | 400 < D |     |     |
|                      |                                                                                       |                                                              | (1)                       | (2) | (3) | (1)           | (2) | (3) | (1)     | (2) | (3) |
| 01                   | Trục khuỷu                                                                            | Kiểu rèn liền                                                | x                         | x   | x   | x             | x   | x   | x       | x   | x   |
|                      |                                                                                       | Kiểu má khuỷu, cổ biên và cổ trục lắp ghép hoặc bán lắp ghép | x                         | x   | x   | x             | x   | x   | x       | x   | x   |
|                      |                                                                                       | Các kiểu khác (ví dụ kiểu hàn)                               | x                         | x   | x   | x             | x   | x   | x       | x   | x   |
| 02                   | Các bích nối trên trục khuỷu (nếu rời)                                                |                                                              |                           |     |     |               |     |     | x       |     |     |
| 03                   | Bu lông nối trục khuỷu                                                                |                                                              |                           |     |     |               |     |     | x       |     |     |
| 04                   | Đỉnh pít tông bằng thép                                                               |                                                              |                           |     | x   |               |     | x   | x       | x   | x   |
| 05                   | Thanh truyền cùng với nắp ổ đỡ                                                        |                                                              | x                         | x   |     | x             | x   |     | x       | x   | x   |
| 06                   | Phần bằng thép của sơ mi xi lanh                                                      |                                                              |                           |     |     | x             |     |     | x       |     |     |
| 07                   | Nắp xi lanh bằng thép                                                                 |                                                              |                           |     | x   | x             |     | x   | x       | x   | x   |
| 08                   | Đế máy kết cấu hàn                                                                    | Các tấm, các dầm ổ đỡ ngang bằng thép rèn hoặc đúc           | x                         |     |     | x             |     |     | x       |     |     |
|                      |                                                                                       | Các phần thép đúc kể cả mối hàn                              |                           | x   | x   |               | x   | x   |         | x   | x   |
| 09                   | Ổ chặn kết cấu hàn, các tấm và dầm ổ đỡ ngang làm bằng thép rèn và thép đúc           |                                                              | x                         |     |     | x             |     |     | x       |     |     |
| 10                   | Gu đồng liên kết                                                                      |                                                              | x                         | x   |     | x             | x   |     | x       | x   |     |
| 11                   | Các bánh răng bằng thép dẫn động trục cam                                             |                                                              |                           |     |     |               |     |     | x       | x   |     |
| 12                   | Các bu lông, vít cấy (dùng cho nắp xi lanh, ổ thanh truyền, ổ trục khuỷu)             |                                                              |                           |     |     | x             |     |     | x       | x   |     |
| 13                   | Các vành đĩa tua bin, cánh tua bin, cánh quạt thổi và trục rô to của tua bin khí thải |                                                              | x                         | x   | x   | x             | x   | x   | x       | x   | x   |

**Chú thích:**

1. Vật liệu dùng chế tạo các chi tiết được đánh dấu "x" ở cột (1) thì phải thỏa mãn các yêu cầu ở Phần 6A của Quy chuẩn này;
2. Vật liệu dùng chế tạo các chi tiết được đánh dấu "x" ở cột (2) thì phải được kiểm tra bằng phương pháp từ tính hoặc thăm thấu chất lỏng;
3. Vật liệu dùng chế tạo các chi tiết được đánh dấu "x" ở cột (3) thì phải được kiểm tra bằng phương pháp siêu âm.

#### 2.2.4 Trục lắp bánh đà và các trục khác

Ổ chốt lắp bánh đà hoặc các pu ly lệch tâm dùng cho các bơm trên trục khuỷu hoặc trục phụ ở giữa ổ trục cuối cùng và trục chịu lực đẩy, đường kính trục ở phần trục đỡ không được nhỏ hơn đường kính trục khuỷu được xác định bằng công thức ở 2.3.

### 2.3 Trục khuỷu

#### 2.3.1 Trục khuỷu liền

- 1 Đường kính cổ biên và cổ trục không được nhỏ hơn giá trị tính theo công thức sau:

$$d_c = \{(M + \sqrt{M^2 + T^2})D^2\}^{\frac{1}{3}} S \cdot k_m k_s k_h$$

trong đó:

$d_c$  - đường kính quy định của trục khuỷu, mm;

$$M = 10^{-2} ALP_{\max}$$

$$T = 10^{-2} BSP_{\min}$$

$S$  - hành trình pít tông, mm;

$L$  - khoảng cách giữa hai tâm ổ đỡ liền nhau (mm);

$P_{\max}$  - áp suất cháy lớn nhất trong xi lanh, N/mm<sup>2</sup>;

$P_{\min}$  - áp suất có ích chỉ thị trung bình, N/mm<sup>2</sup>;

$A$  và  $B$  - hệ số lấy theo Bảng 3/2.2 và 3/2.3 đối với các động cơ có khoảng nổ bằng nhau (trong trường hợp động cơ chữ V thì các khoảng nổ trên mỗi hàng bằng nhau). Đối với động cơ đi-ê-den có các khoảng nổ không bằng nhau hoặc không nằm trong các bảng trên, các giá trị  $A$  và  $B$  sẽ được xem xét trong từng trường hợp cụ thể;

$D$  - đường kính xi lanh (mm);

$k_m$  - giá trị được lấy theo (1) hoặc (2) dưới đây tùy theo giới hạn bền kéo danh nghĩa của vật liệu làm trục khuỷu. Tuy vậy, giá trị của  $k_m$  đối với các vật liệu không phải là thép rèn và thép đúc phải được Đăng kiểm quy định trong từng trường hợp cụ thể.

- (1) Khi giới hạn bền kéo danh nghĩa của vật liệu trên 440 N/mm<sup>2</sup>:

$$k_m = \sqrt[3]{\frac{440}{440 + \frac{2}{3}(T_s - 440)}}$$

trong đó:

$T_s$  - giới hạn bền kéo danh nghĩa của vật liệu (N/mm<sup>2</sup>). Giá trị của  $T_s$  không được quá 760 N/mm<sup>2</sup> đối với thép các bon rèn và không quá 1080 N/mm<sup>2</sup> đối với thép hợp kim thấp rèn.

- (2) Khi giới hạn bền kéo danh nghĩa của vật liệu không lớn hơn 440 N/mm<sup>2</sup> nhưng không dưới 400 N/mm<sup>2</sup> thì  $k_m = 1,0$ .

$k_s$  - giá trị được lấy theo (a), (b) hoặc (c) sau đây, tùy theo phương pháp chế tạo trục khuỷu.



- (a) Khi trục khuỷu được chế tạo bằng phương pháp đặc biệt đã được Đăng kiểm thừa nhận rằng rèn tạo thớ liên tục và chất lượng sản phẩm ổn định, sức bền mỗi được tăng thêm từ 20% trở lên so với quá trình rèn tự do:

$$k_s = \sqrt[3]{\frac{1}{1,15}}$$

- (b) Khi trục khuỷu được chế tạo bằng phương pháp đặc biệt đã được Đăng kiểm thừa nhận rằng đã tăng độ cứng bề mặt và chất lượng sản phẩm ổn định, sức bền mỗi được nâng cao:

$$k_s = \sqrt[3]{\frac{1}{1 + \frac{p}{100}}}$$

trong đó:

$p$  - mức độ (cải thiện) tăng hơn về sức bền tùy theo độ cứng bề mặt (%) đã được Đăng kiểm thừa nhận

- (c) Khi không nằm trong trường hợp (a) hoặc (b) nói trên:

$$k_s = 1,0$$

$k_h$  - Giá trị lấy theo 1) hoặc 2) tùy theo đường kính trong của cổ biên hoặc cổ trục:

- 1) Khi đường kính trong bằng và lớn hơn 1/3 đường kính ngoài:

$$k_h = \sqrt[3]{\frac{1}{1-R^4}}$$

trong đó:

$R$  - tỷ số giữa đường kính trong của trục chia cho đường kính ngoài của trục.

- 2) Khi đường kính trong nhỏ hơn 1/3 đường kính ngoài:  $k_h = 1,0$

## 2 Kích thước của các má khuỷu phải thỏa mãn các yêu cầu ở (1) và (2) sau đây:

- (1) Chiều dày và rộng của các má khuỷu phải thỏa mãn công thức sau đây liên quan tới đường kính của cổ biên và cổ trục. Trong trường hợp này, chiều dày má khuỷu không được nhỏ hơn 0,36 lần đường kính của cổ biên và cổ trục. Khi đường kính thực tế của cổ biên và cổ trục lớn hơn đường kính yêu cầu của trục khuỷu được xác định bởi công thức ở 2.3.1-1 thì vế trái của công thức sau đây có thể được nhân với  $(d_c/d_a)^3$ .

$$\left\{ 0,122 \left( 2,20 - \frac{b}{d_a} \right)^2 + 0,337 \right\} \left( \frac{d_a}{t} \right)^{1,4} \leq 1$$

trong đó:

$b$  - chiều rộng má khuỷu (mm);

$d_a$  - đường kính thực tế của cổ trục hoặc cổ biên (mm);

$t$  - chiều dày má khuỷu (mm).

- (2) Bán kính góc lượn tại chỗ nối của má khuỷu với cổ biên hoặc cổ trục không được nhỏ hơn 0,05 lần đường kính thực tế của cổ biên hoặc cổ trục.

**Bảng 3/2.2 - Giá trị hệ số A và B đối với động cơ một hàng xi lanh tác dụng đơn**

| Số lượng xi lanh | Động cơ 2 kỳ |      | Động cơ 4 kỳ |     |
|------------------|--------------|------|--------------|-----|
|                  | A            | B    | A            | B   |
| 1                |              | 8,8  |              | 4,7 |
| 2                |              | 8,8  |              | 4,7 |
| 3                |              | 10,0 |              | 4,7 |
| 4                | 1,00         | 11,1 | 1,25         | 4,7 |
| 5                |              | 11,4 |              | 5,4 |
| 6                |              | 11,7 |              | 5,4 |
| 7                |              | 12,0 |              | 6,1 |
| 8                |              | 12,3 |              | 6,1 |

### 2.3.2 Trục khuỷu lắp ghép

- 1 Đường kính của cổ biên và cổ trục của trục khuỷu lắp ghép phải thỏa mãn yêu cầu ở 2.3.1-1.

- 2 Kích thước của các má khuỷu phải thỏa mãn các yêu cầu ở (1) và (2) sau đây:

- (1) Chiều dày các má khuỷu loại lắp ép nóng phải thỏa mãn các công thức sau đây:

$$t \leq \frac{c_1 T D^2}{c_2 d_h^2} \times \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{r_s^2}\right)}$$

$$t \geq 0,525 d_c$$

trong đó:

$t$  - chiều dày của má khuỷu đo song song với đường tâm trục (mm);

$c_1 = 10$  đối với động cơ 2 kỳ 1 hàng xi lanh;

$c_1 = 16$  đối với động cơ 4 kỳ 1 hàng xi lanh;

$t$  - tương tự như ở 2.3.1-1;

$D$  - đường kính trong của xi lanh (mm);

$c_2 = 12,8\alpha - 2,4\alpha^2$ , nhưng trong trường hợp trục rỗng thì  $c_2$  được nhân với  $(1 - R^2)$ ;

$$\alpha = \frac{\text{Lượng co ngót cho phép, mm}}{d_n} \times 10^3$$

$$R = \frac{\text{Đường kính trong trục rỗng}}{\text{Đường kính ngoài trục rỗng}}$$

$$r_s = \frac{\text{Đường kính trong trục rỗng}}{\text{Đường kính ngoài trục rỗng}}$$

$d_c$  - đường kính quy định của trục khuỷu được xác định bằng công thức ở 2.3.1-1.

(2) Kích thước tại góc lượn chỗ nối của má khuỷu với cổ biên của các trục khuỷu bán lắp ghép phải thỏa mãn các yêu cầu ở 2.3.1-2 (mm).

3 Đối với trục khuỷu lắp ghép thì giá trị  $\alpha$  được dùng ở 2.3.2-2(1) phải nằm trong giới hạn sau:

$$\frac{1,1Y}{225} \leq \alpha \leq \left( \frac{1,1Y}{225} + 0,8 \right) \frac{1}{1-R^2}$$

trong đó:

Y - giới hạn chảy danh nghĩa của vật liệu má khuỷu (N/mm<sup>2</sup>);

$$R = \frac{\text{Đường kính trong của trục rỗng}}{\text{Đường kính ngoài của trục rỗng}}$$

Khi giới hạn chảy danh nghĩa của má khuỷu trên 390 N/mm<sup>2</sup> hoặc khi giá trị tính theo công thức sau đây nhỏ hơn 0,1 thì giá trị  $\alpha$  sẽ được Đăng kiểm xem xét trong từng trường hợp cụ thể:

$$\frac{S - d_p - d_j}{2d_p} \quad \text{trong đó:}$$

S - hành trình pít tông (mm);

$d_p$  - đường kính cổ biên (mm);

$d_j$  - đường kính cổ trục (mm).

**Bảng 3/2.3 - Giá trị hệ số A và B đối với động cơ chữ V tác dụng đơn với thanh truyền song song**

**a) Động cơ 2 kỳ**

| Số lượng xi lanh | Khoảng nhỏ nhất giữa hai xi lanh trên cùng một cổ biên |      |      |      |      |      |
|------------------|--------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|
|                  | 45°                                                    |      | 60°  |      | 90°  |      |
|                  | A                                                      | B    | A    | B    | A    | B    |
| 6                |                                                        | 17,0 |      | 12,6 |      | 17,0 |
| 8                |                                                        | 17,0 |      | 15,7 |      | 20,5 |
| 10               | 1,05                                                   | 19,0 | 1,00 | 18,7 | 1,00 | 20,5 |
| 12               |                                                        | 20,5 |      | 21,6 |      | 20,5 |

**b) Động cơ 4 kỳ**

| Số lượng<br>xi lanh | Khoảng nhỏ nhất giữa hai xi lanh trên cùng một cổ biên |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |
|---------------------|--------------------------------------------------------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
|                     | 45°                                                    |     | 60°  |     | 90°  |     | 270° |     | 300° |     | 315° |     |
|                     | A                                                      | B   | A    | B   | A    | B   | A    | B   | A    | B   | A    | B   |
| 6                   |                                                        | 4,1 |      | 4,0 |      | 4,0 |      | 4,0 |      | 4,4 |      | 4,3 |
| 8                   |                                                        | 5,5 |      | 5,5 |      | 5,5 |      | 5,5 |      | 5,3 |      | 5,2 |
| 10                  | 1,60                                                   | 6,7 | 1,47 | 7,0 | 1,40 | 6,5 | 1,40 | 6,5 | 1,30 | 6,1 | 1,20 | 5,9 |
| 12                  |                                                        | 7,5 |      | 8,2 |      | 7,5 |      | 7,5 |      | 6,9 |      | 6,6 |

### 2.3.3 Nối trục và bu lông nối trục

1 Đường kính của các bu lông nối trục tại bề mặt nối của mối nối giữa các trục khuỷu hoặc giữa trục khuỷu với trục chịu lực đẩy hoặc giữa trục khuỷu với trục quy định ở 2.2.4 không được nhỏ hơn giá trị tính theo công thức sau:

$$d_b = 0,75 \sqrt{\frac{(0,95d_c)^3}{nD} \times \frac{440}{T_b}}$$

trong đó:

$d_b$ - đường kính bu lông nổi trục (mm);

$n$  - số lượng bu lông;

$D$  - đường kính vòng tròn chia (mm);

$d_c$ - đường kính quy định của trục khuỷu (mm) được tính bằng công thức ở 2.3.1-1 khi các giá trị  $k_m$ ,  $k_s$  và  $k_h$  được lấy bằng 1,0;

$T_b$  - giới hạn bền kéo danh nghĩa của vật liệu làm bu lông ( $N/mm^2$ ). Khi giá trị này trên  $1000 N/mm^2$  thì trị số dùng cho công thức trên sẽ được Đăng kiểm xem xét một cách thích hợp.

- 2 Các chỗ nổi trục phải đủ bền để chịu được các ứng suất khi làm việc. Các góc lượn ở các chỗ nổi trục phải có bán kính đủ lớn để tránh sự tập trung ứng suất quá mức. Khi các mối nối trục tách biệt so với trục, thì phương pháp lắp ghép và kết cấu của mối nối phải có khả năng chịu được lực kéo khi tàu lùi. Khi lắp then cho các mối nối trục thì các rãnh then phải có kết cấu tránh được sự tập trung ứng suất quá mức.

#### 2.3.4 Đánh giá chi tiết về sức bền

Khi trục khuỷu không thỏa mãn các yêu cầu ở 2.3.1 và 2.3.2 thì phải trình các tài liệu thiết kế và bản tính về sức bền trục khuỷu cho Đăng kiểm xem xét.

### 2.4 Thiết bị an toàn

#### 2.4.1 Thiết bị chống vượt tốc và điều tốc

- 1 Khi trên tàu mà động cơ đi-ê-den được dùng để lái trục chân vịt thì nó phải được trang bị một bộ điều tốc được điều chỉnh để ngăn ngừa tốc độ của động cơ vượt quá 15% số vòng quay liên tục lớn nhất.
- 2 Ngoài bộ điều tốc thông thường, mỗi động cơ đi-ê-den lái trục chân vịt có công suất liên tục lớn nhất từ 220 kW trở lên có thể nhả khớp được hoặc lái chân vịt biến bước thì phải trang bị cho mỗi động cơ đó một thiết bị chống vượt tốc. Thiết bị chống vượt tốc và bánh răng lái nó phải độc lập với bộ điều tốc quy định ở 2.4.1-1 và phải điều chỉnh sao cho tốc độ của động cơ không thể vượt quá 20% số vòng quay liên tục lớn nhất của nó.
- 3 Các động cơ đi-ê-den lái máy phát điện phải được trang bị các bộ điều tốc thỏa mãn các yêu cầu ở 2.7.2, Phần 4 của Quy chuẩn này.
- 4 Ngoài bộ điều tốc thông thường, mỗi động cơ đi-ê-den là máy chính trên tàu chạy bằng điện và động cơ đi-ê-den lái máy phát điện có công suất liên tục lớn nhất từ 220 kW trở lên phải được trang bị một thiết bị chống vượt tốc riêng biệt. Trong trường hợp này, thiết bị chống vượt tốc và cơ cấu dẫn động nó phải độc lập với bộ điều tốc yêu cầu ở 2.4.1-3 và đảm bảo sao cho tốc độ không thể vượt quá 15% số vòng quay liên tục lớn nhất.

#### 2.4.2 Van an toàn cho xi lanh

Phải trang bị một van an toàn cho mỗi xi lanh của động cơ đi-ê-den có đường kính xi lanh trên 230 mm, van đó phải hoạt động ở áp suất không quá 40% trên áp suất cháy lớn nhất tại công suất liên tục lớn nhất và van đó phải được bố trí sao cho khí xả ra không gây nguy hiểm cho người vận hành. Van an toàn có thể được thay thế bằng thiết bị chỉ báo sự vượt quá của áp suất trong mỗi xi lanh.

### 2.4.3 Phòng chống nổ thùng trực

- 1 Đối với các động cơ có đường kính xi lanh không dưới 200 mm hoặc có tổng thể tích thùng trực không dưới  $0,6 \text{ m}^3$  thì thùng trực phải được trang bị van có kiểu đã được duyệt để ngăn ngừa áp suất tăng quá mức trong trường hợp nổ bên trong thùng trực. Van an toàn thùng trực phải được thiết kế và chế tạo để mở nhanh chóng khi áp suất trong thùng trực tăng quá  $0,02 \text{ N/mm}^2$  và tự động đóng lại ngay khi có lượng không khí rất nhỏ bên ngoài lọt vào thùng trực.
- 2 Số lượng và vị trí của các van quy định ở 2.4.3-1 phải tuân theo Bảng 3/2.4.
- 3 Phải lắp thêm các van an toàn ngoài những van quy định ở 2.4.3-1 cho những ngăn riêng biệt trong thùng trực chẳng hạn như ngăn bánh răng hoặc hộp xích lai trực cam hay những thiết bị dẫn động tương tự khi tổng dung tích của những ngăn như vậy không dưới  $0,6 \text{ m}^3$ .
- 4 Kích thước của mỗi van an toàn quy định ở 2.4.3-1 và 2.4.3-3 bên trên phải thỏa mãn các yêu cầu quy định ở (1), (2) và (3) dưới đây:
  - (1) Tiết diện lưu thông của mỗi van an toàn không được dưới  $45 \text{ cm}^2$ ;
  - (2) Tiết diện lưu thông kết hợp của các van an toàn đặt trên một động cơ không được dưới  $115 \text{ cm}^2$  cho mỗi mét khối tổng dung tích thùng trực. Thể tích của các bộ phận không chuyển động trong thùng trực hoặc ngăn cách ly có thể bỏ đi theo sự tính toán tổng dung tích đó;
  - (3) Mỗi van an toàn được trang bị theo các yêu cầu trên có thể được thay bằng hai van an toàn nhỏ hơn có tổng tiết diện lưu thông của van không dưới  $45 \text{ cm}^2$ ;
  - (4) Các cửa xả của van an toàn phải được che chắn thích hợp để giảm thiểu nguy hiểm do ngọn lửa phát ra.

### 2.4.4 Phòng nổ cho không gian khí quét

Không gian khí quét thông với xi lanh phải được trang bị van an toàn phòng nổ. Các van an toàn đó phải được bố trí sao cho khí xả ra không gây nguy hiểm cho người vận hành.

**Bảng 3/2.4 - Số lượng và vị trí các van an toàn**

| Đường kính xi lanh (mm) | Số lượng và vị trí các van an toàn                                                                              |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 200 đến dưới 250        | - Ít nhất ở gần mỗi đầu lắp một van nhưng khi có trên 8 khủyu trực thì phải đặt thêm một van ở gần giữa động cơ |
| 250 đến dưới 300        | - Ít nhất cách một khủyu trực đặt một van nhưng ít nhất là 2 van                                                |
| 300 trở lên             | - Ít nhất mỗi khủyu trực một van                                                                                |

## 2.5 Thiết bị liên quan

### 2.5.1 Tua bin khí thải

- 1 Đối với máy chính được trang bị tua bin khí thải thì phải trang bị thiết bị để bảo đảm rằng động cơ đó có thể khai thác với công suất đủ để tạo ra tốc độ tối thiểu cho tàu trong trường hợp hỏng một trong các tua bin.
- 2 Khi máy chính không thể hoạt động được với tua bin khí thải lúc khởi động hoặc ở dây tốc độ thấp thì phải trang bị một hệ thống khí quét phụ. Khi hỏng hệ thống phụ này thì phải có thiết bị thích hợp sao cho máy chính có thể tăng công suất đủ để tua bin khí thải hoạt động theo yêu cầu.

### 2.5.2 Thiết bị khí thải

- 1 Các ống khí thải có nhiệt độ bề mặt quá 220 °C phải được làm mát bằng nước hoặc được bọc cách nhiệt một cách có hiệu quả. Tuy vậy, trong trường hợp có thể đảm bảo an toàn về cháy thì các yêu cầu đó có thể được miễn trừ.
- 2 Các thiết bị khí thải phải thỏa mãn thêm các yêu cầu được quy định ở 10.15 trong Phần này.

### 2.5.3 Thiết bị khởi động

- 1 Các ống dẫn khí khởi động phải chống được nổ do lửa quay ngược lại từ các xi lanh bằng các thiết bị sau:
  - (1) Một van một chiều độc lập hoặc thiết bị tương đương được lắp trên ống dẫn khí tới mỗi động cơ;
  - (2) Trên động cơ đảo chiều trực tiếp có một cụm ống dẫn khí khởi động, phải lắp một đĩa ngăn lửa hoặc bộ dập lửa trên van khởi động ở mỗi xi lanh, trên các động cơ không đảo chiều có một cụm ống dẫn khí khởi động, phải lắp ít nhất một thiết bị như vậy ở đầu vào cụm ống khí khởi động trên mỗi động cơ. Tuy nhiên thiết bị đó có thể không cần đối với các động cơ có đường kính xi lanh không quá 230 mm.
- 2 Khi máy chính được khởi động bằng khí nén thì phải trang bị các bình chứa khí nén. Các bình chứa này phải được nối với nhau để sẵn sàng sử dụng. Trong trường hợp này tổng dung tích của các bình khí nén khởi động phải đủ, mà không cần phải nạp bổ sung, để đảm bảo số lần khởi động liên tục không nhỏ hơn trị số được quy định từ (1) và (3) dưới đây.
  - (1) Đối với các động cơ có thể đảo chiều trực tiếp:  $Z = 12C$ ,  
trong đó:  
Z - tổng số lần khởi động cho mỗi động cơ;  
C - hằng số = 1,0
  - (2) Đối với các động cơ sử dụng cơ cấu đảo chiều độc lập hoặc sử dụng chân vịt biến bước thì có thể chấp nhận số lần khởi động bằng 1/2 giá trị quy định ở (1) trên;
  - (3) Đối với các tàu chạy bằng điện:  
$$Z = 6 + 3(k-1)$$
trong đó:  
k - số lượng động cơ, nhưng không cần thiết lấy giá trị của k quá 2.
- 3 Khi các máy chính được khởi động bằng ắc quy, thì phải lắp đặt 2 tổ ắc quy. Tổng dung lượng của các ắc quy phải đủ để đảm bảo số lần khởi động máy chính quy định ở 2.5.3-2 trong 30 phút mà không phải nạp thêm.
- 4 Hệ thống khí nén khởi động phải thỏa mãn thêm các yêu cầu ở 10.12.

### 2.5.4 Thiết bị dầu đốt

- 1 Trên tất cả các động cơ có đường kính xi lanh từ 230 mm trở lên thì ống dẫn dầu đốt của bơm cao áp phải được che chắn và bảo vệ một cách đảm bảo. Sự bảo vệ này phải ngăn ngừa được dầu đốt hoặc hơi dầu đốt tiếp xúc với nguồn gây cháy trên

động cơ hoặc những thiết bị xung quanh động cơ và có khả năng xả được lượng dầu đốt rò rỉ bên trong vỏ bọc bảo vệ qua hệ thống xả dầu của động cơ.

2 Các thiết bị dầu đốt phải thỏa mãn thêm các yêu cầu ở 10.9.

## 2.5.5 Thiết bị dầu bôi trơn

1 Thiết bị dầu bôi trơn của các động cơ đi-ê-zen có công suất liên tục lớn nhất trên 220 kW phải được trang bị thiết bị báo động bằng âm thanh và ánh sáng khi có sự hỏng ở việc cấp dầu bôi trơn hoặc áp suất dầu bôi trơn giảm đáng kể và thiết bị dừng động cơ hoạt động một cách tự động do áp suất thấp hơn sau khi báo động.

2 Phải trang bị ống nối lấy mẫu dầu ở các vị trí thích hợp.

3 Thiết bị bôi trơn trực rô to của tua bin khí xả phải được thiết kế sao cho dầu bôi trơn không thể chảy vào đường khí nạp.

4 Ngoài ra, hệ thống dầu bôi trơn phải thỏa mãn thêm các yêu cầu ở 10.10.

Bảng 3/2.5 - Áp suất thử thủy lực

| Chi tiết thử                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Áp suất thử <sup>(5)</sup> (N/mm <sup>2</sup> )       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Nắp xi lanh, khoang làm mát <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,7                                                   |
| Ống lót xi lanh trên toàn bộ chiều dài khoang làm mát <sup>(2)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0,7                                                   |
| Vỏ xy lanh, khoang làm mát                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,4 <sup>(3)</sup> hoặc 1,5P, lấy giá trị nào lớn hơn |
| Van xả, khoang làm mát                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,4 hoặc 1,5P, lấy giá trị nào lớn hơn                |
| Đỉnh pít tông <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0,7                                                   |
| Hệ thống phun nhiên liệu: thân bơm, phía chịu áp lực <sup>(4)</sup> van <sup>(4)</sup> , đường ống                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,5P hoặc P + 30 lấy giá trị nhỏ hơn                  |
| Tua bin, khoang làm mát                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0,4 hoặc 1,5P, lấy giá trị nào lớn hơn                |
| Ống xả, khoang làm mát                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,4 hoặc 1,5P, lấy giá trị nào lớn hơn                |
| Bộ trao đổi nhiệt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,4 hoặc 1,5P, lấy giá trị nào lớn hơn                |
| Bơm được động cơ dẫn động                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0,4 hoặc 1,5P, lấy giá trị nào lớn hơn                |
| Hệ thống đường ống                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Theo yêu cầu ở 9.6                                    |
| <b>Chú thích:</b><br>(1) Đối với các nắp xy lanh bằng thép rèn mà khoang làm mát của nó được gia công cơ khí không có quá trình hàn hoặc đối với các đỉnh pít tông mà chiều dày được đo chính xác sau khi gia công cơ khí cả bên trong và bên ngoài, và được Đăng kiểm viên xác nhận là không có khuyết tật bề mặt thì có thể không cần thử thủy lực;<br>(2) Khi sơ mi xy lanh được gia công tinh bằng máy cả bên trong và bên ngoài, được Đăng kiểm viên kiểm tra chính xác chiều dày và xác nhận không có các khuyết tật bề mặt, thì áp suất thử nêu trên của sơ mi xy lanh có thể được giảm đến 0,4 N/mm <sup>2</sup> ;<br>(3) Đối với các động cơ đi-ê-zen không có sơ mi xy lanh thì áp suất thử thủy lực bằng 0,7 N/mm <sup>2</sup> ;<br>(4) Khi các bơm phun nhiên liệu và van phun nhiên liệu được làm bằng thép rèn thì có thể không cần thử thủy lực;<br>(5) P là áp suất làm việc lớn nhất (N/mm <sup>2</sup> ) của các bộ phận cần thử. |                                                       |

## 2.5.6 Thiết bị làm mát

Thiết bị làm mát phải thỏa mãn các yêu cầu ở 10.11 và các yêu cầu ở (1) và (2) sau đây:

- (1) Đối với các động cơ có từ hai xi lanh trở lên thì phải trang bị thiết bị thích hợp để làm mát đồng bộ cho mỗi xi lanh;
- (2) Phải lắp các vòi xả cho các áo nước và các đường ống dẫn nước làm mát tại vị trí thấp nhất.

## **2.6 Thử nghiệm**

### **2.6.1 Thử tại xưởng**

- 1 Đối với các chi tiết hoặc phụ tùng quy định ở Bảng 3/2.5 thì phải tiến hành thử thủy lực với áp suất quy định ở bảng đó.
- 2 Đối với các bộ phận quay của tua bin khí xả, phải tiến hành thử cân bằng động trước khi lắp ráp chúng.
- 3 Đối với các động cơ đi-ê-den, phải tiến hành thử ở xưởng bằng các phương pháp thử được Đăng kiểm chấp thuận.
- 4 Đối với các động cơ đi-ê-den có các đặc điểm thiết kế mới hoặc không có hồ sơ vận hành, trong trường hợp mà Đăng kiểm thấy cần thiết, phải tiến hành thử để kiểm tra lại khả năng làm việc của động cơ bằng các phương pháp do Đăng kiểm quy định.



## CHƯƠNG 3 – THIẾT BỊ TRUYỀN ĐỘNG

### 3.1 Quy định chung

#### 3.1.1 Phạm vi áp dụng

Những yêu cầu đưa ra trong Chương này được áp dụng cho các thiết bị truyền động từ động cơ chính, động cơ dẫn động máy phát điện và các máy phụ, trừ máy phụ chuyên dùng.

#### 3.1.2 Bản vẽ và tài liệu

##### 1 Bản vẽ và tài liệu trình Đăng kiểm duyệt, gồm:

###### (1) Bản vẽ:

- (a) Lắp ráp tổng thể;
- (b) Bánh răng;
- (c) Trục bánh răng;
- (d) Khớp nối;
- (e) Kết cấu các bộ phận chính.

###### (2) Tài liệu:

- (a) Các thông số về vật liệu dùng trong các bộ phận truyền động (thành phần hóa học, phương pháp nhiệt luyện, cơ tính và phương pháp thử chúng);
- (b) Công suất được truyền và tốc độ quay của từng bánh răng ở công suất liên tục lớn nhất;
- (c) Thông số kỹ thuật của từng bánh răng (số răng, môđun, đường kính vòng chia, góc áp lực của răng, góc xoắn, chiều rộng mặt, khoảng cách tâm, bán kính đỉnh răng, khe hở bánh răng, phương pháp đánh bóng sườn răng, độ bóng bánh răng);
- (d) Phương pháp hàn các bộ phận chính (bao gồm cả thử và kiểm tra);
- (e) Tài liệu cần thiết để tính toán sức bền của các bộ phận chính của thiết bị truyền động.

### 3.2 Vật liệu và kết cấu

#### 3.2.1 Vật liệu

##### 1 Vật liệu dùng cho các chi tiết sau (sau đây gọi là các chi tiết chính của thiết bị truyền động) phải phù hợp với các yêu cầu có liên quan ở Phần 6A của Quy chuẩn này.

- (1) Trục và bánh răng truyền công suất;
- (2) Các bộ phận truyền công suất của khớp nối;
- (3) Các bộ phận truyền công suất của ly hợp;
- (4) Bu lông khớp nối.

##### 2 Các chi tiết chính của thiết bị truyền động (trừ các bu lông khớp nối, đĩa ly hợp và các chi tiết tương tự) phải qua thử không phá hủy theo yêu cầu quy định tương ứng ở Phần 6A của Quy chuẩn này.

### 3.2.2 Hàn

Nếu như các chi tiết chính của thiết bị truyền động là kết cấu hàn, thì phải thỏa mãn các yêu cầu quy định ở Phần 6B của Quy chuẩn này.

### 3.2.3 Kết cấu của bánh răng

1 Kết cấu của các bánh răng phải thỏa mãn các yêu cầu quy định từ (1) đến (3) sau đây:

(1) Nếu vành răng được lắp ép vào may ơ thì vành răng phải có chiều dày đảm bảo đủ sức bền và lực ép để chịu được công suất truyền. Nếu như tiến hành lắp ép nóng sau khi cắt răng, thì kết cấu của bánh răng phải đảm bảo hoàn toàn độ chính xác của cơ cấu hoặc gia công tinh phải được tiến hành sau khi lắp ép chúng;

(2) Nếu bánh răng có kết cấu hàn, thì chúng phải có đủ độ cứng và phải được khử ứng suất trước khi cắt răng;

(3) Bánh răng không được có trọng lượng thừa gây mất cân bằng.

2 Hộp bánh răng phải có đủ độ cứng và kết cấu phải sao cho có thể kiểm tra và bảo dưỡng bánh răng một cách dễ dàng.

3 Trong trường hợp nếu như có các phần nặng được lắp vào phần kéo dài của trục bánh răng thì kết cấu của các bánh răng phải sao cho độ sai lệch của tâm trục là nhỏ nhất.

### 3.2.4 Kết cấu của thiết bị truyền động không phải kiểu bánh răng

1 Thiết bị truyền động không phải kiểu bánh răng phải là kiểu được Đăng kiểm duyệt về kết cấu và vật liệu, phải làm việc an toàn, tin cậy và phải có đủ sức bền để chịu được công suất truyền qua.

2 Kết cấu của khớp trượt điện từ phải được Đăng kiểm xem xét riêng.

3 Nếu như bộ ly hợp của thiết bị truyền động của máy chính được điều khiển bằng hệ thống thủy lực hoặc không khí nén, thì bơm hoặc máy nén khí phải sẵn sàng sử dụng hoặc phải trang bị các cụm chi tiết tương ứng khác sao cho đảm bảo con tàu có thể duy trì được chế độ làm việc bình thường.

### 3.2.5 Thiết bị của hệ thống dầu bôi trơn

1 Thiết bị của hệ thống dầu bôi trơn phải thỏa mãn những yêu cầu quy định ở 10.10. Ngoài ra, nên sử dụng bầu lọc có nam châm để hút magnetit trong các kết cấu truyền động bằng bánh răng.

2 Các thiết bị của hệ thống dầu bôi trơn của thiết bị truyền động trên 220 kW phải lắp thiết bị báo động bằng âm thanh và ánh sáng trong trường hợp hư nguồn cung cấp dầu bôi trơn hoặc hạ áp suất dầu trong hệ thống.

## 3.3 Sức bền của bánh răng

### 3.3.1 Phạm vi áp dụng

Những yêu cầu quy định ở 3.3 được áp dụng cho các bánh răng hình trụ với răng ăn khớp ngoài có profin răng dạng thân khai. Đối với các loại bánh răng khác thì phải được Đăng kiểm chấp thuận.

**3.3.2 Yêu cầu chung**

- 1 Chân của răng phải được liên kết bằng góc lượn có bán kính càng lớn càng tốt. Đỉnh răng và cả hai đầu chân răng phải được vát góc phù hợp.
- 2 Các bánh răng được làm cứng bề mặt phải có đủ độ cứng ở hông và có đủ độ sâu ở vùng được làm cứng.

**3.3.3 Tải trọng tiếp tuyến cho phép đối với ứng suất uốn**

Tải trọng tiếp tuyến  $P_{MCR}$  lên bánh răng phải thỏa mãn điều kiện sau đây đối với ứng suất uốn tại mặt cắt chân răng:

$$P_{MCR} \leq 9,81(k_1 S_b - k_2) k_3 \left[ 4,85 - \frac{30,6}{Z} \right] m_n$$

trong đó:

$P_{MCR}$  - tải trọng tiếp tuyến tác dụng lên răng ở công suất liên tục lớn nhất phải được tính theo công thức sau đây:

$$P_{MCR} = (1,91H/ND_1b) \times 10^6 \text{ (N/cm)}$$

- H - công suất do bánh răng nhận được tại công suất liên tục lớn nhất (kW);
- N - vòng quay của bánh răng tại công suất lớn nhất (vòng/phút);
- $D_1$  - đường kính vòng lăn của bánh răng (cm);
- b - chiều rộng bề mặt có ích của bánh răng trên vòng lăn của mặt cắt song song với trục (cm);
- Z - số răng;
- $m_n$  - mô đun vuông góc của răng;
- $k_1$  - hệ số khuếch đại tải trọng bên ngoài, được xác định bởi tổng tải trọng thay đổi bất thường tác động lên bánh răng và được tính theo công thức sau đây:

$$k_1 = 1,10 P_{MCR}/P_{max}$$

- $P_{max}$  - tải trọng tiếp tuyến lớn nhất tức thời xảy ra bên trong dải vòng quay làm việc ( $N/mm^2$ ); tuy nhiên, khi trị số  $k_1$  không biết, có thể lấy các giá trị của hệ số này ở Bảng 3/3.1;
- $k_2$  - trị số khuếch đại tải bên trong được tính từ công thức sau đây hoặc từ Hình 3/3.1 phụ thuộc vào độ chính xác của bánh răng và tỷ số trùng điệp của chúng;

$$k_2 = k_2 (Dn)^{0,8}$$

- D - đường kính vòng lăn của bánh răng (cm);
- n - số vòng quay của bánh răng trong một phút chia cho 1000;
- $k_2$  - trị số quy định ở Bảng 3/3.2. Trong trường hợp này, trị số  $\epsilon_{SP}$  được tính theo công thức sau:

$$\epsilon_{SP} = b_e \sin \beta_0 / 0,1 \pi m_n$$

- $b_e$  - chiều rộng mặt (trong trường hợp bánh răng có dạng xoắn kép, chiều rộng mặt là chiều rộng ở một phía) (cm);
- $\beta_0$  - góc xoắn.

$k_3$  - hệ số khuyếch đại tải trọng do độ đàn hồi tính theo công thức sau hoặc lấy theo Hình 3/3.2, giá trị này phụ thuộc vào chiều rộng bề mặt và đường kính vòng lăn.

$$k_3 = 1 - k_3 \left( \frac{b_t}{D_1} \right)^3$$

$b_t$  - tổng chiều rộng bề mặt của bánh răng (trong trường hợp bánh răng xoắn kép, bao gồm cả khe hở ở tâm) (cm);

$D_1$  - đường kính vòng lăn của bánh răng (cm);

$k_3$  - giá trị cho ở Bảng 3/3.1;

$S_b$  - giá trị liên quan chủ yếu đến vật liệu của bánh răng, cho theo công thức sau. Tuy nhiên, trong trường hợp bánh răng trung gian hành tiến chỉ lấy bằng 0,7 lần, còn bánh răng hành lùi lấy bằng 1,2 lần giá trị tính theo công thức sau đây. Trong trường hợp này  $S_b$  không vượt quá 25.

(1) Trong trường hợp bánh răng có áp dụng quá trình làm cứng bề mặt bao gồm cả vùng đáy thì:  $S_b = 0,83\sqrt{T}$

(2) Trong trường hợp các loại bánh răng khác:

$$S_b = \frac{\frac{T+Y}{49}}{1 + (0,0096T - 2,4) \left( \frac{0,04}{r_0} + 0,02 \right) (0,023m_n + 0,75)}$$

trong đó:  $T$  - giới hạn bền kéo danh nghĩa của vật liệu bánh răng ( $N/mm^2$ );

$Y$  - giới hạn chảy danh nghĩa của vật liệu bánh răng ( $N/mm^2$ );

$r_0$  - tỷ số của bán kính đỉnh răng với mô đun.

Bảng 3/3.1 - Trị số của  $k_1^{(1), (2)}$

| Cụm chi tiết chủ động | Kết cấu                    | Sử dụng                                   |                       |
|-----------------------|----------------------------|-------------------------------------------|-----------------------|
|                       | Loại khớp nối              | Bánh răng của máy chính                   | Bánh răng của máy phụ |
| Mô tơ điện            | Hộp giảm tốc một cấp       | 1,00                                      | 1,15                  |
|                       | Hộp giảm tốc nhiều cấp     | 1,00 <sup>(3)</sup> ; 1,10 <sup>(4)</sup> | 1,15                  |
| Động cơ               | Khớp thủy lực hoặc điện từ | 1,00                                      | 1,15                  |
| Đi-ê-zen              | Khớp đàn hồi cao           | 0,90                                      | 1,05                  |
|                       | Khớp đàn hồi               | 0,80                                      | 0,95                  |

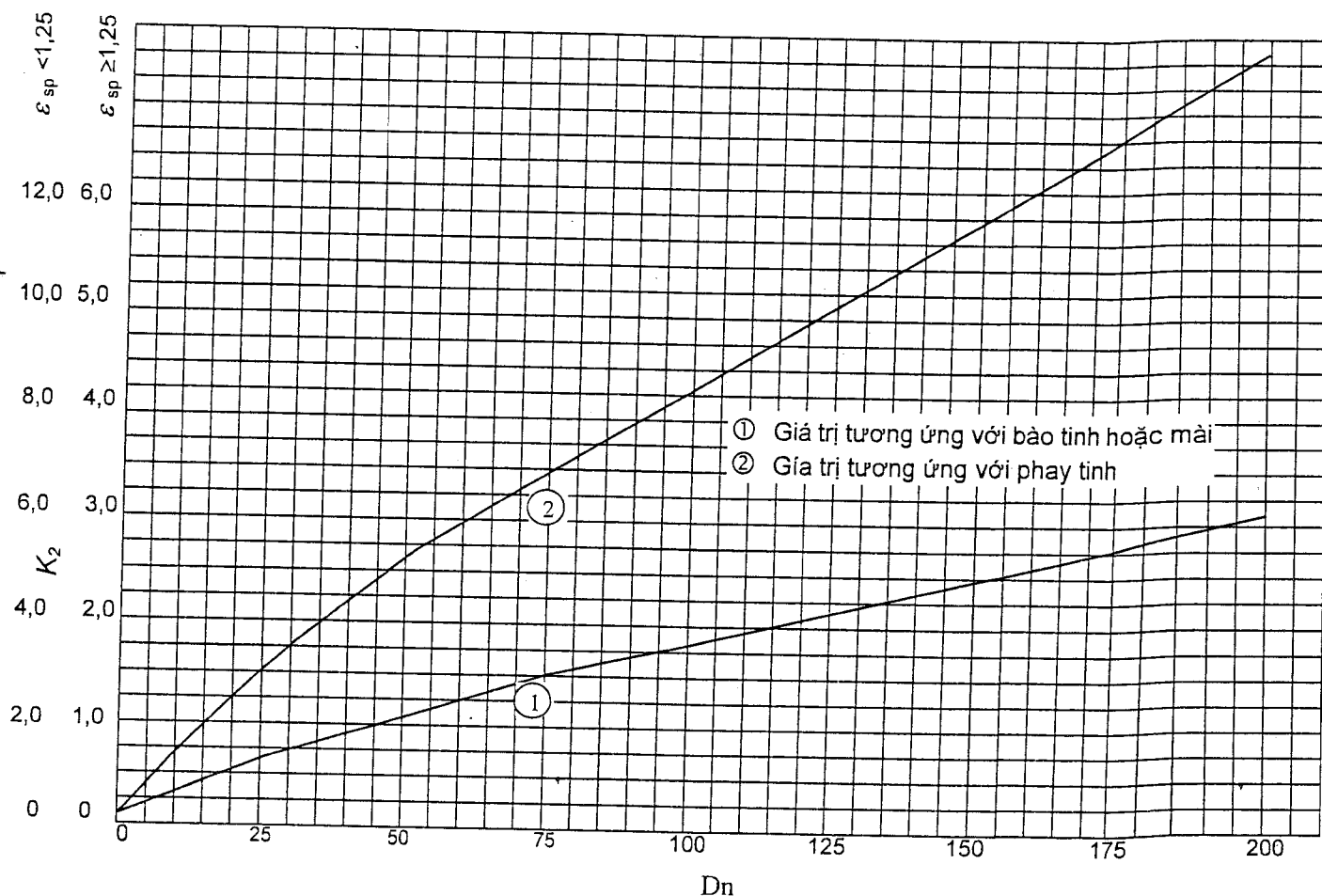
Chú thích:

(1) Nếu ăn khớp bánh răng với trên hai vành răng, lấy  $k_1$  bằng 0,9 lần giá trị này;

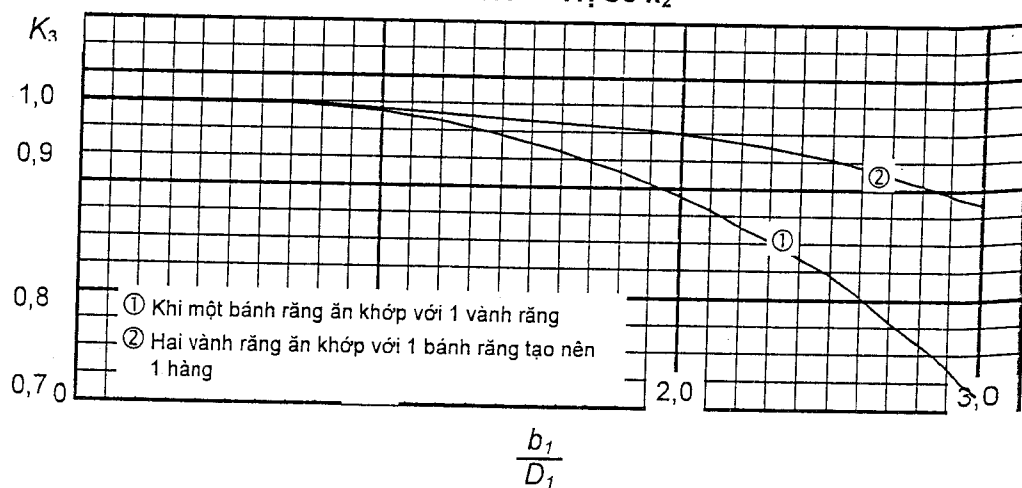
(2) Đối với giá trị  $k_1$  của khớp nối cứng, giá trị  $k_1$  phải được Đăng kiểm xét và chấp nhận;

(3) Chỉ áp dụng cho hệ bánh răng liên kết trực tiếp với hệ trục của máy chính;

(4) Áp dụng cho hệ bánh răng liên kết với hệ trục chân vịt qua khớp nối mềm.



Hình 3/3.1 - Trị số  $k_2$



Hình 3/3.2 - Trị số  $k_3$

Bảng 3/3.2 - Giá trị  $k_2$

| Độ chính xác                            | $\varepsilon_{sp} \geq 1,25$ | $\varepsilon_{sp} < 1,25$ |
|-----------------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Giá trị tương ứng với bào tinh hoặc mài | 0,044                        | 0,088                     |
| Giá trị tương ứng với phay tinh         | 0,11                         | 0,22                      |

Bảng 3/3.3 - Trị số của  $k_3$

| Hệ số | Khi một bánh răng ăn khớp với một vành răng | Khi hai vành răng ăn khớp với 1 bánh răng tạo nên một hàng |
|-------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| $k_3$ | 0,01                                        | 0,003                                                      |

**3.3.4 Tải trọng tiếp tuyến đối với ứng suất bề mặt**

Tải trọng tiếp tuyến tác dụng lên các răng phải thỏa mãn điều kiện sau đây để hạn chế ứng suất tác dụng lên bề mặt răng, nhưng không áp dụng cho các bánh răng phía lùi:

$$P_{MCR} \leq 9,81(k_1 S_s - k_2) k_3 k_4 (i/1 + i) D_1, \text{ trong đó:}$$

$S_s$  - giá trị liên quan chủ yếu đến vật liệu của bánh răng tính theo công thức sau:

$$(1) \text{ Sự ăn khớp của bánh răng được làm cứng: } S_s = 2,23\sqrt{T_w}$$

(2) Sự ăn khớp của các bánh răng khác:

$$S_s = (0,005 \frac{H_{BP}}{H_{BW}} + 0,007) T_w + 7,5$$

trong đó:

$H_{BP}$  - độ cứng bề mặt của bánh răng (độ cứng Brinen);

$H_{BW}$  - độ cứng bề mặt răng của vành răng (độ cứng Brinen);

$T_w$  - giới hạn bền danh nghĩa của vật liệu bánh răng ( $N/mm^2$ );

$k_4$  - hệ số bôi trơn được lấy theo công thức sau hoặc Hình 3/3.3 phụ thuộc vào đường kính vòng lăn và số vòng/phút. Tuy nhiên, trong trường hợp ăn khớp của các bánh răng được làm cứng thì  $k_4 = 0,53$

$$k_4 = 0,3(D_n)^{1/6}$$

$i$  - tỷ số răng (số răng của vành răng chia cho số răng của bánh răng).

Các ký hiệu khác xem ở 3.3.3.

**3.3.5 Đánh giá chi tiết về sức bền**

Ngoài những yêu cầu quy định ở 3.3.3 và 3.3.4, còn phải có các tài liệu và bản tính chi tiết về sức bền của cơ cấu bánh răng.

**3.4 Trục bánh răng và khớp nối****3.4.1 Trục bánh răng**

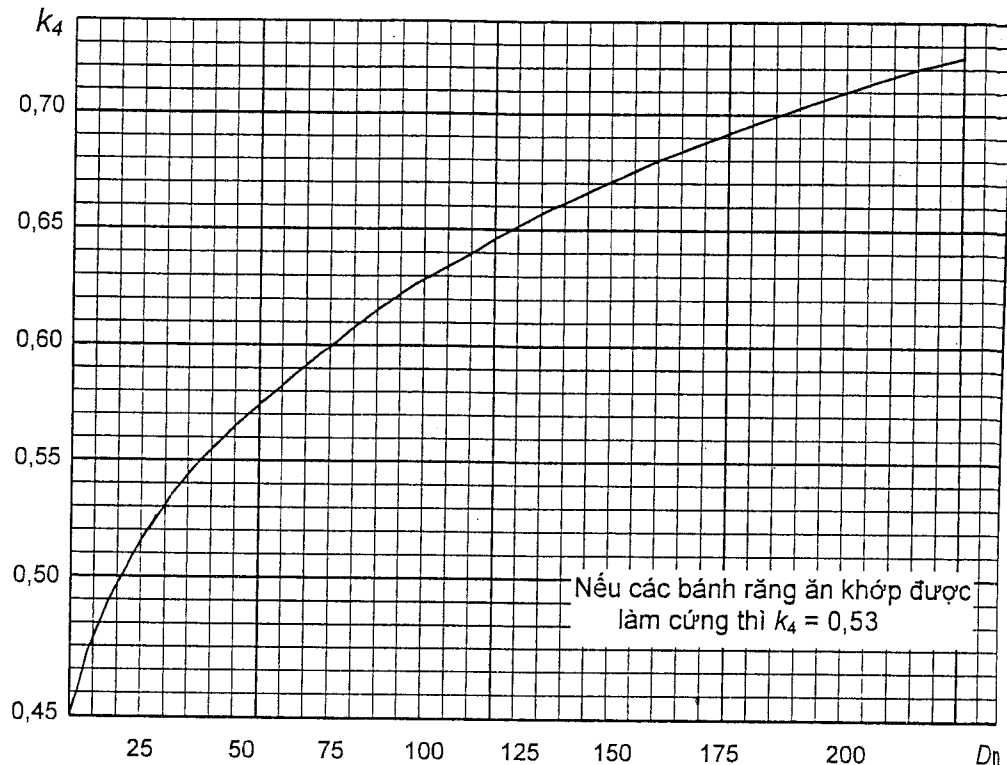
**1** Đường kính của trục bánh răng phải thỏa mãn các yêu cầu quy định từ (1) đến (3) sau đây:

(1) Đường kính của trục bánh răng dùng để truyền công suất không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức 4.2.2, Phần 3 của Quy chuẩn này. Trong công thức này  $H$  là công suất,  $N$  là số vòng quay của trục trong một phút tại công suất liên tục lớn nhất;

(2) Đường kính của trục bánh răng tại điểm giữa của hai ổ đỡ trục bánh răng phải có đủ độ cứng để chịu được lực uốn sinh ra do bánh răng ăn khớp với nhau;

(3) Đường kính của trục bánh răng giữa các ổ đỡ trục không được nhỏ hơn 1,16 lần giá trị quy định ở 3.4.1-1(1), nếu một bánh răng được ăn khớp với nhau hoặc hai bánh răng được bố trí ở một góc nhỏ hơn  $120^\circ$  được ăn khớp với nhau và không quá 1,1 lần giá trị quy định ở 3.4.1-1(1), khi hai bánh răng được bố trí ở một góc lớn hơn  $120^\circ$  ăn khớp với nhau.

- 2 Mặc dù đã có những yêu cầu quy định ở 3.4.1-1, Đăng kiểm sẽ xem xét riêng để đánh giá các tài liệu và bản tính chi tiết về sức bền của cơ cấu bánh răng được trình cho Đăng kiểm duyệt.



Hình 3/3.3 - Trị số  $k_4$

### 3.4.2 Khớp nối và bu lông khớp nối

Kích thước của khớp nối và bu lông khớp nối không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức quy định ở 4.2.11-1 trong Phần này. Mặt khác, trong trường hợp đỡ vật có trọng lượng nặng kiểu công xon thì chúng phải được thiết kế sao cho có đủ sức bền để giữ được trọng lượng đó. Ngoài ra, giá trị đường kính trục d tính trong công thức này phải được xác định tương ứng theo từng loại trục.

### 3.5 Thử tại xưởng

- 3.5.1 Đối với các chi tiết được làm cứng bề mặt thì việc đo độ sâu lớp được làm cứng phải được tiến hành trên vật liệu mẫu.
- 3.5.2 Đối với các chi tiết được làm cứng bề mặt, phải tiến hành thử độ cứng và thử không phá hủy theo quy trình thử phù hợp.
- 3.5.3 Đối với bánh răng, phải tiến hành kiểm tra độ chính xác gia công sau khi hoàn thành.
- 3.5.4 Trong trường hợp truyền động bánh răng, trị số tính theo tỷ số sau đây vượt quá 50 thì phải tiến hành thử cân bằng động.

$$DN/1000$$

trong đó:

D - đường kính vòng lăn của bánh răng, (cm);

N - vòng quay của bánh răng, (vòng/phút).

- 3.5.5 Phải kiểm tra bề mặt tiếp xúc của răng đối với tất cả các cơ cấu truyền động bánh răng bằng loại sơn thích hợp được quét lớp mỏng và đều với điều kiện tải trọng tương ứng.

## CHƯƠNG 4 - HỆ TRỤC

### 4.1 Quy định chung

#### 4.1.1 Phạm vi áp dụng

Những yêu cầu trong Chương này được áp dụng cho hệ trục chân vịt, hệ trục truyền công suất từ máy dẫn động đến máy phát điện và máy phụ (trừ máy phụ chuyên dùng). Đối với dao động xoắn, còn phải thỏa mãn những yêu cầu ở Chương 6 của Phần này.

#### 4.1.2 Bản vẽ, tài liệu và giải thích từ ngữ

##### 1 Bản vẽ và tài liệu trình Đăng kiểm duyệt, gồm:

- (1) Bản vẽ (trong đó ghi rõ cả các đặc tính kĩ thuật của vật liệu):
  - (a) Bố trí hệ trục;
  - (b) Trục đẩy;
  - (c) Trục trung gian;
  - (d) Trục chân vịt;
  - (e) Những bản vẽ cần thiết khác mà Đăng kiểm yêu cầu.
- (2) Tài liệu tham khảo:
  - (a) Số liệu để tính sức bền của trục trong Chương này;
  - (b) Những tài liệu cần thiết khác mà Đăng kiểm yêu cầu.

##### 2 Giải thích từ ngữ

Các thuật ngữ sau đây áp dụng cho hệ trục tàu thủy cao tốc:

- (1) Trục chân vịt loại 1 là trục chân vịt có khả năng chống lại sự ăn mòn của nước biển một cách hữu hiệu do có áp dụng các biện pháp chống ăn mòn được Đăng kiểm thẩm định hoặc được chế tạo bằng vật liệu chống ăn mòn được Đăng kiểm thẩm định. Các trục chân vịt loại 1 được phân loại như sau:
  - (a) Trục chân vịt loại 1A là trục chân vịt được lắp với chân vịt bằng then hoặc không then hoặc bằng bích nối tại đầu sau của trục mà ở đó sử dụng ổ đỡ trong ống bao trục được bôi trơn bằng nước (kể cả ổ đỡ trong giá đỡ trục chân vịt);
  - (b) Trục chân vịt loại 1B là trục chân vịt được lắp với chân vịt bằng then hoặc không then, hoặc bằng bích nối tại đầu sau của trục mà ở đó sử dụng ổ đỡ trong ống bao trục được bôi trơn bằng dầu, trừ các trục được quy định ở (c) dưới đây;
  - (c) Trục chân vịt loại 1C là loại trục chân vịt thỏa mãn những điều kiện ở (b) và những quy định ở 4.2.12 của Chương này.
- (2) Trục chân vịt loại 2 là trục chân vịt không được quy định ở (1) trên.
- (3) Trục trong ống bao
 

Trục trong ống bao là trục trung gian nằm trong ống bao.
- (4) Trục trong ống bao loại 1 và loại 2



- (a) Trục trong ống bao loại 1 là trục ống bao được bảo vệ hữu hiệu chống ăn mòn của nước biển bằng biện pháp được Đăng kiểm thẩm định hoặc được làm bằng vật liệu chịu ăn mòn được Đăng kiểm thẩm định. Trong trường hợp này, nếu trục được bôi trơn bằng nước gọi là trục trong ống bao loại 1A, còn trục được bôi trơn bằng dầu được gọi là trục ống bao loại 1B;
- (b) Trục trong ống bao loại 2 là trục ống bao không phải là các loại trục được quy định ở 4.1.2-4(a) trên.

## 4.2 Vật liệu, kết cấu và độ bền

### 4.2.1 Vật liệu

- 1 Vật liệu dùng để chế tạo các chi tiết chính được quy định dưới đây (sau đây gọi là "các chi tiết chính của hệ trục") phải là thép rèn, thép rèn không gỉ hoặc là vật liệu được Đăng kiểm chấp nhận riêng để sử dụng làm trục theo 1.1.1-2 phần 6A của quy chuẩn này. Vật liệu dùng để chế tạo các khớp nối dạng tháo lắp được có thể là thép đúc thỏa mãn những yêu cầu ở Phần 6A của Quy chuẩn này.

- (1) Trục đẩy;
- (2) Trục trung gian;
- (3) Trục chân vịt;
- (4) Trục truyền công suất tới các máy phát hoặc máy phụ;
- (5) Khớp nối trục;
- (6) Bu lông khớp nối.

- 2 Các chi tiết chính của trục, trừ các bu lông khớp nối, phải tiến hành thử không phá hủy theo loại vật liệu như quy định có liên quan ở Phần 6A của Quy chuẩn này.

- 3 Vật liệu chế tạo trục phải có giới hạn bền kéo danh nghĩa nằm trong khoảng 400 đến 800 N/mm<sup>2</sup>. Việc sử dụng thép các bon rèn có giới hạn bền kéo danh nghĩa lớn hơn 600 N/mm<sup>2</sup> hoặc thép rèn hợp kim thấp có giới hạn bền kéo danh nghĩa lớn hơn 800 N/mm<sup>2</sup> để chế tạo trục phải được Đăng kiểm xem xét chấp nhận trong từng trường hợp cụ thể.

### 4.2.2 Trục trung gian

- 1 Đường kính trục trung gian được chế tạo bằng thép rèn (trừ thép rèn không gỉ) không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức sau:

$$d_o = F_1 k_1 \sqrt[3]{\frac{H}{N} \left( \frac{560}{T_s + 160} \right) K}$$

trong đó:

- $d_o$  - đường kính trục trung gian (mm);
- $H$  - công suất liên tục lớn nhất của động cơ (kW);
- $N$  - vòng quay của trục trung gian ở công suất liên tục lớn nhất (vòng/phút);
- $F_1$  - hệ số lấy theo Bảng 3/4.1;
- $k_1$  - hệ số lấy theo Bảng 3/4.2;

$T_s$  - Giới hạn bền kéo danh nghĩa của vật liệu làm trục trung gian ( $N/mm^2$ ). Giới hạn trên của  $T_s$  dùng để tính toán chỉ được lấy tới  $760 N/mm^2$  đối với thép rèn các bon và  $800 N/mm^2$  đối với thép rèn hợp kim thấp.

$K$  - hệ số trục rỗng tính theo công thức sau:

$$K = \frac{1}{1 - \left(\frac{d_i}{d_a}\right)^4}$$

trong đó:

$d_i$  - đường kính trong của trục rỗng (mm);

$d_a$  - đường kính ngoài của trục rỗng (mm);

Nếu  $d_i \leq 0,4d_a$ , có thể lấy  $K = 1$

- 2 Đường kính của trục trung gian được chế tạo từ các vật liệu khác với vật liệu quy định ở -1 trên đây sẽ được Đăng kiểm xem xét riêng.

#### 4.2.3 Trục đẩy

- 1 Đối với trục đẩy truyền mô men xoắn của máy chính, đường kính ở cả hai phía của vành chặn hoặc ở khu vực ổ đỡ dọc trục, nếu như ổ đỡ bị đũa được sử dụng làm ổ đỡ chặn, không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức sau:

$$d_t = 1,1F_1 \sqrt[3]{\frac{H}{N} \left( \frac{560}{T_s + 160} \right) K}$$

Trong đó:

$d_t$  - đường kính trục đẩy (mm);

Các ký hiệu khác xem 4.2.2-1.

- 2 Nếu đường kính trục đẩy quy định ở 4.2.3-1 lớn hơn đường kính của trục trung gian thì đường kính của trục đẩy có thể giảm dần về phía mũi hoặc phía lái bằng cách nhân 0,91 với giá trị đường kính tính theo 4.2.3-1.

Bảng 3/4.1 - Trị số  $F_1$

| Đối với thiết bị Đê-ê-den có khớp nối kiểu trượt (xem chú thích), thiết bị đẩy bằng điện               | Đối với tất cả các thiết bị Đê-ê-den không phải là các thiết bị ghi ở cột trái |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 83                                                                                                     | 87                                                                             |
| Chú thích: Khớp nối kiểu trượt nghĩa là khớp nối thủy lực, khớp điện từ hoặc các khớp nối tương đương. |                                                                                |

Bảng 3/4.2 - Trị số  $k_1$

| Trục có khớp nối xích liên                                                                       | Trục có khớp nối xích ép nóng, ép nguội hoặc lắp nguội | Trục có rãnh then <sup>(1)</sup> | Trục có lỗ khoét ngang <sup>(2)</sup> | Trục có khe khoét dọc <sup>(3)</sup> | Trục có then trượt <sup>(4)</sup> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 1,0                                                                                              | 1,0                                                    | 1,1                              | 1,1                                   | 1,2                                  | 1,15                              |
| Chú thích:                                                                                       |                                                        |                                  |                                       |                                      |                                   |
| (1) Nếu ăn khớp bánh răng với trên hai vành răng, lấy $k_1$ bằng 0,9 lần giá trị này;            |                                                        |                                  |                                       |                                      |                                   |
| (2) Đối với giá trị $k_1$ của khớp nối cứng, giá trị $k_1$ phải được Đăng kiểm xét và chấp nhận; |                                                        |                                  |                                       |                                      |                                   |
| (3) Chỉ áp dụng cho hệ bánh răng liên kết trực tiếp với hệ trục của máy chính;                   |                                                        |                                  |                                       |                                      |                                   |
| (4) Áp dụng cho hệ bánh răng liên kết với hệ trục chân vịt qua khớp nối mềm.                     |                                                        |                                  |                                       |                                      |                                   |

#### 4.2.4 Trục chân vịt

- 1 Đường kính của trục chân vịt làm bằng thép các bon rèn hoặc thép hợp kim thấp rèn không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức sau đây. Đối với trục chân vịt loại 2, Đăng kiểm sẽ xem xét riêng.

$$d_s = 100 k_2 \sqrt[3]{\frac{H}{N} \left( \frac{560}{T_s + 160} \right) K}$$

Trong đó:

$d_s$  - đường kính quy định của trục chân vịt (mm);

$k_2$  - hệ số liên quan đến thiết kế trục được quy định ở Bảng 3/4.3; đối với trục của phương tiện chạy tuyến ven biển, được phân cấp VR-SB, hệ số  $k_2$  được quy định ở Bảng 3/4.4;

$T_s$  - giới hạn bền kéo danh nghĩa của vật liệu trục (N/mm<sup>2</sup>). Nếu vật liệu làm trục có giới hạn bền kéo danh nghĩa lớn hơn 600 N/mm<sup>2</sup> thì giới hạn trên của trị số  $T_s$  dùng để tính toán chỉ được lấy tới 600 N/mm<sup>2</sup>.

Các ký hiệu khác xem 4.2.2-1.

- 2 Đường kính của trục chân vịt được chế tạo từ thép rèn như chỉ ra ở Bảng 3/4.5 không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức sau đây:

$$d_s = k_3 \sqrt[3]{\frac{H}{N}}$$

trong đó:  $k_3$  là hệ số liên quan đến vật liệu trục được quy định ở Bảng 3/4.5. Vật liệu khác với vật liệu được quy định trong Bảng này sẽ do Đăng kiểm xem xét và quyết định trong từng trường hợp cụ thể.

- 3 Đường kính của trục chân vịt khác với trị số được tính theo 4.2.4-1 và 4.2.4-2 trên phải thỏa mãn các yêu cầu do Đăng kiểm quy định riêng.

**Bảng 3/4.3 - Trị số  $k_2$**

| TT | Phạm vi áp dụng                                                                                                                                                                                           |                                                                                        | $k_2$                |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1  | Phần giữa đầu lớn của phần côn của trục chân vịt (trong trường hợp chân vịt được lắp bích, mặt trước của bích) và đầu trước của ổ đỡ sau cùng trong ống bao trục hoặc 2,5 $d_s$ , lấy trị số nào lớn hơn. | Đối với mỗi ghép trục và chân vịt không dùng then hoặc nếu chân vịt được gắn bích liền | 1,154                |
|    |                                                                                                                                                                                                           | Đối với trục có rãnh then để lắp chân vịt                                              | 1,192                |
| 2  | Trừ phần trục quy định ở 1 bên trên, phần trục tính về phía mũi cho đến phần trước của đệm kín ống bao trục trước                                                                                         |                                                                                        | 1,087 <sup>(1)</sup> |
| 3  | Phần trục nằm ở phía trước của đầu trước đệm kín ống bao trục trước                                                                                                                                       |                                                                                        | 1,087 <sup>(2)</sup> |

**Bảng 3/4.4 - Trị số  $k_2$**

| TT | Phạm vi áp dụng                                                                                                                                                                                           |                                                                                        | $k_2$               |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1  | Phần giữa đầu lớn của phần côn của trục chân vịt (trong trường hợp chân vịt được lắp bích, mặt trước của bích) và đầu trước của ổ đỡ sau cùng trong ống bao trục hoặc 2,5 $d_s$ , lấy trị số nào lớn hơn. | Đối với mỗi ghép trục và chân vịt không dùng then hoặc nếu chân vịt được gắn bích liền | 1,22                |
|    |                                                                                                                                                                                                           | Đối với trục có rãnh then để lắp chân vịt                                              | 1,26                |
| 2  | Trừ phần trục quy định ở 1 bên trên, phần trục tính về phía mũi cho đến phần trước của đệm kín ống bao trục trước                                                                                         |                                                                                        | 1,15 <sup>(1)</sup> |
| 3  | Phần trục nằm ở phía trước của đầu trước đệm kín ống bao trục trước                                                                                                                                       |                                                                                        | 1,15 <sup>(2)</sup> |

**Chú thích:**

- (1) Tại vùng chuyển tiếp, đường kính trục phải được giảm bằng côn tròn hoặc bán kính lượn gần bằng độ chênh đường kính.
- (2) Đường kính trục có thể được giảm bằng côn tròn hoặc bán kính lượn gần bằng độ chênh đường kính đến đường kính tính theo công thức ở 4.2.2-1.

**Bảng 3/4.5- Trị số  $k_3$** 

| Vật liệu                            | Thành phần hóa học, %                                                    | Giới hạn chảy, $R_{\min}$ | Giới hạn bền $R_{\min}$ | $k_3$ |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|-------|
| Thép các bon và thép các bon mangan | C: 0,16-0,25 Si $\leq$ 0,45<br>S $\leq$ 0,04 P $\leq$ 0,04               | 200                       | 400                     | 119.7 |
| Thép không gỉ Austenit (loại 316)   | C $\leq$ 0,08 Mn $\leq$ 2,0 Si $\leq$ 1,0<br>Cr: 16-18 Ni: 11-13 Mo: 2-3 | 175                       | 470                     | 98.8  |
| Thép không gỉ Mactenxit (loại 431)  | C $\leq$ 0,2 Mn: 1, Si: 0,8 Cr: 15-18 Ni: 2-3                            | 675                       | 850                     | 89.3  |

**4.2.5 Các trục khác**

- Đường kính của các trục truyền công suất vào máy phát điện hoặc máy phụ có công dụng quan trọng phải phù hợp với những yêu cầu quy định ở 4.2.2.
- Trục các đăng
  - Đường kính trục các đăng không được nhỏ hơn đường kính trục trung gian tính theo công thức ở 4.2.2 của Quy chuẩn này;
  - Tỉ số giữa đường kính trong chia cho đường kính ngoài của trục các đăng không được lớn hơn 0,7.
- Mặt bích của khớp nối trục các đăng phải thỏa mãn các yêu cầu sau:
  - Chiều dày của bích khớp nối đo tại khu vực đường tâm bu lông khớp nối không được nhỏ hơn đường kính bu lông khớp nối quy định ở 4.2.11;
  - Góc lượn của bích khớp nối phải có bán kính lượn ít nhất không nhỏ hơn trị số quy định ở 4.2.11-3 của Quy chuẩn này.

**4.2.6 Đánh giá chi tiết về độ bền**

Đăng kiểm có thể xem xét và chấp thuận các giá trị đường kính trục được tính toán không tuân theo các yêu cầu ở 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4 và 4.2.5 nếu như có các tài liệu và bản tính chi tiết chứng minh rằng chúng đủ bền trình để Đăng kiểm thẩm định.

**4.2.7 Bảo vệ chống ăn mòn cho trục chân vịt**

- Trục chân vịt phải được bảo vệ chống ăn mòn do nước ngoài mạn bằng một trong các phương tiện có hiệu quả sau:
  - Bảo vệ có hiệu quả trục chân vịt chống lại sự tiếp xúc với nước ngoài tàu bằng phương pháp được Đăng kiểm chấp nhận. Ngoài ra, đối với trục chân vịt loại 1 có thể dùng các biện pháp như nêu ở (2) và (3) dưới đây.
  - Dùng các vật liệu SUSF316, SUSF316L, SUSF316-SU hoặc SUSF316L-SU được quy định ở Phần 6A của Qui chuẩn này cho các trục có đường kính không vượt quá 200 mm.

- (3) Dùng vật liệu chịu ăn mòn khác với các vật liệu quy định ở (2) được Đăng kiểm chấp nhận.
- 2 Các biện pháp hữu hiệu phải được đảm bảo để ngăn ngừa nước ngoài mạn thâm nhập vào phần giữa đầu sau của áo trục chân vịt hoặc đầu sau của ổ đỡ phía sau cùng trong ống bao và củ chân vịt.
- 3 Khoảng không gian giữa ê cu chỉnh dòng của chân vịt hoặc củ chân vịt và trục chân vịt phải chứa đầy mỡ, hoặc phải có các biện pháp bảo vệ trục hữu hiệu chống lại sự ăn mòn của nước ngoài mạn.

#### 4.2.8 Áo trục chân vịt

- 1 Áo trục được lắp vào trục chân vịt phải thỏa mãn những yêu cầu quy định từ (1) đến (3) sau đây:

(1) Chiều dày của áo trục không được nhỏ hơn giá trị tính theo công thức sau:

$$t_1 = 0,03d_s + 7,5$$

$$t_2 = 0,75 t_1$$

trong đó:

$t_1$  - chiều dày của áo trục ở vùng ổ đỡ ống bao trục hoặc ổ đỡ trong giá đỡ tiếp xúc với bề mặt ổ đỡ (mm);

$t_2$  - chiều dày của áo trục ở các phần còn lại (mm).

$d_s$  - đường kính quy định của trục chân vịt tính theo công thức 4.2.4 (mm).

(2) Áo trục phải làm bằng đồng thanh hoặc bằng những vật liệu tương đương và không được có vết rỗ và những khuyết tật khác.

(3) Áo trục phải được lắp vào trục theo phương pháp sao cho tránh được sự tập trung ứng suất lớn.

#### 4.2.9 Cố định chân vịt vào trục

- 1 Nếu chân vịt được lắp ép vào trục chân vịt thì bề mặt lắp ghép phải đủ sức bền để chịu được mô men xoắn truyền qua trục.
- 2 Nếu dùng then để cố định chân vịt vào trục thì các góc của rãnh then phải được lượn tròn thích đáng và then phải được lắp khít vào rãnh then. Đầu trước của rãnh then trên trục chân vịt phải được lượn tròn đều để tránh tập trung ứng suất quá mức.
- 3 Nếu chân vịt và mặt bích trục chân vịt được nối với nhau bằng bu lông thì các bu lông và chốt bu lông phải đủ bền.
- 4 Chiều dày mặt bích trục chân vịt phía sau tại vòng chia không nhỏ hơn 0,25 lần đường kính của trục trung gian (được tính với  $k_1 = 1,0$ ;  $k = 1,0$  và  $T_s = 400$ ), quy định ở 4.2.2.

#### 4.2.10 Ổ đỡ trong ống bao và ổ đỡ trong giá đỡ trục

- 1 Ổ đỡ sau cùng trong ống bao hoặc ổ đỡ ở giá đỡ trục đỡ trọng lượng chân vịt phải thỏa mãn các yêu cầu quy định từ (1) đến (3) dưới đây:

(1) Trong trường hợp ổ đỡ làm bằng gỗ gai ác được bôi trơn bằng nước:

- (a) Chiều dài ổ đỡ không được nhỏ hơn 4 lần đường kính yêu cầu của trục chân vịt tính theo công thức ở 4.2.4-1 hoặc 4.2.4-2 hoặc 3 lần đường kính trục thực, lấy trị số nào lớn hơn;
  - (b) Phải có biện pháp thích đáng để cung cấp một lượng nước sạch để bôi trơn và làm mát.
- (2) Trong trường hợp ổ đỡ làm bằng kim loại màu được bôi trơn bằng dầu:
- (a) Chiều dài của ổ đỡ không được nhỏ hơn 2 lần đường kính yêu cầu của trục chân vịt tính theo công thức 4.2.4-1 hoặc 4.2.4-2, hoặc 1,5 lần giá trị đường kính thực, lấy trị số nào lớn hơn. Tuy nhiên Đăng kiểm có thể xem xét và chấp nhận trong những trường hợp cụ thể nếu ổ đỡ có kết cấu và bố trí kiểu khác. Trong trường hợp này, chiều dài của ổ đỡ trục có thể ngắn hơn so với giá trị quy định trên;
  - (b) Ống bao trục chân vịt phải luôn chứa đầy dầu để đảm bảo bôi trơn và làm mát;
  - (c) Nếu có sử dụng kết dầu trọng lực để cấp dầu bôi trơn cho ổ đỡ trong ống bao trục thì phải đặt kết này cao hơn đường nước chở hàng. Tuy nhiên, trong trường hợp hệ thống bôi trơn được thiết kế để sử dụng ở điều kiện áp lực dầu tĩnh của kết trọng lực nhỏ hơn áp lực nước thì kết này không yêu cầu đặt cao hơn đường nước chở hàng;
  - (d) Dầu bôi trơn phải được làm mát bằng cách ngâm ống bao trong nước tại kết chứa phía đuôi tàu hoặc bằng các biện pháp thích hợp khác.
- (3) Nếu sử dụng vật liệu làm ổ đỡ không phải loại vật liệu quy định ở (1) và (2) thì vật liệu, kết cấu và bố trí ổ đỡ phải được Đăng kiểm chấp thuận. Chiều dài của các ổ đỡ này phải thỏa mãn những yêu cầu ở (a) và (b) dưới đây:
- (a) Trường hợp ổ đỡ bôi trơn bằng dầu được chế tạo từ vật liệu tổng hợp:  
Đối với ổ đỡ được làm bằng cao su tổng hợp, nhựa hoặc chất dẻo được duyệt để sử dụng trong ống bao trục bôi trơn bằng dầu thì chiều dài của ổ đỡ không được nhỏ hơn 2 lần đường kính của trục chân vịt tính theo công thức 4.2.4-1 hoặc 4.2.4-2, hoặc 1,5 lần đường kính thực, lấy giá trị nào lớn hơn. Tuy nhiên đối với các ổ đỡ có kết cấu và bố trí được Đăng kiểm xét duyệt riêng thì chiều dài của ổ đỡ có thể ngắn hơn so với chiều dài quy định ở trên;
  - (b) Trường hợp ổ đỡ trục chân vịt làm bằng vật liệu tổng hợp được bôi trơn bằng nước:  
Đối với ổ đỡ làm bằng vật liệu tổng hợp được duyệt để sử dụng làm ổ đỡ trong ống bao trục bôi trơn bằng nước giống như cao su hoặc chất dẻo thì chiều dài của ổ đỡ không được nhỏ hơn 4 lần đường kính trục tính theo công thức 4.2.4-1 hoặc 4.2.4-2, hoặc 3 lần đường kính thực, lấy trị số nào lớn hơn. Tuy nhiên, đối với những ổ đỡ có kết cấu và bố trí được Đăng kiểm xét duyệt riêng thì chiều dài của ổ đỡ có thể lấy ngắn hơn so với chiều dài quy định trên.

#### 4.2.11 Khớp nối trục và bu lông khớp nối

- 1 Đường kính của bu lông khớp nối tại mặt phẳng lắp ghép của khớp nối không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức sau:

$$d_b = 0,65 \sqrt{\frac{d_o^3 (T_s + 160)}{n D T_b}}$$

trong đó:

- $d_b$  - đường kính bu lông (mm);
  - $d_o$  - đường kính của trục trung gian tính với  $k_1 = 1,0$  và  $k = 1,0$  theo công thức ở 4.2.2 (mm);
  - $n$  - số bu lông;
  - $D$  - đường kính vòng chia (mm);
  - $T_s$  - giới hạn bền kéo danh nghĩa của vật liệu làm trục trung gian ( $N/mm^2$ );
  - $T_b$  - giới hạn bền kéo danh nghĩa của vật liệu làm bu lông ( $N/mm^2$ ), nói chung  $T_s \leq T_b \leq 1,7T_s$  và giới hạn trên của  $T_b$  được sử dụng trong tính toán chỉ được lấy tối đa là  $1000 N/mm^2$ .
- 2 Chiều dày của mặt bích nối tại vòng chia không được nhỏ hơn đường kính yêu cầu của bu lông tính theo công thức ở 4.2.11-1 với giả thiết các bu lông phải có sức bền phù hợp với vật liệu làm trục tương ứng. Tuy nhiên, đường kính của bu lông không được nhỏ hơn 0,2 lần đường kính của trục tương ứng.
- 3 Bán kính góc lượn ở chân mặt bích không được nhỏ hơn 0,08 lần đường kính của trục và góc lượn không được nằm trong khu vực lắp ê cu và bu lông.
- 4 Nếu khớp nối trục không liền với trục thì các khớp nối phải đủ bền để chịu được mô men xoắn truyền vào trục và chịu được cả mô men khi tàu chạy lùi. Trong trường hợp này, phải xem xét kỹ để tránh gây ra tập trung ứng suất lớn.

#### 4.2.12 Vật liệu, kết cấu và độ bền của hệ trục tàu thủy cao tốc

- 1 Vật liệu dùng để chế tạo các bộ phận chính của hệ trục và việc thử không phá hủy chúng phải tuân theo các yêu cầu ở 4.2.1-1, -2 và -3 của chương này.
- 2 Kích thước của các trục và các bu lông khớp nối phải thỏa mãn các yêu cầu ở 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4, 4.2.5, 4.2.6 và 4.2.11 của chương này.

(1) Đối với tàu có máy chính là động cơ đi-ê-den cao tốc, đường kính trục chân vịt có thể phải tuân theo các yêu cầu từ (a) tới (c) dưới đây. Ngoài ra, trong các trường hợp đặc biệt, ví dụ khi tàu dự định sẽ thường xuyên hoạt động trong điều kiện sóng to gió lớn, phải lưu ý đặc biệt đến các đặc điểm có ảnh hưởng tới độ bền.

(a) Định nghĩa “động cơ đi-ê-den cao tốc”

Thuật ngữ “động cơ đi-ê-den cao tốc” được định nghĩa là các động cơ đồng thời phù hợp các điều kiện sau:

$$\frac{S n^2}{1,8 \cdot 10^6} \geq 90$$

$$\frac{\pi d_j n}{6,0 \cdot 10^4} \geq 6$$

Trong đó:

S: Hành trình pít tông (mm);

n: Vòng quay của máy ở công suất liên tục lớn nhất (vòng/phút);

$d_j$ : Đường kính cổ trục (mm).

(b) Đường kính yêu cầu của trục chân vịt

Đường kính trục chân vịt không nhỏ hơn giá trị tính theo công thức sau:

$$d_s = 100k_3 \sqrt[3]{\frac{H}{N_0}}$$

Trong đó:

$d_s$ : Đường kính yêu cầu của trục chân vịt (mm);

H: Công suất liên tục lớn nhất do động cơ chính phát ra (kW);

$N_0$ : Số vòng quay của trục ở công suất liên tục lớn nhất (vòng/phút);

k - Hệ số cho trong Bảng 3/4.5. Với trục chân vịt loại 1 hoặc trục ống bao loại 1 chế tạo từ thép các bon hoặc thép hợp kim thấp có giới hạn bền kéo lớn hơn 400 N/mm<sup>2</sup>, hệ số k có thể được nhân với  $K_{m1}$ .

$$K_{m1} = \sqrt[3]{\frac{560}{T_s + 160}}$$

$T_s$ : Giới hạn bền kéo (N/mm<sup>2</sup>)

Bảng 3/4.5. Hệ số k

| Thép các bon hoặc thép hợp kim thấp |        | SUSF316<br>SUS316-SU | SUSF316L<br>SU316L-SU | Thép lạng không<br>rỉ mắc ten xít |
|-------------------------------------|--------|----------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Loại 1                              | Loại 2 |                      |                       |                                   |
| 1,00                                | 1,05   | 1,03                 | 1,08                  | 0,85                              |

(c) Dao động xoắn

Giới hạn cho phép của ứng suất dao động xoắn  $\tau_1$  và  $\tau_2$  được tính như sau:

(i) Cho chế độ chạy liên tục, giới hạn cho phép của ứng suất dao động xoắn  $\tau_1$  với dải vòng quay từ 80% đến 105% vòng quay liên tục lớn nhất tính như sau:

$$\tau_1 = A - B \lambda^2 \quad \text{với } (0 \leq \lambda \leq 0,9)$$

$$\tau_1 = C \quad \text{với } (0,9 < \lambda)$$

Trong đó:

$\tau_1$  - giới hạn cho phép của ứng suất dao động xoắn với dải  $(0,8 \leq \lambda < 1,05)$  của vòng quay liên tục lớn nhất (N/mm<sup>2</sup>);

$\lambda$  - tỉ số số vòng quay trên số vòng quay liên tục lớn nhất;

A, B, C - Các hệ số tùy thuộc vào vật liệu trục cho trong Bảng 3/4.6.



Đối với trục chân vịt loại 1 chế tạo từ thép các bon hoặc thép hợp kim thấp có giới hạn bền kéo vượt quá 400 N/mm<sup>2</sup>, các giá trị nhận được từ công thức trên có thể được nhân với  $K_{m2}$  sau đây

$$K_{m2} = \frac{T_s + 160}{560}$$

$T_s$ : giới hạn bền kéo của vật liệu trục (N/mm<sup>2</sup>).

**Bảng 3/4.6. Trị số A,B,C**

|   | Thép các bon hoặc thép hợp kim thấp |             | Thép không gỉ Austentic |                         | Thép lặn không gỉ mác ten xít |
|---|-------------------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|
|   | Trục loại 1                         | Trục loại 2 | SUSF316<br>SUSF316-SU   | SUSF316L<br>SUSF316L-SU |                               |
| A | 24,5                                | 21,0        | 26,4                    | 24,4                    | 39,6                          |
| B | 24,3                                | 20,0        | 27,1                    | 25,3                    | 39,0                          |
| C | 4,8                                 | 4,8         | 4,5                     | 3,9                     | 8,1                           |

Chú thích: Nếu vật liệu khác vật liệu trên, các trị số do Đăng kiểm xem xét trong từng trường hợp cụ thể.

- (ii) Giới hạn cho phép của ứng suất dao động xoắn với dải vòng quay dưới 80% vòng quay liên tục lớn nhất được tính theo công thức ở dưới đây. Trường hợp ứng suất dao động xoắn vượt quá  $\tau_1$ , phải chỉ rõ dải vòng quay cấm theo quy định ở 8.3, Phần 3, Mục II của QCVN 21: 2010/BGTVT.

$$\tau_2 = 2,3 \tau_1$$

$\tau_2$  - Giới hạn cho phép của ứng suất dao động xoắn với dải  $\lambda \leq 0,8$  vòng quay liên tục lớn nhất (N/mm<sup>2</sup>);

$\tau_1$  - Giá trị được tính theo công thức ở (I) trên với  $\lambda \leq 0,9$  (N/mm<sup>2</sup>).

Trong đó:

$\lambda$  - là tỉ số số vòng quay trên số vòng quay liên tục lớn nhất.

#### 4.2.13 Những yêu cầu bổ sung đối với trục chân vịt loại 1C

Phải có phương tiện để đảm bảo đầy đủ tính nguyên vẹn của các ổ đỡ trong ống bao trục, phù hợp với những yêu cầu khác của Đăng kiểm, nếu trục chân vịt là trục loại 1C.

### 4.3 Thử nghiệm

#### 4.3.1 Thử tại xưởng

1 Các chi tiết sau đây phải được thử thủy lực với áp suất quy định sau đây:

(1) Ống bao trục: 0,2 MPa;

(2) Áo trục chân vịt: 0,1 MPa (phải tiến hành thử trước khi lắp nóng).

#### 4.3.2 Thử sau khi lắp lên tàu

(1) Phải tiến hành thử thiết bị đệm kín quy định ở 4.2.10-2 để phát hiện rò rỉ dầu ở điều kiện áp suất làm việc của dầu.

(2) Đối với hệ trục chân vịt (trừ các hệ thống đẩy kiểu phụt hoặc hệ đẩy kiểu xoay), việc kiểm tra xác nhận liên quan đến định tâm đường trục phải được thực hiện phù hợp với các yêu cầu khác của Đăng kiểm.

## CHƯƠNG 5 - CHÂN VỊT

### 5.1 Quy định chung

#### 5.1.1 Phạm vi áp dụng

Những yêu cầu trong Chương này được áp dụng cho chân vịt của tàu.

#### 5.1.2 Bản vẽ và tài liệu

1 Bản vẽ và tài liệu trình cho Đăng kiểm thẩm định, gồm:

(1) Bản vẽ

- (a) Chân vịt;
- (b) Sơ đồ đường ống dầu của chân vịt biến bước có chỉ rõ vật liệu làm ống, kích cỡ ống và áp suất làm việc;
- (c) Bu lông cố định cánh của chân vịt biến bước.

(2) Tài liệu

- (a) Các thông số của chân vịt (công suất liên tục lớn nhất và số vòng quay (vòng/phút) của trục chân vịt, chi tiết profile cánh, đường kính, bước, diện tích khai triển, tỷ số bước/chân vịt, độ nghiêng hoặc góc nghiêng, số lượng cánh, khối lượng, mô men quán tính, các đặc tính kỹ thuật của vật liệu ...);
- (b) Bản tính chiều dài ép chân vịt lên trục (chỉ yêu cầu khi lắp chân vịt không dùng then).

#### 5.1.3 Vật liệu

Vật liệu chế tạo chân vịt và bu lông cố định cánh của chân vịt biến bước phải thỏa mãn những yêu cầu có liên quan quy định ở Phần 6A của Quy chuẩn này.

### 5.2 Kết cấu và sức bền

#### 5.2.1 Chiều dày cánh

1 Chiều dày cánh chân vịt tại bán kính 0,25R và 0,6R đối với chân vịt cố định và tại bán kính 0,35R và 0,6R đối với chân vịt biến bước không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức dưới đây. Chiều dày của cánh chân vịt có độ nghiêng lớn phải được Đăng kiểm xem xét cho từng trường hợp cụ thể.

$$t = \sqrt{\frac{K_1 H}{K_2 Z N I}} SW$$

trong đó:

- t - chiều dày cánh (trừ góc lượn của chân cánh) (cm);
- H - công suất liên tục lớn nhất của máy chính (kW);
- Z - số cánh;
- N - số vòng quay liên tục lớn nhất chia cho 100 (vòng/phút/100);
- I - chiều rộng của cánh tại bán kính đang xét (cm);
- K<sub>1</sub> - hệ số tính theo công thức sau đây tại bán kính đang xét:

$$K_1 = \frac{30,3}{\sqrt{1 + k_1 \left( \frac{P'}{D} \right)^2}} \left( k_2 \frac{D}{P} + k_3 \frac{P'}{D} \right)$$

trong đó:

D - đường kính chân vịt (m).

$k_1, k_2, k_3$  - các hệ số lấy theo Bảng 3/5.1

$P'$  - bước tại bán kính đang xét (m)

P - bước tại bán kính 0,7R (m) (R là bán kính của chân vịt (m))

**Bảng 3/5.1 - Trị số  $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5$**

| Vị trí theo hướng kính | $k_1$ | $k_2$ | $k_3$ | $k_4$ | $k_5$ |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,25R                  | 1,62  | 0,386 | 0,239 | 1,92  | 1,71  |
| 0,35R                  | 0,827 | 0,308 | 0,131 | 1,79  | 1,56  |
| 0,60R                  | 0,281 | 0,113 | 0,022 | 1,24  | 1,09  |

$K_2$  - hệ số được tính theo công thức sau:

$$K_2 = K - (k_4 E/t_0 + k_5) D^2 N^2 / 1000$$

trong đó:

$k_4, k_5$  - các hệ số tra theo Bảng 3/5.1;

E - độ nghiêng tại đầu mút cánh (đo từ đường chuẩn mặt bên và lấy giá trị dương đối với độ nghiêng theo chiều ngược) (cm);

$t_0$  - chiều dày giả định của cánh tại đường tâm của trục chân vịt (to có thể nhận được nhờ kéo dài từng đường mép nổi chiều dày đỉnh cánh với chiều dày cánh ở 0,25R (hoặc 0,35R đối với chân vịt biến bước), tại hình chiếu của tiết diện cánh dọc theo đường chiều dày cánh lớn nhất (cm);

K - hệ số tra theo Bảng 3/5.2.

S - hệ số liên quan đến tăng ứng suất do thời tiết. Nếu  $S > 1,0$  thì S lấy bằng 1,0; Nếu  $S < 0,8$  thì giá trị của S lấy bằng 0,80;

$$S = 0,095 D_s / d_s + 0,677$$

trong đó:

$D_s$  - chiều cao mạn tàu;

$d_s$  - chiều chìm chờ hàng;

W - hệ số liên quan đến ứng suất đổi dầu được tính theo công thức dưới đây:

Nếu  $W < 2,27$  thì giá trị của W lấy bằng 2,27;

$$W = 1 + 1,724 \left( \frac{A_2 A_3 + A_4 A_1 \frac{P'}{D}}{A_3 + A_4 \frac{P'}{D}} \right)$$

trong đó:

$$A_1 = \frac{\Delta w}{w + C_1}$$

$$A_2 = \frac{\Delta w}{w + C_2}$$

$$A_3 = \frac{(C_1 + 1)(C_2 + w)}{C_3(C_2 + 1)(C_1 + w)}$$

$$A_4 = \begin{cases} 3,52 & \text{tại } 0,25R \\ 2,41 & \text{tại } 0,35R \\ 1,26 & \text{tại } 0,6R \end{cases}$$

$$C_1 = \frac{D}{0,95P} \left\{ \frac{P}{D} \left( 1,3 - \frac{2a_e}{Z} \right) + 0,22 \right\} - 1$$

$$C_2 = \frac{D}{0,95P} \left( 1,1 \frac{P}{D} - \frac{1,19a_e}{Z} + 0,2 \right) - 1$$

$$C_3 = 0,122 \frac{P}{D} + 0,0236$$

trong đó:

$a_e$  - tỷ số diện tích khai triển của chân vịt;

$w$  - nước kèm trung bình định mức ở đĩa chân vịt;

$\Delta w$  - giá trị cực đại của dao động nước kèm ở đĩa chân vịt tại bán kính  $0,7R$ . Giá trị của  $w$  và  $\Delta w$  phải được tính toán theo công thức dưới đây, trừ trường hợp tàu nhiều chân vịt hoặc tàu được Đăng kiểm xem xét riêng.

$$\Delta w = 7,32 \left\{ 1,56 - 0,04 \left( \frac{B}{D} + 4 \right) \sqrt{\frac{B}{d_s} - C_b} \right\}$$

$$w = 0,625 \left\{ 0,04 \left( \frac{B}{D} + 4 \right) \sqrt{\frac{B}{d_s} + C_b} \right\} - 0,527$$

$B$  - chiều rộng của tàu (m);

$C_b$  - hệ số béo thể tích của tàu.

**Bảng 3/5.2 - Trị số K**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Hợp kim đồng                   |                                |                   |                   | Thép đúc                              |                                    | Gang xám đúc |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------------|------------------------------------|--------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | HB <sub>s</sub> C <sub>1</sub> | HB <sub>s</sub> C <sub>2</sub> | AIBC <sub>3</sub> | AIBC <sub>4</sub> | Sức bền kéo $\geq 480 \text{ N/mm}^2$ | Sức bền kéo $< 480 \text{ N/mm}^2$ |              |
| Hệ số K                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1,15                           | 1,15                           | 1,30              | 1,15              | 1                                     | 0,9                                | 0,6          |
| <b>Chú thích:</b><br>1. Đối với cánh làm bằng vật liệu khác với các vật liệu trong Bảng trên thì giá trị K được xác định trong từng trường hợp cụ thể.<br>2. Đối với chân vịt có đường kính 2,5 m trở xuống, trị số K có thể lấy giá trị ở Bảng trên nhân với các hệ số sau đây:<br>2 - 0,4D đối với $2,0 < D \leq 2,5$<br>1,2 đối với $D \leq 2,0$ |                                |                                |                   |                   |                                       |                                    |              |

2

Bán kính góc lượn giữa chân của cánh và củ chân vịt không được nhỏ hơn giá trị  $R_0$  tính theo công thức sau tại mặt đập ở phần cánh có chiều dày lớn nhất:

$$R_0 = t_r + (e - r_B)(t_0 - t_r)/e$$

trong đó:

$R_0$  - bán kính yêu cầu của góc lượn (cm);

$t_r$  - chiều dày yêu cầu của cánh ở bán kính 0,25R (hoặc 0,35R đối với chân vịt biến bước) quy định ở 5.2.1-1 (cm);

$t_0$  - như quy định ở 5.2.1-1;

$r_B$  - tỷ số củ chân vịt;

$$r_B = \frac{\text{Đường kính củ chân vịt đo ở mặt phẳng giữa vuông góc với tâm}}{\text{Đường kính chân vịt}}$$

$e$  - 0,25 (hoặc 0,35 áp dụng cho chân vịt biến bước);

- 3 Ngoài những yêu cầu quy định ở 5.2.1-1 hoặc 5.2.1-2 trên đây, khi có các tài liệu chi tiết và bản tính được trình duyệt, Đăng kiểm vẫn tiến hành xem xét và duyệt chiều dày của cánh hoặc bán kính của góc lượn một cách thích hợp.

### 5.2.2 Chân vịt biến bước

- 1 Chiều dày cánh của chân vịt biến bước phải thỏa mãn những yêu cầu quy định ở 5.2.1.
- 2 Đường kính của bu lông cố định cánh chân vịt biến bước không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức sau đây:

$$d = 0,55 \sqrt{\frac{1}{\sigma_a} \frac{1}{n} \left( \frac{AK_3}{L} + F_c \right)}$$

trong đó:

$d$  - đường kính yêu cầu của bu lông cố định cánh (mm) (xem Hình 3/5.1);

$A$  - trị số tính theo công thức sau đây, trong đó  $H$ ,  $N$  và  $Z$  phải bằng trị số quy định ở 5.2.1;

$$A = 3,0 \times 10^4 H/NZ$$

$K_3$  - trị số tính theo công thức sau:

$$K_3 = \left[ \left( \frac{D}{P} \right)^2 x (0,622 - 0,9x_0)^2 + (0,318 - 0,499x_0)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$x_0$  - tỷ số bán kính tại đường viền giữa bích cánh và cơ cấu điều khiển bước trên bán kính chân vịt (xem Hình 3/5.1). Nếu  $x_0 > 0,3$  thì tỷ số này được lấy bằng 0,3;

$L$  - giá trị trung bình của  $L_1$  và  $L_2$  (cm);

$L_1$  và  $L_2$  - chiều dài của hai đường vuông góc vẽ đến đường qua tâm quay của bích cánh và có góc nghiêng tương ứng với góc bước  $\beta$  tại 0,7R ở công suất liên tục lớn nhất tính từ đường tâm của bu lông đặt ở phía mép ở phía bề mặt khi góc bước là  $\beta$ , (xem Hình 3/5.2).

$F_c$  - lực ly tâm (N) của cánh chân vịt tính theo công thức sau:

$$F_c = 1,10 \times mR'N^2$$

$m$  - khối lượng của một cánh (kg);

$R'$  - khoảng cách giữa trọng tâm của cánh và đường tâm trục chân vịt (cm);

$n$  - số bu lông của bích cánh;

$\sigma_a$  - ứng suất cho phép của vật liệu bu lông ( $\text{N/mm}^2$ ) tính theo công thức sau đây:

$$\sigma_a = 34,7 \times \left( \frac{\sigma_b + 160}{600} \right)$$

$\sigma_b$  - giới hạn bền kéo danh nghĩa của vật liệu làm bu lông ( $\text{N/mm}^2$ ). Nếu  $\sigma_b > 800 \text{ N/mm}^2$  thì chỉ được lấy  $\sigma_b = 800 \text{ N/mm}^2$ .

Các ký hiệu khác xem ở công thức ở 5.2.1-1.

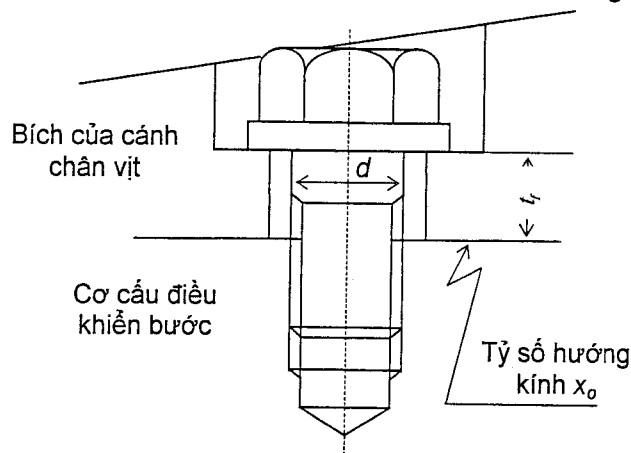
- 3 Đối với bu lông cố định cánh phải sử dụng vật liệu chịu ăn mòn hoặc phải có phương pháp hữu hiệu để bu lông không tiếp xúc trực tiếp với nước ngoài mạn.
- 4 Chiều dày của bích để lắp cánh chân vịt vào cơ cấu điều khiển bước (chiều dày đo từ mặt tiếp xúc của bu lông cố định hoặc ê cu đến mặt bao giữa bích và cơ cấu điều khiển bước) không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$t_f = 0,9d$$

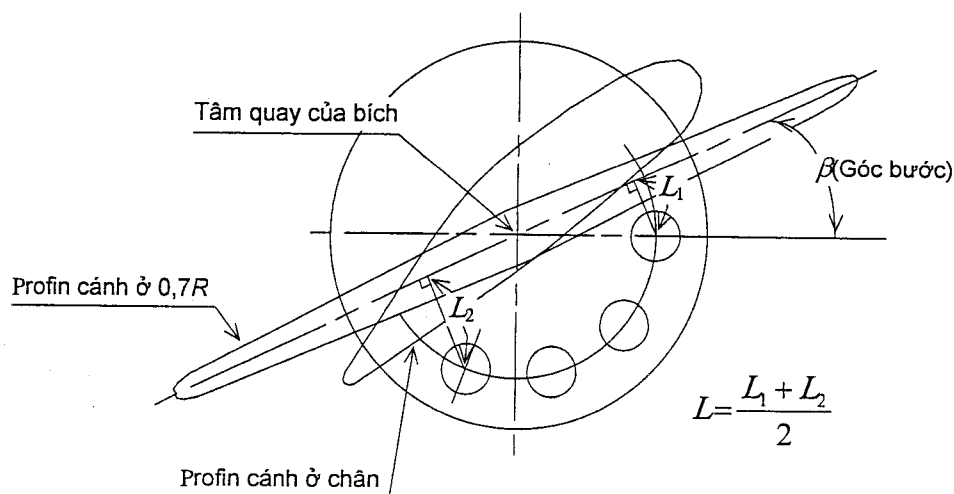
trong đó:

$t_f$  - chiều dày bích (mm) (xem Hình 3/5.1)

$d$  - đường kính quy định của bu lông được tính theo công thức ở 5.2.2-2 (mm).



Hình 3/5.1 - Phương pháp đo kích thước của bu lông cố định cánh



Hình 3/5.2 - Xác định kích thước của L

- 5 Bu lông cố định cánh phải được lắp chặt vào cơ cấu điều khiển bước và được hãm tốt.
- 6 Trong trường hợp nếu như lỗ bắt bu lông nằm đúng vào góc lượn của chân cánh thì tiết diện cánh thiết kế có chiều dày theo yêu cầu quy định ở 5.2.1 không được giảm để lỗ khoét chui qua.
- 7 Bề mặt bích của cánh phải được lắp chặt vào bề mặt của cơ cấu điều khiển bước và khe hở vòng của mép ngoài của bích phải là nhỏ nhất.
- 8 Nếu cơ cấu điều khiển bước làm việc bằng bơm dầu thủy lực, thì phải trang bị thêm một bơm dầu dự phòng được đấu vào hệ thống để sẵn sàng sử dụng hoặc một thiết bị tương ứng khác, để đảm bảo tàu vẫn giữ được điều kiện làm việc bình thường trong trường hợp bơm dầu chính bị hỏng.
- 9 Việc bố trí đường ống dầu thủy lực phải thỏa mãn thêm yêu cầu quy định ở 10.10.

### 5.2.3 Lắp ráp cánh của chân vịt kiểu cánh rời

Bu lông cố định cánh và bích để lắp cánh của chân vịt kiểu cánh rời phải được thiết kế thỏa mãn các yêu cầu như đối với chân vịt biến bước quy định ở 5.2.2.

## 5.3 Lắp ép chân vịt

### 5.3.1 Chiều dài đoạn ép căng chân vịt

- 1 Nếu chân vịt được ép vào trục chân vịt trong mối ghép không dùng then thì giới hạn dưới và giới hạn trên của chiều dài đoạn ép căng chân vịt phải bằng trị số tính theo công thức sau đây. Đối với độ côn lớn hơn 1/15 thì giới hạn chiều dài đoạn ép căng chân vịt phải được Đăng kiểm chấp nhận.

$$L_1 = PK_e + K_c(C_b - C_0)$$

$$L_2 = K_E K_w \frac{(K_{R1}^2 - 1)}{\sqrt{(3K_{R1}^4 + 1)}} + K_c(C_b - C_0)$$

$$L_3 = 196K_E(K_{R1}^2 - 1) + K_c(C_b - C_0)$$

trong đó:

$L_1$  - giới hạn dưới của chiều dài đoạn ép căng chân vịt (mm);

$L_2$  - giới hạn trên của chiều dài đoạn ép căng chân vịt (mm) (nếu khác với trường hợp  $L_3$  đưa ra dưới đây);

$L_3$  - giới hạn trên của chiều dài đoạn ép căng chân vịt (mm) (trong trường hợp nếu vật liệu của củ chân vịt là bằng đồng thau đúc có sức bền cao và  $K_{R1} < 1,89$ );

$K_w$  - trị số quy định ở Bảng 3/5.3. Nếu vật liệu của củ chân vịt khác vật liệu quy định ở Bảng 3/5.3 thì trị số này phải được Đăng kiểm chấp nhận trong từng trường hợp cụ thể;

$K_{R1}$  - tỷ số của  $R_1$  trên  $R_0$  ( $R_1/R_0$ );

$K_{R2}$  - tỷ số của  $R_2$  trên  $R_0$  ( $R_2/R_0$ );

$R_0$  - bán kính của trục chân vịt tại điểm giữa của đoạn côn theo hướng dọc trục (mm);

$R_1$  - bán kính của củ chân vịt tại điểm xác định tỷ số củ chân vịt (mm);

$R_2$  - bán kính trong tại mặt cắt tương ứng với  $R_0$  đối với trục chân vịt rỗng (mm);

$C_b$  - nhiệt độ của củ chân vịt tại thời điểm lắp ráp chân vịt ( $^{\circ}\text{C}$ );

$C_0$  - trị số nhiệt độ cho như sau:  $35^{\circ}\text{C}$  - đối với  $L_1$  và  $0^{\circ}\text{C}$  - đối với  $L_2$  và  $L_3$ ;

$P$  - trị số tính theo công thức sau ( $\text{N/mm}^2$ ):

$$P = \frac{2,8T}{SB} \left\{ -2,8 \tan \alpha + \sqrt{0,0169 + B \left[ \frac{F_v}{T} \right]^2} \right\}$$

$S$  - diện tích tiếp xúc giữa trục chân vịt và củ chân vịt trên bản vẽ ( $\text{mm}^2$ );

$\alpha$  - nửa góc của đoạn côn tại phần côn của trục chân vịt (radian);

$$B = 0,0169 - 7,84 \tan^2 \alpha$$

$T$  - lực đẩy tính theo công thức sau (N);

$$T = 1,76 \times 10^3 (H/v_s)$$

$F_v$  - lực tiếp tuyến tác dụng lên bề mặt tiếp xúc được tính theo công thức sau (N):

$$F_v = \frac{9,55cH}{NR_0} \times 10^4$$

$c = 1,0$  - đối với tàu lắp động cơ tua bin;

$c = 1,2$  hoặc trị số tính theo công thức sau, lấy trị số nào lớn hơn. Đối với tàu lắp động cơ Diesel. Tuy nhiên, nếu mô men xoắn cực đại tác dụng lên phần lắp chân vịt được xác định chính xác thỏa mãn với các yêu cầu của Đăng kiểm thì nó cũng có thể thỏa mãn các quy định khác.

$$C = 0,706 \left\{ \left[ \frac{N_c}{N} \right]^2 + 1,047 \frac{Q_v N}{H} \times 10^{-2} \right\}$$

trong đó:

$Q_v$  - mô men dao động xoắn tác dụng lên phần lắp chân vịt tại vòng quay cộng hưởng trên 25% vòng quay liên tục lớn nhất, (Nm);

$H, N$  - xem 5.2.1-1;

$N_c$  - số vòng quay (vòng/phút) cộng hưởng chia cho 100.

$v_s$  - tốc độ của tàu ở công suất liên tục lớn nhất (hải lý/h);

$K_E$  - trị số tính theo công thức sau ( $\text{mm}^3/\text{N}$ ):

$$K_6 = \frac{R_0}{\tan \alpha} \left\{ \left[ \frac{K_{R1}^2 + 1}{K_{R1}^2 - 1} \right] K_4 + 4,85 \left[ \frac{1 + K_{R2}^2}{1 - K_{R2}^2} \right] + K_5 \right\} \times 10^{-6}$$

Nếu vật liệu của trục chân vịt không phải là thép rèn hoặc vật liệu của củ chân vịt không phải là vật liệu quy định ở Bảng 3/5.3 thì trị số  $K_E$  phải được Đăng kiểm xem xét chấp thuận;

$K_4$  và  $K_5$  - trị số quy định ở Bảng 3/5.3.

$K_c$  - trị số tính theo công thức sau ( $\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ ):

$$K_c = \left[ K_6 + k_7 \frac{C_b - C_s}{C_b - C_0} \right] \left[ l_0 - \frac{R_0}{\tan \alpha} \right] \times 10^{-5}$$



chống nước biển ăn mòn thì trị số  $T_s$  sử dụng trong các công thức này phải do Đăng kiểm xem xét và quyết định phù hợp.

$C_K$ : Hệ số liên quan đến kiểu và hình dáng của trục khuỷu được quy định ở Bảng 3/6.1;

$C_D$ : Hệ số liên quan đến kích thước trục và được xác định theo công thức sau:

$$C_D = 0,35 + 0,93d^{-0,2}$$

$d$ : Đường kính trục (mm)

- (2) Trong vùng vòng quay từ 80% số vòng quay liên tục lớn nhất trở xuống, ứng suất dao động xoắn (bao gồm trường hợp ở trạng thái một xi lanh của máy chính không nổ nếu vẫn thường xuyên hoạt động ở trạng thái này) không được vượt quá  $\tau_2$  đưa ra trong công thức dưới đây. Trong trường hợp nếu ứng suất này vượt quá trị số tính theo công thức  $\tau_1$  đối với vùng  $\lambda \leq 0,9$  ở (1), thì phải sử dụng vùng vòng quay cấm được quy định ở 6.3.

$$\tau_2 = 1,7 \tau_1 / \sqrt{C_K}$$

Trong đó:

$\tau_2$ : Giới hạn cho phép của ứng suất dao động xoắn đối với vùng  $\lambda \leq 0,8$  (N/mm<sup>2</sup>)

Các kí hiệu khác như quy định ở (1)

Bảng 3/6.1 Trị số  $C_K$  <sup>(5)</sup>

| Trục trung gian    |                                                       |                         |                              |                               |                             | Trục lực đẩy                |                                             | Trục chân vịt                                    |                                                |
|--------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Khớp nối xích liền | Khớp nối rời, lắp kiểu co ngót, lắp ép hoặc lắp nguội | Rãnh then, côn phân nổi | Rãnh then, phần nổi hình trụ | Lỗ khoét ngang <sup>(1)</sup> | Lỗ khoét dọc <sup>(2)</sup> | Trên hai phía của vòng chặn | Ở khu vực chịu tải dọc trục của ổ đỡ bi đũa | Gần đầu to phần côn trục chân vịt <sup>(3)</sup> | Trừ các phần cho ở cột bên trái <sup>(4)</sup> |
| 1,0                | 1,0                                                   | 0,6                     | 0,45                         | 0,50                          | 0,30                        | 0,85                        | 0,85                                        | 0,55                                             | 0,80                                           |

**Chú thích:**

(1) Phải phù hợp với chú thích (3) ở Bảng 3/6.2.

(2) Phải phù hợp với chú thích (4) ở Bảng 3/6.2. -

(3) Phần giữa đầu to côn của phần côn trục chân vịt (trong trường hợp chân vịt được lắp bằng xích nối, mặt trước của xích) và phần trước của ổ đỡ ống bao phía sau, hoặc 2,5d<sub>s</sub>, lấy giá trị nào lớn hơn. Trong đó: d<sub>s</sub>: đường kính của trục chân vịt.

(4) Phần hướng về phía mũi tính từ phần trước của ổ đỡ ống bao phía sau cho tới mặt trước của bộ làm kín ống bao phía trước.

(5) Giá trị C<sub>k</sub> nằm ngoài các trị số nêu ở bảng trên phải do Đăng kiểm quyết định dựa trên tài liệu trình duyệt trong từng trường hợp.

- 2 Đối với tàu sử dụng động cơ đi-ê-den làm máy chính, ứng suất dao động xoắn ở trục chân vịt làm bằng thép rèn không rỉ phải thoả mãn các yêu cầu (1) và (2) sau:

- (1) Khi hoạt động liên tục, ứng suất dao động xoắn không được vượt quá  $\tau_1$  được xác định theo công thức dưới đây trong phạm vi từ 80% đến 105% số vòng quay liên tục lớn nhất.

$$\tau_1 = A - B\lambda^2 \quad (\lambda \leq 0,9)$$

$$\tau_1 = C \quad (\lambda > 0,9)$$

Trong đó:

$\tau_1$ : Giới hạn cho phép của ứng suất dao động xoắn đối với vùng  $0,8 < \lambda \leq 1,05$  ( $\text{N/mm}^2$ )

$\lambda$ : Tỷ số số vòng quay cộng hưởng trên số vòng quay liên tục lớn nhất;

A, B, C là các giá trị phụ thuộc vào vật liệu sử dụng cho ở Bảng 3/6.2. Tuy nhiên, đối với các loại vật liệu khác với các vật liệu trong Bảng 3/6.2 sẽ được Đăng kiểm xem xét riêng.

**Bảng 3/6.2 Giá trị các hệ số A, B, C**

|                          | A    | B    | C    |
|--------------------------|------|------|------|
| SUSF 316<br>SUS 316-SU   | 40,7 | 30,6 | 15,9 |
| SUSF 316L<br>SUS 316L-SU | 37,6 | 28,3 | 14,3 |

- (2) Trong vùng vòng quay từ 80% số vòng quay liên tục lớn nhất trở xuống, ứng suất dao động xoắn không được vượt quá  $\tau_2$  đưa ra trong công thức dưới đây. Trong trường hợp nếu ứng suất này vượt quá trị số tính theo công thức  $\tau_1$  đối với vùng  $\lambda \leq 0,9$  ở (1), thì phải sử dụng vùng vòng quay cấm được quy định ở 6.3.

$$\tau_2 = 2,3 \tau_1$$

Trong đó:

$\tau_2$ : Giới hạn cho phép của ứng suất dao động xoắn đối với vùng  $\lambda \leq 0,8$  ( $\text{N/mm}^2$ ).

Các kí hiệu khác như quy định ở (1).

- 3 Giới hạn ứng suất dao động xoắn cho phép của các đoạn trục làm bằng vật liệu khác với vật liệu quy định ở -1 và -2 trên đây và giới hạn ứng suất dao động xoắn cho phép của các đoạn trục trung gian, trục đẩy, trục chân vịt của tàu tua bin hơi nước, tàu tua bin khí và tàu có chân vịt chạy bằng động cơ điện hoặc đối với tàu đi-ê-den có khớp trượt điện từ giữa máy chính và hệ trục chân vịt sẽ được Đăng kiểm xem xét riêng.

### 6.2.3 Hệ trục của trạm phát điện

- 1 Ứng suất dao động xoắn trên trục khuỷu của động cơ đi-ê-den dùng để lái máy phát điện (kể cả các tổ máy phát điện để đẩy tàu), phải thỏa mãn các yêu cầu (1) và (2) sau đây:

- (1) Ứng suất dao động xoắn phải không được vượt quá  $\tau_1$  cho sau đây trong vùng vòng quay từ 90% đến 110% số vòng quay liên tục lớn nhất.

- (a) Đối với động cơ đi-ê-den bốn kỳ thẳng hàng hoặc động cơ đi-ê-den bốn kỳ hình chữ V có góc nở  $45^\circ$  hoặc  $60^\circ$ , thì trị số  $\tau_1$  được lấy theo công thức sau:

$$\tau_1 = 21 \text{ N/mm}^2$$

- (b) Đối với động cơ đi-ê-den hai kỳ và động cơ đi-ê-den bốn kỳ hình chữ V, trừ các loại động cơ đã quy định ở (a), thì trị số  $\tau_1$  được lấy theo công thức sau:

$$\tau_1 = 16 \text{ N/mm}^2$$

- (2) Trong vùng vòng quay từ 90% số vòng quay liên tục lớn nhất trở xuống, ứng suất dao động xoắn không được vượt quá  $\tau_2$  cho dưới đây. Trong trường hợp nếu ứng suất này vượt quá trị số  $\tau_1$  quy định ở (1), thì phải áp dụng vùng vòng quay cấm quy định ở 6.3.

$$\tau_2 = 90 \text{ N/mm}^2$$

- 2** Ứng suất dao động xoắn trên trục máy phát điện do động cơ đi-ê-den lai phải thỏa mãn các yêu cầu (1) và (2) sau đây:

- (1) Ứng suất dao động xoắn không được vượt quá  $\tau_1$  cho sau đây trong khu vực vòng quay từ 90% đến 110% số vòng quay liên tục lớn nhất.

$$\tau_1 = 31 \text{ N/mm}^2$$

- (2) Trong vùng vòng quay từ 90% số vòng quay liên tục lớn nhất trở xuống, ứng suất dao động xoắn không được vượt quá  $\tau_2$  cho sau đây. Trong trường hợp nếu như ứng suất này vượt quá trị số  $\tau_1$  cho ở (1) thì phải áp dụng vùng vòng quay cấm được quy định ở 6.3.

$$\tau_2 = 118 \text{ N/mm}^2$$

- 3** Trong trường hợp giới hạn bền của vật liệu trục vượt quá  $440 \text{ N/mm}^2$  hoặc giới hạn chảy vượt quá  $225 \text{ N/mm}^2$  thì trị số  $\tau_1$  và  $\tau_2$  quy định ở -1 và -2 có thể được tăng lên bằng cách nhân thêm hệ số  $f_m$  quy định ở 6.2.1-1(4).

#### 6.2.4 Thiết bị truyền động

- 1** Mô men dao động xoắn trên thiết bị truyền động phải thỏa mãn với các yêu cầu (1) và (2) sau đây:

- (1) Trong vùng áp dụng giới hạn cho phép của  $\tau_1$  được quy định ở 6.2.1, 6.2.2 và 6.2.3 thì biên độ của mô men dao động xoắn phải không được vượt quá mô men truyền trung bình của hệ thống.
- (2) Bên trong vùng, trừ vùng quy định ở (1) thì phải áp dụng vùng vòng quay cấm trong trường hợp nếu như biên độ của mô men dao động xoắn vượt quá mô men xoắn trung bình được truyền.

- 2** Ứng suất dao động xoắn trên trục bánh răng phải thỏa mãn các yêu cầu đối với trục trung gian được quy định ở 6.2.2.

- 3** Giới hạn cho phép của mô men dao động xoắn, ứng suất hoặc biên độ đối với thiết bị truyền động (bao gồm cả khớp nối trục) không phải là cơ cấu bánh răng phải thỏa mãn thêm các yêu cầu khác nữa.

#### 6.2.5 Tránh bậc cộng hưởng chính

Bậc cộng hưởng chính của dao động một nút trong động cơ đi-ê-den thẳng hàng, ví dụ: bậc thứ  $n$  và thứ  $n/2$  đối với động cơ bốn thì và bậc thứ  $n$  đối với động cơ hai thì ( $n$  là số xi lanh) không được tồn tại bên trong vùng vòng quay sau đây, trừ khi được Đăng kiểm chấp nhận riêng.

- Đối với hệ trục lai chân vịt:  $0,8 \leq \lambda \leq 1,1$

- Đối với hệ trục lai máy phát điện:  $0,9 \leq \lambda \leq 1,1$

$\lambda$  là tỉ số số vòng quay cộng hưởng chính trên số vòng quay liên tục lớn nhất.

### 6.2.6 Đánh giá chi tiết về độ bền

Đăng kiểm sẽ xem xét riêng đối với giới hạn cho phép của ứng suất dao động xoắn không thỏa mãn các yêu cầu ở 6.2.1, 6.2.2 và 6.2.3 với điều kiện các tài liệu chi tiết và bản tính được trình Đăng kiểm xem xét và quyết định một cách thích hợp.

## 6.3 Vùng vòng quay cấm

### 6.3.1 Vùng vòng quay cấm làm việc lâu dài

- 1 Trong trường hợp nếu ứng suất dao động xoắn vượt quá giới hạn cho phép  $\tau_1$  quy định ở 6.2, thì phải áp dụng vùng vòng quay cấm giữa các giới hạn tốc độ sau đây. Vùng vòng quay cấm được đánh dấu bằng sơn màu đỏ trên đồng hồ đo tốc độ quay của động cơ để chuyển nhanh qua khỏi khu vực này trong khi khai thác động cơ.

(1) Vùng vòng quay cấm phải giữa các giới hạn tốc độ sau:

$$\frac{16N_c}{18 - \lambda} \leq N_0 \leq \frac{(18 - \lambda)N_c}{16}$$

Trong đó:

$N_0$ : Số vòng quay cấm (vòng/phút)

$N_c$ : Số vòng quay cộng hưởng (vòng/phút)

$\lambda$ : Tỷ số giữa số vòng quay cộng hưởng trên số vòng quay liên tục lớn nhất

(2) Đối với chân vịt biến bước, cả hai trạng thái bước chân vịt lớn nhất và bằng không đều phải được xem xét.

(3) Vùng vòng quay cấm trong trường hợp một xi lanh của máy chính không nổ phải có khả năng cho phép hành hải an toàn kể cả trong trường hợp tàu trang bị một máy chính.

- 2 Nếu dải vòng quay được kiểm tra bằng cách đo mà ứng suất vượt quá giới hạn cho phép  $\tau_1$  quy định ở 6.2 thì dải vòng quay này cũng được coi là khu vực vòng quay cấm để tránh cho động cơ làm việc lâu dài ở đó, bất kể dải vòng quay quy định ở -1. Trong trường hợp này, phải lưu ý đến độ chính xác của đồng hồ đo vòng quay.

- 3 Đối với động cơ nếu như không thể tránh được làm việc lâu dài ở vùng vòng quay cấm như quy định ở 6.3.1-1 và -2 trên đây thì phải cho động cơ chuyển nhanh qua vòng quay cộng hưởng và phải đưa ra các biện pháp cần thiết khác.

## CHƯƠNG 7 NỒI HƠI

### 7.1 Quy định chung

#### 7.1.1 Phạm vi áp dụng

1 Những yêu cầu trong Chương này áp dụng cho các nồi hơi trừ các nồi hơi được nêu ở (1) và (2) dưới đây:

- (1) Nồi hơi với áp suất thiết kế không quá 0,1 MPa và bề mặt hấp nhiệt không quá 1 m<sup>2</sup>.
- (2) Nồi nước nóng với áp suất thiết kế không quá 0,1 MPa và bề mặt hấp nhiệt không quá 8 m<sup>2</sup>.

#### 7.1.2 Thuật ngữ

1 Các thuật ngữ được sử dụng trong Chương này được định nghĩa như sau:

- (1) Nồi hơi là thiết bị tạo ra hơi nước hoặc nước nóng nhờ lửa, khí cháy hoặc các hơi nóng khác bao gồm: bộ quá nhiệt, bầu hâm, bộ tiết kiệm, bộ tiết kiệm khí thải và các thiết bị tương đương khác;
- (2) Nồi hơi phụ thiết yếu là nồi hơi cung cấp hơi nước cho hoạt động của các máy phụ cần thiết cho máy chính, các máy phụ dùng để điều động và an toàn cũng như máy phát điện;
- (3) Nồi hơi khí thải là nồi hơi chỉ dùng nhiệt khí thải của động cơ đi-ê-den để tạo ra hơi nước hoặc nước nóng, có một buồng chứa hơi hoặc một bình ngưng và có một lối ra cho hơi hay nước nóng;
- (4) Bộ tiết kiệm khí thải là thiết bị tạo ra hơi nước hay nước nóng chỉ nhờ dùng nhiệt của khí thải của động cơ đi-ê-den, không có buồng chứa hơi nước hoặc bình ngưng;
- (5) Mặt hấp nhiệt của nồi hơi là diện tích được tính cho bề mặt phía khí cháy nơi mà một phía tiếp xúc với khí cháy còn phía kia với nước nhưng không kể mặt hấp nhiệt của bộ quá nhiệt, bầu hâm, bộ tiết kiệm và bộ tiết kiệm khí thải trừ khi được quy định riêng;
- (6) Áp suất làm việc đã được duyệt và áp suất danh nghĩa của nồi hơi có bộ quá nhiệt lắp đặt trong nồi hơi là tương ứng là áp suất lớn nhất trong thân nồi hơi và áp suất lớn nhất tại cửa ra của bộ quá nhiệt và là áp suất điều chỉnh để mở van an toàn của bộ quá nhiệt;
- (7) Áp suất thiết kế là áp suất được dùng khi tính toán để quyết định các kích thước của các chi tiết và là áp suất làm việc cho phép lớn nhất của chi tiết. Áp suất thiết kế cho thân nồi hơi không được nhỏ hơn áp suất làm việc được quy định cho nồi hơi.

#### 7.1.3 Các bản vẽ và tài liệu trình duyệt

1 Nói chung, các bản vẽ và tài liệu trình Đăng kiểm bao gồm:

- (1) Các bản vẽ (có chỉ rõ vật liệu và kích thước)
  - (a) Bố trí chung của nồi hơi;
  - (b) Các chi tiết vỏ và ống góp (bao gồm cả các phụ tùng bên trong);

- (c) Các chi tiết của giá lắp phụ tùng và vòi phun của nồi hơi;
- (d) Bố trí và các chi tiết của các ống nồi hơi;
- (e) Bố trí và các chi tiết của các ống của bộ quá nhiệt và bầu hâm nóng;
- (f) Bố trí và các chi tiết của các ống của bộ hâm tiết kiệm và bầu hâm tiết kiệm khí thải;
- (g) Các chi tiết của bộ hâm trước không khí;
- (h) Bố trí và các chi tiết phụ tùng của nồi hơi;
- (i) Bố trí các van an toàn (cùng với các thông số kỹ thuật);
- (j) Các bản vẽ khác mà Đăng kiểm thấy cần thiết;

(2) Tài liệu:

- (a) Đặc tính kỹ thuật nồi hơi;
- (b) Các đặc điểm kỹ thuật hàn (với quy trình hàn, vật liệu hàn và điều kiện hàn);
- (c) Các tài liệu khác mà Đăng kiểm thấy cần thiết.

## 7.2 Vật liệu và hàn

### 7.2.1 Vật liệu

- 1 Vật liệu được dùng để chế tạo các chi tiết chịu áp suất của nồi hơi phải tuân theo các yêu cầu trong Phần 6A tùy theo công dụng và phải được thử nghiệm theo các yêu cầu trong của Phần 6A của Quy chuẩn này. Tuy nhiên, các loại vật liệu khác với nêu trên có thể được sử dụng với điều kiện là các đặc tính kỹ thuật của vật liệu phải được Đăng kiểm chấp thuận.
- 2 Mặc dù có yêu cầu ở -1, nhưng các vật liệu được nêu trong các tiêu chuẩn đã được công nhận có thể được sử dụng cho các phụ tùng như các van, các vòi phun lắp trên nồi hơi nếu được Đăng kiểm chấp nhận sau khi xem xét các kích thước và điều kiện phục vụ.

### 7.2.2 Giới hạn sử dụng của vật liệu dùng làm các phụ tùng

Giới hạn sử dụng của các vật liệu dùng làm các phụ tùng phải tuân theo quy định 7.9.1.

### 7.2.3 Xử lý nhiệt thép tấm

Trong trường hợp xử lý nhiệt, như gia công tạo hình nóng hoặc khử ứng suất được thực hiện đối với thép tấm trong quá trình chế tạo nồi hơi, người chế tạo nồi hơi phải nêu rõ dự định cùng với đơn đặt hàng vật liệu. Trong trường hợp này, những nội dung cần thiết đối với nhà sản xuất thép tấm được nêu ở Phần 6A của Quy chuẩn này.

### 7.2.4 Thử không phá hủy đối với thép đúc

Vật liệu thép đúc được dùng làm thân nồi hơi chịu áp suất trong phải được thử nghiệm bằng chụp tia phóng xạ, kiểm tra bằng từ tính và phải được xác nhận rằng chúng không có khuyết tật có hại.

**7.2.5 Hàn**

Trình độ thợ hàn nồi hơi phải phù hợp với những quy định trong Phần 6B của Quy chuẩn này.

**7.3 Yêu cầu về thiết kế****7.3.1 Các ký hiệu**

Nếu không có các chỉ dẫn riêng nào khác thì các ký hiệu được dùng trong chương này như sau:

F - Ứng suất cho phép ( $N/mm^2$ ) phù hợp với các yêu cầu trong 7.4.1 hoặc 9.2.1;

$T_r$  - Chiều dày yêu cầu (mm) được tính theo áp suất thiết kế. Áp suất cho phép là áp suất có được khi thay chiều dày yêu cầu bằng chiều dày thực trong công thức;

P- Áp suất thiết kế (MPa);

J- Giá trị nhỏ nhất của hệ số bền của mối nối được quy định ở 7.4.2;

R- Bán kính trong của thân nồi hơi (mm).

**7.3.2 Áp suất thiết kế của bộ tiết kiệm và bộ tiết kiệm khí thải**

- 1 Áp suất thiết kế của bộ tiết kiệm không được nhỏ hơn áp suất làm việc lớn nhất của bộ tiết kiệm, được xác định trên cơ sở áp suất làm việc lớn nhất của bơm cấp nước.
- 2 Áp suất thiết kế của bộ tiết kiệm khí thải không được nhỏ hơn áp suất làm việc lớn nhất của bộ tiết kiệm khí thải, được xác định trên cơ sở áp suất làm việc lớn nhất của bơm tuần hoàn nước nồi hơi.

**7.3.3 Các lưu ý đối với độ bền kết cấu**

- 1 Khi tác động của các ứng suất bổ sung như tập trung ứng suất cục bộ, tải trọng lặp lại và ứng suất nhiệt là đáng kể thì phải có các biện pháp thích hợp như tăng chiều dày nếu thấy cần thiết.
- 2 Những phần được cố định của ống lửa của nồi hơi kiểu đứng phải được thiết kế sao cho sự biến dạng của ống lửa do giãn nở nhiệt của lò đốt bán cầu không bị khống chế quá chặt.
- 3 Cần phải xem xét đầy đủ theo các quy định (1) và (2) dưới đây để ngăn ngừa trước sự quá nóng các ống nước của nồi hơi có sản lượng nhiệt của buồng cháy cao.
  - (1) Nước nồi hơi phải đủ tuần hoàn tới các ống nước.
  - (2) Các phương tiện thích hợp như làm mềm nước..., phải được trang bị.

**7.3.4 Nồi hơi có dạng không thông thường**

- 1 Khi việc tính độ bền theo các quy định từ 7.5 tới 7.7 là không thực tế hoặc không hợp lý vì hình dạng của bộ phận chịu áp suất khác thường thì phải tiến hành các tính toán chi tiết thích hợp khác với sự chấp thuận của Đăng kiểm và Đăng kiểm sẽ xem xét kết quả tính toán và coi như việc tính toán phù hợp các quy định 7.5 đến 7.7.
- 2 Khi việc thiết kế theo các yêu cầu từ 7.5 tới 7.7 không thích hợp vì hình dạng các

bộ phận chịu áp suất khác thường, phải đo ứng suất hoặc biến dạng do tải trọng phù hợp với sự chấp thuận của Đăng kiểm và Đăng kiểm sẽ xem xét việc đo và coi như chúng phù hợp các quy định ở 7.5 đến 7.7.

### 7.3.5 Các lưu ý đối với việc lắp đặt

- 1 Nồi hơi phải được lắp đặt sao cho tác động của các tải trọng hoặc ngoại lực sau đây là nhỏ nhất:
  - (1) Các chuyển động hoặc chấn động của tàu do máy móc sinh ra;
  - (2) Ngoại lực sinh ra do các ống và các chi tiết đỡ được lắp vào nồi hơi;
  - (3) Sự giãn nở nhiệt do sự thay đổi nhiệt độ.
- 2 Nồi hơi phải được lắp đặt ở vị trí xa các vách ngăn đến mức có thể thực hiện được
- 3 Bộ tiết kiệm khí thải loại khung sườn phải được lắp đặt sao cho có thể kiểm tra được dễ dàng tấm lắp ống vào thân vỏ.

### 7.3.6 Bảo vệ tránh ảnh hưởng của ngọn lửa

Khi phần bầu góp và ống góp là phần tiếp xúc với lửa hoặc khí có nhiệt độ cao thì phải có thêm cách nhiệt hoặc các biện pháp thích hợp khác. Đối với bộ tiết kiệm khí thải loại khung sườn, bọc cách nhiệt ở vị trí chu vi của tấm đầu ống phải sao cho có thể kiểm tra bằng siêu âm được đối với tấm lắp ống vào thân vỏ.

### 7.3.7 Lưu ý cháy muối

Đối với nồi hơi khí thải và bộ tiết kiệm khí thải phải lưu ý để tránh cho chúng khỏi bị hư hại do cháy muối.

## 7.4 Ứng suất cho phép và hệ số bền của mối nối

### 7.4.1 Ứng suất cho phép

- 1 Ứng suất cho phép đối với từng loại vật liệu được xác định như sau. Trong trường hợp này, nhiệt độ kim loại thường được dùng để đánh giá ứng suất cho phép của nồi hơi là nhiệt độ thiết kế lớn nhất của chất lỏng bên trong và nhiệt độ của bề mặt hấp nhiệt phải được tăng thêm trị số nhiệt độ cho trong Bảng 3/7.1. Nhiệt độ kim loại phải không nhỏ hơn 250 °C.

- (1) Ứng suất cho phép ( $f$ ) của thép các bon (kể cả thép các bon mangan được nói đến trong chương này) và thép hợp kim thấp (không kể thép đúc) phải không lớn hơn giá trị có được từ các công thức sau đây, lấy giá trị nào nhỏ hơn. Ứng suất cho phép ở mỗi một nhiệt độ kim loại cũng có thể lấy theo những giá trị được cho trong Bảng 3/9.2 thay cho việc tính theo công thức sau đây:

$$f_1 = \frac{R_{20}}{2,7}; f_2 = \frac{E_t}{1,6}; f_3 = \frac{S_R}{1,6}; f_4 = \frac{S_c}{1,0}$$

Trong đó:

$R_{20}$  - Giới hạn bền kéo danh nghĩa của thép ở nhiệt độ trong phòng (N/mm<sup>2</sup>).

$E$  - Giới hạn chảy của kim loại đang xét ở nhiệt độ của kim loại (hoặc giới



hạn chảy quy ước) ( $\text{N/mm}^2$ ).

$S_R$  - Ứng suất trung bình của thép đang xét để gây ra sự phá hủy trong 100.000 giờ ở nhiệt độ kim loại, nếu độ rộng của giới hạn dải phân tán các kết quả vượt quá  $\pm 20\%$  giá trị trung bình thì bằng 1,25 lần ứng suất nhỏ nhất ở nhiệt độ kim loại gây ra sự phá hủy trong 100.000 giờ ( $\text{N/mm}^2$ ).

$S_c$  - Ứng suất trung bình để tạo ra sự giãn dài 1% của thép đang xét trong 100.000 giờ ở nhiệt độ của kim loại ( $\text{N/mm}^2$ ).

- (2) Ứng suất cho phép của ống thép hàn điện trở (hàn tiếp xúc) phải bằng 85% giá trị trong Bảng 3/7.2.
- (3) Ứng suất cho phép của thép đúc phải bằng 80% giá trị tính được theo công thức ở (1) hoặc giá trị cho phép trong Bảng 3/7.2. Không được dùng thép đúc có chiều dày quá 50 mm nếu không có sự chấp thuận trước của Đăng kiểm.
- (4) Giá trị ứng suất của vật liệu khác với các loại được chỉ ra trong (1) và (3) sẽ được Đăng kiểm xem xét riêng từng trường hợp có tính tới các đặc tính cơ học của vật liệu.

**Bảng 3/7.1 Lượng tăng nhiệt độ so với nhiệt độ chất lỏng bên trong cho nhiệt độ kim loại tại mặt hấp nhiệt**

|                                                         |                       |       |
|---------------------------------------------------------|-----------------------|-------|
| Mặt hấp nhiệt nói chung                                 | Hấp nhiệt tiếp xúc    | 25 °C |
|                                                         | Hấp nhiệt bằng bức xạ | 50 °C |
| Mặt hấp nhiệt của bộ quá nhiệt                          | Hấp nhiệt tiếp xúc    | 35 °C |
|                                                         | Hấp nhiệt bằng bức xạ | 50 °C |
| Mặt hấp nhiệt của bộ tiết kiệm và bộ tiết kiệm khí thải |                       | 25 °C |

**Bảng 3/7.2 Trị số ứng suất cho phép**

| Loại vật liệu (cấp)           |       | Ứng suất cho phép ( $f$ ) ( $\text{N/mm}^2$ ) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------------|-------|-----------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                               |       | 250 °C hoặc dưới                              | 300 °C | 350 °C | 375 °C | 400 °C | 425 °C | 450 °C | 475 °C | 500 °C | 525 °C | 550 °C | 575 °C |
| Tấm thép cán dùng cho nồi hơi | P 42  | 110                                           | 104    | 103    | 96     | 88     | 76     | 57     | 39     | -      | -      | -      | -      |
|                               | P 46  | 122                                           | 117    | 113    | 106    | 95     | 80     | 58     | 39     | -      | -      | -      | -      |
|                               | P 49  | 124                                           | 122    | 121    | 114    | 102    | 84     | 58     | 39     | -      | -      | -      | -      |
|                               | PA 46 | 122                                           | 117    | 113    | 113    | 113    | 108    | 101    | 90     | 69     | 48     | -      | -      |
|                               | PA 49 | 124                                           | 122    | 121    | 121    | 121    | 117    | 106    | 91     | 69     | 48     | -      | -      |
| Bầu góp bằng thép             | BH 1  | 105                                           | 104    | 103    | 97     | 88     | 76     | 57     | 39     | -      | -      | -      | -      |
|                               | BH 2  | 117                                           | 115    | 113    | 106    | 95     | 80     | 58     | 39     | -      | -      | -      | -      |
|                               | BH 3  | 102                                           | 99     | 96     | 96     | 96     | 93     | 91     | 87     | 67     | -      | -      | -      |
|                               | BH 4  | 106                                           | 104    | 103    | 103    | 103    | 102    | 98     | 92     | 74     | -      | -      | -      |
|                               | BH 5  | 106                                           | 104    | 103    | 103    | 103    | 102    | 98     | 92     | 81     | 64     | -      | -      |
|                               | BH 6  | 106                                           | 104    | 103    | 103    | 103    | 102    | 98     | 92     | 81     | 64     | -      | -      |
| Ống thép dùng cho nồi hơi     | STB33 | 86                                            | 84     | 81     | 78     | 74     | 66     | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
|                               | STB35 | 88                                            | 87     | 86     | 82     | 76     | 76     | 53     | -      | -      | -      | -      | -      |
|                               | STB42 | 113                                           | 104    | 103    | 97     | 88     | 94     | 57     | -      | -      | -      | -      | -      |
|                               | STB12 | 102                                           | 99     | 96     | 96     | 96     | 102    | 91     | 87     | 69     | -      | -      | -      |
|                               | STB22 | 106                                           | 104    | 103    | 103    | 103    | 102    | 98     | 92     | 81     | 64     | 44     | -      |

|                                                                                                                                                      |       |                                                                                     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|
|                                                                                                                                                      | STB23 | 106                                                                                 | 104 | 103 | 103 | 103 | 102 | 98 | 92 | 81 | 64 | 47 | 34 |
|                                                                                                                                                      | STB24 | 106                                                                                 | 104 | 103 | 103 | 103 | 102 | 98 | 92 | 81 | 64 | 48 | 36 |
| Thép rèn<br>(xem Phần 6A)                                                                                                                            |       | 1/4 giới hạn bền kéo danh nghĩa của vật liệu (khi được dùng ở 350 °C hoặc thấp hơn) |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |
| Thép đúc<br>(xem Phần 6A)                                                                                                                            |       | 1/5 giới hạn bền kéo danh nghĩa của vật liệu (khi được dùng ở 350 °C hoặc thấp hơn) |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |
| Chú thích: Trong trường hợp nhiệt độ kim loại ở giữa các trị số đã cho trong bảng thì trị số ứng suất cho phép phải được xác định bằng phép nội suy. |       |                                                                                     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |

#### 7.4.2 Hệ số độ bền của mối nối và thanh chằng

##### 1 Hệ số độ bền của mối nối được xác định như sau:

- (1) Vỏ liền: 1,00
- (2) Vỏ hàn:
  - (a) Mối nối hàn giáp mép hai phía: 1,00
  - (b) Trường hợp khác: 0,90

##### 2 Hệ số độ bền của thanh chằng được tính như sau:

- (1) Hệ số độ bền của thanh chằng dọc (dưới đây được gọi là "hệ số dọc") hướng theo hàng của các lỗ ống trên tấm vỏ có hàng song song hoặc gần song song với các trục vỏ, hoặc vỏ hay mặt sàng có một số hàng song song với khoảng cách đủ giữa chúng phải được xác định theo công thức sau:
  - (a) Khi khoảng cách tâm các lỗ ống là đều

$$J_1 = \frac{p - d}{p}$$

Trong đó:

$J_1$  - Hệ số độ bền của thanh chằng

$p$  - Khoảng cách tâm các lỗ ống (mm)

$d$  - Đường kính các lỗ ống (mm).

(b) Khi khoảng cách tâm các lỗ ống không đều

$$J_2 = \frac{L - nd}{L}$$

Trong đó:

$J_2$  - Hệ số độ bền của thanh chằng

$d$  - Giống như ở (a)

$L$  - Tổng độ dài khoảng cách giữa các tâm tương ứng với  $n$  thanh chằng liên tiếp (mm)

$N$  - Số lỗ ống trên chiều dài  $L$ .

- (2) Hệ số độ bền của thanh chằng vòng tròn (dưới đây được gọi là "hệ số vòng tròn") ở vùng các lỗ ống được khoan theo hướng vòng tròn của vỏ phải được

tính tương tự như ở (1) và không nhỏ hơn 50% hệ số dọc. Trong trường hợp này khoảng cách giữa các lỗ ống theo hướng vòng tròn được đo trên tấm phẳng trước khi khoan lỗ hoặc dọc theo đường giữa của chiều dày tấm sau khi khoan.

- (3) Hệ số độ bền của thanh chằng ở vùng lỗ ống khoan theo hướng đường chéo của vỏ được xác định bằng công thức sau:

- (a) Khi các lỗ ống được khoan theo hướng chéo như được chỉ trong Hình 3/7.1 và 3/7.2: lấy giá trị nhỏ hơn giữa hệ số tính được từ công thức dưới đây hoặc hệ số dọc để làm hệ số của thanh chằng ở phần lỗ ống.

$$J_3 = \frac{2}{A + B + \sqrt{(A - B)^2 + 4C^2}}$$

Trong đó:

$J_3$  - Hệ số độ bền của thanh giằng

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

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

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

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{b^2}{a^2}}}$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{a^2}{b^2}}}$$

$\alpha$  - như được quy định ở Hình 3/7.1, 3/7.2 và 3/7.3

$a, b$  - như được quy định ở Hình 3/7.1, 3/7.2 và 3/7.3 (mm)

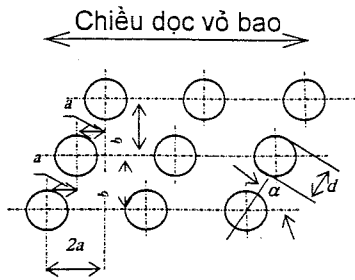
$d$  - đường kính lỗ ống (mm)

- (b) Trong (a) khi các lỗ ống được sắp xếp theo hình so le đều như được chỉ ở Hình 3/7.3 thì hệ số độ bền thanh chằng của phần lỗ ống được lấy theo giá trị nhỏ nhất trong các trị số sau:

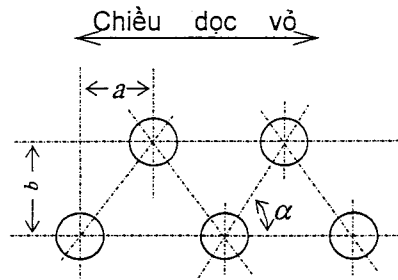
Hệ số được tính theo công thức ở (a), hai lần hệ số vòng tròn hoặc hệ số dọc.

**Lưu ý:** Các hệ số độ bền của thanh giằng tính được từ (a) và (b) được chỉ trên Hình 3/7.4 và 3/7.5 với tỉ số  $b/a$  trên trục hoành còn tỉ số  $(2a-d)/2a$  là thông số.

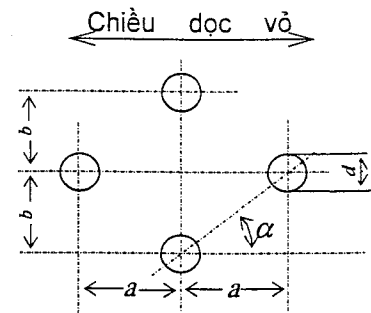
- (4) Hệ thống bền của thanh giằng theo đơn vị chiều dài khi lỗ ống được bố trí không đều theo hướng dọc của vỏ phải là giá trị nhỏ nhất trong các trị số được tính theo (a) hoặc (b) dưới đây. Tuy nhiên hệ số này không cần nhỏ hơn hệ số nhỏ nhất tính được khi lấy  $L_1$  là khoảng cách giữa tâm của các ống đo tại hai đầu của các hàng ống trong phạm vi chiều dài bằng đường kính trong của vỏ (khoảng cách tới tâm của lỗ ống kề sát nếu chỉ có một lỗ ống trong phạm vi chiều dài bằng đường kính trong của vỏ).



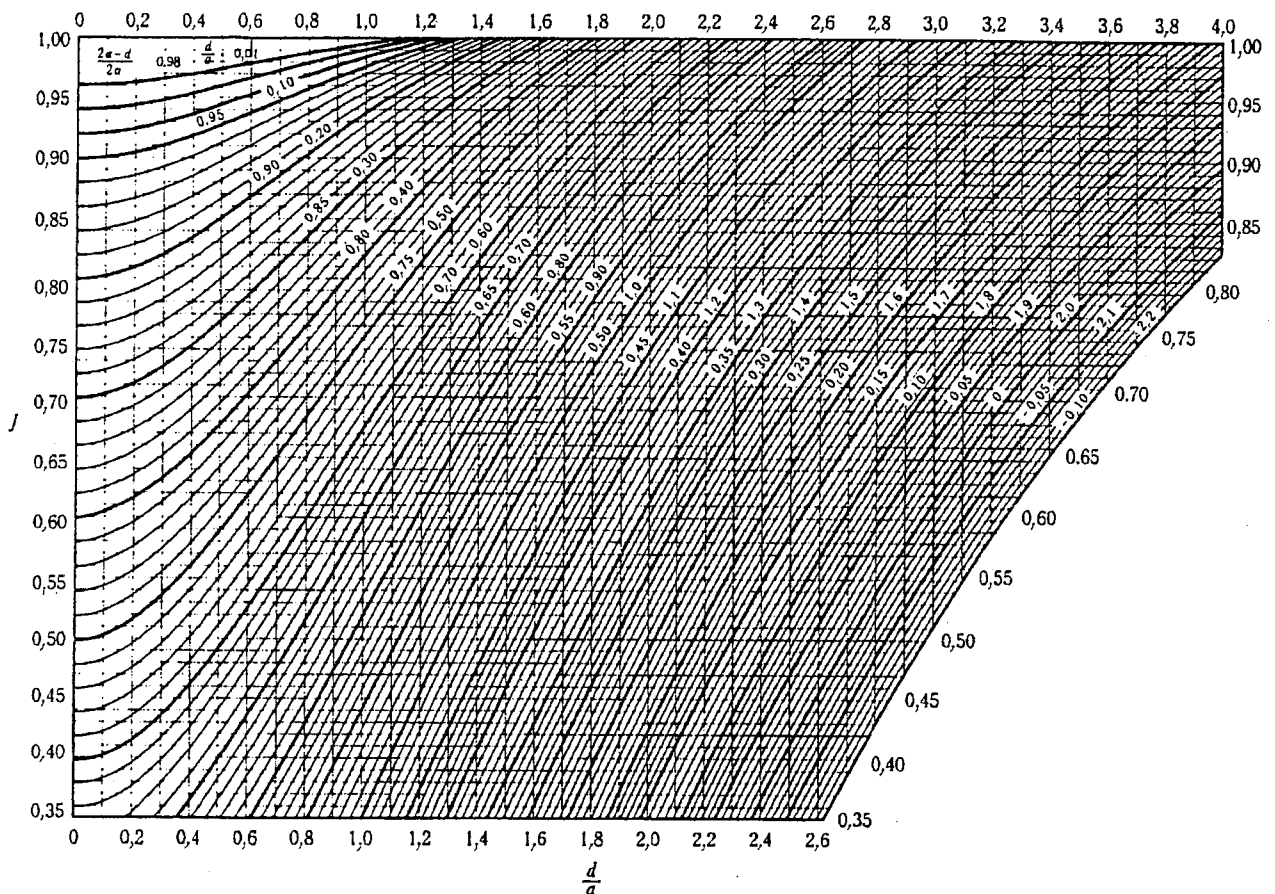
**Hình 3/7.1**  
Khoảng cách của các lỗ  
theo đường chéo



**Hình 3/7.2**  
Kiểu bố trí các lỗ  
theo hình răng cưa



**Hình 3/7.3**  
Kiểu bố trí các lỗ  
so le đều



**Hình 3/7.4** Hệ số độ bền của thanh giằng ở phần lỗ ống được khoan theo vòng tròn

- (4) Hệ số độ bền của thanh chằng theo một đơn vị chiều dài khi lỗ ống được bố  
(a) Với chiều dài  $L_1$  bằng đường kính trong của vỏ (không quá 1520 mm)

$$J_4 = \frac{a+b+c+\dots}{L_1}$$

- (b) Với chiều dài  $L_2$  bằng bán kính trong của vỏ (không quá 760 mm)

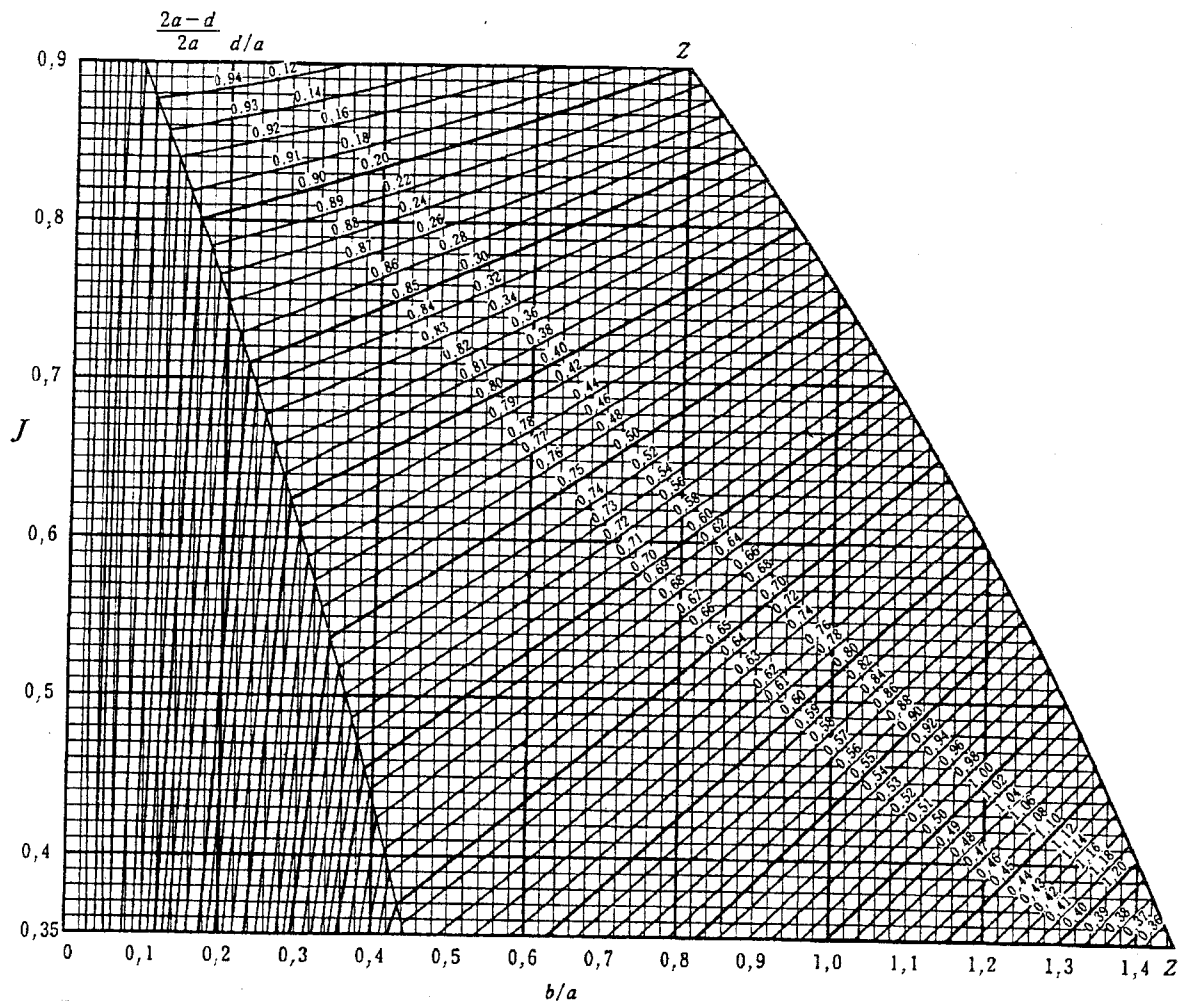
$$J_5 = \frac{a+b+c+\dots}{L_2} \times 1,25$$

Trong đó:

$J_4$  và  $J_5$  - Hệ số độ bền của thanh chằng;

a, b, c - Các khoảng cách giữa các lỗ ống được bố trí theo chiều dọc của vỏ.

Nếu chúng được bố trí theo hướng đường chéo thì các khoảng cách phải lấy là độ dài chiếu trên hướng dọc nhân với hệ số nhận được từ (3).



**Chú thích:**

Khi điểm rơi trên vùng bên phải của đường giao Z - Z hệ số dọc được coi như là hệ số của phần các lỗ ống.

**Hình 3/7.5 Hệ số độ bền của thanh chằng ở phần lỗ ống được khoan theo đường chéo**

## 7.5 Tính các kích thước quy định cho từng cơ cấu

### 7.5.1 Giới hạn chiều dày của từng cơ cấu

- 1 Chiều dày tấm vỏ và các tấm đáy không được nhỏ hơn 6 mm. Chiều dày tấm đáy được tạo hình trừ tấm đáy hình bán cầu không được nhỏ hơn chiều dày vỏ (được tính khi lấy hệ số độ bền bằng 1) mà tấm đáy được gắn vào.
- 2 Chiều dày mặt sàng không được nhỏ hơn 10 mm, chiều dày tấm phẳng không được nhỏ hơn 6 mm.
- 3 Chiều dày của miệng ống hàn vào thân và liên kết với giá đỡ không được nhỏ hơn 2,5 mm cộng thêm 1/25 đường kính ngoài của miệng ống, hoặc giá trị tính toán theo công thức cho trong 7.7.4. Tuy nhiên, trị số này không cần lớn hơn độ dày của thân nơi miệng ống được hàn vào.
- 4 Chiều dày của tấm buồng đốt không được nhỏ hơn 5 mm và không cần lớn hơn 22mm.

### 7.5.2 Chiều dày yêu cầu của tấm vỏ hình trụ chịu áp suất bên trong

Chiều dày yêu cầu của tấm vỏ hình trụ chịu áp suất trong được tính toán theo công thức dưới đây. Tuy nhiên nếu tấm vỏ hình trụ có các lỗ cần được gia cường thì các lỗ này phải được gia cường theo yêu cầu trong 7.6.3.

$$T_r = \frac{PR}{fJ - 0,5P} + 1$$

### 7.5.3 Chiều dày yêu cầu của tấm đáy được tạo hình chịu áp suất ở phía lõm không có thanh chằng, hay giá đỡ khác

#### 1 Chiều dày yêu cầu của tấm đáy không có lỗ được tính theo công thức sau:

(1) Tấm đáy hình lòng đĩa hay bán cầu:

$$T_r = \frac{PR_1 W}{2fJ - 0,5P} + 1$$

Trong đó:

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{R_1}{r}} \right) \text{ cho tấm đáy hình lòng đĩa.}$$

$W = 1$  cho tấm đáy hình bán cầu

$R_1$  - Bán kính trong của chòm,  $R_1$  phải nhỏ hơn đường kính ngoài của tấm đáy.

$r$  - Bán kính trong của mối nối,  $r$  không được nhỏ hơn 6% trị số lớn nhất giữa đường kính ngoài của phần viền tấm đáy hoặc 3 lần chiều dày thực của tấm đáy.

(2) Tấm đáy hình nửa e lip (khi tấm đáy có nửa trục ngắn bên trong không nhỏ hơn 1/4 trục dài tấm đáy).

$$T_r = \frac{PR}{fJ - 0,25P} + 1$$

#### 2 Chiều dày yêu cầu của tấm đáy có lỗ khoét phải tuân theo yêu cầu trong (1), (2) hoặc (3) sau đây:

(1) Khi lỗ khoét không cần phải gia cường theo các yêu cầu trong 7.6.2 hoặc lỗ khoét được gia cường theo yêu cầu trong 7.6.3-3 và 7.6.3-4 thì chiều dày phải được tính theo công thức trong -1.

(2) Khi tấm đáy có lỗ kiểm tra có gờ trong hoặc cửa người chui với đường kính lớn nhất vượt quá 150 mm và việc gia cường bằng gờ trong tuân theo các yêu cầu nêu ở 7.6.3-7 thì chiều dày được tính như sau:

(a) Tấm đáy hình lòng đĩa hoặc bán cầu:

Chiều dày phải tăng thêm không ít hơn 15% (nếu trị số tính toán nhỏ hơn 3 mm thì lấy bằng 3 mm) chiều dày được tính bằng công thức ở -1(1). Khi bán kính trong chòm cầu của tấm đáy nhỏ hơn 0,8 lần đường kính trong của vỏ thì trị số bán kính trong chòm cầu trong công thức phải là 0,8 lần đường kính trong của vỏ. Khi tính chiều dày của tấm đáy có hai lỗ người

chui như nói trong mục (a) thì khoảng cách giữa hai lỗ không nhỏ hơn 1/4 đường kính ngoài của tấm đáy.

(b) Tấm đáy dạng nửa e lip.

Những yêu cầu trong -1 (1) phải được áp dụng. Tuy nhiên khi đó  $R_1$  phải là 0,8 lần đường kính trong của vỏ và  $W = 1,77$ .

(3) Khi lỗ khoét không được gia cường theo những yêu cầu trong (1), (2) thì chiều dày yêu cầu phải được tính theo công thức sau đây. Tuy nhiên, chiều dày này không được nhỏ hơn trị số tính được bởi công thức cho ở -1.

$$T_r = \frac{PD_0}{2f} K + 1$$

Trong đó:

$D_0$  - Đường kính ngoài của tấm đáy (mm)

$K$  - Như được chỉ ra trong Hình 3/7.6 tuy vậy điều này có thể áp dụng cho tấm đáy phù hợp với điều kiện sau:

Tấm đáy hình bán cầu:

$$0,003D_0 \leq T_e \leq 0,16D_0$$

Tấm đáy dạng nửa ellip:

$$0,003D_0 \leq T_e \leq 0,08D_0$$

$$H \geq 0,18D_0$$

Tấm đáy hình lòng đĩa

$$0,003D_0 \leq T_e \leq 0,08D_0$$

$$r \geq 0,1D_0$$

$$r \geq 3T_e$$

$$R_1 \leq D_0$$

$$H \geq 0,18D_0$$

hoặc  $0,01D_0 \leq T_e \leq 0,03D_0$

$$r \geq 0,06D_0$$

$$H = 0,18 D_0$$

hoặc  $0,02D_0 \leq T_e \leq 0,03D_0$

$$r \geq 0,06D_0$$

$$0,18D_0 \leq H \leq 0,22D_0$$

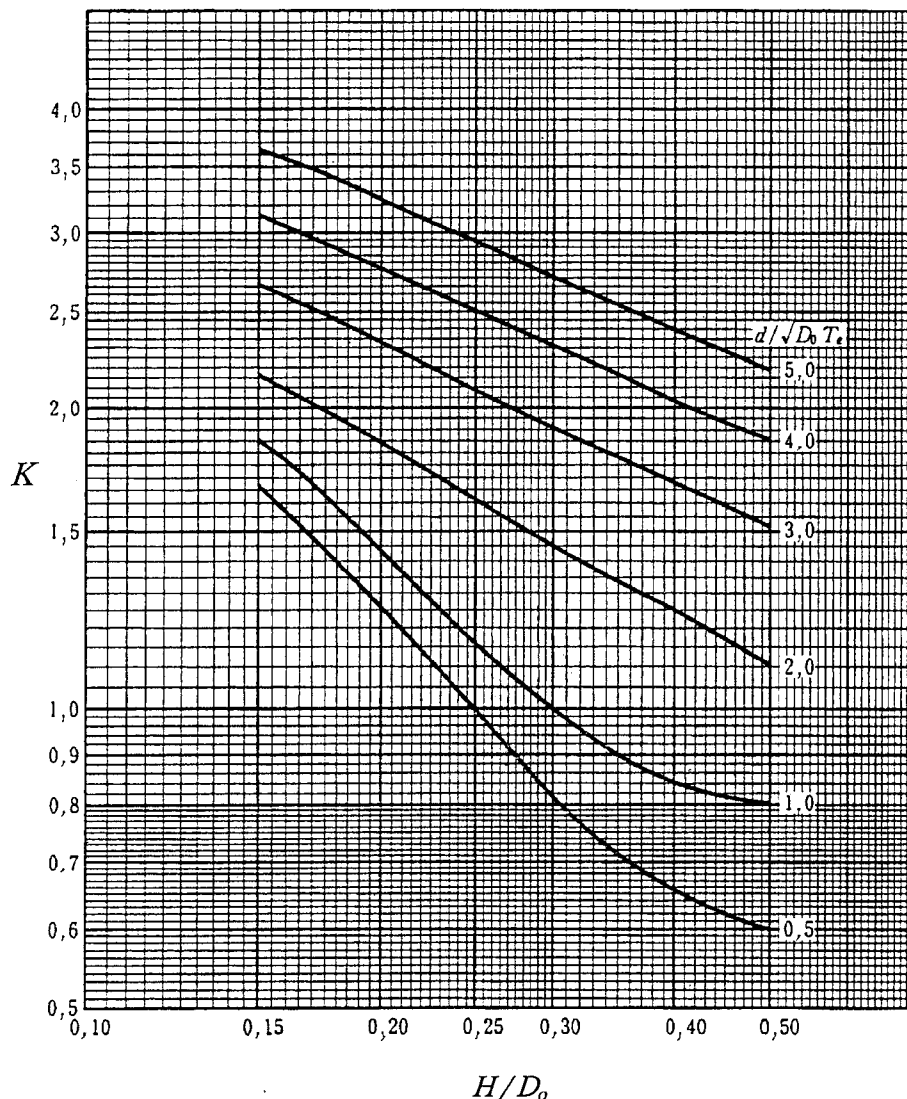
$T_e$  - Chiều dày thực của tấm đáy (mm).

$H$  - Chiều sâu của tấm đáy tính từ mặt ngoài tới mặt nổi của phần hình lòng đĩa với phần hình trụ (mm).

$R_1$  và  $r$  - Như đã chỉ ra trong -1(1).

#### 7.5.4 Chiều dày yêu cầu của tấm đáy được tạo hình và chịu áp suất ở mặt lõm

Chiều dày yêu cầu của tấm đáy được tạo hình và chịu áp suất ở phía mặt lõm không được nhỏ hơn chiều dày tính toán khi cho rằng phía mặt lõm chịu áp suất ít nhất là 1,67 lần áp suất thiết kế.



**Chú thích:**

d - Đường kính lỗ khoét (mm).

H - Chiều sâu của tấm đáy tính từ mặt ngoài tới mặt nối ghép của phần hình lõng đĩa với phần hình trụ (mm).

D<sub>o</sub> - Đường kính ngoài của tấm đáy (mm).

**Hình 3/7.6 Trị số K**

#### 7.5.5 Chiều dày yêu cầu của tấm đáy phẳng và nắp không có thanh chằng hoặc giá đỡ

1 Khi đáy phẳng và nắp không có thanh chằng hoặc giá đỡ được hàn vào tấm vỏ thì chiều dày được tính theo công thức sau:

(1) Tấm tròn

$$T_r = C_1 d \sqrt{\frac{P}{f}} + 1$$



(2) Tấm không tròn

$$T_r = C_1 C_2 d \sqrt{\frac{P}{f}} + 1$$

Trong đó:

$C_1$  - Hằng số được chỉ ra trên Hình 3/7.9 ;

$C_2 = \sqrt{3,4 - 2,4 \frac{d}{D'}}$  , nhưng không cần quá 1,6 ;

$d$  - Đường kính được chỉ trên Hình 3/7.9 (đối với tấm tròn), hoặc độ dài nhỏ nhất (đối với tấm không tròn) (mm) ;

$D'$  - Chiều dài của tấm đáy hoặc nắp không tròn được đo vuông góc với chiều ngắn (mm).

2 Khi nắp phẳng không có thanh giằng được bắt bu lông vào tấm vỏ thì chiều dày yêu cầu phải được tính theo công thức sau:

(1) Khi có các tấm đệm trên bề mặt:

Đối với tấm tròn

$$T_r = d \sqrt{\frac{C_3 P}{f}} + 1$$

Đối với tấm không tròn

$$T_r = d \sqrt{\frac{C_3 C_4 P}{f}} + 1$$

(2) Khi xét tới mô men do phản lực của đệm

Đối với tấm tròn

$$T_r = d \sqrt{\frac{C_3 P}{f} + \frac{1,78 W h_g}{f d^3}} + 1$$

Đối với tấm không tròn

$$T_r = d \sqrt{\frac{C_3 C_4 P}{f} + \frac{6 W h_g}{f L d^2}} + 1$$

Trong đó:

$C_3$  - Hằng số được xác định bởi phương pháp ghép bằng bu lông được chỉ ở Hình 3/7.10;

$C_4 = 3,4 - 2,4 \frac{d}{D'}$  , nhưng không cần quá 2,5;

$d$  - Đường kính được chỉ trong Hình 3/7.10 (cho tấm tròn) hoặc chiều dài nhỏ nhất (cho tấm không tròn) (mm);

$D'$  - Chiều dài của tấm đáy hoặc nắp không tròn được đo vuông góc với chiều ngắn (mm);

$W$  - Tải trọng trung bình của các tải trọng trên bu lông để làm kín nước và tải trọng cho phép đối với bu lông đang dùng (N);

$L$  - Tổng chu vi đường tròn đi qua tâm các bu lông (mm);

$h_g$ - Cánh tay đòn của mô men do phản lực của đệm được chỉ ra trong Hình 3/7.10 (mm).

### 7.5.6 Chiều dày của tấm phẳng có thanh chằng hoặc giá đỡ khác

- 1 Chiều dày của tấm phẳng không kể chiều dày chỗ cụm ống được đỡ bởi thanh chằng hay ống chằng được tính theo công thức sau:

$$T_r = C_5 S \sqrt{\frac{P}{f}} + 1$$

Trong đó:

$C_5$ - Hằng số được xác định theo phương pháp cố định thanh chằng hoặc ống chằng được cho trong Bảng 3/7.3. Khi dùng các phương pháp cố định khác nhau, trị số  $C_5$  là trung bình của các hằng số cho từng phương pháp,

S- Khi thanh chằng hoặc ống chằng được bố trí đều, "S" được tính theo công thức sau đây:

$$S = \sqrt{a^2 + b^2}$$

a - Khoảng cách theo phương ngang của thanh chằng hay ống chằng (mm)

b - Khoảng cách theo phương thẳng đứng (mm)

Khi thanh chằng hoặc ống chằng được bố trí không đều "S" là đường kính của đường tròn lớn nhất (mm) đi qua ít nhất 3 điểm đỡ nhưng không bao gồm bất kỳ điểm đỡ nào trong đường tròn.

**Bảng 3/7.3 Trị số  $C_5$**

| Phương pháp cố định thanh chằng hoặc ống chằng |                                                   | Khi các tấm không tiếp xúc với lửa | Khi các tấm tiếp xúc với lửa |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| (1)                                            | Khi thanh chằng gắn vào tấm như (5)A ở Hình 3/7.9 | 0,35                               | 0,38                         |
| (2)                                            | Khi thanh chằng gắn vào tấm như (5)B ở Hình 3/7.9 | 0,37                               | 0,40                         |
| (3)                                            | Khi thanh chằng gắn vào tấm như (5)C ở Hình 3/7.9 | 0,41                               | 0,44                         |
| (4)                                            | Khi thanh chằng gắn vào tấm như (5)D ở Hình 3/7.9 | 0,50                               | 0,53                         |
| (5)                                            | Khi ống chằng gắn vào tấm như (6)A ở Hình 3/7.9   | 0,42                               | 0,45                         |
| (6)                                            | Khi ống chằng gắn vào tấm như (6)B ở Hình 3/7.9   | 0,49                               | 0,52                         |
| (7)                                            | Khi ống chằng gắn vào tấm như (6)C ở Hình 3/7.9   | 0,49                               | 0,52                         |

- 2 Vị trí và hằng số  $C_5$  của điểm đỡ tại phần hàn giữa đầu phẳng và gờ cong hoặc vỏ, lò đốt ... như sau:

- (1) Chỗ bắt đầu đường cong của gờ phải được coi là điểm đỡ. Tuy thế khi bán kính trong của đường cong lớn hơn 2,5 lần chiều dày của tấm thì những điểm ở cách 3,5 lần chiều dày tấm tính từ mặt ngoài của gờ có thể được coi như là bắt đầu của đường cong. Trong trường hợp này trị số  $C_5$  phải bằng 0,39 nếu tấm tiếp xúc với lửa và 0,36 nếu tấm không tiếp xúc với lửa.
- (2) Phía trong của phần được hàn giữa đầu phẳng với vỏ, lò đốt ... được coi như điểm đỡ. Khi đó giá trị của hằng số  $C_5$  là 0,47 nếu tấm tiếp xúc với lửa và 0,43 nếu tấm không tiếp xúc với lửa.

- 3 Chiều dày mặt sàng của cụm ống được đỡ bởi ống chằng phải được tính theo công thức sau:

$$T_r = C_6 p \sqrt{\frac{P}{f}} + 1$$

Trong đó:

$C_6$ - Hằng số được xác định bởi phương pháp cố định các ống chằng được cho trong Bảng 3/7.4

$p$  - Khi ống chằng được bố trí đều, khoảng cách trung bình của các ống chằng tính được khi chia tổng 4 cạnh của hình được tạo bởi 4 điểm đỡ (mm). Khi ống chằng được bố trí không đều, "S" (mm) là đường kính vòng tròn lớn nhất đi qua ít nhất 3 điểm đỡ nhưng không bao gồm một điểm đỡ nào trong vòng tròn, và  $\frac{S}{\sqrt{2}}$  được dùng thay cho "p".

- 4 Chiều dày yêu cầu của mặt sàng của các nồi hơi đứng có ống khói nằm ngang mà nó tạo thành các hốc ống khói phải là giá trị lớn nhất trong các trị số tính theo công thức trong -3 hoặc công thức sau:

$$T_r = \frac{PDp}{1,97f(P - d_s)} + 1$$

Trong đó:

D- 2 lần khoảng cách hướng kính của tâm dây lỗ ống phía ngoài tới đường tâm vỏ (mm)

p- Bước theo phương đứng của các ống (mm)

$d_s$ - Đường kính lỗ ống trên mặt sàng (mm).

- 5 Chiều dày yêu cầu của mặt sàng sau trong nồi hơi hình trụ với buồng đốt kiểu ướt phải là trị số lớn nhất trong các trị số được tính theo công thức trong -3 hoặc theo công thức sau:

$$T_r = \frac{PWH}{183(H - d_i)}$$

Trong đó:

H - Khoảng cách theo phương ngang của các ống khói (mm);

$d_i$  - Đường kính trong của ống khói thông thường (mm);

W - Chiều sâu của phần trên buồng đốt (mm).

- 6 Đối với kích thước của các tấm đỉnh và tấm cạnh được chằng của buồng đốt của nồi hơi hình trụ, khoảng cách giữa các hàng thanh chằng gần nhất với mặt sàng hoặc tấm sau và đường bắt đầu cong của mặt sàng hay tấm sau không được lớn hơn "a" được xác định bởi công thức trong -1, thay chiều dày thực cho chiều dày yêu cầu.

**Bảng 3/7.4 Trị số  $C_6$**

| Phương pháp cố định ống chằng                      | Khi tấm không tiếp xúc với lửa | Khi tấm tiếp xúc với lửa |
|----------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Khi ống chằng được gắn vào tấm như (6)A Hình 3/7.9 | 0,51                           | 0,54                     |
| Khi ống chằng được gắn vào tấm như (6)B Hình 3/7.9 | 0,57                           | 0,61                     |
| Khi ống chằng được gắn vào tấm như (6)C Hình 3/7.9 | 0,57                           | 0,61                     |

### 7.5.7 Chiều dày yêu cầu của lò kiểu gợn sóng

Chiều dày của lò kiểu gợn sóng được tính theo công thức sau:

$$T_r = \frac{PD}{C} + 1$$

Trong đó:

D: Đường kính ngoài nhỏ nhất của phần gợn sóng của lò (mm).

C: Hằng số được cho theo Bảng 3/7.5

**Bảng 3/7.5 Trị số C**

| Kiểu lò                            | C   |
|------------------------------------|-----|
| Lò Mo-ri-xon, Dây-tôn hay tương tự | 107 |
| Lò hình củ hành được rèn           | 104 |

### 7.5.8 Độ dày yêu cầu của lò hình trụ trơn

Chiều dày yêu cầu của lò hình trụ trơn hoặc đáy trụ và ống khói của buồng đốt không được gia cường bằng các thanh chằng hoặc bằng cách khác phải được tính theo các công thức dưới đây lấy giá trị nào lớn hơn:

$$T_r = \sqrt{\frac{PD(L + 610)}{10500}} + 1$$

$$T_r = \frac{1}{325} \left( \frac{PD}{0,35} + L \right) + 1$$

Trong đó:

D - Đường kính ngoài của đáy buồng đốt của lò (mm);

L - Chiều dài lò hoặc chiều sâu của đáy buồng đốt (mm);

Chiều dài của lò được tính từ chỗ bắt đầu cong nơi các tấm lò có gờ và được nối với các tấm, vòng gia cường khác ...

### 7.5.9 Chiều dày yêu cầu của lò hình bán cầu không có thanh chằng hoặc giá đỡ khác

Chiều dày yêu cầu của lò hình bán cầu không có thanh chằng hay giá đỡ khác được tính theo công thức sau:

$$T_r = \frac{PR_f}{62} + 1$$

Trong đó:

R<sub>f</sub> - bán kính ngoài của mặt cong của lò (mm)

### 7.5.10 Chiều dày yêu cầu của vòng gờ hình chữ S của nồi hơi đứng

Chiều dày của vòng gờ hình chữ S nổi đáy lò của nồi hơi đứng với vỏ chịu toàn bộ tải đứng của lò phải được tính theo công thức sau:

$$T_r = \sqrt{\frac{PD(D - d)}{1010}} + 1$$

Trong đó:

D - Đường kính trong của vỏ (mm)

d - Đường kính ngoài của phần thấp của lò nơi nối với vòng gờ hình chữ S (mm)

**7.5.11 Chiều dày yêu cầu của tấm đai bộ lò của nồi hơi đứng**

Chiều dày yêu cầu của tấm đai bộ lò (xem Hình 3/7.9(4) E) nổi đáy lò nồi hơi đứng với vỏ được tính theo công thức sau:

$$T_r = 1,28\sqrt{DP}$$

Trong đó:

D - Đường kính trong của vỏ (mm)

**7.5.12 Đường kính yêu cầu của thanh chằng**

- 1 Đường kính yêu cầu của thanh chằng được tính theo công thức sau:

$$d = C\sqrt{PA} + 3$$

Trong đó:

d - Đường kính yêu cầu của thanh chằng (mm);

A - Diện tích thực được đỡ bởi một thanh chằng (mm<sup>2</sup>);

C = 0,13.

- 2 Khi áp dụng công thức trong -1 cho thanh chằng chéo, C trong công thức được thay bằng C<sub>1</sub> mà trị số được tính theo công thức sau:

$$C_1 = 0,13\sqrt{\frac{L}{H}}$$

Trong đó:

L - Chiều dài thanh chằng chéo (mm);

H - Chiều dài tương đương của thanh chằng vuông góc với mặt đỡ (mm).

**7.5.13 Kích thước yêu cầu của ống chằng**

Các kích thước yêu cầu của ống chằng đỡ mặt sàng được tính theo công thức sau đây.

Tuy nhiên chiều dày của ống chằng không được nhỏ hơn 6 mm cho những ống ở hàng biên của các cụm ống và 4,5 mm cho các ống khác.

$$a = \frac{PA}{51,7}$$

Trong đó:

a - Diện tích mặt cắt thực bé nhất của một ống chằng (mm<sup>2</sup>);

A - Diện tích thực được đỡ bởi một ống chằng (mm<sup>2</sup>).

**7.5.14 Chiều dày yêu cầu của các xà đỡ tấm đỉnh của buồng đốt và khoảng cách của chúng với các tấm cạnh**

- 1 Chiều dày của xà thép đỡ tấm đỉnh của buồng đốt được tính theo công thức sau:

$$T_r = \frac{DLP(L-p)}{Cd^2S}$$

Trong đó:

T - Chiều dày yêu cầu của xà hoặc là tổng chiều dày các tấm khi xà có kết cấu

tấm kép (mm);

d - Chiều cao của các xà ở trung tâm (mm);

L - Chiều rộng của buồng đốt được đo dọc bên trong phần trên (mm);

p - Bước của các thanh chằng đỡ các xà (mm);

D - Khoảng cách của các xà (mm);

S - Giới hạn bền kéo danh nghĩa của vật liệu làm xà ( $N/mm^2$ );

C - Hằng số cho trong Bảng 3/7.6.

- 2 Khi bán kính ngoài của mỗi nối tấm đỉnh với tấm bên của buồng đốt của nồi hơi nhỏ hơn  $1/2$  bước D của dầm đỡ tính được từ công thức ở -1, nhờ thay độ dày thực của xà nồi hơi vào công thức, khoảng cách giữa mặt trong của tấm cạnh và tâm dầm đỡ gần nhất không được lớn hơn bước D. Khi bán kính ngoài của mỗi nối lớn hơn  $D/2$  thì chiều rộng của bề mặt phẳng tính từ tâm dầm đỡ tới điểm bắt đầu của mỗi nối không được lớn hơn  $D/2$ .

**Bảng 3/7.6 Trị số C**

|                                           |                          |
|-------------------------------------------|--------------------------|
| Khi số thanh chằng (n) của mỗi xà là lẻ   | $\frac{0,253n}{n+1}$     |
| Khi số thanh chằng (n) của mỗi xà là chẵn | $\frac{0,253(n+1)}{n+2}$ |

#### 7.5.15 Chiều dày yêu cầu của bầu góp hình trụ

Chiều dày yêu cầu của bầu góp hình trụ phải được tính theo công thức 7.5.2. Tuy vậy, khi chiều dày của bầu góp vượt quá  $1/2$  bán kính trong của nó và nhiệt độ vật liệu nhỏ hơn hoặc bằng  $375^\circ C$  thì chiều dày được tính theo công thức sau:

$$T_r = R \left( \sqrt{\frac{fJ+P}{fJ-P}} - 1 \right) + 1$$

#### 7.5.16 Chiều dày yêu cầu của bầu góp hình vuông

- 1 Chiều dày của bầu góp hình vuông được làm từ thép rèn hoặc thép tấm hàn phải được tính theo công thức sau:

(1) Khi các lỗ không được bố trí nối tiếp:

$$T_r = \frac{Pl_2}{4f} \left( 1 + \sqrt{1 + 4f \frac{l_1^2}{Pl_2^2}} \right) + 1,5$$

(2) Khi các lỗ được bố trí nối tiếp:

$$T_r = \frac{Pl_2}{4f} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{8fl_1^2}{(1+J)Pl_2^2}} \right) + 1,5$$

Trong đó:

$l_1$  - chiều rộng bên trong được đo giữa các điểm đỡ của mặt phẳng để tính độ bền (mm);

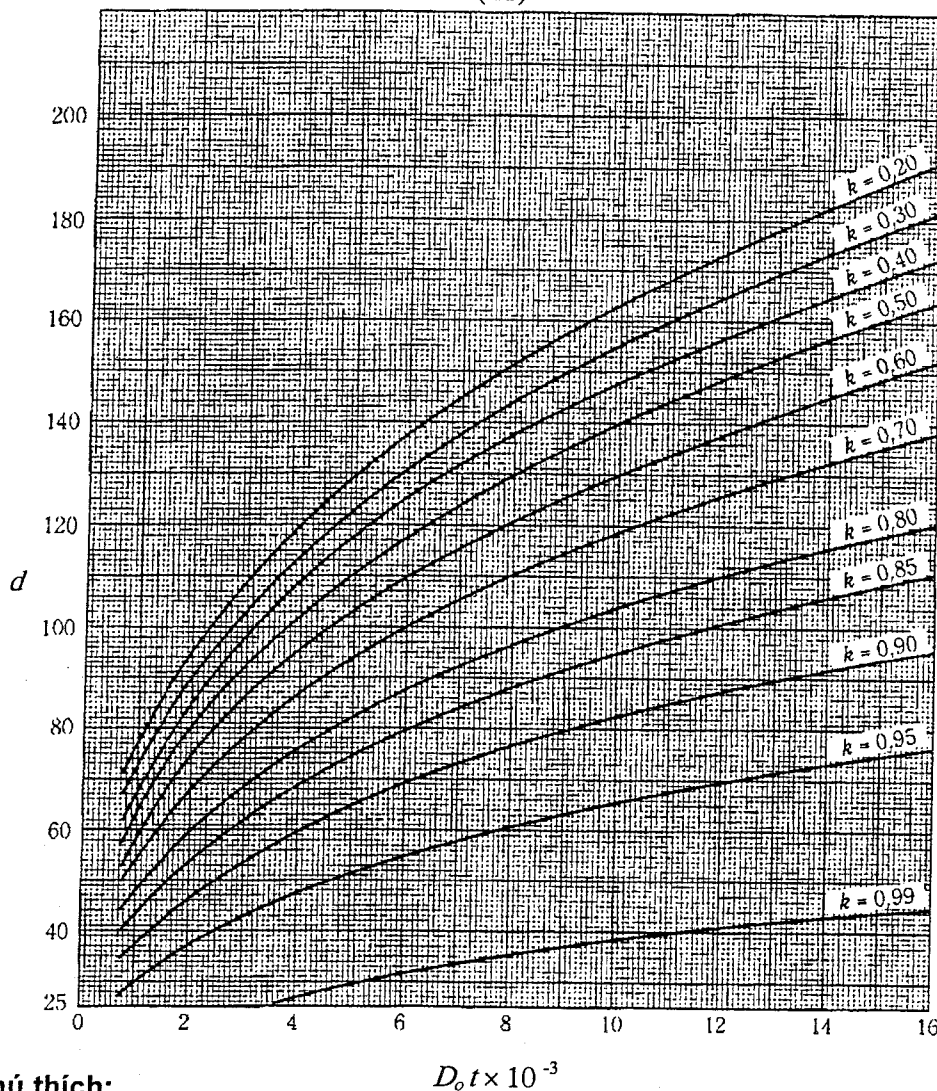
$l_2$  - chiều rộng bên trong của cạnh khác kể với  $l_1$  (mm).

### 7.6 Cửa quan sát, các lỗ khoét khác..., và sự gia cường chúng

#### 7.6.1 Cửa chui, cửa làm vệ sinh và cửa kiểm tra

- 1 Nồi hơi phải có các cửa để chui vào hoặc cửa để làm vệ sinh với kích thước đủ tại vị trí thích hợp sao cho dễ đến gần để kiểm tra và bảo dưỡng. Tuy nhiên do kết cấu hoặc do kích thước, yêu cầu làm cửa chui hoặc cửa làm vệ sinh là không thực tế thì việc bố trí hai cửa kiểm tra hoặc nhiều hơn ở các vị trí thích hợp để kiểm tra bên trong sẽ được coi là đủ.
- 2 Kết cấu của cửa chui hay cửa làm vệ sinh phải tuân theo những yêu cầu từ (1) đến (3) sau đây:
  - (1) Trục ngắn của cửa chui hình ôvan đặt trên tấm vỏ phải song song với phương dọc của trống (nồi hơi);
  - (2) Nắp cửa chui kiểu trong phải có vành gờ có khe hở không quá 1,5 mm trên toàn bộ chu vi lỗ cửa;
  - (3) Nắp cửa phải đủ bền và được kết cấu sao cho việc đóng mở lặp đi lặp lại không được gây tác hại cho sự an toàn. Trong trường hợp nắp được bắt bu lông thì nắp phải có kết cấu sao cho sự hư hỏng của bu lông không gây ra nguy hiểm.
- 3 Cửa để kiểm tra bầu góp phải được hoàn tất bằng máy sao cho nắp lỗ kiểm tra có thể lắp được một cách hữu hiệu.

(A)

**Chú thích:**

d - Đường kính lớn nhất của lỗ khoét (mm) không yêu cầu phải gia cường, khi đó đường kính lớn của lỗ khoét hình ôvan là trị trung bình của trục dài và trục ngắn;

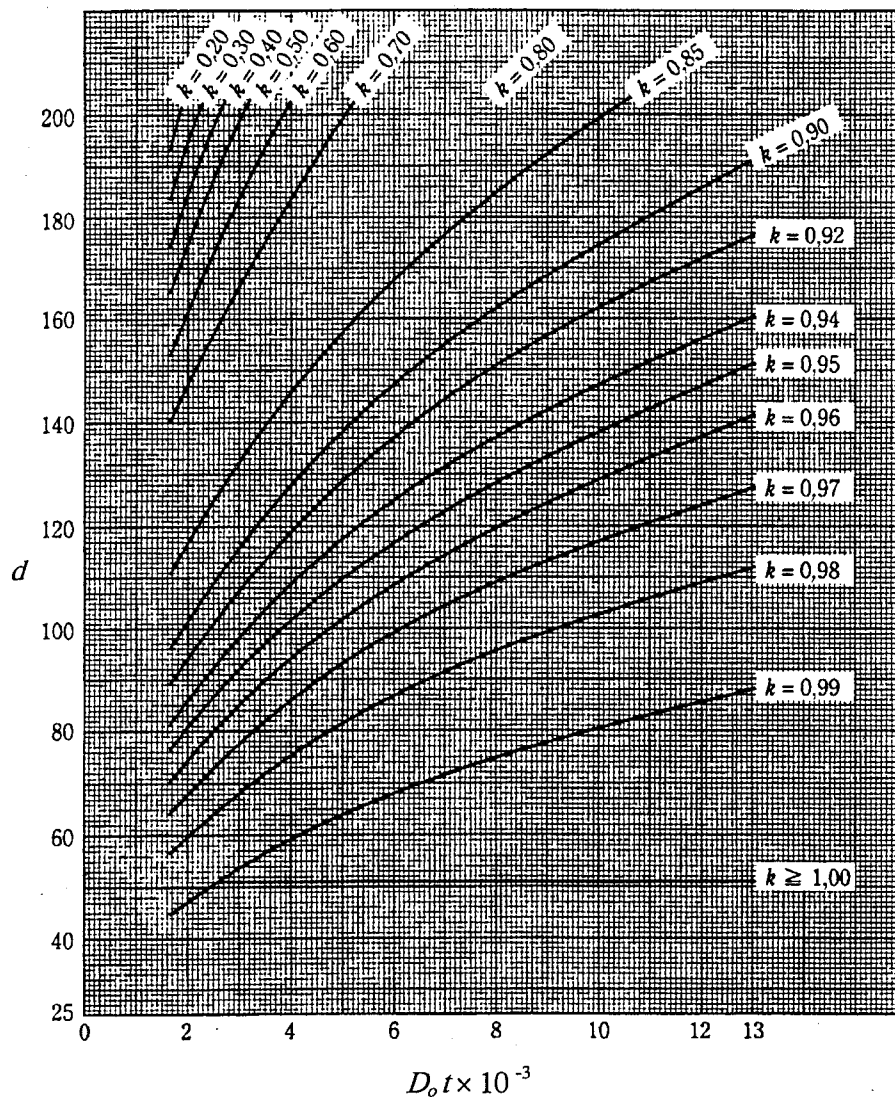
$D_o$  - Đường kính ngoài của vỏ (mm);

$T$  - Độ dày thực của tấm vỏ (mm);

$$k = \frac{PD_o}{1,82t}$$

Hình 3/7.7(a) Đường kính lớn nhất của lỗ khoét trên vỏ được phép không phải gia cường (còn tiếp)

(B)



**Chú thích:**

$d$  - Đường kính lớn nhất của lỗ khoét (mm) không yêu cầu phải gia cường, khi đó đường kính lớn của lỗ khoét hình oval là trị số trung bình của trục dài và trục ngắn;

$D_o$  - Đường kính ngoài của vỏ (mm);

$t$  - Độ dày thực của tấm vỏ (mm).

$$k = \frac{PD_o}{1,82t}$$

Hình 3/7.7(b) Đường kính lớn nhất của lỗ khoét trên vỏ được phép không phải gia cường (kết thúc)



**7.6.3 Phương pháp gia cường lỗ khoét**

**1** Ý nghĩa của các ký hiệu được dùng trong 7.6.3 như sau:

- a - Diện tích vỏ hoặc tấm đáy có thể gia cường ( $\text{mm}^2$ );
- $A_0$  - Diện tích yêu cầu của tiết diện ngang của phần gia cường ( $\text{mm}^2$ );
- $d_1$  - Đường kính lỗ khoét trên tiết diện ngang nơi dự định gia cường (mm);
- $d_0$  - Đường kính lớn nhất của lỗ khoét được gia công trên mặt cắt dọc của tấm vỏ hoặc mặt cắt ngang của tấm đáy (mm);
- h - Độ dày của gờ được đo dọc theo trục lớn của lỗ khoét tính từ mặt ngoài của tấm đáy (mm);
- $t_n$  - Chiều dày thực của hống (mm);
- $T_{nr}$  - Chiều dày yêu cầu của hống (mm);
- T - Chiều thực của tấm vỏ hoặc tấm đáy (mm);
- $T_0$  - Chiều dày yêu cầu của tấm vỏ hoặc của tấm đáy trống (mm) được tính theo giả định hệ số độ bền mỗi nối bằng 1, trừ trường hợp khi các lỗ khoét và gia cường của nó hoàn toàn ở trong phần hình cầu của tấm đáy hình lòng đĩa, thì  $T_0$  là chiều dày yêu cầu cho tấm đáy hình bán cầu có cùng bán kính với phần hình cầu của tấm đáy, hoặc khi lỗ khoét cùng với phần gia cường ở trong tấm đáy dạng nửa elip và toàn bộ nằm trong hình tròn trên tấm đáy với đường kính của đường tròn bằng 80% đường kính trong của vỏ thì  $T_0$  là chiều dày yêu cầu của tấm đáy mặt bán cầu có bán kính đến 90% đường kính trong của vỏ.

**2** Đối với lỗ khoét trên tấm vỏ và trên tấm đáy được tạo hình, phần gia cường phải sao cho diện tích mặt cắt ngang đi qua tâm lỗ khoét và trục giao với mặt lỗ khoét không nhỏ hơn trị số được tính theo công thức:

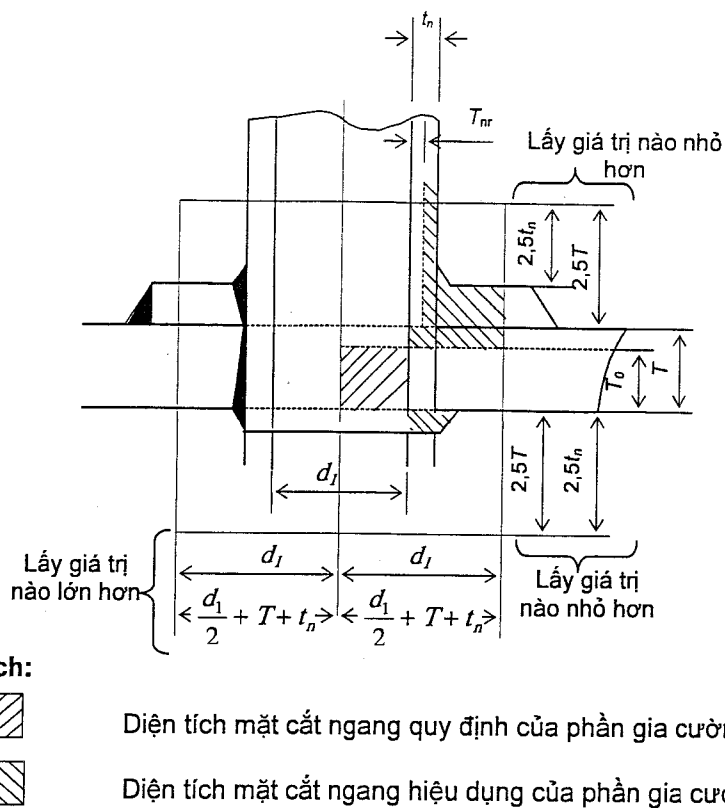
$$A_0 = d_0 T_0$$

**3** Khi tấm đáy phẳng hoặc tấm nắp được quy định ở 7.5.5 có lỗ khoét thì chúng phải phù hợp với yêu cầu sau:

(1) Khi tấm đáy phẳng hoặc tấm nắp có lỗ khoét với đường kính không quá 0,5 lần đường kính đối với tấm tròn hoặc chiều dài nhỏ nhất ( $d$  được cho trong Hình 3/7.9 và 3/7.10) đối với tấm không tròn thì tấm đáy hoặc tấm nắp phải có tổng diện tích mặt cắt ngang của phần gia cường không nhỏ hơn trị số được tính theo công thức sau:

$$A_0 = 0,5 d_0 T_0$$

(2) Khi tấm đáy phẳng hoặc tấm nắp có lỗ khoét với đường kính quá 0,5 đường kính đối với tấm tròn hoặc chiều dài nhỏ nhất ( $d$  được chỉ ra trong Hình 3/7.9 và 3/7.10) đối với tấm không tròn thì chiều dày của tấm đáy hoặc tấm nắp phải bằng 1,5 lần chiều dày yêu cầu được chỉ ra trong điều 7.5.5 không kể đến lượng dư ăn mòn.



**Hình 3/7.8 Phạm vi có hiệu quả của phần gia cường**

- 4 Việc gia cường phải được thực hiện trong phạm vi có hiệu quả. Phạm vi hiệu quả của việc gia cường được giới hạn bởi hai đường dọc theo thành và hai đường song song với trục của lỗ khoét trên mặt phẳng đứng tới thành chứa tâm lỗ khoét. Chiều dài của bốn đường như sau (xem Hình 3/7.8):
- (1) Chiều dài của những đường dọc theo thành phải là khoảng cách tính từ tâm lỗ khoét về mỗi phía và bằng giá trị lớn nhất trong các giá trị sau:
    - (a) Đường kính của lỗ khoét được gia công trên mặt cắt ngang (mm);
    - (b) Bán kính của lỗ khoét được gia công trên mặt cắt ngang cộng với chiều dày của thành và chiều dày thành của hống (mm).
  - (2) Chiều dài của các đường song song với trục của lỗ khoét tính từ mặt của thành phải bằng trị số nhỏ hơn trong các giá trị sau (mm):
    - (a) 2,5 lần chiều dày của thành (mm);
    - (b) 2,5 lần chiều dày thành của hống cộng với chiều dày của bất kỳ chi tiết gia cường nào trừ phần kim loại hàn.
- 5 Bất kỳ phần nào dày hơn chiều dày yêu cầu của vỏ, tấm đáy hoặc hống nổi được tính theo yêu cầu trong 7.5.2 và kim loại hàn đắp có thể được coi là phần gia cường, với điều kiện là nó nằm trong phạm vi hiệu quả của phần gia cường. Khi đó diện tích của vỏ hoặc tấm đáy có thể gia cường phải là trị số lớn nhất trong các diện tích được tính theo các công thức sau:

$$a = d_1(T - T_0)$$

$$a = 2(T - T_0)(T + t_n)$$

- 6** Khi ứng suất cho phép của vật liệu gia cường khác với ứng suất của vật liệu dùng làm vỏ, phải tiến hành hiệu chỉnh theo công thức sau:

$$K_R = \frac{f_R}{f_s}$$

Trong đó:

$K_R$  : Hệ số được nhân với diện tích gia cường và hệ số này không được vượt quá 1;

$f_s$  : Ứng suất cho phép của vật liệu được sử dụng làm vỏ (N/mm<sup>2</sup>);

$f_R$  : Ứng suất cho phép của vật liệu phần gia cường (N/mm<sup>2</sup>).

- 7** Lỗ khoét ở tấm đáy có thể được gia cường bằng gờ. Trong trường hợp này chiều cao của gờ không nhỏ hơn trị số tính được từ công thức sau:

(1) Khi chiều dày của tấm không lớn hơn 38 mm

$$h = 3T_0$$

(2) Khi chiều dày của tấm lớn hơn 38 mm

$$h = T_0 + 76$$

## 7.7 Ống

### 7.7.1 Lắp ống

- 1** Ống phải được lắp vào mặt sàng nhờ nong rộng hoặc phương pháp thích hợp khác và ống phải được đặt nhô ra không ít hơn 6 mm qua một cổ hay đai của mặt tựa song song, trừ trường hợp lắp ống bằng hàn. Khi đầu ống được cố định bằng hàn phải xem xét để tránh biến dạng của ống do chênh lệch về giãn nở nhiệt của ống đối với ống.
- 2** Khi các ống nước được liên kết với mặt sàng bằng cách làm loe miệng ống thì góc trong của miệng loe phải không nhỏ hơn 30°.
- 3** Lỗ ống phải được gia công sao cho ống được đặt khít trong đó. Khi ống hầu như trực giao với mặt sàng thì mặt tựa song song của các lỗ phải dày không dưới 10 mm. Khi các đầu ống không trực giao với mặt sàng ống thì chiều dày của lỗ ống vuông góc với mặt sàng không được nhỏ hơn 10 mm đối với ống có đường kính ngoài không quá 60 mm và không được nhỏ hơn 13 mm đối với ống có đường kính ngoài lớn hơn 60 mm.
- 4** Ở nồi hơi đứng có các ống khói nằm ngang thì mỗi ống khói xen kẽ ở các hàng ống ngoài thẳng đứng phải là ống chằng.

### 7.7.2 Chiều dày tối thiểu của ống

Chiều dày của ống được dùng cho nồi hơi phải không được nhỏ hơn 2 mm đối với ống có đường kính ngoài nhỏ hơn 30 mm và không được nhỏ hơn 2,5 mm đối với ống có đường kính ngoài từ 30 mm trở lên.

### 7.7.3 Chiều dày của ống khói

Chiều dày của ống khói được tính theo công thức sau:

$$T_r = (Pd/70) + 2$$

Trong đó:

D - Đường kính ngoài của ống khói (mm).

#### 7.7.4 Chiều dày của ống chịu áp suất bên trong

Chiều dày của ống (ống bay hơi, ống nước vách, ống tuần hoàn, ống của thiết bị quá nhiệt, ống của bình hâm tiết kiệm, ống bình hâm tiết kiệm khí thải....) chịu áp suất bên trong phải được tính theo công thức:

$$T_r = \frac{Pd}{2f + P} + 1,5$$

Trong đó:

d: đường kính ngoài của ống (mm).

### 7.8 Nối ghép các bộ phận

#### 7.8.1 Nối bằng hàn

- 1 Kích thước và hình dạng của mép hàn được chuẩn bị phải sao cho mỗi hàn ngấu, không có khuyết tật. Mỗi mối hàn phải được thiết kế sao cho không phải chịu ứng suất uốn lớn quá. Khi kết cấu có ứng suất uốn tập trung ở chân mỗi hàn do biến dạng gây ra bởi uốn phải tránh hàn nối góc hoặc mối hàn giáp mép đơn.
- 2 Khi các tấm có chiều dày khác nhau được nối bằng mối hàn giáp mép thì tấm dày hơn phải được vát mép để giảm dần chiều dày trong khoảng không nhỏ hơn bốn lần khoảng chênh lệch chiều dày giữa hai tấm sao cho 2 tấm có chiều dày bằng nhau ở chỗ được hàn. Trong trường hợp này, việc vát mép có thể được thực hiện ở một phía chỉ đối với những mối nối theo chu vi của vỏ còn đối với những mối nối dọc việc vát mép phải được thực hiện ở cả hai phía sao cho đường tâm của cả hai tấm có thể trùng khớp. Trong trường hợp việc giảm chiều dày được thực hiện ở một phía của mối nối dọc, khoảng cách giữa đường tâm của mỗi hàn và điểm xuất phát của đường vát không được nhỏ hơn chiều dày của tấm mỏng hơn.
- 3 Mỗi nối theo chu vi hoặc dọc tấm vỏ phải là mối hàn hai phía hoặc mối hàn một phía được Đăng kiểm chấp nhận.

#### 7.8.2 Hình dạng mối nối và ghép

Các mẫu mối nối hàn và ghép phải như được quy định ở Hình 3/7.9 hoặc tương đương được Đăng kiểm chấp nhận.

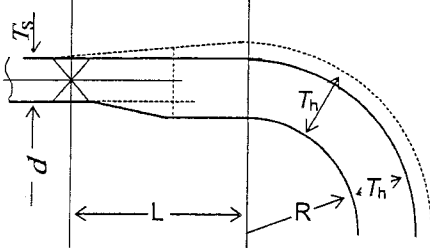
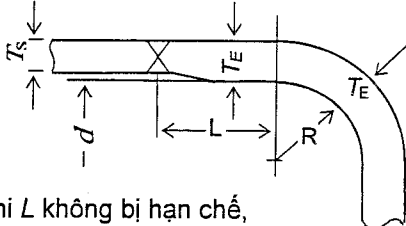
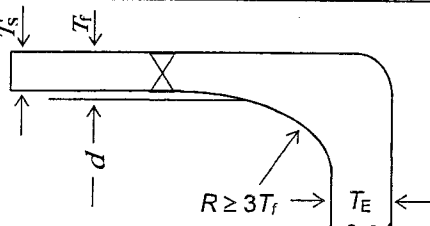
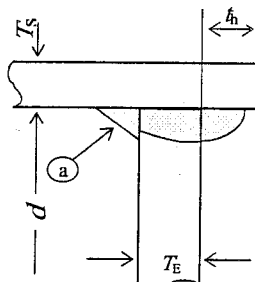
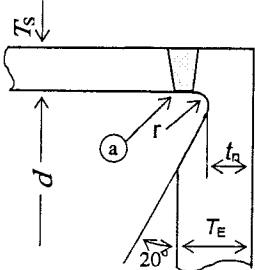
#### 7.8.3 Kết cấu các tấm nắp bắt bu lông

Kết cấu những tấm nắp phẳng không có giá đỡ được bắt bu lông vào vỏ được chỉ ra trong Hình 3/7.10 hoặc tương tự được Đăng kiểm chấp nhận.

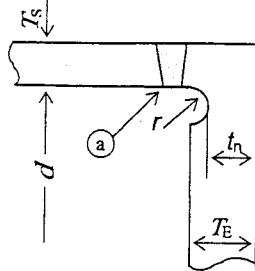
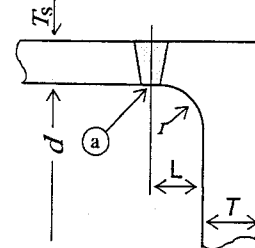
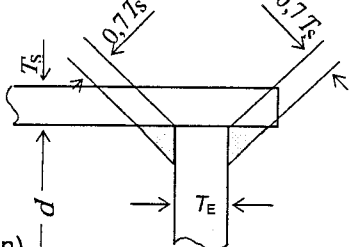
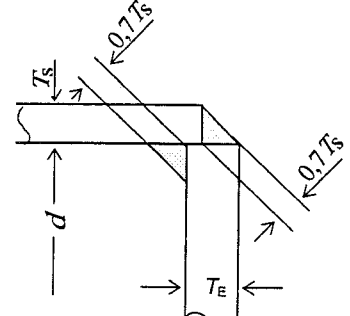
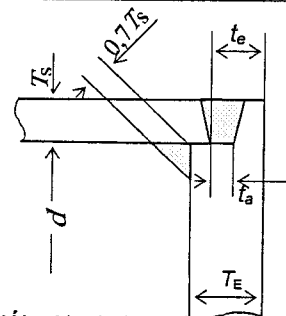
### 7.9 Phụ tùng

#### 7.9.1 Vật liệu phụ tùng

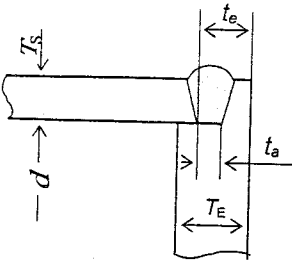
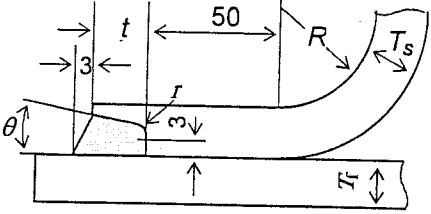
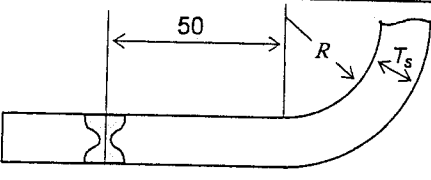
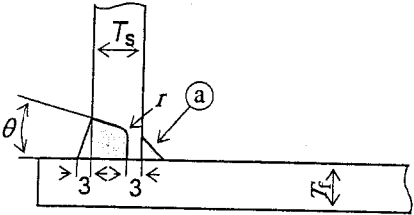
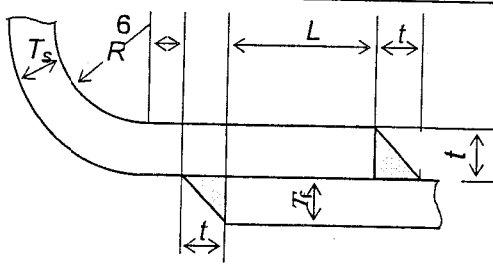
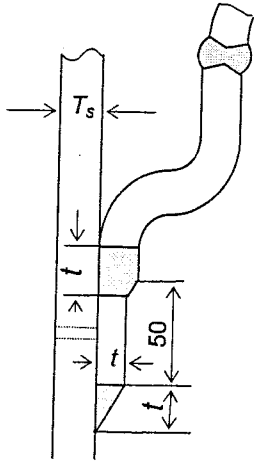
- 1 Vật liệu của các miệng ống, gờ hay thanh chằng được gắn trực tiếp vào trống nổi hơi (kể cả các bầu góp) phải là thép thích hợp với nhiệt độ làm việc.
- 2 Trừ những điều đã được chỉ rõ trong -1 vật liệu làm hộp van hay các phụ tùng được lắp trên nổi hơi và chịu áp suất phải thích hợp với nhiệt độ làm việc và phải là thép, trừ những trường hợp sau:

| Phân hàn                                             | Ký hiệu | Kiểu hàn và giá trị hằng số $C_1$                                                                                                                                                                                                                                                       | Ghi chú                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1)<br>Mối hàn giữa tấm đáy được tạo hình và vỏ      | A       |                                                                                                                                                                                                        | $L \geq 3T_h$ , nhưng không cần lớn hơn 38 mm.<br>Khi $T_h = 1,25T_s$ , giá trị được đề cập ở trên có thể giảm.                                                                |
|                                                      | A       | <br>Khi $L$ không bị hạn chế,<br>$C_1 = 0,50$ (tròn hoặc không tròn)<br>$R \geq 3T_E$<br>Khi $L \geq \left(1,1 - 0,8 \times \frac{T_s^2}{T_E^2}\right) \sqrt{dT_E}$<br>$C_1 = 0,39$ (chỉ đối với tròn) |                                                                                                                                                                                |
| (2)<br>Mối hàn giữa tấm đáy phẳng hoặc tấm nắp và vỏ | B       | <br>$C_1 = 0,50$ (tròn hoặc không tròn)                                                                                                                                                              | $T_f \geq 2T_s$                                                                                                                                                                |
|                                                      | C       | <br>$C_1 = 0,70$ (tròn hoặc không tròn)                                                                                                                                                             | (1) $T_s \geq 1,25T_{ro}$<br>(2) $t_h \geq T_s$<br>(3) Khi hàn phần (a) được coi là khó khăn thì phải dùng tấm đỡ lưng hoặc phương pháp hàn đảm bảo ngấu đến chân.             |
|                                                      | D       | <br>$C_1 = 0,55$ (tròn)<br>$C_1 = 0,70$ (không tròn)                                                                                                                                                | (1) $r \geq 0,2T_E$ , nhưng không nhỏ hơn 5 mm<br>(2) Khi hàn phần (a) phải dùng phương pháp hàn sao cho ngấu đến chân<br>(3) Các tấm đáy hoặc nắp phải được làm bằng thép rèn |

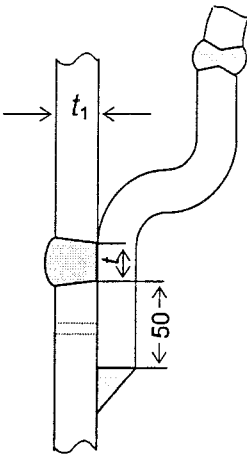
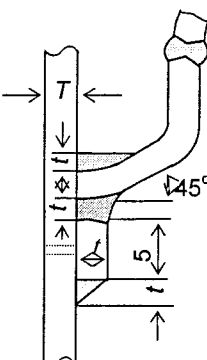
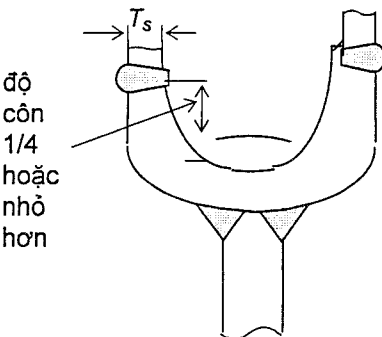
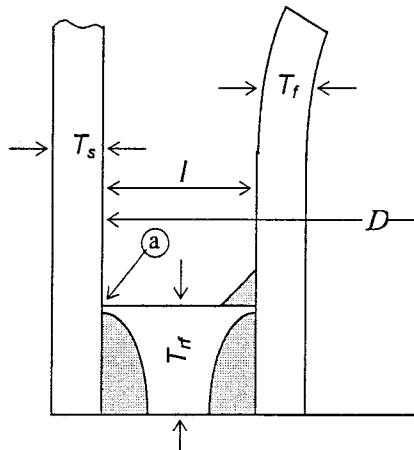
Hình 3/7.9 - Các ví dụ về mối hàn được chấp nhận cho từng trường hợp

| Phân hàn                                             | Ký hiệu | Kiểu hàn và giá trị hằng số $C_1$                                                                                                                                                     | Ghi chú                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                      | E       |  <p> <math>C_1 = 0,55</math> (tròn)<br/> <math>C_1 = 0,70</math> (không tròn)                 </p>  | (1) $r \geq 0,2T_E$ , nhưng không nhỏ hơn 5 mm<br>(2) $t_n \geq 1,25T_{ro}$<br>(3) Khi hàn phần phải (a) dùng phương pháp hàn sao cho ngấu đến chân<br>(4) Các tấm đáy hoặc nắp phải được làm bằng thép rèn |
|                                                      | F       |  <p> <math>C_1 = 0,55</math> (tròn)<br/> <math>C_1 = 0,70</math> (không tròn)                 </p>  | (1) $r \geq 0,3T_E$<br>(2) $L \geq T_E$<br>(3) Đối với phần (a) yêu cầu tương tự như nêu ở trên<br>(4) Các tấm đáy hoặc tấm nắp phải được làm bằng thép rèn                                                 |
| (2)<br>Mối hàn giữa tấm đáy phẳng hoặc tấm nắp và vỏ | G       |  <p> <math>C_1 = 0,55</math> (tròn)<br/> <math>C_1 = 0,70</math> (không tròn)                 </p> | $T \geq 1,25T_{ro}$                                                                                                                                                                                         |
|                                                      | H       |  <p> <math>C_1 = 0,55</math> (tròn)<br/> <math>C_1 = 0,70</math> (không tròn)                 </p> | $T \geq 1,25T_{ro}$                                                                                                                                                                                         |
|                                                      | I       |  <p> <math>C_1 = 0,55</math> (chỉ đối với tròn)                 </p>                               | (1) $T_s \geq 1,25T_{ro}$<br>(2) $t_a \geq T_s$ , nhưng không cần quá 6,5 mm<br>(3) $t_e$ không được nhỏ hơn $2T_{ro}$ hoặc $1,25T_s$ , lấy giá trị nào lớn hơn                                             |

Hình 3/7.9 - Các ví dụ về mối hàn được chấp nhận cho từng trường hợp (tiếp theo)

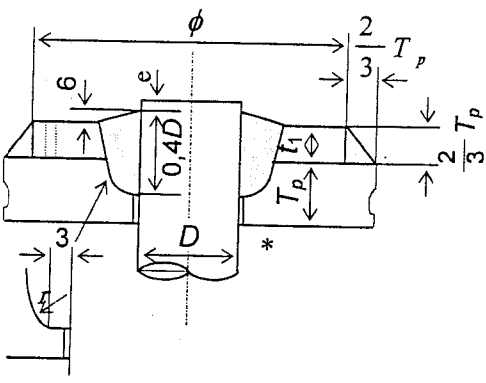
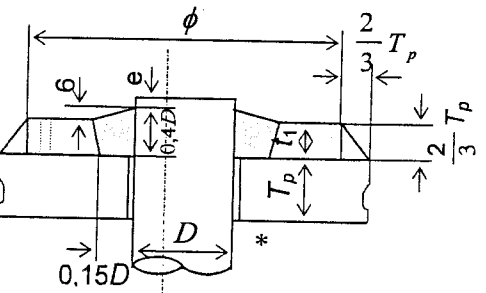
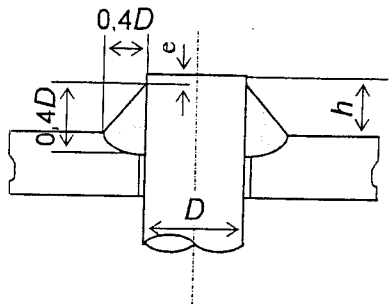
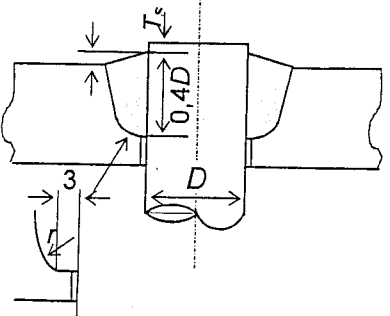
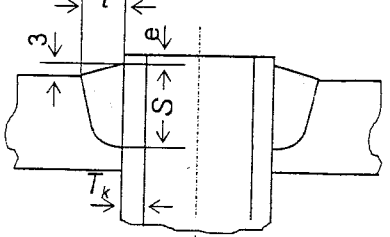
| Phân hàn                                             | Ký hiệu | Kiểu hàn và giá trị hằng số $C_1$                                                                                                       | Ghi chú                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (2)<br>Mối hàn giữa tấm đáy phẳng hoặc tấm nắp và vỏ | J       |  <p><math>C_1 = 0,70</math> (tròn hoặc không tròn)</p> | (1) Chỉ đối với các bầu góp kiểu ống<br>(2) $T_s \geq 1,25T_{ro}$ (chỉ đối với hình tròn)<br>(3) $T_a \geq T_s$ nhưng không cần quá 6,5 mm<br>(4) $t_e$ không được nhỏ hơn $2T_{ro}$ hoặc $1,25T_s$ lấy giá trị nào lớn hơn |
|                                                      | A       |                                                        | (1) Áp dụng cho mối hàn ở mặt trước nổi hơi<br>(2) $t \geq T_s - 3$<br>(1) Khoảng $\theta$ bao gồm ở giữa $10^\circ$ và $20^\circ$<br>(3) $10 \geq r \geq 5$                                                                |
|                                                      | B       |                                                       |                                                                                                                                                                                                                             |
| (3)<br>Mối hàn giữa lò và tấm vỏ hoặc tấm đáy        | C       |                                                      | (2) Áp dụng cho mối hàn ở mặt trước nổi hơi<br>(3) Phần (a) phải là mối hàn hơi lõm góc (chiều dày chỗ lõm từ 4 đến 6 mm)<br>(4) Khoảng $\theta$ bao gồm ở giữa $10^\circ$ và $20^\circ$<br>(4) $10 \geq r \geq 5$          |
|                                                      | D       |                                                      | (1) Áp dụng cho mối hàn ở mặt trước nổi hơi<br>(2) $t \geq T_r$<br>(3) $L \geq 2T_s$                                                                                                                                        |
| (4)<br>Mối hàn giữa vòng gờ hình chữ S và tấm vỏ     | A       |                                                      | $t \geq T_s$                                                                                                                                                                                                                |

Hình 3/7.9 - Các ví dụ về mối hàn được chấp nhận cho từng trường hợp (tiếp theo)

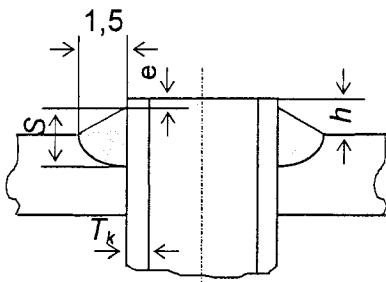
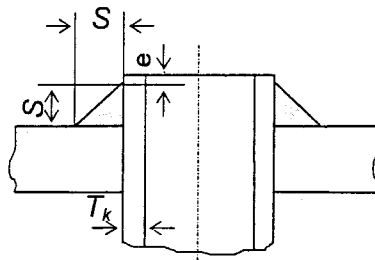
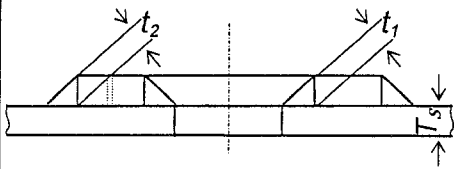
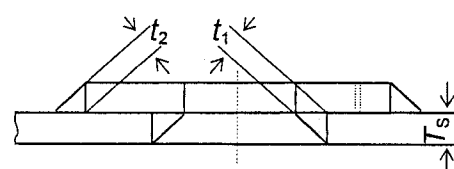
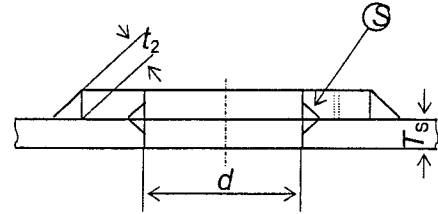
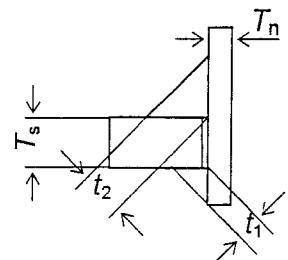
| Phần hàn                                                        | Ký hiệu | Cách thức hàn                                                                                                                 | Ghi chú                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (4)<br>Mối hàn giữa<br>vòng gờ<br>hình<br>chữ S<br>và<br>tấm vỏ | B       |                                              | $t \geq T_s$                                                                                                                             |
|                                                                 | C       |                                             | $t \geq T_s$                                                                                                                             |
|                                                                 | D       | <br>độ<br>côn<br>1/4<br>hoặc<br>nhỏ<br>hơn | $t \geq T_s$                                                                                                                             |
|                                                                 | E       |                                            | (1) Nếu $D \leq 750$ , $l \geq 50$<br>Nếu $D > 750$ , $l \geq 60$<br><br>(2) Khi hàn phần (a) phương pháp hàn phải sao cho ngấu đến chân |

Hình 3/7.9 - Các ví dụ về mối hàn được chấp nhận cho từng trường hợp (tiếp theo)



| Phân hàn                                                       | Ký hiệu | Cách thức hàn                                                                       | Ghi chú                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (5)<br>Mối hàn giữa thanh giằng và mặt sàn hoặc tấm đáy        | A       |   | <p>(1) <math>\phi \geq \frac{2}{3} p</math> (p là bước của các thanh giằng, dưới đây cũng quy định như thế)</p> <p>(2) <math>t_1 \geq \frac{2}{3} T_p</math></p> <p>(3) Phần được đánh dấu * phải áp dụng hàn hơi lõm góc (chiều dày chân từ 4 đến 6 mm) hoặc hàn bột từ cạnh tấm cho đầy khe</p> <p>(4) Trên phía lửa: <math>e \leq 1,5</math></p> |
|                                                                | B       |   | <p>(1) <math>\frac{2}{3} p &gt; \phi \geq 0,5 D</math></p> <p>(2) <math>t_1 \geq \frac{2}{3} T_p</math></p> <p>(3) Phần được đánh dấu * cũng phải như được nói ở trên</p> <p>(4) Trên phía lửa: <math>e \leq 1,5</math></p>                                                                                                                         |
|                                                                | C       |  | Ở phía tiếp xúc với lửa $e \leq 1,5$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                                | D       |  | Ở phía tiếp xúc với lửa $h \leq 10$ và $e \leq 1,5$                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| (6)<br>Mối hàn giữa ống giằng hoặc ống và mặt sàn hoặc tấm đáy | A       |  | <p>(1) <math>t \geq T_k</math></p> <p>(2) <math>S \geq 2t</math></p> <p>(3) Ở phía tiếp xúc với lửa <math>e \leq 1,5</math></p>                                                                                                                                                                                                                     |

Hình 3/7.9 - Các ví dụ về mối hàn được chấp nhận cho từng trường hợp (tiếp theo 0)

| Phân hàn                                                          | Ký hiệu | Cách thức hàn                                                                       | Ghi chú                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (6)<br>Mối hàn giữa ống giăng hoặc ống và mặt sàng hoặc tấm đáy   | B       |    | (1) $t \geq T_k$<br>(2) $S \geq 1,5t$ hoặc $t + 3$<br>(3) ở phía tiếp xúc với lửa<br>$h \leq 10$ và $e \leq 1,5$                                   |
|                                                                   | C       |    | (1) $S \geq T_k + 3$<br>(2) Phải hàn sau<br>(3) Có dẫn ống<br>(4) Ở phía tiếp xúc với lửa, $e \leq 1,5$                                            |
| (7)<br>Mối hàn giữa đế hoặc vòng gia cường và tấm vỏ hoặc tấm đáy | A       |   | (1) $t_1 + t_2 \geq 1,25t_m$<br>(2) $t_1, t_2 \geq t_m/3$ , nhưng tối thiểu là 6,5 mm                                                              |
|                                                                   | B       |  |                                                                                                                                                    |
|                                                                   | C       |  | (1) Có thể áp dụng chỉ khi $d < 60$<br>(2) $t_2 \geq 0,7t_m$<br>(3) Phần phải được hàn để ngăn rò rỉ                                               |
| (8)<br>Mối hàn giữa hống lắp phụ tùng với tấm vỏ hoặc tấm đáy     | A       |  | (1) $t_c \geq 6,5$ hoặc $0,7t_m$ , lấy trị số nào nhỏ hơn<br>(2) $t_1 + t_2 \geq 1,25t_m$<br>(3) $t_1, t_2 \geq t_m/3$ , nhưng tối thiểu là 6,5 mm |

Hình 3/7.9 - Các ví dụ về mối hàn được chấp nhận cho từng trường hợp (tiếp theo)

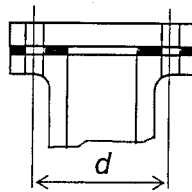
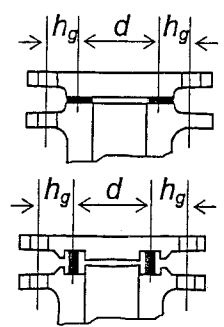
| Phần hàn                                                     | Ký hiệu | Cách thức hàn | Ghi chú                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------|---------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (8)<br>Mối hàn giữa hống lắp phụ tùng và tấm vỏ hoặc tấm đáy | B       |               | (1) $t_c \geq 6,5$ hoặc $0,7t_m$ , lấy trị số nào nhỏ hơn<br>(2) $t_1 + t_2 \geq 1,25t_m$<br>(3) $t_1, t_2 \geq t_m/3$ , nhưng tối thiểu là 6,5 mm                          |
|                                                              | C       |               |                                                                                                                                                                             |
|                                                              | D       |               |                                                                                                                                                                             |
|                                                              | E       |               | (1) $t_c \geq 6,5$ hoặc $0,7t_m$ , lấy trị số nào nhỏ hơn<br>(2) $t_1 + t_2 \geq 1,25t_m$<br>(3) $t_1, t_2 \geq t_m/3$ , nhưng tối thiểu là 6,5 mm<br>(4) $t_w \geq 0,7t_m$ |
|                                                              | F       |               |                                                                                                                                                                             |

Hình 3/7.9 - Các ví dụ về mối hàn được chấp nhận cho từng trường hợp (Kết thúc)

Chú thích:

- Hằng số  $C_1$  là trị số dùng cho công thức ở 7.5.5;
- Kích thước các phần hàn là trị số nhỏ nhất;

- 3) Đơn vị của các trị số ở các hình đều là mm;
- 4) Kích thước (đơn vị: mm) của các ký hiệu đặc trưng ở các hình như sau:
- $T_s$  - chiều dày thực của tấm vỏ;
  - $T_h$  - chiều dày thực của tấm đáy được tạo hình;
  - $T_e$  - chiều dày thực của tấm đáy phẳng hoặc tấm nắp;
  - $T_{ro}$  - chiều dày quy định của vỏ không ghép nối;
  - $T_p$  - chiều dày thực của mặt sàng hoặc tấm đáy phẳng (tấm đáy được tạo hình);
  - $T_{rl}$  - chiều dày quy định của tấm vòng bệ lò;
  - $T_k$  - chiều dày thực của ống hay ống giằng;
  - $T_n$  - chiều dày thực của hống lắp phụ tùng;
  - $t_m$  - giá trị nhỏ của tấm được hàn nhưng lớn nhất là 20 mm.

| Phương pháp nối                       | Kích thước và hình dạng                                                             | $C_3$ |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Bu lông có đệm kín phủ toàn bộ bề mặt |   | 0,25  |
| Bu lông                               |  | 0,3   |

Hình 3/7.10 - Các ví dụ về kiểu nối bu lông các nắp đáy và mặt sàng

- (1) Vật đúc bằng hợp kim đồng có thể được sử dụng khi nhiệt độ làm việc tối đa không quá 210°C.
- (2) Vật đúc bằng gang xám có thể được sử dụng khi nhiệt độ làm việc tối đa không quá 220 °C và áp suất thiết kế quy định không quá 1 MPa, trừ các van xả.
- (3) Gang đúc đặc biệt được chế tạo bởi nhà sản xuất được chấp nhận có thể được sử dụng khi nhiệt độ làm việc tối đa không quá 350 °C và áp suất thiết kế quy định không quá 2,5 MPa.

### 7.9.2 Kết cấu phụ tùng

- 1 Các phụ tùng như van, các bích nối, bulông, đai ốc, đệm... phải có kết cấu và kích thước phù hợp với các tiêu chuẩn được thừa nhận và chúng cũng phải phù hợp với những điều kiện phục vụ được ghi trong các tiêu chuẩn ấy.
- 2 Phải trang bị van đóng bằng tay cùng với thiết bị chỉ thị cho biết van đang đóng hay mở trừ van kiểu cần nhô dài.

- 3 Các phụ tùng phải được lắp vào trống nồi hơi bằng mặt bích hoặc hàn. Tuy nhiên, khi chiều dày của tang lớn hơn 12 mm hoặc để có ren được cố định trên tang, thì các phụ tùng có đường kính danh nghĩa từ 32 mm trở xuống có thể được lắp thẳng vào nồi hơi bằng ren.
- 4 Khi các phụ tùng của nồi hơi được bắt chặt bằng các vít cấy, thì lỗ của vít cấy không được xuyên hết chiều dày của vỏ và chiều sâu của ren không nhỏ hơn đường kính của vít cấy.

### 7.9.3 Van an toàn và van xả áp

- 1 Mỗi nồi hơi phải có ít nhất hai van an toàn kiểu lò xo. Tuy nhiên, chỉ một van an toàn cũng được chấp nhận cho các trường hợp sau:
  - (1) Nồi hơi có diện tích hấp nhiệt nhỏ hơn 10 m<sup>2</sup>.
  - (2) Nồi hơi có áp suất thiết kế được duyệt không quá 1 MPa, với điều kiện được trang bị thiết bị kiểm tra áp suất và thiết bị tự động cắt nhiên liệu khi áp suất vượt quá áp suất thiết kế được duyệt.
  - (3) Nồi hơi khí thải được lắp van xả áp được chỉ rõ trong -11.
- 2 Van an toàn có van dẫn hướng kiểu lò xo có thể được sử dụng thay cho van an toàn kiểu lò xo.
- 3 Đường kính để van an toàn không được nhỏ hơn 25 mm, trừ những trường hợp được xét riêng.
- 4 Các van an toàn phải bắt đầu tự động xả hơi nước ở áp suất đã đặt theo yêu cầu trong -14 và phải có khả năng xả toàn bộ lượng hơi được sinh ra của nồi hơi trong điều kiện vận hành tối đa đã được thiết kế và áp suất nồi hơi không tăng quá từ 10% trở lên so với áp suất làm việc của nồi hơi.
- 5 Diện tích toàn bộ của các van an toàn, khi xét đến sự sinh hơi tối đa theo thiết kế của nồi hơi, không được nhỏ hơn diện tích yêu cầu được tính trong từng trạng thái hơi nước và đối với mỗi kiểu van an toàn được quy định dưới đây. Tuy nhiên, van an toàn của nồi hơi có bộ quá nhiệt hơi phải phù hợp với những yêu cầu trong -7, -8 và -9. Ngoài ra, đối với bất kỳ nồi hơi nào có bộ tiết kiệm khí thải được thiết kế để gia nhiệt thêm trong sử dụng thì diện tích yêu cầu của các van an toàn phải được tính theo sự sinh hơi tối đa của nồi hơi được cộng với sự sinh hơi của bộ tiết kiệm khí thải.

(1) Đối với hơi bão hòa

(a) Đối với van có độ nâng thấp ( $D/24 \leq L < D/15$ )

$$A = \frac{W}{K_1(1,03P + 0,1)} \times 10^{-2}$$

(b) Đối với van có độ nâng lớn ( $D/15 \leq L < D/7$ )

$$A = \frac{W}{K_2(1,03P + 0,1)} \times 10^{-2}$$

(c) Đối với van có độ nâng mở hết ( $D/7 \leq L$ )

$$A = \frac{W}{K_3(1,03P + 0,1)} \times 10^{-2}$$

(d) Đối với van có đường kính của đế lớn hơn hoặc bằng 1,15 lần đường kính họng van:

$$A' = \frac{W}{K_4(1,03P + 0,1)} \times 10^{-2}$$

Trong đó:

- D - Đường kính mặt tựa của van an toàn (mm);
- L - Hành trình của van an toàn (mm);
- A - Diện tích yêu cầu của đế van an toàn (mm<sup>2</sup>);
- A' - Diện tích hống của van an toàn (mm<sup>2</sup>);
- W - Sản lượng sinh hơi thiết kế lớn nhất của nồi hơi (g/h);
- P - Áp suất đặt cho van an toàn (MPa);

$$K_1 = 4,8$$

$$K_2 = 10,0$$

$$K_3 = 20,0$$

$$K_4 = 30,0$$

Tuy nhiên, nếu thử và kiểm tra do Đăng kiểm chỉ định như thử lưu lượng hơi xả và đo độ nâng của van được tiến hành cho từng mẫu đầu tiên trong điều kiện tương đương với loại thực, trong các giá trị K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub>, K<sub>4</sub> có thể nâng tới giá trị được Đăng kiểm chấp thuận trên cơ sở các kết quả này.

(2) Đối với hơi quá nhiệt:

$$A_s = \frac{A}{\sqrt{V_H / V_s}}$$

Trong đó:

- A<sub>s</sub> : Diện tích yêu cầu của đế van an toàn (mm<sup>2</sup>);
- A : Như đã được chỉ ra trong (1);
- V<sub>H</sub> : Thể tích riêng của hơi bão hòa (mm<sup>3</sup>/g);
- V<sub>s</sub> : Thể tích riêng của hơi quá nhiệt (mm<sup>3</sup>/g).

6 Diện tích đường hơi của van an toàn phải bằng trị số dưới đây cho mỗi loại van an toàn.

- (1) Diện tích tối thiểu đường hơi của van an toàn có độ nâng thấp ở cửa vào hộp van không được nhỏ hơn 0,5 lần và ở cửa ra không được nhỏ hơn 1,1 lần diện tích yêu cầu của mặt tựa van.
- (2) Diện tích tối thiểu đường hơi của van an toàn có độ nâng lớn ở cửa vào hộp van không được nhỏ hơn 1,0 lần và ở cửa ra không được nhỏ hơn 2 lần diện tích yêu cầu của mặt tựa van.
- (3) Diện tích tối thiểu đường hơi của van an toàn có độ nâng mở hết tại cửa vào không được nhỏ hơn 1,1 lần và ở cửa ra không nhỏ hơn 2 lần diện tích của đường hơi khi van được nâng lên 1/7 đường kính của mặt tựa van.
- (4) Khi van mở, diện tích tối thiểu của đường hơi tại mặt tựa van không được nhỏ

hơn 1,05 lần diện tích họng van. Ngoài ra, diện tích tối thiểu của các đường hơi ở cửa vào van và họng không được nhỏ hơn 1,7 lần diện tích họng van và diện tích đường hơi tối thiểu ở cửa ra không được nhỏ hơn 2 lần diện tích tại mặt tựa van khi van mở.

- 7 Trong trường hợp nồi hơi có bộ quá nhiệt, thì phải có ít nhất một van an toàn lắp tại cửa ra của bộ quá nhiệt.
- 8 Khả năng xả của van an toàn lắp vào thiết bị quá nhiệt phải đảm bảo cho thiết bị quá nhiệt không bị hư hỏng khi nguồn cấp hơi chính bị đóng lại trong trường hợp sự cố trong khi nồi hơi đang hoạt động với tải ở công suất liên tục lớn nhất. Khi yêu cầu này không được đáp ứng đầy đủ, thì phải có phương tiện để tự động đóng hoặc điều khiển việc cấp nhiên liệu cho nồi hơi trong trường hợp sự cố để bảo vệ thiết bị quá nhiệt khỏi hư hại.
- 9 Khi không có các thiết bị xen giữa thiết bị quá nhiệt và nồi hơi, thì diện tích của các van an toàn cho thiết bị quá nhiệt có thể được gộp vào tổng diện tích của các van an toàn của nồi hơi. Tuy nhiên, tổng diện tích của các van an toàn lắp trên các phần sinh hơi của nồi hơi không được nhỏ hơn 0,75 lần diện tích yêu cầu được tính theo công thức trong -5.
- 10 Các van an toàn phải được lắp riêng biệt trên cửa vào và cửa ra của bầu hâm độc lập hoặc bộ quá nhiệt độc lập, và tổng sản lượng xả không được nhỏ hơn lượng hơi đi qua lớn nhất. Tổng sản lượng xả của các van an toàn đặt trên đường ra của nó phải nhỏ hơn lượng hơi cần thiết để giữ cho nhiệt độ hơi của bầu hâm độc lập hoặc bộ quá nhiệt độc lập không cao hơn trị số thiết kế. Tuy nhiên, đối với bộ quá nhiệt độc lập được nối trực tiếp với nồi hơi được thiết kế có cùng áp suất thiết kế quy định như của nồi hơi thì có thể lắp ở cửa ra một van an toàn có khả năng xả một lượng hơi đủ để giữ cho nhiệt độ hơi của bộ quá nhiệt độc lập không cao hơn trị số thiết kế.
- 11 Đối với bộ tiết kiệm và bộ tiết kiệm khí thải (kể cả bộ phận hấp nhiệt của nồi hơi khí thải) được trang bị van xen giữa nồi hơi và bộ tiết kiệm hoặc bộ tiết kiệm khí thải, phải lắp tối thiểu một van an toàn có khả năng xả một lượng hơi không ít hơn trị số tính toán từ năng lượng hấp thụ lớn nhất. Tuy nhiên, đối với bộ tiết kiệm khí thải loại khung sườn có tổng bề mặt hấp nhiệt từ 50 m<sup>2</sup> trở lên, phải có ít nhất hai van an toàn.
- 12 Kết cấu của van an toàn phải tuân theo các yêu cầu sau:
  - (1) Van an toàn phải có kết cấu sao cho lò so và van phải được đặt trong hộp van và chúng không thể bị quá tải do tác động cố tình từ bên ngoài và trong trường hợp lò xo bị hỏng cũng không thể bị rơi ra khỏi hộp van.
  - (2) Van an toàn phải được lắp vào vỏ nồi hơi, bầu góp hoặc đầu ống ra của bộ quá nhiệt bằng mối nối bích hoặc mối nối hàn. Hộp van an toàn không được làm chung với các hộp van khác. Tuy nhiên van an toàn của bộ quá nhiệt có thể được lắp bằng bích vào các ống lắp van được hàn vào đầu ống ra.
  - (3) Van an toàn của nồi hơi phải có cơ cấu thuận tiện và tay van phải được bố trí sao cho có thể thao tác được từ chỗ dễ tiếp cận mà không bị nguy hiểm.
  - (4) Các van an toàn của bộ tiết kiệm khí thải loại khung sườn phải có thêm các đặc tính có thể đảm bảo việc xả áp ngay cả khi có các cặn rắn trên van và ống

dẫn hướng, hoặc phải có đặc tính ngăn được sự tích tụ cặn rắn ở gần van và trong khe giữa cán van và ống dẫn hướng. Tuy nhiên, nếu van an toàn không có các đặc tính đó thì, ngoài các van an toàn ra, phải trang bị thêm đĩa nổ để xả vào ống hơi xả thích hợp. Có thể bố trí theo cách khác để đảm bảo việc xả áp khi có cặn rắn trên van và ống dẫn hướng, trường hợp này, phải đảm bảo thiết bị hoạt động khi áp suất không vượt quá 1,25 lần áp suất thiết kế của bộ tiết kiệm và phải có lưu lượng đủ để đề phòng hư hỏng cho bộ tiết kiệm khi vận hành ở mức độ cấp nhiệt thiết kế của nó.

- (5) Hộp của van an toàn, van xả và đĩa nổ phải có hệ thống tiêu thoát nước được bố trí ở phần thấp nhất. Ống thoát nước phải được dẫn tới nơi an toàn ở xa nồi hơi hoặc bộ tiết kiệm khí thải và không được gây nguy hiểm cho người hoặc máy đồng thời phải đảm bảo nước có thể thoát liên tục. Không được lắp bất cứ van nào trên ống thoát đó.

**13** Ống hơi thải của van an toàn phải tuân theo các yêu cầu sau :

- (1) Đường ống hơi thải của van an toàn phải được kết cấu sao cho lực phản áp không gây trở ngại cho hoạt động của van. Đường kính trong của ống hơi thải không được nhỏ hơn đường kính cửa ra của van và phải được thiết kế ở áp suất bằng hoặc lớn hơn  $1/4$  áp suất đặt của van an toàn.
- (2) Khi đường ống hơi thải được thiết kế chung cho hai hay nhiều van an toàn thì diện tích tiết diện của ống không được nhỏ hơn tổng diện tích lỗ thoát hơi của từng van an toàn đó. Các ống hơi thải của van an toàn cho nồi hơi phải được tách biệt với các đường ống mà có thể chứa lượng lớn hơi thải như các ống xả hơi nước ra khí quyển hay ống hơi nước thải của van an toàn của bộ tiết kiệm khí thải.

**14** Sau khi lắp đặt trên tàu van an toàn hay van xả áp phải được đặt chế độ làm việc phù hợp với những yêu cầu từ (1) đến (5) sau đây:

- (1) Van an toàn phải được đặt mức xả hơi tự động ở áp suất không lớn hơn 1,03 lần áp suất làm việc quy định của nồi hơi.
- (2) Van an toàn của bộ quá nhiệt phải được đặt mức xả hơi tự động ở áp suất không lớn hơn trị số đặt được khi trừ áp suất đã đặt của van an toàn lắp trên trống nồi hơi một trị số bằng 0,035 MPa cộng với độ giảm áp suất hơi trong bộ quá nhiệt ở tải bình thường  
Tuy nhiên khi áp suất này vượt quá 1,03 lần áp suất định mức của nồi hơi thì ít nhất một van an toàn phải được đặt mức xả hơi ở áp suất không quá 1,03 lần áp suất định mức và các van khác xả ở áp suất không quá 1,05 lần áp suất định mức.
- (3) Áp suất xả của van an toàn ở cửa ra của bộ quá nhiệt phải được đặt ở mức thấp hơn áp suất ở cửa vào.
- (4) Áp suất xả của van xả áp lắp trên bộ tiết kiệm hoặc bộ tiết kiệm khí thải được đặt ở áp suất không lớn hơn áp suất thiết kế tương ứng đã quy định.
- (5) Van an toàn hoặc van xả áp phải hoạt động tốt khi xả ở áp suất đã được đặt theo những yêu cầu tương ứng từ (1) đến (4).



- (3) Khi thước đo nước hoặc ống thủy được nối bằng ống với trống nổi hơi thì phải lắp một van chặn vào trống nổi hơi.
- (4) Các van chặn (hay vòi) dùng cho thước đo nước và đường ống nối với trống nổi hơi phải có dạng không bị lắng cặn hoặc cấu bản khác từ nước của nổi hơi.
- (5) Ống thủy và thước đo nước được bắt vào đó phải được đỡ chắc chắn sao cho có thể duy trì được vị trí đúng của nó. Đường kính trong của ống thủy phải không được nhỏ hơn 45 mm và ở đáy phải có lỗ xả có kích thước đủ lớn.
- (6) Các ống nối với trống nổi hơi phải có đường kính danh nghĩa bằng hay lớn hơn 15 mm dùng cho thước đo nước và bằng hay lớn hơn 25 mm cho ống thủy.
- (7) Khi ống nối từ ống thủy tới nổi hơi xuyên qua ống thông hơi thì toàn bộ đoạn qua ống thông hơi phải được bọc kín và phải bố trí các lỗ không khí không nhỏ hơn 50 mm quanh các ống.

#### **7.9.9 Các thiết bị đo áp suất và nhiệt độ**

- 1 Mỗi nổi hơi phải có một bộ thiết bị đo áp suất trên trống nổi hơi và một bộ ở cửa ra của bộ quá nhiệt, và các đồng hồ áp suất phải được bố trí tại các trạm điều khiển.
- 2 Đồng hồ đo áp suất phải có thang chia tới 1,5 lần hay cao hơn áp suất của van an toàn.  
Áp suất làm việc quy định đối với trống nổi hơi hoặc áp suất chuẩn đối với bộ quá nhiệt phải được đánh dấu riêng trên thang chia của đồng hồ áp suất tương ứng.
- 3 Thiết bị đo và chỉ báo áp suất phải làm việc khi nổi hơi đang được vận hành.
- 4 Phải có các thiết bị đo nhiệt độ ở cửa hơi nước của bộ quá nhiệt hoặc bầu hâm.

#### **7.9.10 Thiết bị an toàn và thiết bị báo động**

- 1 Thiết bị cắt dầu đốt  
Mỗi nổi hơi phải có thiết bị an toàn có khả năng tự động cắt nguồn cấp nhiên liệu cho toàn bộ vòi phun trong các trường hợp sau:  
Các tín hiệu báo động chỉ báo sự hoạt động của thiết bị an toàn phải phù hợp với 14.2.6-2.
  - (1) Khi đánh lửa tự động không thành
  - (2) Khi mất lửa (trong trường hợp này việc cấp dầu phải được cắt trong vòng 4 giây sau khi mất lửa)
  - (3) Khi mức nước hạ xuống
  - (4) Khi việc cung cấp không khí cho sự cháy bị ngừng
  - (5) Khi áp suất cấp nhiên liệu cho các vòi phun hạ xuống trong trường hợp phun nhiên liệu bằng áp suất, hoặc khi áp suất hơi nước đến các vòi phun hạ xuống trong trường hợp phun nhiên liệu bằng hơi nước
  - (6) Khi Đăng kiểm cho là cần thiết.
- 2 Thiết bị báo động

- (1) Mỗi nồi hơi phải có thiết bị báo động hoạt động khi mức nước trong trống nồi hơi hạ xuống
- (2) Ngoài yêu cầu nói trên các nồi hơi chính phải có thiết bị báo động làm việc trong các trường hợp sau:
  - (a) Khi việc cấp không khí đốt bị giảm hoặc khi quạt thông gió dừng
  - (b) Khi áp suất nhiên liệu được cấp cho các vòi phun hạ xuống (trường hợp phun dầu bằng áp suất), hay khi áp suất hơi nước cho các vòi phun hạ xuống (trường hợp phun bằng hơi nước).
  - (c) Khi mức nước trong trống nồi hơi đạt tới mức cao
  - (d) Khi nhiệt độ hơi nước ở cửa ra của bộ quá nhiệt tăng lên (khi có bộ quá nhiệt).
  - (e) Khi nhiệt độ khí thải tại cửa ra của bộ hâm nóng không khí kiểu khí hay kiểu bộ tiết kiệm tăng lên
- (3) Đối với các nồi hơi phụ cấp hơi nước cho các tua bin lai máy phát điện chính thì thiết bị báo động sẽ hoạt động khi mức nước trong trống nồi hơi đạt tới mức cao thì phải có thêm các thiết bị báo động nêu trong (1).

### **3 Thiết bị chỉ báo mức nước**

Các bộ chỉ báo mức nước của các thiết bị được quy định trong -1(3) phải được tách riêng ra khỏi các thiết bị của hệ thống điều chỉnh nước cấp và thiết bị chỉ báo mức nước từ xa được quy định trong 7.9.8-1(2).

#### **7.9.11 Kiểm tra nước nồi hơi**

- 1 Mỗi nồi hơi phải có ống nối để lấy mẫu nước nồi hơi ở vị trí thuận lợi, nhưng van lấy mẫu không được nối với ống thủy của thiết bị chỉ mức nước.
- 2 Nồi hơi phải có các phương tiện như bộ phân tích nước hoặc thiết bị thích hợp khác để giám sát và kiểm tra chất lượng của nước cấp và nước nồi hơi.

#### **7.9.12 Thiết bị tháo nước của bộ quá nhiệt và bầu hâm**

Bộ quá nhiệt và bầu hâm phải có các hệ thống tháo nước có hiệu quả và các phương tiện phòng hư hỏng xảy ra do ứng suất nhiệt hoặc sự thay đổi nhiệt độ đột ngột.

### **7.10 Thử nghiệm**

#### **7.10.1 Thử tại xưởng**

- 1 Thử mối hàn phải theo các yêu cầu trong Phần 6B của Quy chuẩn này.
- 2 Nồi hơi phải được thử thủy lực ở áp suất bằng 1,5 lần áp suất thiết kế của nồi hơi và 2 lần áp suất thiết kế cho các phụ tùng.

#### **7.10.2 Thử nghiệm sau khi lắp lên tàu**

Đối với nồi hơi, việc thử "nổ" van an toàn và thử chức năng của các thiết bị an toàn và các thiết bị báo động phải được thực hiện sau khi đã được lắp đặt lên tàu.

**7.11 Kết cấu..., của nồi hơi cỡ nhỏ****7.11.1 Quy định chung**

Bất kể các yêu cầu trong các điều từ 7.2 đến 7.10, những yêu cầu trong 7.11 có thể được áp dụng cho nồi hơi có áp suất thiết kế không quá 0,35 MPa (sau đây được gọi là "nồi hơi nhỏ").

**7.11.2 Vật liệu, kết cấu, độ bền và phụ tùng của nồi hơi nhỏ**

- 1** Vật liệu, kết cấu, độ bền và phụ tùng của nồi hơi nhỏ phải tuân theo những yêu cầu trong các tiêu chuẩn đã được công nhận.
- 2** Nồi hơi nhỏ phải có các van an toàn hoặc ống xả áp có đủ dung lượng.
- 3** Nồi hơi nhỏ phải có các thiết bị an toàn sau:
  - (1) Hệ thống làm sạch trước để đề phòng nổ khí lò.
  - (2) Hệ thống ngừng cấp dầu đốt hoạt động trong trường hợp mất lửa, hồng bộ đánh lửa tự động hoặc quạt thông gió ngừng làm việc.
  - (3) Hệ thống ngừng cấp dầu đốt hoạt động khi áp suất vượt quá áp suất làm việc đã quy định.
  - (4) Hệ thống ngừng cấp dầu đốt để ngăn ngừa quá nhiệt trong trường hợp nước cạn.

**7.11.3 Thử nghiệm**

- 1** Thử ở xưởng  
 Các bộ phận chịu áp suất phải được thử thủy lực ở áp suất bằng 2 lần áp suất thiết kế hoặc 0,2 MPa lấy trị số nào lớn hơn.
- 2** Thử sau khi lắp lên tàu  
 Đối với nồi hơi nhỏ sau khi lắp lên tàu phải tiến hành thử chức năng của các thiết bị an toàn được quy định trong 7.11.2-3.

## CHƯƠNG 8 BÌNH CHỊU ÁP LỰC

### 8.1 Quy định chung

#### 8.1.1 Phạm vi áp dụng

- 1 Các yêu cầu trong Chương này áp dụng cho các bình chứa khí hay chất lỏng chịu áp suất vượt quá áp suất khí quyển kể cả các thiết bị trao đổi nhiệt nhưng không tiếp xúc với lửa, khí cháy hay khí nóng.
- 2 Các thiết bị trao đổi nhiệt... có áp suất bên trong nhỏ hơn áp suất khí quyển thì cũng phải áp dụng những yêu cầu thích hợp trong Chương này (khi đó, áp suất có giá trị âm đo được của bình thì phải được thay bằng áp suất dương có cùng trị số).

#### 8.1.2 Áp suất thiết kế

- 1 Áp suất thiết kế được dùng cho tính toán độ bền của từng chi tiết kết cấu của bình chịu áp lực không được nhỏ hơn trị số lớn nhất trong các trị số sau:
  - (1) Áp suất làm việc đã được duyệt là áp suất lớn nhất trong thân bình.
  - (2) Áp suất làm việc lớn nhất ở nhiệt độ lớn nhất (nhiệt độ làm việc lớn nhất) được nhà chế tạo quy định.
  - (3) Trong trường hợp bình chịu áp lực được dùng để chứa khí hóa lỏng và được duy trì trong trạng thái áp suất ở nhiệt độ khí quyển hay gần nhiệt độ khí quyển, thì lấy theo áp suất sau đây, lấy giá trị nào lớn nhất:
    - (a) Áp suất hơi của khí ở 45°C
    - (b) Áp suất làm việc lớn nhất
    - (c) 0,7 MPa.

#### 8.1.3 Phân loại bình chịu áp lực

- 1 Các bình chịu áp lực được phân thành 3 nhóm tùy theo chiều dày tấm vỏ và điều kiện làm việc của chúng.
  - (1) Các bình chịu áp lực nhóm I (PV-1)
 

Các bình chịu áp lực phù hợp với một trong những mục sau:

    - (a) Tấm vỏ dày hơn 38 mm (xem chú thích 1)
    - (b) Áp suất thiết kế lớn hơn 4 MPa (xem chú thích 1)
    - (c) Nhiệt độ làm việc lớn nhất cao hơn 350°C
    - (d) Thiết bị sinh hơi có áp suất thiết kế cao hơn 0,35 MPa
    - (e) Bình chứa khí dễ cháy áp suất cao có áp suất hơi không nhỏ hơn 0,2 MPa ở 38°C (xem chú thích 2)

##### Chú thích:

- 1) Bình chịu áp lực có tấm vỏ dày hơn 38 mm hoặc áp suất thiết kế cao hơn 4 MPa nhưng chỉ chịu áp suất thủy tĩnh của dầu hay nước ở nhiệt độ khí quyển thì được phân là loại " PV-2".

- 2) Những yêu cầu đối với "PV-2" áp dụng cho các vật liệu, kết cấu và hàn khi bình chịu áp lực có dung tích không quá 500 lít.

(2) Bình chịu áp lực nhóm II (PV-2)

Bình chịu áp lực phù hợp với một trong những mục sau:

- (a) Tấm vỏ dày hơn 16 mm
- (b) Áp suất thiết kế lớn hơn 1 MPa
- (c) Nhiệt độ làm việc tối đa lớn hơn 150°C
- (d) Thiết bị sinh hơi với áp suất thiết kế không quá 0,35 MPa

(3) Bình chịu áp lực nhóm III (PV-3)

Các bình chịu áp lực không nằm trong các nhóm I và II.

- 2 Loại bình chịu áp lực chứa chất nguy hiểm không quy định ở -1 sẽ được quy định trong từng trường hợp phù hợp với tính chất của chất đó, sự làm việc và điều kiện làm việc ...

**8.1.4 Bản vẽ và tài liệu trình duyệt**

- 1 Nói chung các bản vẽ và tài liệu cần phải trình duyệt như dưới đây. Tuy nhiên đối với các bình chịu áp lực thuộc nhóm III không phải trình nếu Đăng kiểm không có yêu cầu riêng.

(1) Các bản vẽ (có chỉ rõ loại và kích thước vật liệu)

- (a) Bố trí chung
- (b) Các chi tiết về vỏ
- (c) Bố trí các thiết bị xả áp
- (d) Các chi tiết vòng đệm cho các phụ tùng và các hòng để lắp phụ tùng
- (e) Các bản vẽ khác mà Đăng kiểm thấy cần thiết.

(2) Tài liệu

- (a) Thuyết minh các đặc điểm chính
- (b) Đặc điểm kĩ thuật hàn (quy trình hàn, chất liệu hàn và điều kiện hàn)
- (c) Các tài liệu khác mà Đăng kiểm thấy cần thiết.

**8.2 Vật liệu và hàn**

**8.2.1 Vật liệu**

- 1 Vật liệu dùng làm các chi tiết chịu áp suất của bình chịu áp lực phải thích hợp với điều kiện làm việc của chúng và tuân theo những yêu cầu trong các mục từ (1) đến (3) dưới đây. Tuy nhiên, nếu dự định sử dụng những vật liệu đặc biệt, phải trình đầy đủ các thông tin có liên quan với việc thiết kế và cách sử dụng loại vật liệu đó cho Đăng kiểm duyệt.

(1) Bình chịu áp lực nhóm I (PV-1)

Mọi vật liệu phải tuân theo các quy định ở Phần 6A của Quy chuẩn này.

(2) Bình chịu áp lực nhóm II (PV-2)

Giống như nhóm I. Tuy nhiên, nếu bình chịu áp lực nằm trong một trong những hạng mục sau, thì vật liệu có thể áp dụng theo những yêu cầu ở (3)

(a) Áp suất thiết kế dưới 0,7 MPa

(b) Áp suất thiết kế không quá 2 MPa, nhiệt độ làm việc tối đa không quá 150°C và dung tích không quá 500 lít.

(3) Bình chịu áp lực nhóm III (PV- 3)

Sử dụng các vật liệu thoả mãn các quy định trong các tiêu chuẩn đã được công nhận.

- 2 Bất kể các yêu cầu trong -1(1) và -1(2), vật liệu của các phụ tùng được lắp vào các bình chịu áp lực thuộc nhóm I, II như van, các hòng để lắp phụ tùng v.v... có thể lấy theo các quy định ở -1(3) khi được Đăng kiểm đồng ý sau khi xem xét tới kích thước và điều kiện làm việc.

### 8.2.2 Giới hạn sử dụng gang

- 1 Không được dùng gang xám làm vỏ các bình chịu áp lực sau:

(1) Nhiệt độ làm việc tối đa cao hơn 220 °C hoặc áp suất thiết kế lớn hơn 1 MPa;  
(2) Chứa hoặc giữ các chất dễ cháy hoặc độc.

- 2 Các loại gang đúc đặc biệt như gang graphít cầu có thể được dùng làm bình chịu áp lực với nhiệt độ làm việc tối đa không quá 350 °C và áp suất thiết kế không quá 1,8 MPa khi được sự đồng ý của Đăng kiểm.

### 8.2.3 Giới hạn sử dụng các vật liệu dùng làm phụ tùng

Giới hạn sử dụng các vật liệu dùng làm phụ tùng phải tuân theo các quy định ở 8.9.1. Đối với các phụ tùng của bình chịu áp lực dùng để chứa hoặc giữ các chất dễ cháy, độc thì không được dùng gang nếu không được sự chấp thuận của Đăng kiểm.

### 8.2.4 Xử lý nhiệt các tấm thép

Khi tiến hành xử lý nhiệt như tạo hình nóng hay khử ứng suất trên thép tấm trong quá trình chế tạo bình chịu áp lực, nhà chế tạo phải thông báo ý định cùng với đơn đặt hàng vật liệu.

Trong trường hợp này, những nội dung cần thiết đối với nhà sản xuất thép tấm được nêu ở Phần 6A của Quy chuẩn này.

### 8.2.5 Xử lý nhiệt cho vật liệu định hình nguội

Phải tiến hành biện pháp thích hợp như xử lý nhiệt khi định hình nguội được coi là có hại cho vật liệu làm bình chịu áp lực khi bình được sử dụng trong môi trường có thể xảy ra ứng suất do ăn mòn, nứt.

**8.2.6 Thử không phá hủy đối với thép đúc và gang**

- 1 Thép đúc và gang được dùng làm vỏ bình chịu áp lực nhóm I chịu áp suất bên trong phải được thử bằng chụp X quang hay thử bằng siêu âm cũng như thử bằng hạt từ tính hoặc thử bằng thấm màu để khẳng định rằng chúng không có khuyết tật có hại.
- 2 Thép đúc và gang được dùng làm vỏ bình chịu áp lực nhóm II chịu áp suất bên trong phải được thử không phá hủy thỏa đáng để khẳng định rằng chúng không có khuyết tật có hại.

**8.2.7 Hàn**

Trình độ thợ hàn bình chịu áp lực phải phù hợp với những yêu cầu trong Phần 6B của Quy chuẩn này.

**8.3 Yêu cầu về thiết kế****8.3.1 Kí hiệu**

Nếu không có chỉ dẫn đặc biệt nào khác, các kí hiệu được dùng trong Chương này như sau:

f: Ứng suất cho phép ( $\text{N/mm}^2$ ) phù hợp với các yêu cầu trong 8.4.1-1, -2 hoặc 8.2.1;

a: Lượng dư ăn mòn (mm) phù hợp với yêu cầu trong 8.4.3;

$T_r$ : Chiều dày yêu cầu (mm) được tính toán theo áp suất thiết kế. Áp suất cho phép là áp suất có được khi thay chiều dày yêu cầu bằng chiều dày thực trong công thức;

P: áp suất thiết kế (MPa);

j: Giá trị nhỏ nhất của hệ số độ bền mối nối được quy định ở 8.4.2;

R: Bán kính trong của vỏ (mm);

$R_{20}$ : Giới hạn bền kéo danh nghĩa của vật liệu đang xét ở nhiệt độ trong phòng ( $\text{N/mm}^2$ );

$E_{20}$ : Giới hạn chảy danh nghĩa nhỏ nhất (hoặc giới hạn chảy quy ước của vật liệu đang xét ở nhiệt độ trong phòng ( $\text{N/mm}^2$ )).

**8.3.2 Tải trọng thiết kế**

- 1 Trong thiết kế bình chịu áp lực các tải trọng sau được đưa vào tính toán, khi cần thiết được cộng thêm áp suất bên trong.

- (1) Cột áp tĩnh của chất lỏng trong bình
- (2) Áp suất ngoài
- (3) Tải trọng động gây ra do chuyển động của tàu
- (4) Ứng suất nhiệt
- (5) Tải trọng từ các phụ tùng
- (6) Tải trọng do các phản lực từ các kết cấu đỡ

(7) Tải trọng áp suất thử thủy lực

(8) Các tải trọng khác hay ngoại lực tác động lên bình chịu áp lực.

- 2 Nếu thấy cần thiết phải tiến hành phân tích mỏi và phân tích sự lan truyền nứt sau khi xem xét đến tải trọng ở -1.

### 8.3.3 Bình chịu áp lực dạng không thông thường

Khi việc thiết kế theo các yêu cầu trong 8.5 và 8.6 là không hợp lí do phần chịu áp suất có hình dạng không thông thường thì Đăng kiểm có thể chấp nhận việc đo sự biến dạng dưới tác động của tải trọng thích hợp và Đăng kiểm sẽ xem xét kết quả đo được để coi như chúng thoả mãn các yêu cầu trong 8.5 và 8.6.

### 8.3.4 Những lưu ý đối với thiết kế

- 1 Bình chịu áp lực làm việc ở nhiệt độ thấp phải có đủ độ vững chắc để chịu được nhiệt độ làm việc thấp nhất theo yêu cầu.
- 2 Bình chịu áp lực được dùng trong môi trường ăn mòn mạnh phải có các biện pháp kiểm tra ăn mòn có hiệu quả.
- 3 Các thiết bị trao đổi nhiệt phải có cơ cấu làm kín có hiệu quả tại chỗ nối các ống với mặt sàng và mặt sàng với vỏ sao cho tránh được sự trộn lẫn của hai loại chất lỏng trao đổi nhiệt.

### 8.3.5 Các lưu ý đối với sự lắp đặt

- 1 Bình chịu áp lực phải được lắp đặt sao cho có thể giảm tối đa các tác động do chuyển động của tàu, chấn động từ các hệ thống máy, các ngoại lực do ống dẫn và các giá đỡ cũng như sự dẫn nở vì nhiệt do sự khác biệt về nhiệt độ.
- 2 Bình chịu áp lực và các phụ tùng của nó phải được bố trí tại các vị trí thuận tiện cho vận hành, sửa chữa và kiểm tra.

## 8.4 Ứng suất cho phép, hệ số độ bền mối nối và lượng dư ăn mòn

### 8.4.1 Ứng suất cho phép

- 1 Ứng suất cho phép của các vật liệu được dùng ở điều kiện nhiệt độ trong phòng phải được xác định theo các quy định sau:

- (1) Ứng suất cho phép ( $f$ ) của thép các bon (kể cả thép các bon măng gan) và thép hợp kim thấp không kể thép đúc không được lấy lớn hơn giá trị nhỏ nhất trong các trị số tính được từ các công thức sau. Đối với bình chịu áp lực dùng cho khí hóa lỏng, giá trị của mẫu số cho  $f_1$  phải bằng 3 và cho  $f_2$  phải bằng 2.

$$f_1 = \frac{R_{20}}{2,7}; f_2 = \frac{E_{20}}{1,6}$$

- (2) Ứng suất cho phép của ống thép hàn bằng phương pháp điện trở, trừ khi chúng được dùng làm vỏ bình chịu áp lực phải lấy theo các giá trị được nêu ở (1) nếu các ống này phải được thử siêu âm hay bất kì một phương pháp phát hiện khuyết tật tương tự nào khác được Đăng kiểm chấp nhận cho toàn bộ chiều dài mối hàn, và trong các trường hợp khác phải lấy bằng 85% giá trị được nêu ở (1).



- (3) Ứng suất cho phép của thép đúc phải lấy bằng giá trị có được từ (1) nhân với hệ số được cho trong Bảng 3/8.1.
- (4) Ứng suất cho phép của gang phải được lấy bằng 1/8 ứng suất kéo tối thiểu danh nghĩa. Tuy nhiên, ứng suất cho phép của gang loại đặc biệt được Đăng kiểm đồng ý có thể lấy tới 1/6 ứng suất kéo tối thiểu danh nghĩa.
- (5) Ứng suất cho phép của thép ôstenit phải được lấy bằng trị nhỏ nhất trong các số  $f_1$ ,  $f_2$  dưới đây:

$$f_1 = \frac{R_{20}}{3,5}; f_2 = \frac{E_{20}}{1,6}$$

- (6) Ứng suất cho phép của hợp kim nhôm phải được lấy bằng trị nhỏ nhất trong các trị  $f_1$ ,  $f_2$  dưới đây:

$$f_1 = \frac{R_{20}}{4,0}; f_2 = \frac{E_{20}}{1,5}$$

**Bảng 3/8.1**      **Hệ số để nhân với ứng suất cho phép của thép đúc**

| Dạng thử                                                                                      | Hệ số |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Khi không tiến hành thử bằng chụp X quang hay bất kì một sự thử nghiệm theo lựa chọn nào khác | 0,7   |
| Khi tiến hành thử bằng chụp X quang ngẫu nhiên hoặc thử nghiệm theo lựa chọn                  | 0,8   |
| Khi các thử nghiệm trên được thực hiện trên toàn bộ các bộ phận                               | 0,9   |

- 2 Đối với ứng suất cho phép của vật liệu dùng làm bình chịu áp lực làm việc ở nhiệt độ cao phải áp dụng các yêu cầu trong 8.4.1 hoặc giá trị được Đăng kiểm coi là thích hợp.

- 3 Ứng suất kéo cho phép phải phù hợp với các yêu cầu trong -1 và -2. Tuy nhiên, ứng suất kéo cho phép của bu lông phải tuân theo những yêu cầu sau:

- (1) Khi bu lông được sử dụng ở nhiệt độ trong phòng, trị số ứng suất kéo cho phép được lấy theo (a) hoặc (b) dưới đây, lấy trị số nào nhỏ hơn. Tuy nhiên đối với các bu lông phù hợp với các tiêu chuẩn đã được công nhận thì trị số ứng suất kéo cho phép có thể bằng 1/3 tải trọng thử được định ra ở đó.

$$(a) \frac{R_{20}}{5,0} \quad (b) \frac{E_{20}}{4,0}$$

- (2) Trong trường hợp bu lông được dùng ở nhiệt độ cao thì trị số ứng suất kéo cho phép sẽ được Đăng kiểm xem xét trong từng trường hợp.

- 4 Ứng suất uốn cho phép phải phù hợp với các yêu cầu sau:

- (1) Khi vật liệu được sử dụng ở nhiệt độ trong phòng thì phải phù hợp với yêu cầu ở -1. Tuy nhiên, đối với thép đúc hoặc gang trị số này được lấy bằng 1,2 lần giá trị trên.

(2) Khi vật liệu được sử dụng ở nhiệt độ cao giá trị ứng suất sẽ được Đăng kiểm xem xét trong từng trường hợp.

5 Ứng suất cắt cho phép đối với ứng suất cắt chính trung bình ở tiết diện chịu tải trọng cắt phải được lấy bằng 80% ứng suất kéo cho phép.

6 Ứng suất nén cho phép ở vỏ hình trụ của bình chịu áp lực ở nhiệt độ trong phòng chịu tải trọng gây ra ứng suất nén theo phương dọc trục được lấy theo (1) hoặc (2) sau đây, lấy giá trị nào nhỏ hơn.

(1) Trị số được nêu ở -1

(2) Ứng suất uốn dọc cho phép theo công thức sau:

$$\sigma_z = \frac{0,3ET_0}{D_m \left( 1 + 0,004 \frac{E}{E_{20}} \right)}$$

Trong đó:

$\sigma_z$  - Ứng suất uốn dọc cho phép (N/mm<sup>2</sup>)

E - Mô đun đàn hồi dọc ở nhiệt độ trong phòng (N/mm<sup>2</sup>)

$T_0$  - Chiều dày thực của tấm vỏ không kể đến lượng ăn mòn cho phép của tấm vỏ thực (mm)

$D_m$  - Đường kính trung bình của vỏ (mm)

7 Khi thực hiện tính toán một cách chi tiết các ứng suất cho phép cho các loại ứng suất khác của thép các bon hoặc thép các bon măng gan được dùng làm vỏ bình chịu áp lực được chế tạo bởi máy quay thì được lấy như sau:

$$P_m \leq f$$

$$P_L \leq 1,5f$$

$$P_b \leq 1,5f$$

$$P_L + P_b \leq 1,5f$$

$$P_m + P_b \leq 1,5f$$

$$P_L + P_b + Q \leq 3f$$

Trong đó:

$P_m$  - ứng suất màng chung chính tương đương (N/mm<sup>2</sup>);

$P_L$  - ứng suất màng cục bộ chính tương đương (N/mm<sup>2</sup>);

$P_b$  - ứng suất uốn chính tương đương (N/mm<sup>2</sup>);

Q - ứng suất phụ tương đương (N/mm<sup>2</sup>).

#### 8.4.2 Hệ số bền mối nối

1 Hệ số bền của mối nối phải như sau:

(1) Vỏ không ghép nối: 1,00

(2) Vỏ hàn: như cho ở Bảng 3/8.2

(3) Ống thép hàn điện được dùng làm vỏ: như nêu ở (1) trong Bảng 3/8.2

Bảng 3/8.2 Hệ số độ bền mối nối hàn

| Kiểu nối \ Kiểu thử X quang                                                                                                     | Thử X quang toàn bộ | Thử X quang một phần | Không thực hiện thử bằng X quang |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------|
| (1) Mối hàn giáp mép hai phía hoặc mối hàn giáp mép được Đăng kiểm coi là tương đương                                           | 1,00                | 0,85                 | 0,75                             |
| (2) Mối hàn giáp mép một phía nhưng tấm lót lưng không tháo bỏ hoặc mối hàn giáp mép một phía được Đăng kiểm coi là tương đương | 0,90                | 0,80                 | 0,70                             |
| (3) Mối hàn giáp mép một phía khác với (1) và (2)                                                                               | -                   | -                    | 0,60                             |
| (4) Mối nối chồng hàn hai phía đầy góc                                                                                          | -                   | -                    | 0,55                             |
| <b>Chú thích:</b> Thử bằng X quang có thể được thay bằng thử siêu âm nếu được Đăng kiểm chấp thuận.                             |                     |                      |                                  |

#### 8.4.3 Lượng dư ăn mòn

- 1 Lượng dư ăn mòn của vật liệu được dùng để tính độ bền, trừ trường hợp chúng bị ăn mòn hoặc mòn và xây xát quá mức phải được lấy không nhỏ hơn 1 mm hoặc 1/6 chiều dày yêu cầu không kể lượng dư ăn mòn cho mặt trong lấy giá trị nào nhỏ hơn. Trong trường hợp sử dụng vật liệu chịu ăn mòn hoặc có các biện pháp kiểm tra ăn mòn có hiệu quả hoặc không có khả năng xảy ra ăn mòn thì giá trị này có thể được giảm tương ứng.
- 2 Trong trường hợp mặt ngoài của bình chịu áp lực có thể bị ăn mòn được bọc cách nhiệt, lớp cách nhiệt này làm trở ngại cho việc kiểm tra bên ngoài thì cũng phải có một lượng thích hợp lượng dư ăn mòn trên mặt ngoài của bình chịu áp lực.

#### 8.5 Độ bền

##### 8.5.1 Chiều dày tối thiểu của mỗi bộ phận

- 1 Chiều dày tấm vỏ và tấm đáy không được nhỏ hơn 5 mm trừ trường hợp được Đăng kiểm chấp nhận riêng với sự xét đến đường kính, áp suất, nhiệt độ, vật liệu v.v... Trừ trường hợp tấm đáy là nửa hình cầu, chiều dày tấm đáy được tạo hình không được nhỏ hơn chiều dày yêu cầu (được tính toán theo giả định hệ số bền mối nối bằng 1) của vỏ mà tấm đáy được hàn vào.
- 2 Chiều dày của các hống để lắp phụ tùng được hàn vào bình chịu áp lực phải phù hợp với những yêu cầu dưới đây. Những yêu cầu này sẽ được sửa đổi khi được Đăng kiểm chấp nhận trên cơ sở xem xét các kích thước hoặc hình dạng, vật liệu ...
  - (1) Chiều dày này không được nhỏ hơn giá trị 2,5 mm cộng với 1/25 lần đường kính ngoài của hống lắp phụ tùng hoặc trị số được tính theo công thức trong 8.5.2-2. Tuy nhiên, chiều dày này không cần lớn hơn chiều dày của vỏ bình nơi hống lắp phụ tùng được hàn vào.
  - (2) Bất kể các yêu cầu ở (1) chiều dày của những bình chịu áp lực thuộc nhóm II, III không cần lớn hơn 4 mm nếu nó không nhỏ hơn trị số được tính theo công thức 8.5.2-2.

### 8.5.2 Độ bền tấm vỏ, tấm đáy và tấm phẳng chịu áp suất bên trong

#### 1 Quy định chung

Tấm vỏ, tấm đáy và tấm phẳng không có thanh giằng hoặc giá đỡ nào khác (không kể mặt sàng của thiết bị trao đổi nhiệt) chịu áp suất bên trong phải tuân theo những yêu cầu được nêu từ -2 tới -7 dưới đây. Tuy nhiên, độ bền của các tấm vỏ của bình chịu áp lực ở các điều kiện sau phải được tính toán theo các công thức được Đăng kiểm cho là thích hợp.

##### (1) Bình chịu áp lực hình trụ

$$\frac{T_r}{D} > 0,25 \text{ hoặc } P > \frac{fJ}{2,5}$$

##### (2) Bình chịu áp lực hình cầu

$$\frac{T_r}{D} > 0,185 \text{ hoặc } P > \frac{fJ}{1,5}$$

#### 2 Chiều dày của các tấm vỏ hình trụ chịu áp suất bên trong:

Chiều dày yêu cầu của các tấm vỏ chịu áp suất bên trong phải được tính theo công thức dưới đây. Tuy nhiên khi tấm vỏ hình trụ có lỗ khoét đòi hỏi gia cường thì lỗ phải được gia cường theo những yêu cầu trong 8.6.3.

$$T_r = \frac{PR}{fJ - 0,5P} + a$$

#### 3 Chiều dày yêu cầu của tấm vỏ hình cầu chịu áp suất bên trong:

Chiều dày yêu cầu của tấm vỏ hình cầu chịu áp suất bên trong phải được tính toán theo công thức dưới đây. Khi tấm vỏ hình cầu có lỗ khoét đòi hỏi gia cường thì lỗ khoét phải được gia cường theo các yêu cầu trong 8.6.3.

$$T_r = \frac{PR}{2fJ - 0,5P} + a$$

#### 4 Chiều dày của tấm đáy được tạo hình chịu áp suất trên phía lõm không có thanh giằng hay giá đỡ nào khác:

(1) Chiều dày yêu cầu của tấm đáy không có lỗ khoét phải được tính theo công thức sau:

(a) Tấm đáy hình đĩa hoặc hình bán cầu:

$$T_r = \frac{PR_1 W}{2fJ - 0,5P} + a$$

Trong đó:

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{R_1}{r}} \right) \text{ cho tấm đáy hình lòng đĩa}$$

$W = 1$  cho tấm đáy hình bán cầu.

$R_1$  - Bán kính trong chòm cầu,  $R_1$  phải nhỏ hơn đường kính ngoài của phần viền mặt đáy

$r$ : Bán kính trong của chỗ nổi,  $r$  không được nhỏ hơn 6% của đường kính ngoài của phần viền của tấm đáy hoặc 3 lần chiều dày thực của tấm đáy, lấy trị số nào lớn hơn.

- (b) Các tấm đáy hình nửa elíp (khi nửa trục ngắn trong của tấm đáy không nhỏ hơn  $1/4$  trục dài trong của tấm đáy)

$$T_r = \frac{PR}{fJ - 0,25P} + a$$

- (2) Chiều dày yêu cầu của tấm đáy có lỗ khoét phải phù hợp với những yêu cầu ở (a), (b) hoặc (c) dưới đây:

- (a) Khi không gia cường cho lỗ khoét theo các yêu cầu ở 8.6.2 hoặc lỗ khoét được gia cường theo yêu cầu trong 7.6.3-3 và -4 thì chiều dày yêu cầu phải được tính theo công thức trong (1).

- (b) Khi tấm đáy có cửa hay lỗ quan sát có gờ với đường kính lớn nhất vượt quá 150 mm và gờ gia cường phù hợp với yêu cầu trong 7.6.3-7 thì chiều dày phải được tính như sau:

- (i) Tấm đáy hình lòng đĩa hoặc hình bán cầu

Chiều dày phải được tăng thêm không dưới 15% (nếu trị số được tính toán nhỏ hơn 3 mm thì được lấy bằng 3 mm) chiều dày yêu cầu tính theo công thức ghi trong (1)(a). Trường hợp khi bán kính chòm cầu trong của tấm đáy nhỏ hơn 0,8 lần đường kính trong của vỏ thì trị số của bán kính chòm cầu trong công thức phải lấy bằng 0,8 lần đường kính trong của vỏ.

Khi tính chiều dày của tấm đáy có hai cửa theo (i), khoảng cách giữa hai cửa không được nhỏ hơn  $1/4$  đường kính ngoài của tấm đáy.

- (ii) Tấm đáy hình nửa elíp

Phải áp dụng các yêu cầu trong (1)(a), tuy nhiên khi đó  $R_1$  phải bằng 0,8 lần đường kính trong của vỏ và  $W$  bằng 1,77.

- (c) Khi các lỗ khoét không được gia cường theo các quy định ở (a) hoặc (b), thì chiều dày yêu cầu phải được tính theo công thức sau. Tuy nhiên, chiều dày không được nhỏ hơn trị số tính được từ công thức ở (1)

$$T_r = \frac{PD_o}{2f} K + a$$

Trong đó:

$D_o$  - Đường kính ngoài của tấm đáy (mm)

$K$  - Được chỉ ra trên Hình 3/9.6. Tuy vậy, điều này thích hợp cho tấm đáy tuân theo các điều kiện sau:

Tấm đáy hình bán cầu:  $0,003D_o \leq T_e \leq 0,16D_o$

Tấm đáy hình nửa elíp:  $0,003D_o \leq T_e \leq 0,08D_o$ ,  $H \geq 0,18D_o$

Tấm đáy hình lòng đĩa:  $0,003D_o \leq T_e \leq 0,08D_o$

$r \geq 0,1D_o$

$$r \geq 3T_e$$

$$R_1 \leq D_o$$

$$H \geq 0,18D_o$$

$$\text{hoặc } 0,01D_o \leq T_e \leq 0,03D_o$$

$$r \geq 0,06D_o$$

$$H = 0,18D_o$$

$$\text{hoặc } 0,02D_o \leq T_e \leq 0,03D_o$$

$$r \geq 0,06D_o$$

$$0,18D_o \leq H \leq 0,22D_o$$

$T_e$  - Chiều dày thực của tấm đáy (mm),

$H$  - Chiều cao tấm đáy tính từ mặt ngoài tới mặt nổi phần đĩa với phần hình trụ (mm)

$R_1$  và  $r$  - Như đã được quy định ở (1)(a).

5 Chiều dày yêu cầu của tấm đáy được tạo hình chịu áp suất trên mặt lồi

Chiều dày yêu cầu của tấm đáy được tạo hình chịu áp suất trên mặt lồi không được nhỏ hơn chiều dày khi tính toán với giả thiết rằng phía lõm của chúng chịu áp suất ít nhất là 1,67 lần áp suất thiết kế.

6 Chiều dày yêu cầu của tấm đáy và nắp phẳng không có thanh giằng hoặc giá đỡ:

(1) Khi tấm đáy và tấm nắp phẳng không có thanh giằng hoặc giá đỡ được hàn vào tấm vỏ thì chiều dày yêu cầu phải được tính theo công thức sau:

(a) Tấm tròn 
$$T_r = C_1 d \sqrt{\frac{P}{f}} + a$$

(b) Tấm không tròn 
$$T_r = C_1 C_2 d \sqrt{\frac{P}{f}} + a$$

Trong đó:

$C_1$ : Hằng số cho trong Hình 3/7.9

$$C_2 = \sqrt{3,4 - 2,4 \frac{d}{D'}}, \text{ nhưng không cần quá } 1,6$$

$d$  - Đường kính được cho trong Hình 3/7.9 (cho tấm đáy tròn), hoặc chiều ngắn nhất (cho tấm đáy không tròn) (mm)

$D'$  - Chiều dài của tấm đáy hoặc nắp không tròn được đo thẳng góc với chiều ngắn (mm)

(2) Khi tấm nắp phẳng không có thanh giằng được bắt bu lông vào tấm vỏ thì chiều dày yêu cầu phải được tính theo công thức sau:

(a) Khi dùng tấm đệm trên toàn mặt

- cho tấm tròn 
$$T_r = d \sqrt{\frac{C_3 P}{f}} + a$$

$$\text{- cho tấm không tròn } T_r = d \sqrt{\frac{C_3 C_4 P}{f}} + a$$

(b) Khi phải đưa mô men do phản lực của đệm vào tính toán:

$$\text{- cho tấm tròn } T_r = d \sqrt{\frac{C_3 P}{f} + \frac{1,78 W h_g}{f d^3}} + a$$

$$\text{- cho tấm không tròn } T_r = d \sqrt{\frac{C_3 C_4 P}{f} + \frac{6 V h_g}{f L d^2}} + a$$

Trong đó:

$C_3$  - Hằng số được xác định bởi phương pháp bắt bu lông cho trong Hình 3/7.10

$C_4 = 3,4 - 2,4d/D'$ , nhưng không cần quá 2,5

$d$  - Đường kính được cho trong Hình 3/7.10 (cho tấm tròn) hoặc chiều ngắn nhất (cho tấm không tròn) (mm)

$D'$  - Chiều dài của tấm đáy hoặc nắp không tròn được đo thẳng góc với chiều ngắn (mm)

$W$  - Trị số trung bình (N) của các tải trọng bu lông cần để làm kín và tải trọng cho phép cho bu lông được dùng thực tế

$L$  - Tổng chiều dài của vòng tròn qua các tâm bu lông (mm)

$h_g$  - Cánh tay đòn mô men của phản lực từ tấm đệm cho trong Hình 3/7.10 (mm)

### 8.5.3 Chiều dày yêu cầu của mặt sàng của thiết bị trao đổi nhiệt

1 Chiều dày các mặt sàng của thiết bị trao đổi nhiệt không có thanh giằng hoặc giá đỡ phải tuân theo những yêu cầu sau:

(1) Không kể đầu tự lựa, chiều dày yêu cầu của mặt sàng phẳng không có ống giằng của thiết bị trao đổi nhiệt và thiết bị tương tự phải bằng trị số lớn nhất trong các trị số được tính theo các công thức dưới đây:

$$T_r = \frac{C_5 D}{2} \sqrt{\frac{P}{f_b}} + a$$

$$T_r = \frac{PA}{\tau L} + a$$

Trong đó:

$f_b$  - Ứng suất uốn cho phép của vật liệu ( $N/mm^2$ );

$\tau$  - Ứng suất cắt cho phép của vật liệu ( $N/mm^2$ );

$C_5$  - Hệ số được xác định bởi phương pháp đỡ ống và mặt sàng. Khi mặt sàng không liền với vỏ, nếu ống thẳng thì trị số được lấy là 1, nếu ống hình chữ U thì trị số được lấy bằng 1,25. Khi mặt sàng liền với vỏ trị số này được lấy theo Hình 3/8.1;

D - Đường kính vòng tròn ngoài của mặt sàng đáy (mm) khi nó được bắt bu lông vào mặt bích, D là đường kính của vòng tròn đi qua các vị trí mà phản lực của đệm tác dụng vào, khi mặt sàng được cố định vào vỏ thì D là đường kính trong của vỏ (lượng dư ăn mòn phải được khấu trừ đi)

A - Diện tích đa giác được tạo thành khi nối tâm các lỗ ống ngoài cùng (xem Hình 3/8.2) (mm<sup>2</sup>)

L - Chiều dài - bằng chu vi ngoài của đa giác nói trên trừ đi tổng các đường kính các lỗ ống ở ngoài cùng (mm)

a - Lượng ăn mòn cho phép (mm). Trong trường hợp nếu bố trí rãnh xoi cho tấm ngăn hoặc rãnh xoi cho vòng đệm kín thì chiều sâu lớn hơn lượng dư ăn mòn quy định ở 8.4.3 thì a được lấy bằng chiều sâu của rãnh xoi này.

(2) Khi tính  $T_r$  trong (1) phải tính theo cả 2 công thức với việc sử dụng  $P$ ,  $C_5$  và  $D$ . Tuy nhiên khi tính với các áp suất khác nhau Đăng kiểm sẽ xem xét từng trường hợp một.

#### 8.5.4 Chiều dày yêu cầu của ống của thiết bị trao đổi nhiệt

1 Vật liệu ống của thiết bị trao đổi nhiệt phải phù hợp với công dụng và chiều dày yêu cầu phải được tính theo công thức sau:

$$T_r = \frac{PD_o}{2f} + a$$

Trong đó:

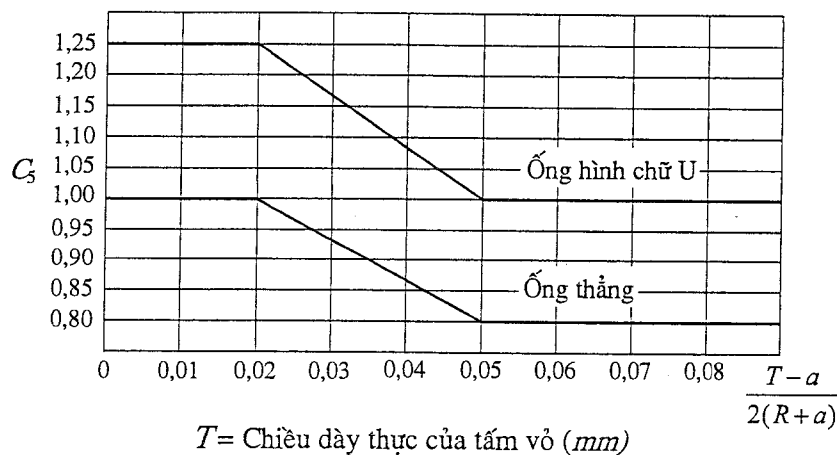
$D_o$  - Đường kính ngoài của ống (mm);

a - 1,5 mm cho ống thép, 0,1T cho ống đồng hay hợp kim đồng;

T - Chiều dày thực của ống (mm);

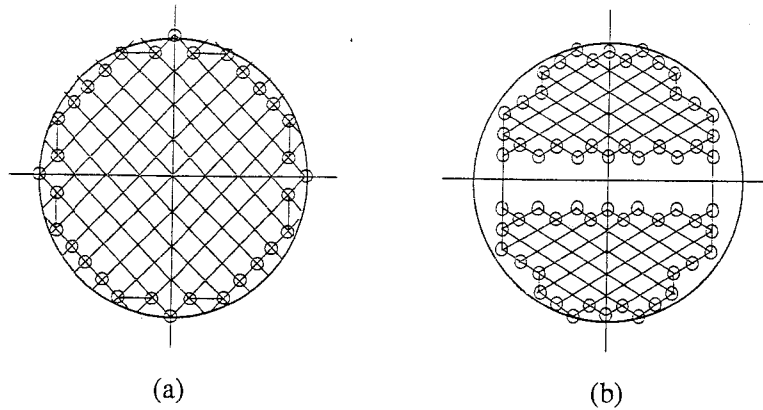
f - Được cho trong 8.4.1 hay Bảng 3/8.3.

2 Phải lưu ý đầy đủ đến sự giảm độ dày khi uốn đối với ống hình chữ U của thiết bị trao đổi nhiệt.



Hình 3/8.1 Trị số  $C_5$





Hình 3/8.2 Cách xác định đa giác để tính toán mặt sàng ống

Bảng 3/8.3 Giá trị ứng suất cho phép của các ống bằng đồng và hợp kim đồng

| Loại vật liệu (cấp)                                              |        | Ứng suất cho phép của các ống đồng và hợp kim đồng (f) N/mm <sup>2</sup> |    |     |      |     |      |      |     |      |     |     |
|------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------|----|-----|------|-----|------|------|-----|------|-----|-----|
|                                                                  |        | 50 trở xuống                                                             | 75 | 100 | 125  | 150 | 175  | 200  | 225 | 250  | 275 | 300 |
| Ống đồng đi ô xít phot pho liên                                  | C 1201 | 41                                                                       | 41 | 40  | 40   | 34  | 27,5 | 18,5 | -   | -    | -   | -   |
|                                                                  | C 1220 |                                                                          |    |     |      |     |      |      |     |      |     |     |
| Ống đồng thau liên dùng cho bầu ngưng và thiết bị trao đổi nhiệt | C 4430 | 68                                                                       | 68 | 68  | 68   | 68  | 67   | 24   | -   | -    | -   | -   |
|                                                                  | C 6870 | 78                                                                       | 78 | 78  | 78   | 78  | 51   | 24,5 | -   | -    | -   | -   |
|                                                                  | C 6871 |                                                                          |    |     |      |     |      |      |     |      |     |     |
|                                                                  | C 6872 |                                                                          |    |     |      |     |      |      |     |      |     |     |
| Ống đồng niken liên dùng cho bầu ngưng và bộ trao đổi nhiệt      | C 7060 | 68                                                                       | 68 | 67  | 65,5 | 64  | 62   | 59   | 56  | 52   | 48  | 44  |
|                                                                  | C 7100 | 73                                                                       | 72 | 72  | 71   | 70  | 70   | 67   | 65  | 63   | 60  | 57  |
|                                                                  | C 7150 | 81                                                                       | 79 | 77  | 75   | 73  | 71   | 69   | 67  | 65,5 | 64  | 62  |

Chú thích: Các giá trị trung gian được xác định bằng nội suy.

### 8.5.5 Độ bền của các bình chịu áp lực bên ngoài

Khi áp suất bên trong của bình chịu áp lực thấp hơn áp suất bên ngoài phải tính độ bền theo uốn dọc.

### 8.5.6 Tính toán mỏi

Đối với các bình áp lực chịu tải trọng động hoặc xuất hiện tải trọng ngoài quá lớn có chu kỳ thì phải tính mỏi. Mức độ tích lũy mỏi trong trường hợp này phải phù hợp với công thức sau đây. Tuy nhiên giá trị trong vế phải của công thức có thể được tăng đến giá trị được Đăng kiểm chấp nhận theo đường cong S-N được dùng trong tính toán nhưng không vượt quá 1,0.

$$\sum \frac{n_i}{N_i} \leq 0,5$$

Trong đó:

$n_i$  - Số chu kỳ ở mỗi mức ứng suất

$N_i$  - Số chu kỳ tính tới khi nứt đối với mỗi mức ứng suất tương ứng được chỉ bằng đường cong S-N của vật liệu sử dụng.

### 8.5.7 Xem xét ứng suất phụ

Khi Đăng kiểm cho là cần thiết, phải xem xét độ bền phòng ứng suất phụ.

### 8.5.8 Xem xét ứng suất nhiệt

Đối với các bình chịu áp lực có thể phải chịu ứng suất nhiệt quá mức hoặc chứa

chất lỏng có nhiệt độ sôi thấp hơn  $-55^{\circ}\text{C}$ , thì phải xem xét đến sức bền để chịu ứng suất nhiệt.

#### 8.5.9 Tính độ bền theo phương pháp đặc biệt

Nếu bản tính độ bền chi tiết được trình duyệt, ngay cả khi kích thước của các bộ phận bình chịu áp lực không phù hợp với các quy định ở 10.5, Đăng kiểm sẽ kiểm tra các số liệu và sẽ chấp thuận bình chịu áp lực này với điều kiện kết quả kiểm tra đó được Đăng kiểm chấp nhận.

### 8.6 Các cửa người chui, các lỗ lắp hòng để nối phụ tùng...và việc gia cường chúng

#### 8.6.1 Các cửa người chui, cửa làm vệ sinh và cửa kiểm tra

- 1 Bình chịu áp lực phải có cửa chui, cửa làm vệ sinh và cửa kiểm tra ở vỏ bình hoặc tấm đáy để kiểm tra và bảo dưỡng phù hợp với Bảng 3/8.4. Tuy nhiên, khi được Đăng kiểm đồng ý, có thể giảm số lượng và kích thước của các lỗ khoét.
- 2 Kích thước tiêu chuẩn của các cửa nói trên được cho ở Bảng 3/8.5.
- 3 Kết cấu của các lỗ và nắp phải phù hợp với các quy định ở 7.6.1-2.

#### 8.6.2 Gia cường lỗ khoét

- 1 Khi trên vỏ có cửa, lỗ khoét cho các hòng lắp phụ tùng ... thì chúng phải được gia cường. Tuy nhiên, trong trường hợp chỉ có một lỗ như sau đây, có thể không gia cường:
  - (1) Lỗ có đường kính tối đa không quá 60 mm (nếu lỗ được ren, thì đó là đường kính chân ren) nhưng không lớn hơn  $1/4$  đường kính trong của vỏ hay mặt bích của tấm đáy
  - (2) Lỗ trên tấm vỏ có đường kính lớn nhất không vượt quá các trị số được quy định trên Hình 3/7.7. Trong trường hợp này lỗ không gia cường không được vượt quá 200 mm
  - (3) Lỗ trên tấm đáy phù hợp với các yêu cầu trong 8.5.2-4(2)(c) là lỗ không yêu cầu phải gia cường do chiều dày của tấm đáy đã được tăng lên.

**Bảng 3/8.4 Số lượng cửa chui, lỗ làm vệ sinh và lỗ kiểm tra**

| Số cửa chui, lỗ làm vệ sinh và lỗ kiểm tra                                                                                                                                        |                                                                              |                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Đường kính trong của vỏ                                                                                                                                                           | Bình có dung tích trong không quá 100 lít và chiều dài trong không quá 1,5 m | Các bình khác                                                                                                |
| 300 mm hoặc nhỏ hơn                                                                                                                                                               | Một lỗ kiểm tra trở lên                                                      | Hai lỗ kiểm tra trở lên                                                                                      |
| Lớn hơn 300 tới 500 mm                                                                                                                                                            |                                                                              | Hai lỗ làm vệ sinh trở lên, hoặc một lỗ làm vệ sinh trở lên và lỗ kiểm tra                                   |
| Lớn hơn 500 mm tới 750 mm                                                                                                                                                         | —                                                                            | Một cửa chui trở lên, hoặc hai lỗ làm vệ sinh trở lên, hoặc một lỗ làm vệ sinh <sup>(1)</sup> và lỗ kiểm tra |
| Lớn hơn 750 mm                                                                                                                                                                    |                                                                              | Một cửa chui hoặc nhiều hơn <sup>(2)</sup>                                                                   |
| Chú thích:                                                                                                                                                                        |                                                                              |                                                                                                              |
| (1) Kích thước lỗ làm vệ sinh nói chung phải phù hợp với các trị số dùng cho lỗ làm vệ sinh đối với vỏ có đường kính trong lớn hơn 750 mm được cho trong Bảng 3/8.5.              |                                                                              |                                                                                                              |
| (2) Bình chịu áp lực cũng như thiết bị trao đổi nhiệt v.v... mà không cần phải có cửa chui vì hình dạng, công dụng v.v... có thể có hai lỗ làm vệ sinh trở lên thay cho cửa chui. |                                                                              |                                                                                                              |

Bảng 3/8.5 Kích thước của lỗ

| Loại lỗ        | Đường kính trong của vỏ | Đường kính của lỗ                      |
|----------------|-------------------------|----------------------------------------|
| Cửa chui       | Cho tất cả các cỡ       | Ô van: 400 mm x 300 mm<br>Tròn: 400 mm |
| Lỗ làm vệ sinh | Lớn hơn 750 mm          | Ô van: 150 mm x 100 mm<br>Tròn: 150 mm |
|                | 750 mm trở xuống        | Ô van: 100 mm x 75 mm<br>Tròn: 100 mm  |
| Lỗ kiểm tra    | Cho tất cả các cỡ       | 50 mm                                  |

### 8.6.3 Phương pháp gia cường lỗ khoét

- 1 Phương pháp gia cường đối với các lỗ trên tấm vỏ hoặc tấm đáy chịu áp suất bên trong phải tuân theo các yêu cầu ở 7.6.3. Tuy nhiên gia cường các lỗ sau đây sẽ được Đăng kiểm xem xét cho từng trường hợp.
  - (1) Lỗ khoét trên tấm vỏ và có đường kính không nhỏ hơn 1/2 đường kính trong của vỏ.
  - (2) Lỗ khoét có khoảng cách từ mép ngoài của lỗ tới mặt ngoài của vỏ bằng 1/10 đường kính ngoài của vỏ.
  - (3) Tổ hợp lỗ mà khoảng cách giữa trục của chúng quá gần.

## 8.7 Nối ghép các bộ phận

### 8.7.1 Mối nối hàn

- 1 Việc chuẩn bị kích thước và hình dạng của mép mối hàn cũng như cách tạo độ vát các tấm có độ dày khác nhau phải tuân theo các yêu cầu trong 7.8.1-1 và -2.
- 2 Mối nối hàn của vỏ bình chịu áp lực thuộc nhóm I phải tuân theo các yêu cầu sau:
  - (1) Mối nối theo chiều dọc: phải là mối nối giáp mép hàn hai phía hoặc mối nối hàn giáp mép được Đăng kiểm coi là tương đương.
  - (2) Mối nối theo đường tròn: phải phù hợp với (1). Tuy nhiên, nếu được Đăng kiểm đồng ý mối nối giáp mép hàn hai phía có thể thay bằng mối hàn giáp mép một phía với tấm đệm hoặc mối hàn giáp mép khác được Đăng kiểm coi là tương đương.
- 3 Mối nối hàn vỏ các bình chịu áp lực thuộc nhóm II phải phù hợp với các yêu cầu sau đây:
  - (1) Mối nối theo chiều dọc  
Phải phù hợp với -2(1)
  - (2) Mối nối theo vòng tròn  
Phải phù hợp với (1) hoặc mối nối giáp mép hàn một phía có tấm đệm hoặc mối hàn giáp mép khác được Đăng kiểm coi là tương đương. Tuy nhiên, đối với tấm có độ dày không quá 16 mm thì mối nối giáp mép hàn một phía có thể được chấp thuận.
- 4 Mối hàn của vỏ bình chịu áp lực thuộc nhóm III phải thỏa mãn những yêu cầu sau:
  - (1) Mối nối theo chiều dọc
    - (a) Đối với các tấm dày hơn 9 mm phải phù hợp với -3(1) hoặc là mối hàn

giáp mép một phía có tấm đệm hoặc là mối hàn giáp mép khác được Đăng kiểm coi là tương đương

(b) Đối với tấm dày không quá 9 mm phải phù hợp với (a) hoặc là mối hàn chồng hai phía đầy góc

(c) Đối với tấm dày không quá 6 mm phải phù hợp với (b) hoặc là mối hàn giáp mép một phía

(2) Mối nối theo vòng tròn phải phù hợp với (1)(c) hoặc là mối nối hàn liên tục ghép chồng một phía

#### **8.7.2 Hình dạng mối hàn và mối nối**

Hình dạng mối hàn và mối nối phải như được chỉ ra trên Hình 3/7.9 hoặc được Đăng kiểm coi là tương đương.

#### **8.7.3 Kết cấu của tấm nắp bắt bu lông**

Kết cấu của tấm nắp phẳng không thanh giằng bắt bu lông vào vỏ phải phù hợp với các yêu cầu trong 7.8.3.

### **8.8 Phụ tùng**

#### **8.8.1 Vật liệu của phụ tùng**

Vật liệu làm các hòng lắp phụ tùng, mặt bích hay ống nối bắt trực tiếp vào vỏ bình chịu áp lực thuộc nhóm I hoặc nhóm II phải tương đương với vật liệu làm vỏ bình. Tuy nhiên yêu cầu này có thể được miễn đối với mặt bích được bắt bu lông hoặc khi được Đăng kiểm chấp thuận.

#### **8.8.2 Kết cấu của phụ tùng**

1 Các phụ tùng như van, mặt bích, bu lông, đai ốc, đệm kín ... phải có kết cấu, kích thước phù hợp với các tiêu chuẩn được công nhận và chúng phải thích hợp với điều kiện làm việc được chỉ ra trong tiêu chuẩn.

2 Các phụ tùng phải được bắt vào vỏ bình chịu áp lực thuộc nhóm I và nhóm II nhờ nối bích hay hàn. Khi vỏ dày hơn 12 mm hoặc khi đế của phụ tùng lắp vào vỏ bằng ren thì phụ tùng có đường kính danh nghĩa không quá 32 mm có thể được bắt vào vỏ bằng ren.

#### **8.8.3 Lắp đặt các thiết bị an toàn**

1 Các bình chịu áp lực mà áp suất bên trong bình có thể vượt quá áp suất thiết kế ở trạng thái làm việc phải có van an toàn, van này phải được đặt ở áp suất không lớn hơn áp suất thiết kế và có khả năng tránh được áp suất vượt quá 10% áp suất thiết kế.

2 Khi có thể xảy ra nguy hiểm do bình chịu áp lực tiếp xúc với lửa hoặc nguồn nhiệt bất thường bên ngoài khác, phải có thiết bị an toàn áp suất để tránh cho áp suất vượt quá 1,2 lần áp suất thiết kế. Nhưng nếu bình chứa khí nén được trang bị nút chảy có điểm nóng chảy ở nhiệt độ không quá 150°C để có thể tự động giảm áp suất bên trong trong trường hợp gặp cháy thì có thể không cần lắp thiết bị an toàn áp suất.

3 Các thiết bị trao đổi nhiệt hoặc các bình chịu áp lực tương tự khác khi áp suất bên trong có thể vượt quá áp suất thiết kế do hồng ống trao đổi nhiệt, mặt sàng, tấm