# VĂN BẢN QUY PHẠM PHÁP LUẬT

## BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI

### Thông tư số 02/2025/TT-BGTVT ngày 08 tháng 01 năm 2025 ban hành Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về phân cấp và đóng phương tiện thủy nội địa

(Tiếp theo Công báo số 205 + 206)

## PHẦN 2A THÂN TÀU

## CHƯƠNG 1 QUY ĐỊNH CHUNG

### 1.1 Quy định chung

#### 1.1.1 Phạm vi áp dụng

Phần này quy định độ bền và kích thước kết cấu thân tàu của các tàu sau đây: tàu một thân, tàu đa thân, tàu cánh ngầm, tàu đệm khí; tàu bằng thép hàn, tàu có lượng chiếm nước làm bằng hợp kim nhẹ, tàu bê tông cốt thép.

#### 1.1.2 Tàu bằng chất dẻo cốt sợi thủy tinh

Đối với tàu không phải tàu cao tốc, độ bền và kích thước kết cấu thân tàu làm bằng chất dẻo cốt sợi thủy tinh phải thỏa mãn các yêu cầu của QCVN 56: 2013/BGTVT.

#### 1.1.3 Tàu xi măng lưới thép

Độ bền và kích thước kết cấu thân tàu xi măng lưới thép phải thỏa mãn các yêu cầu của QCVN 51: 2012/BGTVT.

#### 1.1.4 Tàu vỏ gỗ

**1** Đối với tàu cấp VR-SI, VR-SII, VR-SIII có chiều dài tàu dưới 20 m hoặc công suất máy chính dưới 50 sức ngựa, độ bền và kích thước kết cấu thân tàu phải thỏa mãn các yêu cầu của QCVN 25: 2010/BGTVT

**2** Đối với tàu cấp VR-SB không phụ thuộc vào chiều dài tàu và công suất máy chính; tàu cấp VR-SI, VR-SII, VR-SIII có chiều dài tàu từ 20 m trở lên hoặc công suất máy chính từ 50 sức ngựa trở lên, độ bền và kích thước kết cấu thân tàu phải thỏa mãn các yêu cầu của QCVN 84: 2014/BGTVT.

**1.1.5 Đối với tàu cao tốc**

**1** Độ bền và kích thước kết cấu thân tàu của các tàu hoạt động vùng SI, SII, SIII trừ khi đã được quy định rõ, phải thỏa mãn các yêu cầu của QCVN 54: 2013/BGTVT đối với tàu hạn chế IV.

**2** Độ bền và kích thước kết cấu thân tàu của các tàu hoạt động vùng SB trừ khi đã được quy định rõ, phải thỏa mãn các yêu cầu của QCVN 54: 2013/BGTVT đối với tàu hạn chế III.

**1.1.6 Các yêu cầu chung**

**1** Phần này được áp dụng cho các tàu thuộc các cấp, hoạt động ở những vùng nước tương ứng có chiều cao sóng tính toán cho trong Bảng 2A/1.1 của Quy chuẩn này.

**Bảng 2A/1.1 - Chiều cao sóng tính toán tương ứng theo vùng hoạt động của tàu**

| Vùng hoạt động của tàu | Chiều cao sóng đáng kể $H_s$ (m) | Chiều cao sóng tính toán quy đổi h (m) |
|---|---|---|
| SB | 1,85 | 2,5 |
| SI | 1,30 | 2,0 |
| SII | 0,80 | 1,2 |
| SIII | 0,40 | 0,6 |

**2** Các yêu cầu ở phần này áp dụng cho các kiểu tàu khác nhau như được nêu tại Bảng 2A/1.2 của Quy chuẩn này.

**3** Các yêu cầu ở -5 đến -9 Chương này và các yêu cầu của Chương 2, Chương 3 được áp dụng cho các tàu có thân làm bằng thép có tỷ số kích thước chính không lớn hơn các tỷ số giới hạn cho trong Bảng 2A/1.3 của Quy chuẩn này.

**4** Đối với tàu có thân làm bằng thép, các tàu có các tỷ số kích thước chính lớn hơn tỷ số giới hạn cho trong Bảng 2A/1.3 thì kết cấu và quy cách các phần tử kết cấu phải được tính kiểm tra bổ sung bằng tính toán độ bền trực tiếp đối với các yếu tố kết cấu liên quan đến tỷ số kích thước lớn hơn tỷ số giới hạn.

**Bảng 2A/1.2 - Kiểu tàu áp dụng các yêu cầu ở phần này**

| TT | Số mục/đề mục của phần 2A | Kiểu tàu |
|---|---|---|
| 1 | 1.1.6-3 đến 1.1.6-9, Chương 1; Chương 2; Chương 3; Chương 9. | Tàu có lượng chiếm nước có chiều dài đến 140 m, bao gồm:<br>1. Tàu tự hành chở hàng khô trong khoang, một boong, có buồng máy bố trí ở phía đuôi;<br>2. Tàu tự hành chở hàng lỏng, có buồng máy bố trí ở phía đuôi;<br>3. Tàu không động cơ chở hàng khô trong khoang, một boong;<br>4. Tàu không động cơ chở hàng lỏng;<br>5. Tàu tự hành chở hàng trên boong, có buồng máy bố trí ở phía đuôi và tàu không động cơ chở hàng trên boong;<br>6. Tàu khách;<br>7. Tàu kéo/đẩy;<br>8. Tàu công trình;<br>9. Tàu chuyên dụng đặc biệt. |
| 2 | Chương 4; Chương 9 | Tàu có lượng chiếm nước làm từ hợp kim nhẹ. |
| 3 | Chương 5; Chương 9 | Tàu đa thân. |
| 4 | Chương 6 | Tàu cánh ngầm. |
| 5 | Chương 7 | Tàu đệm khí. |
| 6 | Chương 8; Chương 9 | Tàu có thân làm từ bê tông cốt thép. |

**Bảng 2A/1.3 - Trị số tối đa của các tỷ số kích thước chính của tàu vỏ thép**

| | Vùng hoạt động của tàu | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | SB | | SI | | SII và SIII | |
| | L/D | B/D | L/D | B/D | L/D | B/D |
| 1. Tàu tự hành và không tự hành chở hàng khô trong khoang | 25 | 4,0 | 27 | 5,0 | 28 | 5,0 |
| 2. Tàu tự hành chở hàng lỏng | 25 | 4,0 | 27 | 5,0 | 35 | 6,0 |
| 3. Tàu tự hành và không tự hành chở hàng trên boong; tàu không tự hành chở hàng lỏng | 25 | 5,0 | 35 | 6,0 | 40 | 7,0 |

| | Vùng hoạt động của tàu | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | SB | | SI | | SII và SIII | |
| | L/D | B/D | L/D | B/D | L/D | B/D |
| 4. Tàu khách có lượng chiếm nước | 25 | 4,0 | 27 | 5,0 | 28 | 5,0 |
| 5. Tàu kéo/đẩy | 18 | 3,5 | 18 | 3,5 | 20 | 4,0 |
| 6. Tàu công trình | 20 | 4,0 | 20 | 4,0 | 22 | 5,0 |
| 7. Tàu chuyên dụng đặc biệt và tàu có chiều dài đến 20 m | 18 | 3,5 | 18 | 3,5 | 18 | 4,0 |

**5** Kết cấu và quy cách các phần tử kết cấu thân tàu thép phải thỏa mãn các yêu cầu nêu ở 2.3, 2.4 Ngoài ra, kết cấu và kích thước kết cấu thân tàu có chiều dài lớn hơn 65 mét còn phải được kiểm tra bằng tính toán theo các yêu cầu nêu ở 2.2 Phần này. Đối với các loại tàu khác phải thỏa mãn các yêu cầu của Chương 3 và Chương 9 Phần này. Đối với kết cấu chịu tải trọng cục bộ lớn hơn tải trọng tính toán theo yêu cầu ở 2.3, 2.4 và Chương 3 đến Chương 8 thì kết cấu đó phải được gia cường với tải trọng yêu cầu tại 2.2.2-13. Đối với trường hợp bố trí, quy cách kết cấu khác với yêu cầu nêu trong Quy chuẩn này thì phải xác định kích thước các phần tử kết cấu thân tàu bằng phương pháp tính toán độ bền trực tiếp, kể cả độ bền ổn định của kết cấu thân tàu.

**6** Với tàu có chiều dài lớn hơn 65 m mang cấp VR-SB, tàu phải có các tài liệu sau được Đăng kiểm thẩm định:

(1) Hướng dẫn xếp hàng trình bày đầy đủ các số liệu sau đây:

(a) Các trạng thái tải trọng làm cơ sở thiết kế tàu, bao gồm cả giới hạn cho phép của mô men uốn dọc và lực cắt theo ứng suất cho phép quy định tại mục 1,2,7 của Bảng 2A/2.8.

(b) Kết quả tính toán của mô men uốn và lực cắt tương ứng với các trạng thái tải trọng.

(c) Giới hạn cho phép của tải trọng cục bộ được áp dụng đối với nắp miệng hầm hàng, boong, kết cấu đáy đôi...

(d) Hướng dẫn xếp hàng có thể được tích hợp chung với Thông báo ổn định của tàu.

(2) Sổ tay chằng buộc hàng hóa được biên soạn theo hướng dẫn của Tổ chức Hàng hải quốc tế (IMO) tại Thông tư số MSC/Circ.745 đối với tàu chở phương tiện cơ giới đường bộ, tàu chở công te nơ. Tải trọng tác để tính thiết bị chằng buộc có thể xác định theo 1.2.2 Phần 12 của Quy chuẩn này.

(3) Sổ tay chở hàng hạt (áp dụng cho tàu chở xô hàng hạt) được biên soạn theo quy định của Tổ chức hàng hải quốc tế (IMO) tại Nghị quyết MSC.23(59) đối với tàu chở hàng hạt.

**7** Nếu sử dụng hệ thống phần mềm tính toán kết cấu được lập trình dựa trên việc sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn, để thực hiện việc tính toán trực tiếp theo -5 cần phải trình Đăng kiểm các tài liệu sau:

(1) Tên gọi sản phẩm chương trình được sử dụng với số nhận dạng của phiên bản;

(2) Các kết quả tính toán xuất ra từ chương trình được sử dụng;

(3) Loại phần tử được sử dụng và tính chất của chúng, tính chất của vật liệu và điều kiện biên áp dụng cho giới hạn mô hình thân tàu hoặc các phần tử kết cấu của nó;

(4) Phương pháp tính tải trọng xác định uốn chung thân tàu và biến dạng cục bộ các phần tử kết cấu thân tàu;

(5) Trị số và hướng tác động của lực (rải đều, tập trung, quán tính);

(6) Kết quả tính toán ứng suất và kết quả kiểm tra độ ổn định các phần tử kết cấu thân tàu;

(7) Kết quả xác định của giới hạn mô hình thân tàu hoặc phần tử kết cấu của nó, với mức ứng suất sinh ra được tạo nên từ hơn 97% ứng suất nguy hiểm được nêu tại 2.2.6.

**8** Từ kết quả xem xét các tài liệu nêu ở -7, Đăng kiểm có thể yêu cầu thực hiện các tính toán bổ sung với các thông số thay đổi nêu ở -7(3) hoặc với kích thước mạng phần tử hữu hạn thay đổi ở vùng giới hạn mô hình thân tàu được nêu ở -7(7).

**9** Khi sử dụng các số liệu được nêu trong các Bảng thuộc phần này của Quy chuẩn, các trị số trung gian của các thông số phải xác định theo phương pháp nội suy bậc nhất.

# CHƯƠNG 2 YÊU CẦU ĐỐI VỚI KẾT CẤU THÂN TÀU THÉP

## 2.1 Quy định chung

### 2.1.1 Phạm vi áp dụng

**1** Chương này quy định độ bền và kích thước kết cấu của thân tàu bằng thép hàn thuộc phạm vi điều chỉnh được quy định tại 1.1 Chương 1 Mục I của Quy chuẩn này.

**2** Chương này được áp dụng cho các tàu thuộc các cấp, hoạt động ở những vùng nước có chiều cao sóng tính toán nêu tại Bảng 2A/1.1 Chương 1 Phần này.

**3** Các tỷ số kích thước chính L/D và B/D của thân tàu thép được quy định tại Bảng 2A/1.3 Chương 1 Phần này.

### 2.1.2 Vật liệu

**1** Thép làm kết cấu thân tàu, quy định trong Chương này là thép có giới hạn chảy từ 235 MPa đến 395 MPa.

**2** Trị số mô đun chống uốn tiết diện của các phần tử kết cấu thân tàu, tính theo công thức nêu ở 2.4 Chương này là ứng với giới hạn chảy $R_{eH}$ = 235 Mpa. Với những kết cấu làm bằng thép có giới hạn chảy $R_{eH}$ > 235 MPa thì mô đun chống uốn có thể được giảm tỷ lệ với hệ số k = 235/$R_{eH}$.

**3** Vật liệu chế tạo các chi tiết kết cấu thân tàu áp dụng theo Phần 6A của Quy chuẩn.

## 2.2 Tính sức bền và ổn định kết cấu thân tàu

### 2.2.1 Các tải trọng tính toán trong uốn chung của thân tàu

**1** Mô men uốn $M_{sw}$ và lực cắt $N_{sw}$ trên nước tĩnh phải tính bằng cách tích phân đường cong tải trọng với ít nhất 21 tọa độ cách đều nhau của các phương án tải trọng tính toán, phụ thuộc vào từng loại tàu. Với các tàu có kiểu và công dụng đặc biệt, cần xem xét các phương án tải trọng bất lợi nhất có thể xảy ra.

**2** Các phương án tải trọng tính toán được lấy theo các trạng thái tải trọng tiêu chuẩn quy định trong Phần 7 của Quy chuẩn.

**3** Các phương án tải trọng tính toán có thể được tăng lên hoặc giảm xuống tùy thuộc vào đặc điểm kết cấu và điều kiện khai thác của tàu và phải được Đăng kiểm chấp thuận.

Đối với tàu có chuyên dụng đặc biệt, cơ quan thiết kế phải xuất phát từ đặc điểm kết cấu và công dụng của tàu để quy định các phương án tải trọng tính toán và phải được Đăng kiểm chấp thuận.

**4** Mô men uốn bổ sung trên sóng ở đoạn giữa tàu, kN.m, được tính theo công thức:

$$M_{aw} = \pm (k_p M_w + M_{sl})$$

Trong đó:

$M_w$ - mô men uốn tạo nên bởi tác động trực tiếp của sóng (mô men uốn trên sóng), kN.m;

$k_p$ - hệ số ảnh hưởng của dao động sóng;

$M_{sl}$ - mô men uốn tạo nên do va đập của sóng vào vùng đuôi tàu (mô men uốn va đập), kN.m.

(1) Mô men uốn trên sóng $M_w$, kN.m, được xác định theo công thức sau:

$$M_w = 0{,}255\varepsilon k_{CB}\, k_T k_B B L^2 h$$

Trong đó:

h - chiều cao sóng tính toán quy đổi xác định theo Bảng 2A/1.1, m;

ε - hệ số xác định theo Bảng 2A/1.1;

Các hệ số $k_{CB}$, $k_T$, $k_B$ được xác định theo các công thức sau:

$$k_{CB} = \exp[-1{,}6(1-C_B)];$$

$$k_T = \exp\{-1{,}14dC_B/[\eta h(2C_B + 1)]\};$$

$$k_B = \frac{1-\exp\left[-0{,}19C_B B/(\eta h)\right]}{0{,}19C_B B}\eta h$$

$C_B$ - hệ số béo thể tích chiếm nước;

η - hệ số lấy theo Bảng 2A/1.1;

exp - hàm số mũ của cơ số e.

Các hệ số nêu trên cũng có thể xác định theo Bảng 2A/1.2 đến Bảng 2A/2.4, trong đó trị số a và b được tính theo công thức sau:

$$a = \frac{3dC_B}{2C_B + 1}$$

$$b = C_B B$$

Các trị số L, B, d và $C_B$ cần xác định theo chiều chìm của tàu tương ứng với trường hợp tính toán tải trọng theo mô men uốn trên nước tĩnh $M_{sw}$.

**Bảng 2A/2.1 - Giá trị của các thông số để xác định các thành phần của mô men uốn bổ sung trên sóng**

| Vùng | ε | η | $\omega_{mid}$, $s^{-1}$ | $v_1$, m/s |
|---|---|---|---|---|
| SB | 0,920 | 1,000 | 1,11 | 5,42 |
| SI | 0,805 | 0,874 | 1,46 | 4,14 |
| SII | 0,848 | 0,874 | 1,88 | 3,21 |
| SIII | 0,874 | 0,874 | 2,68 | 2,26 |

**Bảng 2A/2.2 - Giá trị của hệ số $k_{CB}$ phụ thuộc vào hệ số béo thể tích chiếm nước**

| $C_B$ | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 | 1,00 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $k_{CB}$ | 0,487 | 0,527 | 0,571 | 0,619 | 0,670 | 0,726 | 0,787 | 0,852 | 0,923 | 1,000 |

**Bảng 2A/2.3 - Giá trị của hệ số $k_T$ phụ thuộc vào vùng hoạt động và thông số a**

| Vùng | **a** (m) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 |
| **SB** | 1,000 | 0,939 | 0,881 | 0,827 | 0,776 | 0,729 | 0,684 | 0,642 | 0,603 | 0,566 |
| **SI** | 1,000 | 0,897 | 0,805 | 0,722 | 0,647 | 0,581 | 0,521 | 0,467 | 0,419 | 0,376 |
| **SII** | 1,000 | 0,834 | 0,696 | 0,581 | 0,485 | 0,404 | 0,337 | 0,281 | 0,235 | 0,196 |
| **SIII** | 1,000 | 0,696 | 0,485 | 0,337 | 0,235 | 0,163 | 0,114 | 0,079 | 0,055 | 0,038 |

**Bảng 2A/2.4 - Giá trị hệ số $k_B$ phụ thuộc vào vùng hoạt động và thông số b**

| Vùng | **b** (m) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3,0 | 6,0 | 9,0 | 12,0 | 15,0 | 18,0 | 21,0 | 24,0 | 27,0 | 30,0 |
| **SB** | 0,911 | 0,832 | 0,762 | 0,700 | 0,646 | 0,597 | 0,553 | 0,514 | 0,479 | 0,448 |
| **SI** | 0,853 | 0,735 | 0,638 | 0,559 | 0,493 | 0,439 | 0,393 | 0,355 | 0,323 | 0,295 |
| **SII** | 0,771 | 0,610 | 0,493 | 0,408 | 0,344 | 0,295 | 0,257 | 0,227 | 0,203 | 0,183 |
| **SIII** | 0,610 | 0,408 | 0,295 | 0,227 | 0,183 | 0,153 | 0,131 | 0,115 | 0,102 | 0,092 |

Hệ số $k_p$ được tính theo công thức sau:

$$k_p = \psi\left\{1 + \omega_k^2/\left[\sigma^2\sqrt{(1-\omega_k^2/\sigma^2)^2 + (2k_\mu\omega_k/\sigma)^2}\right]\right\}$$

Trong đó:

$\omega_k = \omega_{mid} + 1{,}92k_v v_{sw}/L$, $s^{-1}$

$$\sigma = k_s\sqrt{\frac{I}{(1{,}2 + B/3d)\Delta L^3}}$$

$k_\mu = 0{,}0612(1 - 0{,}047\sigma - 0{,}0077\sigma^2)$

(Hệ số $k_\mu$ không được lấy nhỏ hơn 0)

Giá trị $\omega_{mid}$ được xác định theo Bảng 2A/2.1

$v_{sw}$ - vận tốc của tàu trên nước tĩnh đối với phương án tải trọng tính toán, km/h;

Hệ số $k_v$ được tính theo công thức sau:

$$k_v = 1 - 19{,}9h/L + 143(h/L)^2$$

$k_s = 123.10^4$ - đối với tàu hàng;

$k_s = 117.10^4$ - đối với tàu khách;

$k_s = 104.10^4$ - đối với tàu kéo và tàu đẩy;

I - mô men quán tính tiết diện ngang thân tàu ở lần gần đúng thứ nhất, $m^4$;

$\Delta$ - lượng chiếm nước trọng lượng của tàu ứng với phương án tính toán tải trọng, kN.

$\psi$ – hệ số xác định theo các công thức sau:

$\psi = \cos[1{,}3(\omega_k/\sigma)^2]$ Nếu $0 \le \omega_k/\sigma \le 1{,}0$

$\psi = 2{,}167\,\omega_k/\sigma - 1{,}9$ Nếu $1{,}0 \le \omega_k/\sigma \le 1{,}4$

(2) Mô men uốn va đập được xác định theo công thức sau, kN.m:

$$M_{sl} = k_{sl}\varphi_1\Delta L$$

Trong đó:

$$k_{sl} = 5{,}3.10^{-4}\varphi_0\sigma v_0$$

$\varphi_1 = 1$ với $d_f \le d_f^0$;

$\varphi_1 = 3 - 2d_f/d_f^0$ với $d_f < d_f^0 < 1{,}5d_f^0$

$\varphi_1 = 0$ với $d_f \geq 1{,}5d_f^o$;

$d_f$ -chiều chìm mũi ứng với phương án tải trọng tính toán, m;

$d_f^o$-chiều chìm giới hạn mũi, m, tính theo công thức sau:

$$d_f^o = (0{,}68 + 0{,}21k_v v_{sw}/\sqrt{L})\eta h$$

$\varphi_o$ - hệ số, xác định theo công thức:

$$\varphi_o = 1 - 1{,}03b_o + b_o^2 - 0{,}417b_o^3$$

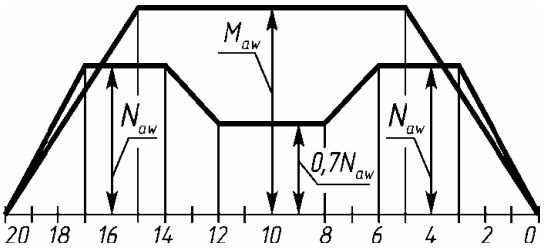
$$b_o = 4{,}32\sqrt{\sigma\frac{Bd}{L^2}}$$

Trị số $v_o$ được tính theo công thức sau:

$$v_o = (0{,}336 + 0{,}104k_v v_{sw}/\sqrt{L})v_1 + 0{,}024k_v v_{sw}$$

Trị số $v_1$ được lấy theo Bảng 2A/2.1.

Giá trị của mô men uốn bổ sung trên sóng được lấy không đổi trên suốt đoạn 0,5L ở vùng giữa tàu và được giảm dần tuyến tính về 0 tại phần mút tàu (xem Hình 2A/2.1). Với các tàu hoạt động ở vùng SB và SI, có thể cho phép sai số với biểu đồ $M_{aw}$ (xem Hình 2A/2.1), trong đó giới hạn đoạn không đổi của biểu đồ cần cách sườn giữa tàu về phía mũi và đuôi một đoạn không nhỏ hơn 0,15L.




**Hình 2A/2.1 - Biểu đồ mô men uốn và lực cắt bổ sung trên sóng**

**5** Trị số lớn nhất của lực cắt bổ sung trên sóng $N_{aw}$ được xác định theo công thức sau, kN:

$$N_{aw} = 4M_{aw}/L$$

Biểu đồ lực cắt bổ sung trên sóng cần được lấy theo Hình 2A/2.1.

**6** Giá trị tính toán của mô men uốn tại mỗi mặt cắt đang xét trong trường hợp tàu uốn vồng lên và uốn võng xuống cần được tính bằng tổng đại số của mô men uốn trên nước tĩnh và mô men uốn bổ sung trên sóng tại mặt cắt đó, kN.m:

$$M_c = M_{sw} + M_{aw}$$

**7** Giá trị tính toán của lực cắt với trường hợp uốn vồng lên và uốn võng xuống tại mặt cắt tính toán thân tàu cần được tính bằng tổng giá trị tuyệt đối của lực cắt trên nước tĩnh và lực cắt bổ sung trên sóng tại mặt cắt đó, kN:

$$N_c = |N_{sw}| + |N_{aw}|$$

**8** Mô men uốn tính toán lớn nhất và lực cắt cần được xác định theo chỉ dẫn ở 2.2.1-6 và 2.2.1-7 với các phương án tính toán tải trọng theo 2.2.1-2.

**9** Với trường hợp tính toán theo 2.2.1-2, nếu không cho phép việc xếp dỡ hàng hóa trong điều kiện sóng, thì giá trị $M_{aw}$ và $N_{aw}$ trong các công thức ở 2.2.1-6 và 2.2.1-7 không được lấy nhỏ hơn 0,7 giá trị tương ứng được xác định theo 2.2.1-4 và 2.2.1-5 đối với tàu hoạt động ở vùng SII và SIII. Nếu cho phép thực hiện việc xếp dỡ hàng hóa trong vùng nước không được bảo vệ, thì $M_{aw}$ và $N_{aw}$ được xác định ở 2.2.1-4(1) và 2.2.1-5 đối với tàu hoạt động ở vùng có vùng nước không được bảo vệ này.

Giá trị $M_{sw}$ và $N_{sw}$ trong quá trình xếp và dỡ hàng cần được tính với việc phân bố hàng theo chiều dài tàu theo 2.2.1-1.

**2.2.2 Tải trọng tính toán sức bền cục bộ**

**1** Phải tính các phương án tải trọng sau đây:

(1) Tàu đủ hàng;

(2) Tàu không hàng hoặc chạy dằn;

**2** Phải kiểm tra sức bền cục bộ của kết cấu với tải trọng gây ra ứng suất lớn nhất. Phải kiểm tra sức bền của các kết cấu dọc thân tàu theo ứng suất tổng do uốn dọc chung thân tàu và do tải trọng cục bộ gây ra.

**3** Tải trọng tính toán cục bộ p, kPa, là áp suất mà giá trị được lấy bằng trị số lớn nhất trong các trị số xác định từ 2.2.2-4 đến 2.2.2-14, trong đó:

$D_m$ -chiều cao mạn tàu tại tiết diện đang được xét, m;

$d_h$ - chiều chìm của tàu đủ tải tại tiết diện đang được xét, m;

$d_k$ - chiều chìm của tàu không tải tại tiết diện đang được xét, m;

$d_d$ - chiều chìm của tàu chạy dằn tại tiết diện đang được xét, m;

$h_k$ - chiều cao của két nước dằn, tính từ đáy két đến miệng ống thông khí, m;

$h_t$ - chiều cao của thành quây miệng dãn nở của tàu hàng lỏng, tính từ đường cơ bản của tàu, m;

$h_{cn}$ - chiều cao cột nước, m, được lấy tương ứng với áp suất tính toán của van thở;

r - nửa chiều cao sóng tính toán, được lấy theo Bảng 2A/1.1, m;

$p_{cr}$ - áp lực hàng, chưa tính đến sự phân bố không đều của hàng, kPa;

$H_{hd}$ - chiều cao khoang hàng tại tiết diện đang xét, tính từ mặt phẳng cơ bản, m;

$p_u$ - áp lực hàng, có tính đến sự phân bố không đều của chúng theo 2.2.2-4, kPa;

$\gamma_{cr}$ - trọng lượng riêng của hàng rời hoặc hàng lỏng, $kN/m^3$;

$h_d$ - chiều cao đáy đôi, m.

**4** Áp lực hàng $p_u$ có tính đến sự phân bố không đều của hàng được tính theo công thức sau, kPa:

(1) Đối với hàng khô:

$$p_u = k_u p_{cr}$$

trong đó $k_u$ - hệ số độ không đều của áp lực hàng, được lấy bằng 1,25 trong tính toán kết cấu khỏe và bằng 1,5 trong tính toán kết cấu thường và tấm (ngoại trừ các tàu chở hàng rời xếp hàng theo đống dàn đều hoặc đống có ngọn).

(2) Đối với tàu hàng lỏng:

$$p_u = p_{cr} \pm \Delta p_u$$

trong đó $\Delta p_u$ - lượng điều chỉnh áp suất hàng hóa cho phép có tính đến sự không đồng đều của hàng được quy định trong bản hướng dẫn xếp và dỡ hàng;

(3) Khi tính kết cấu thường và tấm của tàu hàng khô chở xô hàng rời xếp đống có ngọn:

$$p_u = \gamma_{cr}\left(\frac{H_{hl} - h}{1{,}13 + 0{,}48\theta + 0{,}15\theta^2} + h\right)$$

Trong đó:

$H_{hl}$ - chiều cao của ngọn đống hàng, m, được xác định theo khối lượng hàng trong đống tăng thêm 10% để tính độ không đồng đều của việc xếp hàng (chiều cao này được lấy tăng thêm 15% đối với tàu chở xô hàng nặng xếp cục bộ);

$\theta$ - góc đổ tự nhiên của hàng rời, rad;

h - chiều cao điều chỉnh của đống hàng, m, được xác định theo công thức:

$$h = H_{hl} - \frac{1}{6} tg\theta\left(L_{hl} + B_{hl} + \sqrt{L_{hl}^2 + B_{hl}^2}\right)$$

trong đó, $L_{hl}$, $B_{hl}$ - chiều dài và chiều rộng tương ứng của phần tấm tôn nằm dưới một đống hàng, m.

Nếu kết quả tính toán cho $h < 0$ thì lấy $h = 0$.

(4) Khi tính kết cấu thường và tấm của tàu hàng khô chở xô hàng rời xếp đống dàn đều:

$$p_u = \gamma_{cr}\left(\frac{H_{st} - h_{st}}{1{,}07 + 0{,}33\theta} + h_{st}\right)$$

Trong đó:

$h_{st}$ - chiều cao phần hình chữ nhật của mặt cắt ngang của đống hàng, m;

$H_{st}$ - chiều cao toàn bộ của đống hàng, được xác định theo khối lượng hàng trên đơn vị chiều dài đống tăng thêm 10% để tính độ không đồng đều của việc xếp hàng (chiều cao này được lấy tăng thêm 15% đối với tàu chở xô hàng nặng xếp cục bộ).

(5) Khi tính kết cấu khỏe của tàu hàng khô chở xô hàng rời xếp đống có ngọn, áp lực hàng được coi là phân bố không đồng đều theo diện tích tấm.

Áp lực hàng không đổi và bằng áp lực $p_u$, được xác định ở 2.2.2-4(3) ở phần bên trong hình tròn có tâm là tâm của đống hàng với bán kính như sau:

$$r_1 = (0,12 + 0,39\theta)R_1$$

Trong đó:

$R_1$ - bán kính phần hình nón (côn) của đống, được xác định theo công thức, m:

$$R_1 = (H_{hl} - h)ctg\theta$$

Bên trong vòng $r_1 \le r_M \le R_1$, áp lực thay đổi dọc theo bán kính theo quy luật tuyến tính

$$p_M = p_c + \frac{R_1 - r_M}{R_1 - r_1}(p_u - p_c)$$

Trong đó:

$r_M$ - khoảng cách từ điểm M, tại đó áp lực $p_M$ được tính đến tâm của đống hàng, m;

$p_c$ - thông số có giá trị bằng:

$$p_c = \gamma_{cr} h$$

Áp lực hàng tại các điểm M có bán kính $r_M > R_1$ được lấy như sau:

$$p_M = p_c$$

(6) Khi tính toán kết cấu khỏe của tàu hàng khô chở xô hàng rời xếp đống dàn đều, áp lực hàng cần được coi là phân bố đều theo chiều dài đống hàng và phân bố không đều theo chiều ngang đống hàng. Ở phần giữa tấm dưới đống hàng, áp lực cần được coi là không đổi và bằng áp lực $p_u$ xác định ở 2.2.2-4(4).

Phần giữa được hiểu là khu vực, trong đó:

$$y_M \le (0,037 + 0,165\theta)B_{st}$$

$B_{st}$ - chiều rộng đống, m;

$y_M$ - khoảng cách từ trục dọc của đống hàng đến điểm được xác định áp lực lên tấm dưới đống hàng, m.

Hướng về phía mép của đống, áp lực hàng cần được coi là phân bố theo hướng ngang và theo quy luật tuyến tính.

$$p_M = p_u - (p_u - \gamma_{cr} h_{st}) \frac{2y_M/B_{st} - (0,074 + 0,329\theta)}{0,926 - 0,329\theta}$$

(7) Khi tính toán kết cấu khỏe của tàu hàng khô chở xô hàng rời xếp đống có ngọn, áp lực hàng cho phép được coi là phân bố đều theo diện tích tấm nếu chiều rộng đống hàng không nhỏ hơn chiều rộng phễu rót hàng. Trong trường hợp này cần sử dụng công thức nêu ở 2.2.2-4(1), trong đó hệ số không đồng đều $k_u$ được xác định như sau:

$$k_u = \left(1,6 + 0,2\frac{L_{hl}}{B_{hl}}\right).\left[1 - \frac{0,77(L_{hl}/B_{hl})^{0,7}}{K_z + 3,6}\right]^{1,5}.\left(1,1 - \frac{\gamma_{cr} h}{p_{cr}}\right) + \frac{\gamma_{cr} h}{p_{cr}}$$

Trong đó: $K_z$ - hệ số được tính theo công thức sau:

$$K_z = \frac{n_{bm}}{n_{cross}} \frac{I_{bm}}{I_{cross}} \left(\frac{L_{hl}}{B_{hl}}\right)^3$$

$n_{bm}$ - số dầm theo hướng chính (dầm ngang) đi qua 1 đống hàng;

$n_{cross}$ - số mối liên kết giao nhau (dầm dọc) trong dàn;

$I_{bm}$, $I_{cross}$ - mô men quán tính tiết diện mặt cắt ngang đối với trục trung hòa tương ứng với dầm hướng chính ngang và mối liên kết (dầm dọc);

h - chiều cao quy đổi, được tính theo 2.2.2-4(3).

Hệ số không đồng đều phải được lấy không nhỏ hơn 1,25.

(8) Khi tính toán kết cấu khỏe của tàu hàng khô chở xô hàng rời xếp đống dàn đều, áp lực hàng được phép coi là phân bố đều theo diện tích tấm nếu chiều rộng đống không nhỏ hơn chiều rộng phễu rót hàng. Trong trường hợp này, cần sử dụng công thức nêu ở 2.2.2-4(1) trong đó hệ số không đồng đều $k_u$ được xác định như sau:

$$k_u = 1,46 - 0,33\frac{\gamma_{cr} h_{st}}{p_{cr}}$$

trong đó: $h_{st}$ - chiều cao phần hình chữ nhật mặt cắt ngang của đống.

Hệ số không đồng đều $k_u$ phải được lấy không nhỏ hơn 1,25.

**5** Tải trọng tính toán ở vùng mũi của tàu được coi là phân bố đều (theo hình chữ nhật) đối với đáy và theo hình tam giác hoặc hình thang theo chiều cao mạn. Đối với đáy được lấy bằng, kPa:

(1) Với vùng mũi có dạng nêm

$$p = 9,81(d_h + 2r)$$

(2) Với vùng mũi có dạng thìa

$$p = 9,81(d_h + 2,5r)$$

(3) Với vùng mũi có dạng giày trượt băng

$$p = 9,81(d_h + 3r)$$

**6** Tải trọng tính toán ở vùng đuôi của tàu được coi là phân bố đều theo chỉ dẫn ở 2.2.2-5 và đối với đáy được lấy bằng, kPa:

$$p = 9,81(d_h + r)$$

**7** Áp lực lên đáy ở khu vực két dằn được lấy bằng, kPa:

$$p = 9,81(h_k - d_d + r)$$

nhưng không lớn hơn

$$p = 9,81h_k$$

**8** Tải trọng tính toán lên đáy ngoài và đáy trong, trừ vùng mũi và đuôi tàu, được xác định theo công thức, kPa:

(1) Đối với cơ cấu thường và tấm đáy của tất cả các khoang không chịu áp lực của hàng hoặc dằn:

(a) Tàu có hàng: $p = 9,81(d_h + r)$

(b) Tàu không: $p = 9,81(d_k + r)$

(c) Tàu có dằn: $p = 9,81(d_d + r)$

(2) Đối với cơ cấu khỏe:

(a) Vùng khoang hàng của tàu chở hàng khô khi có hàng:

$$p = p_u - 9,81(d_h - r)$$

(b) Các khoang không chịu áp lực của hàng (tàu chở hàng trên boong, buồng máy, buồng ở của tàu khách và tàu kéo/đẩy,…):

$$p = 9,81(d_h + r)$$

(c) Đối với trạng thái tàu không, có dằn trong đáy đôi:

$$p = 9,81(d_d + r - h_d),$$

trong đó $h_d$ - chiều cao đáy đôi, m.

(d) Đối với trạng thái tàu không, có dằn ở ngoài đáy đôi:

$$p = 9,81(d_d + r)$$

(e) Đối với trạng thái tàu không và không có dằn:

$$p = 9,81(d_k + r)$$

(3) Đối với cơ cấu thường và tấm đáy vùng khoang hàng của tàu hàng lỏng khi có hàng:

(a) Trường hợp tàu không có đáy đôi, khoang đầy hàng:

$$p = \gamma_\sigma(H_{hd} + h_{st}) - 9,81(d_h - h_{cn} - r)$$

(b) Trường hợp tàu không có đáy đôi, khoang không đầy hàng:

$$p = p_u - 9,81(d_h - r - h_{cn})$$

Nếu tàu có đáy đôi thì áp lực đáy được xác định theo công thức ở 2.2.2-8(2)(b)

Trạng thái tàu không nhưng có dằn ở trong đáy đôi, tải trọng tính toán cho đáy được xác định theo 2.2.2-7; trạng thái tàu không nhưng có dằn ở ngoài đáy đôi được tính theo 2.2.2-8(2)(d); trạng thái tàu không và không có dằn được tính theo 2.2.2-8(2)(e).

(4) Đối với cơ cấu thường và tấm đáy trong của tàu hàng khô:

(a) Ở trạng thái đầy hàng

$$p = p_u$$

(b) Ở trạng thái tàu không, có dằn trong đáy đôi

$$p = 9,81(h_k - h_d),$$

trong đó $h_d$ được lấy theo 2.2.2-8(2)(2).

(5) Đối với cơ cấu thường và tấm đáy trong của tàu hàng lỏng ở trạng thái có hàng:

(a) Trường hợp khoang đầy hàng:

$$p = \gamma_\sigma(H_{hd} - h_d + h_{st}) + 9,81h_{cn}$$

(b) Trường hợp khoang không đầy hàng:

$$p = p_u + 9{,}81h_{cn}$$

(c) Đối với tính toán cơ cấu khỏe vùng khoang hàng của tàu hàng lỏng ở trạng thái có hàng, tải trọng tính cho đáy được tính theo 2.2.2-8(3)(a).

**9** Khi tính toán cơ cấu khỏe, cơ cấu thường và tấm mạn, tải trọng tác dụng lên mạn được coi là phân bố theo chiều cao tại mạn theo hình tam giác hoặc hình thang.

(1) Tải trọng tác dụng lên mạn trong và mạn ngoài (tính ở mức đáy) của tàu có mạn kép (trừ vùng mút mũi và mút đuôi) được lấy như sau:

(a) Đối với tất cả các tàu, trừ khu vực két dằn và khu vực két hàng của tàu hàng lỏng, tính theo 2.2.2-8(2)(b).

(b) Ở khu vực két hàng của tàu hàng lỏng, tính theo 2.2.2-8(3)(a).hoặc 2.2.2-8(3)(b).

(c) Ở khu vực két dằn, tính theo 2.2.2-7.

(2) Áp lực tác dụng lên mạn trong của tàu có mạn kép và đáy đôi ở mức đáy đôi được lấy như sau, kPa:

(a) Với tàu hàng lỏng, tính theo 2.2.2-8(5)(a) hoặc 2.2.2-8(5)(b).

(b) Với tàu hàng khô

$$p = 9{,}81(D_m - h_d)$$

(c) Với tàu có dằn trong mạn kép

$$p = 9{,}81(h_k - h_d)$$

nhưng không được nhỏ hơn giá trị tính theo b).

**10** Tải trọng tính toán lên vách chịu lực kín nước của tàu được coi là phân bố theo quy luật hình tam giác hoặc hình thang và bằng ở mức đáy, kPa:

(1) Đối với các vách của tàu khách, vách khoang mũi của tất cả các tàu thuộc các cấp và vách khoang đuôi của tàu đầy thuộc các cấp:

$$p = 9{,}81D_m$$

(2) Đối với các vách phân chia các khoang hoặc các két của tất cả các tàu thuộc các cấp (trừ các vách khoang hàng của tàu hàng lỏng):

$$p = p_u$$

trong đó $p_u$ được lấy theo 2.2.2-4;

(3) Đối với các vách còn lại của tất cả các tàu thuộc các cấp:

$$p = 5{,}9D_m$$

(4) Đối với các vách khoang hàng của tàu chở hàng lỏng:

$$p = \gamma_{cr}(H_{hd} + h_{st}) + 9{,}81h_{cn}$$

**11** Tải trọng tính toán lên dàn boong được lấy như sau, kPa:

(1) Đối với boong chở hàng của tàu hàng khô

$p = p_u$, trong đó $p_u$ được lấy theo 2.2.2-4;

(2) Đối với boong ở khu vực khoang hàng của tàu hàng lỏng

$$p = 9{,}81(h_{st} + h_{cn})$$

(3) Đối với các phần boong hở không dùng để chở hàng của tất cả các tàu, trừ tàu hàng lỏng:

$$p = 5$$

(4) Đối với các phần boong kín của thân tàu, thượng tầng và lầu lái dành cho hành khách và bố trí thuyền viên:

$$p = 3{,}5$$

(5) Đối với boong trên của thượng tầng và lầu lái, nơi không dành cho hành khách đến và không dùng để xếp hàng:

$$p = 1$$

**12** Tải trọng khi thử kín nước và kín khí thân tàu phải được lấy trên cơ sở sơ đồ thử đã được thông qua.

Tải trọng cục bộ trong quá trình xếp và dỡ hàng phải được xác định phù hợp với 2.2.2-4 đến 2.2.2-9, trong đó sử dụng các chiều chìm tại tiết diện đang xét trong giai đoạn cụ thể của quá trình làm hàng, thay cho $d_d$, $d_k$ và $d_b$, mức chất lỏng trong các két dằn hoặc két hàng đối với trạng thái chất tải của tàu thay tương ứng cho $D_m$, $h_k$ và $H_{hd}$.

Trong đó nửa chiều cao sóng tính toán được lấy bằng 0,2 m nếu không cho phép việc làm hàng trong điều kiện sóng. Nếu cho phép làm hàng trong khu vực nước không được bảo vệ thì nửa chiều cao sóng tính toán được lấy theo Bảng 2A/1.1 cho tàu khai thác ở vùng có khu vực nước làm hàng đó. Việc tính toán giới hạn bổ sung ảnh hưởng của sóng theo nửa chiều cao sóng tính toán phải được thực hiện theo phương pháp được Đăng kiểm công nhận.

**13** Tùy thuộc vào đặc điểm kết cấu của tàu, các tổ hợp tải trọng cục bộ khác gây nên ứng suất cục bộ lớn nhất cũng cần được tính đến.

**14** Khi chở ô tô và phương tiện có bánh khác (loại bánh hơi) cũng như khi sử dụng xe xếp dỡ hàng, áp suất bánh xe cần được coi là phân bố đều theo vết của nó và bằng áp suất trong lốp. Vết của một bánh xe ô tô cần được coi là hình chữ nhật có các cạnh $l_1$ và $l_2$ (cạnh $l_1$ theo hướng chiều rộng của bánh xe). Kích thước các cạnh được lấy bằng, cm:

Đối với lốp có bố chéo:

$$l_1 = \sqrt{(10K_dQ/p_{tr})\sqrt{b_{tr}/d_{tr}}}$$

$$l_2 = \sqrt{(10K_dQ/p_{tr})\sqrt{d_{tr}/b_{tr}}}$$

Đối với lốp có bố hướng tâm (ký hiệu có chữ “R” hoặc “Radial”):

$$l_1 = 0{,}7b_{tr}$$

$$l_2 = 10K_dQ/(p_{tr}l_1)$$

Trong đó:

$p_{tr}$ - áp suất trong lốp, MPa;

Q - tải trọng lên lốp, kN;

$b_{tr}$ - chiều rộng lốp, cm;

$d_{tr}$ - đường kính lốp, cm;

$K_d$ - hệ số động, lấy $K_d$ = 1 cho trường hợp sử dụng xe xếp dỡ hàng và $K_d$ = 1,1 cho trường hợp chở ô tô.

Nếu trong giai đoạn thiết kế chưa rõ loại lốp nào sẽ được sử dụng làm bánh xe của phương tiện thì cần lấy trị số $l_1$ và $l_2$ cho bánh xe có diện tích vết nhỏ nhất.

Đối với xe xếp dỡ hàng, tất cả tải trọng (khối lượng máy cùng với hàng được xếp dỡ) được coi như truyền toàn bộ qua trục trước.

**2.2.3 Tính toán sức bền chung**

**1** Phải kiểm tra mô đun chống uốn tiết diện giữa thân tàu do uốn chung trong hai trường hợp:

(1) Tàu uốn vồng lên (đáy bị nén, boong bị kéo);

(2) Tàu uốn võng xuống (đáy bị kéo, boong bị nén).

Nếu thấy cần thiết thì phải tính những tiết diện thân tàu mà ở đó có thể phát sinh ứng suất lớn, ví dụ như ở các tiết diện yếu nhất vùng giữa tàu, nơi kết thúc các cơ cấu dọc chính, ở các tiết diện nơi chuyển tiếp từ hệ thống kết cấu kiểu này sang kiểu khác, hoặc trong trường hợp thay đổi vật liệu thân tàu.

**2** Điều kiện để được tham gia vào uốn chung của thanh tương đương được giải quyết theo những nguyên tắc sau:

(1) Các kết cấu dọc tại vùng tiết diện đang xét, được tính vào thanh tương đương nếu chúng liên tục, tính từ tiết diện đang được xét kéo dài trên một đoạn lớn hơn 2 lần chiều cao mạn với điều kiện sự liên kết của chúng với thân tàu được xem là tham gia vào uốn chung;

(2) Nếu ở đoạn liên tục của boong, chiều rộng $b_0$ của lỗ khoét nhỏ hơn 0,05 chiều rộng $B_1$ của boong tại chỗ có lỗ khoét đó thì không cần xét đến lỗ khoét đó trong tính toán mô đun chống uốn tiết diện ngang thân tàu. Nếu chiều rộng $b_0$ của lỗ khoét bằng hoặc lớn hơn $0,05B_1$ thì những kết cấu dọc ở phần boong từ phần mép dọc lỗ khoét đến mạn tàu được tham gia vào thanh tương đương. Còn ở ngoài lỗ khoét thì một phần các kết cấu dọc boong giữa hai đường mép dọc lỗ khoét không được tham gia vào thanh tương đương;

(Phần gạch ở Hình 2A/2.2. không được tham gia vào thanh tương đương).

(3) Các kết cấu dọc không liên tục tại vùng kết thúc (phần gạch ở Hình 2A/2.3) không được tham gia vào uốn chung của thanh tương đương;

(4) Thượng tầng (lầu) một tầng hoặc tầng 1 của thượng tầng đặt trên boong chính được tham gia vào thanh tương đương theo nếu chúng tựa lên 3 vách ngang;

(5) Thành quầy hàng của tàu chở hàng trên boong, con chạch chống va không được tham gia vào thanh tương đương.

Biện pháp loại trừ sự tham gia của các kết cấu này phải sao cho không được gây hiện tượng tập trung ứng suất.

**3** Đối với tàu nhỏ hơn 65 mét và không thỏa mãn quy định 3.1.2, việc tính ứng suất pháp ở các kết cấu của thanh tương đương phải theo phương pháp đúng dần, có điều chỉnh các tấm mềm của tấm vỏ, tấm đáy trên, tấm sàn, tấm boong và tấm vách dọc. Lần gần đúng cuối cùng phải là lần mà hiệu số giữa các ứng suất pháp ở mỗi mép biên của thanh tương đương với lần tính áp trước không được vượt quá 5%. Không cần điều chỉnh phần tấm kề với mỗi bên của kết cấu dọc và có chiều rộng bằng 0,25 cạnh ngắn a của khung đế (phần gạch chéo ở các Hình 2A/2.5).

**4** Trong hệ thống kết cấu dọc, hệ số điều chỉnh $\varphi$ của tấm bị nén được tính theo công thức:

$$\varphi = \sigma_{crt} / |\sigma_{hc}|$$

Trong đó:

$\sigma_{crt}$- ứng suất tới hạn của tấm bị nén được tính theo 2.2.7-4, MPa;

$|\sigma_{hc}|$- giá trị tuyệt đối của ứng suất nén tại các liên kết cứng ở mức trọng tâm của tấm, có được từ việc tính toán dầm tương đương (uốn chung) theo cách gần đúng tương ứng, MPa .

Hệ số điều chỉnh $\varphi$ không được lấy lớn hơn 1;

Trong hệ thống kết cấu dọc không cần điều chỉnh tấm bị kéo.

**5** Đối với hệ thống kết cấu ngang, hệ số giảm của tấm được cho ở Bảng 2A/2.5. Có thể xác định các hệ số đó theo quy định của cơ học đóng tàu. Trong đó, tải trọng cục bộ ngang lên tấm được cho theo chỉ dẫn ở 2.2.2-4 đến 2.2.2-13, độ võng $h_o$ cần được lấy không nhỏ hơn trị số tính theo công thức sau, m:

$$h_o = \frac{a}{55}\left(\frac{0,0015}{t}+0,4\right)$$

Trong đó:

a - chiều dài cạnh ngắn của tấm, m;

t - chiều dày tấm, m.

**Bảng 2A/2.5 - Hệ số điều chỉnh đối với tấm ngang**

| **Loại biến dạng** | **Hệ số giảm φ ứng với chiều dày tấm** (mm) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 4 | 6 | 8 | 12 |
| Kéo | 0,07 | 0,18 | 0,33 | 0,56 |
| Nén | 0,03 | 0,07 | 0,12 | 0,28 |

Đối với các tấm của boong chở hàng và đáy đôi của tàu để xếp dỡ hàng bằng gầu ngoạm, độ võng $h_o$ tính theo công thức trên cần được tăng lên 2 lần; độ võng ban đầu cần được coi là có hình cosinxoit, còn dầm thanh - được coi là được ngàm cứng, không phụ thuộc vào việc tải trọng ngang có tác động lên tấm hay không. Hệ số giảm φ khi nén không được lớn hơn trị số tính theo công thức sau:

$$\varphi = \frac{19}{|\sigma_{hc}|}\left(\frac{100t}{a}\right)^2\left(1+\frac{a^2}{b^2}\right)^2$$

Trong đó:

$|\sigma_{hc}|$- xem 2.2.3-4;

a - chiều dài cạnh ngắn của tấm, m;

b - chiều dài cạnh dài của tấm, m.

**6** Trong tính toán uốn chung thân tàu, các ứng suất sau đây của các kết cấu thân tàu phải được xác định:

(1) Ứng suất pháp, MPa

$$\sigma_I = 10^{-3} M_c z_i / I$$

(2) Ứng suất tiếp tại trục trung hòa của dầm tương đương, MPa:

$$\tau = 10^{-3} N_c S / (I \Sigma t)$$

Trong đó:

$M_c$ - mô men uốn tính toán lớn nhất ở tiết diện ngang, kN.m;

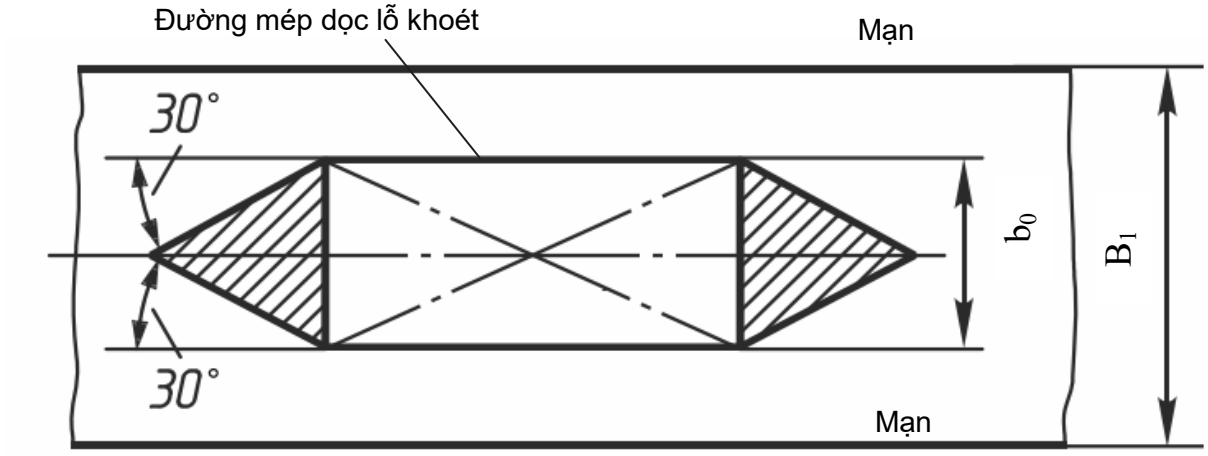
I - mô men quán tính tiết diện ngang của dầm tương đương, $m^4$;

$z_i$ - khoảng cách từ cơ cấu i đến trục trung hòa của dầm tương đương (có dấu "+" khi cao hơn trục trung hòa và có dấu "-" khi thấp hơn trục trung hòa), m;

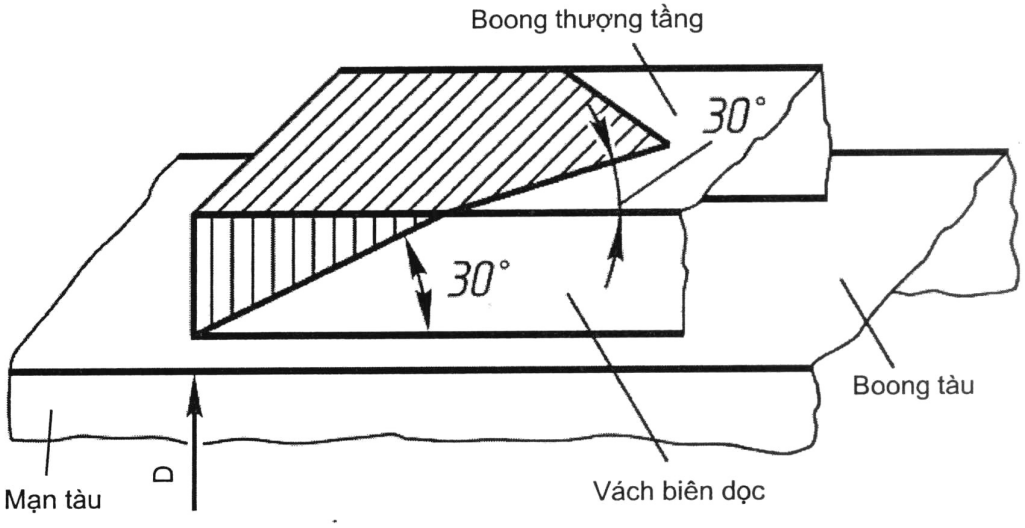
$N_c$ - lực cắt tính toán lớn nhất ở tiết diện ngang, kN;

S - mô men tĩnh của phần tiết diện ngang dầm tương đương nằm cao hơn hoặc thấp hơn trục trung hòa, được lấy tương đương với trục này, $m^3$;

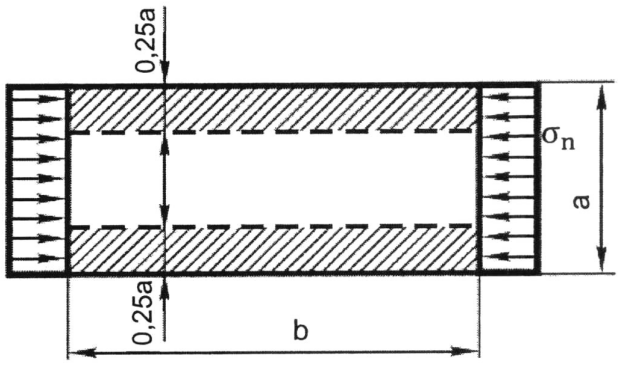
$\Sigma$ t - tổng chiều dày tấm mạn và tấm vách dọc tại trục trung hòa của dầm tương đương, m.



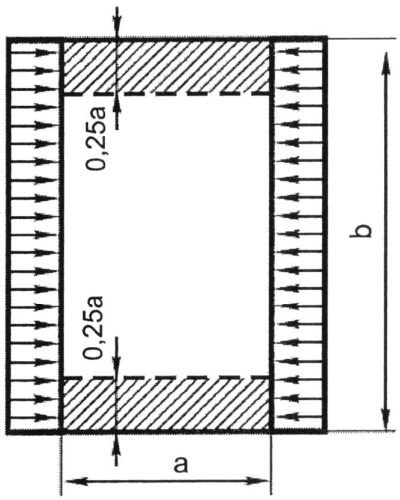

**Hình 2A/2.2 - Thành phần kết cấu không tham gia vào uốn chung**




**Hình 2A/2.3 - Thành phần kết cấu không tham gia vào uốn chung**




**Hình 2A/2.4 - Điều chỉnh tấm**




**Hình 2A/2.5 - Điều chỉnh tấm**

**2.2.4 Tính toán sức bền cục bộ**

**1** Trong tính toán sức bền cục bộ phải tuân theo những quy định sau:

(1) Các kết cấu khỏe (đà ngang, sườn khỏe, xà ngang khỏe) phải được coi tương ứng là các đế cứng của dầm dọc đáy, sống mạn, nẹp dọc, sống boong, xà dọc;

Sống đáy, sống mạn, sống boong phải được coi tương ứng là đế cứng của dầm ngang đáy, sườn thường, xà ngang thường. Sống đứng, sống nằm của vách phải được coi tương ứng là các đế cứng của nẹp nằm, nẹp đứng của vách;

(2) Khi giải hệ siêu tĩnh không cần xét đến sự thay đổi các đặc trưng về độ cứng của tiết diện của các kết cấu khỏe do các mã gây ra;

(3) Khi tính ứng suất ở tiết diện đế của dầm phải xét tới sự tham gia của mã bằng cách tính mô đun chống uốn của tiết diện trong đó có cả tiết diện mã, hoặc phải tính với trị số mô men uốn ở đầu mã;

(4) Chiều dài nhịp của các thanh trong khung sườn được lấy theo kích thước bao (chiều cao mạn, chiều rộng, khoảng cách các vách dọc...);

(5) Nếu dầm có chiều cao tiết diện thay đổi (đà ngang, sườn khỏe, sống đứng của vách...) thì trong việc tính đặc trưng của tiết diện, để giải hệ siêu tĩnh cho phép dùng đặc trưng của tiết diện giữa nhịp;

(6) Ứng suất tiếp ở tấm thành của kết cấu khỏe được tính có loại trừ diện tích mất đi do có lỗ khoét ở tấm thành.

**2** Trong tính toán khung phải tuân theo những quy định sau đây:

(1) Bỏ qua độ cong của kết cấu ngang boong và độ cong của cung hông, các thanh của khung được coi là thẳng. Chiều dài nhịp của thanh phải theo quy định ở 2.2.4-1(4);

(2) Cột chống trong khung chỉ được coi là cân bằng độ võng của các điểm đặt cột tại nhánh boong và nhánh đáy. Cột chỉ chịu lực tập trung. Trong tính hệ siêu tĩnh cho phép bỏ qua biến dạng dọc của cột, bỏ qua ảnh hưởng của độ cứng do mã. Cột chống có độ cứng xấp xỉ bằng độ cứng của các nhánh khung sườn được coi như một nhánh khung chịu lực dọc và mô men uốn ở các đầu cột;

(3) Nếu các sống ngang được đỡ các sống dọc (điều này có thể thấy được trong tính sơ đồ khung dàn mạn) thì phải xét đến tác dụng đỡ của sống dọc dưới dạng các phản lực tập trung tác dụng vào sống ngang;

(4) Những khung không có cột và không chịu tải trọng trên boong thì được coi là khung hở (không đưa thành phần boong vào khung), sườn được coi là tựa tự do trên đế cứng tại boong;

(5) Nếu trên các boong không có tải trọng thì khung nhiều tầng được coi là khung một tầng;

(6) Những dầm ngang đáy trong phạm vi từng nhịp giữa các sống đáy được coi là dầm chịu tải trọng của nước từ dưới lên và của hàng từ trên xuống. Nếu những

dầm trên và dầm dưới được liên kết với nhau bằng thanh chống thì được phép giả thiết rằng độ võng của các dầm tại các đầu thanh chống là bằng nhau.

**3** Trong tính toán kết cấu khung dàn (đáy, boong), hệ số ngàm của các mút dầm chính được xác định bằng cách tính toán khung sườn. Nếu không giải khung sườn thì hệ số ngàm của đà ngang tại hông và của xà ngang khỏe tại mạn được tính theo công thức:

$$\chi = \frac{1}{1 + f\frac{lJ}{B_1 i}}$$

Trong đó:

l - chiều dài nhịp sườn, m;

$B_1$ - chiều dài nhịp của xà ngang khỏe hoặc của đà ngang, m;

J - mô men quán tính của tiết diện xà ngang khỏe hoặc đà ngang, $cm^4$;

i - mô men quán tính của tiết diện sườn, $cm^4$;

f - hệ số, được lấy theo Bảng 2A/2.6.

**4** Hệ số ngàm của đà ngang và xà ngang khỏe đối với tàu có vách dọc (hoặc dàn dọc) được lấy như sau:

Nếu khoảng cách vách dọc (dàn dọc) lân cận và khoảng cách các vách dọc (dàn dọc) đến mạn khác nhau ít hơn 20% thì: $\chi = 1$;

Nếu các khoảng cách nói trên khác nhau nhiều hơn 20% thì:

$\chi = 0,75$ - đối với nhịp dài hơn;

$\chi = 1,00$ - đối với nhịp ngắn hơn.

**5** Hệ số ngàm của các kết cấu giao nhau trong khung dàn được lấy như sau:

Nếu chiều dài các khoang kế cận sai khác nhau ít hơn 20% thì: $\chi = 1,0$

Nếu chiều dài các khoang kề cận sai khác nhau nhiều hơn 20% thì:

$$\chi = \frac{1 + 0,5\frac{q'}{q}\left(\frac{l'}{l}\right)^3}{1 + 0,5\left(\frac{l'}{l}\right)}$$

Trong đó:

q - cường độ tải trọng tính toán tác dụng lên khung dàn đang được xét, kPa;

q'- cường độ tải trọng tính toán tác dụng lên khung dàn kề cận, kPa;

l - chiều dài của khung dàn đang được xét, m;

l' - chiều dài của khung dàn kề cận, m.

**6** Nếu sống boong với sống đáy, xà ngang khỏe với đà ngang được liên kết với nhau bằng cột chống đặt trong mặt phẳng của sườn khỏe thì có thể tính chúng như

là khung dàn bằng bằng cách xem chúng là một dầm có độ cứng bằng tổng độ cứng và chia phản lực tại các điểm sống giao nhau theo tỉ lệ độ cứng của sống boong và sống đáy;

Đối với khung dàn đáy, phải xác nhận ứng suất tiếp trên bản thành của sống tại gối đỡ.

**7** Các cột chống phải được xem là ngàm đối với khung khỏe.

**8** Sườn thường và xà ngang phải được tính như dầm nhiều nhịp mà các kết cấu khỏe (sống đáy, sống mạn, sống boong) được coi là ngàm không dịch chuyển

Nếu chân sườn với đà ngang được liên kết với nhau bằng mã hông thì chân sườn được coi là ngàm. Đỉnh sườn và đầu xà ngang cũng như chỗ tựa lên thành miệng khoang được coi là tựa lên đế tự do.

**Bảng 2A/2.6 - Hệ số f**

| Số vách dọc | Tỷ số $\frac{lJ}{B_1 l}$ | Hệ số f của tàu | |
|---|---|---|---|
| | | Tàu có hàng | Tàu không |
| **0** | - | 0,50 | 0,65 |
| **1** | Nhỏ hơn 1<br>Từ 1 trở lên | 0,50<br>0,17 | 1,35 |
| **Từ 2 trở lên** | Nhỏ hơn 1<br>Từ 1 trở lên | 0,50<br>0,17 | 1,10 |

**9** Dầm dọc của hệ thống kết cấu dọc phải được tính theo các yêu cầu bao gồm:

(1) Sức bền cục bộ: sơ đồ dầm một nhịp được ngàm cứng ở chỗ gặp kết cấu ngang (đà ngang khỏe, sườn khỏe, xà ngang khỏe) nếu tải trọng ở các nhịp giống nhau, hoặc theo sơ đồ dầm nhiều nhịp nếu tải trọng ở các nhịp là khác nhau;

(2) Dầm dọc của hệ thống dọc còn phải được tính ổn định kết cấu theo sơ đồ dầm tựa lên đế tự do ở chỗ gặp kết cấu ngang khỏe;

**10** Sống mạn phải được tính như kết cấu trong khung dàn mạn. Nếu sống mạn ngoài được liên kết với sống mạn trong thì sống mạn phải được tính như một hệ thanh có thanh chống.

**11** Vách được kết cấu bởi sống đứng và sống nằm, với điều kiện sống nằm đỡ sống đứng thì vách phải tính như là khung dàn.

Nẹp đứng của vách phải được tính như dầm một nhịp nếu vách không có sống nằm và phải được tính như dầm liền nhịp nếu vách có sống nằm;

Nẹp nằm của vách phải được tính như dầm một nhịp nếu vách không có sống đứng và phải được tính như dầm một nhịp ngàm cứng ở chỗ gặp sống đứng nếu vách có sống đứng đặt ở những khoảng cách đều nhau. Nếu sống đứng không được đặt ở những khoảng cách đều nhau thì hệ số ngàm phải được tính theo -4 ở trên.

**12** Trong tính toán sức bền của tấm chịu áp lực thì tấm được coi là kết cấu ngàm cứng theo cạnh dài và tấm có độ cứng hữu hạn;

Nếu tỷ số kích thước cạnh dài trên kích thước cạnh ngắn mà lớn hơn 2 thì tấm được coi là uốn theo mặt ống và được tính theo sơ đồ dầm dải.

**13** Chiều rộng của mép kèm, cm, được tính như sau:

(1) Với dầm dọc đáy dưới, dầm dọc đáy trên, dầm dọc boong trong hệ thống kết cấu dọc; với xà ngang, sườn, đà ngang trong hệ thống kết cấu ngang và với nẹp vách, chiều rộng mép kèm được lấy bằng:

$$c_1 = 0,5a$$

Trong đó:

a - khoảng cách các kết cấu cùng loại nói trên, cm. Tuy nhiên $c_1$ không được lớn hơn 50 lần chiều dày của tấm mép kèm.

(2) Với kết cấu khỏe đặt vuông góc với kết cấu thường (xà ngang khỏe, sườn khỏe, đà ngang trong hệ thống kết cấu dọc; sống boong, sống mạn, sống đáy trong hệ thống kết cấu ngang...), chiều rộng của mép kèm được lấy bằng:

$$c_2 = c_1 + (b - c_1)\varphi$$

Trong đó:

$c_1$ - chiều rộng mép kèm lấy theo 2.2.4-13($c_1$), cm;

b - khoảng cách các kết cấu khỏe, cm;

$\varphi$ - hệ số điều chỉnh, lấy theo Bảng 2A/2.5, phụ thuộc đặc điểm của tấm gắn với kết cấu khỏe đang được xét.

(3) Với kết cấu khỏe đặt song song với kết cấu thường (sống boong, sống đáy trong hệ thống kết cấu dọc; sườn khỏe trong hệ thống kết cấu ngang...) chiều rộng mép kèm được lấy bằng:

$$c_3 = 0,5b\left[1 + 0,45\left(\frac{100t}{a}\right)^2\right]$$

Trong đó:

a - khoảng cách các kết cấu thường, cm;

b - khoảng cách các kết cấu khỏe, cm;

t - chiều dày của tấm mép kèm, cm.

Diện tích tiết diện mép kèm bao gồm cả diện tích tiết diện tấm mép kèm và diện tích tiết diện các kết cấu thường gắn vào tấm mép kèm đó;

Trong mọi trường hợp chiều rộng của mép kèm $c_3$ không được lấy lớn hơn khoảng cách các kết cấu khỏe ($c_3 \leq b$).

(4) Trong mọi trường hợp chiều rộng mép kèm không được lấy lớn hơn 1/6 chiều dài nhịp tính toán của kết cấu đang được xét.

(5) Với những kết cấu không trực tiếp hàn với tấm tôn mà chỉ được hàn đè lên một hệ kết cấu khác thì chiều rộng mép kèm được lấy bằng 0.

(6) Trong kết cấu vách kiểu sóng:

Với những kết cấu khỏe đặt vuông góc với gân sóng và trực tiếp hàn với tôn sóng trên suốt chiều dài của kết cấu khỏe thì chiều rộng mép kèm của kết cấu khỏe đó được lấy bằng 12 lần chiều dày của tôn sóng;

Với những kết cấu khỏe đặt vuông góc với gân sóng và không hàn trực tiếp với tôn sóng trên suốt chiều dài của kết cấu khỏe đó thì chiều rộng của mép kèm được lấy bằng 0.

**14** Tải trọng tính toán, kN, tác dụng lên cột được tính theo công thức:

$$P = f.p + P_{hp}$$

Trong đó:

f - diện tích phần boong hoặc sàn mà chiếc cột trực tiếp phải đỡ, kể cả miệng khoang hàng trong phần boong đó, $m^2$;

p - cường độ tải trọng tính toán tác dụng lên diện tích f đó, lấy theo 2.2.2-11, kPa;

$P_{hp}$ - cường độ tải trọng tính toán từ các cột ở tầng trên mà theo sơ đồ kết cấu có thể truyền xuống chiếc cột đang được xét, kN.

Diện tích tiết diện ngang của cột F, $m^2$, không được nhỏ hơn:

$$F = 2.10^{-3}P/\sigma_{crt}$$

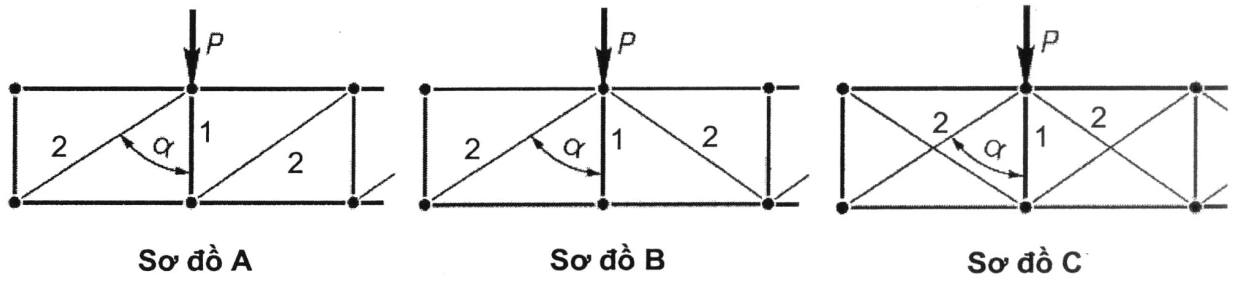
Trong đó:

$\sigma_{crt}$ - ứng suất chảy giới hạn, MPa, xác định theo 2.2.7-3 theo trị số của ứng suất Ơle.

$$\sigma_E = 2.10^5 J/l^2F$$

l - chiều dài tính toán của cột, m;

J - mô men quán tính nhỏ nhất tiết diện ngang của cột, $m^4$.




1 - Cột 2 - Thanh giằng

**Hình 2A/2.6 - Sơ đồ cột chống thanh giằng**

**15** Diện tích tiết diện thanh giằng, $cm^2$, không được nhỏ hơn trị số tính theo các công thức ở 2.2.4-14 phụ thuộc vào tải trọng tính toán $P_c$ và chiều dài quy đổi $l'_d$:

Tải trọng tính, kN, được tính theo công thức: $P_c = \frac{P.\cos\alpha}{k}$

Trong đó:

P - tải trọng tính toán lên cột, kN, được xác định theo 2.2.4-14;

k - hệ số được lấy bằng:

1,0 - đối với các sơ đồ A và B trong Hình 2A/2.6;

2,0 - đối với sơ đồ C trong Hình 2A/2.6;

α - Góc giữa các trục dọc của cột và thanh giằng;

Chiều dài quy đổi $l'_d$ được tính theo công thức:

$$l'_d = k_1 l_d$$

Trong đó:

$l_d$ - chiều dài toàn bộ của thanh giằng, m;

$k_1$ -hệ số bằng:

1,0 - đối với các sơ đồ A và B trong Hình 2A/2.6;

0,6 - đối với sơ đồ C trong Hình 2A/2.6;

**16** Độ bền ngang của tàu hàng có mạn kép với độ mở lớn của boong được đánh giá qua việc tính toán dàn đáy khoang hàng cùng với khung sườn mạn kép với giả thiết rằng tất cả các nút liên kết của các khung này là cố định, mạn ngoài và mạn trong là các gối đỡ cứng cho đà ngang, phải thỏa mãn điều kiện:

$$\frac{d_1 B_{fl}}{k_m l_{hd}^2}\left[84\frac{D^2}{l_{hd}^2} i_1 + i_2\right] \geq 2,7$$

Trong đó:

$l_{hd}$ - chiều dài của khoang hàng có chiều dài lớn nhất, m;

$B_{fl}$ - chiều dài đà ngang, m, (khoảng cách giữa các mạn trong ở vị trí đáy đôi);

$d_1$ - khoảng cách giữa các đà ngang, m;

$k_m$ - hệ số ngàm trung bình của đà ngang:

$$k_m = (k_{fr} n_{fr} + k_h n_h) / (n_{fr} + n_h)$$

$n_{fr}$ - số đà ngang trong khoang được bố trí trong mặt phẳng của các khung sườn;

$n_h$ - số đà ngang trong khoang được bố trí trong mặt phẳng của các vách lửng;

$k_{fr}$ - hệ số ngàm của đầu đà ngang tại khung:

$$k_{fr} = \left(1 + \frac{I_{fl}/B_{fl}}{I_b/H + I_d(b_d a_c)}\right)^{-1}$$

D - chiều cao mạn, m;

$a_c$ - hệ số dịch chuyển, được tính theo công thức:

$$a_c = 1 + \frac{7,8 I_d}{b_d^2 f_d}$$

$I_{fl}$, $I_d$, $I_b$ - mô men quán tính diện tích tiết diện ngang của đà ngang trong khu vực hầm hàng, đà ngang trong vùng mạn kép và sườn mạn trong có mép kèm, $m^4$;

$f_d$ - diện tích tiết diện ngang bản thành đà ngang trong vùng mạn kép, $m^2$;

$b_d$ - chiều rộng mạn kép ở vị trí boong đáy, m;

$k_h$ - hệ số ngàm của đà ngang tại vách lửng, được tính theo công thức:

$$k_h = \left(1 + \frac{6.I_{fl}}{t_h.h_d^2.B_{fl}}\right)^{-1}$$

nhưng không được nhỏ hơn $k_{fr}$;

$t_h$ - chiều dày tôn vách ở phần dưới của vách lửng, m;

$h_d$ - chiều cao đáy đôi, m;

$i_1$ - mô men quán tính tương đối của mạn kép khi xoắn co ép, xác định như sau:

$$i_1 = \frac{b_d^2}{12.I_{fl}}.(t_d.D + t_d.b_d)$$

$b_d$ - chiều rộng mạn kép tại vị trí boong, m;

$i_2$ - mô men quán tính tương đối của mạn kép khi xoắn tự do, xác định như sau:

$$i_2 = \frac{D.t_s.b_{hs}^2}{I_{fl}}\left(1+\frac{b_{hs}.t_s}{D.t_d}\right)$$

$t_d$, $t_s$ - chiều dày trung bình tôn boong và tôn mạn (trong và ngoài), m;

$b_{hs}$ - chiều rộng mạn kép tại vị trí nửa chiều cao mạn, m.

**17** Nếu điều kiện 2.2.4-16 không được thỏa mãn, thì việc tính toán biến dạng liên kết của các mạn kép và khung giàn đáy trên nước tĩnh đối với tải trọng cục bộ được quy định trong Quy chuẩn này phải được thực hiện.

**18** Đối với tàu có diện tích các boong hở lớn, khi điều kiện 2.2.4-16 không được thỏa mãn, thì lực cắt bổ sung trên sóng và mô men uốn bổ sung trên sóng tại các tiết diện đà ngang tại vị trí mặt phẳng dọc tâm và mạn trong phải được bổ sung vào các lực và mô men tương ứng đó trên nước tĩnh.

Đối với tàu hoạt động ở vùng SB và SI, trị số lớn nhất của lực cắt và mô men có thể được tính theo công thức sau:

Lực cắt tại tiết diện theo mạn trong, kN:

$$N_{cut} = \pm 6{,}52\frac{k_s h}{k}.\frac{B_{fl}}{B}.d_1 e^{-kd}(1-e^{-kB/2})$$

Mô men uốn tại tiết diện mạn trong, kNm:

$$M_{cut} = \pm\frac{h}{k}d_1\left[4{,}88\beta d\left(1-e^{-kd}\right)+0{,}710\frac{B_{fl}^2}{B}\left(k-k_m\beta\right)e^{-kd}\left(1-e\frac{-kB}{2}\right)\right]$$

Mô men uốn tại tiết diện mặt phẳng dọc tâm, kN.m:

$$M_{cut} = \pm\frac{h}{k}d_1\left[3{,}96\beta d\left(1-e^{-kd}\right)+0{,}641\frac{B_{fl}^2}{B}\left(1{,}5-k+k_m\beta\right)e^{-kd}\left(1-e\frac{-kB}{2}\right)\right]$$

Trong đó:

h - chiều cao sóng quy đổi được xác định theo Bảng 2A/1.1, m;

k - tần số hình dạng của sóng giả định; được lấy bằng 0,140 ($m^{-1}$) đối với tàu hoạt động ở vùng SI và 0,0838 ($m^{-1}$) đối với tàu hoạt động ở vùng SB;

d - chiều chìm (m) tại giữa khoang;

B - chiều rộng tàu, m;

$$\beta = k\left[\frac{B_{fl}.d_1}{l_0^2}\left[97,4.\left(\frac{H}{l_0}\right)^2 i_1 + 3,80.i_2\right] + k_m\right]^{-1}$$

$l_0$ (m) được lấy bằng chiều dài khoang với $l_{hd} \le 65$ m và được lấy bằng 65 m với $l_{hd} > 65$ m;

$B_{fl}$, $d_1$, $i_1$, $i_2$, $k_m$ - xem 2.2.4-16.

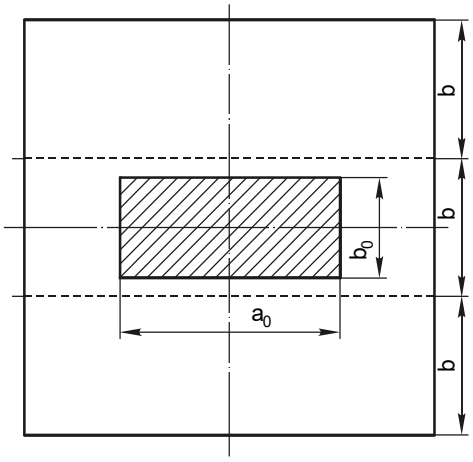
Khi tính mô men uốn, tác động trong tiết diện đà ngang được đặt trong mặt phẳng khung sườn, cần lấy $k = k_{fr}$; còn trong tiết diện đà ngang được đặt trong mặt phẳng vách lửng $k = k_h$.

**19** Khi chở ô tô và sử dụng xe xếp dỡ hàng, độ bền của tấm được xác định bởi trị số uốn dư $W_r$, được nhận bởi tấm khi có tác động của tải trọng từ bánh xe hoặc nhóm bánh xe lên nó.

(1) Độ uốn cong cần thỏa mãn điều kiện sau:

$$W_r/b \le 0,01$$

trong đó b - cạnh nhỏ nhất của tấm trong sơ đồ (khoảng cách giữa các nẹp, xem Hình 2A/2.7), m.




**Hình 2A/2.7 - Sơ đồ bố trí vết tải trọng trên boong**

(2) Thông số $W_r/b$ được tính theo công thức sau:

$$W_r/b = 10^{-2}\, k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 \sqrt{(p_k/p_y - 1)^3}$$

Trong đó:

$k_1$ - hệ số bằng 1,4 với thép có $R_{eH}$ = 235 MPa và bằng 1 với thép có độ bền cao hơn;

$$k_2 = \frac{6,0}{(b/t_{min}) - 15}$$

$$k_3 = \frac{0,45.b_0}{b} + 0,75$$

$$k_4 = \frac{0,20 \,.\, a_0}{b} + 0,80$$

$$k_5 = 1,9 \,.\, \left(10^3 \frac{\sigma_{hc}}{E}\right)^2 + 0,74$$

$p_k$ - áp lực của vết tải trọng (Hình 2A/2.7) bằng áp lực trong lớp, MPa;

$p_y$ - áp lực gây nên sự xuất hiện chảy sợi, MPa:

$$p_y = \frac{t_{min}^2 \,(R_{eH} - \sigma_0)}{k_\sigma . \, a_0 \,.\, b_0}$$

$t_{min}$ - chiều dày tấm ở cuối thời hạn hoạt động của tàu mà không có sửa chữa phục hồi, được xác định theo công thức 2.2.4-19(3), m;

$\sigma_{hc}$ - giá trị tuyệt đối của ứng suất nén lớn nhất ở các liên kết cứng ở mức tấm: đối với hệ thống kết cấu ngang - tại mép kèm của sống dọc boong hoặc sống dọc đáy trong uốn chung thân tàu, đối với hệ thống kết cấu dọc - tại mép kèm của xà ngang hoặc đà ngang trong uốn dàn; khi tính toán đến tác động của bánh xe ô tô trong hành trình được tìm thấy với việc tính đến sóng, khi tính toán đến tác động của bánh xe của xe xếp dỡ hàng - với việc tính đến tải trọng tác động trong thời gian làm hàng, MPa;

$\sigma_0$ - ứng suất được lấy bằng trị số ứng suất nhỏ nhất trong các ứng suất $\sigma_{hc}$ và $\sigma_b$, MPa, trong đó:

$$\sigma_b = 19 \left(\frac{100 t_{min}}{b}\right)^2$$

$a_0$ - kích thước của vết đặt tải trọng dọc theo cạnh dài của tấm, m;

$b_0$ - kích thước của vết đặt tải trọng dọc theo cạnh ngắn của tấm, m;

$R_{eH}$ - giới hạn chảy của vật liệu làm tấm, MPa;

E - mô đun đàn hồi, MPa;

$k_\sigma$ - hệ số ứng suất trong tấm, được xác định theo Bảng 2A/2.7.

**Bảng 2A/2.7 - Trị của hệ số $k_\sigma$ phụ thuộc vào tỷ số $b_o/b$ và $a_o/b$**

| $b_o/b$ | Trị số $k_\sigma$ với $a_0/b$, bằng | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0,3 | 0,6 | 1,2 | 1,8 | 2,4 |
| 0,2 | 1,056 | 0,904 | 0,652 | 0,492 | 0,387 |
| 0,4 | 0,896 | 0,766 | 0,550 | 0,409 | 0,316 |
| 0,6 | 0,734 | 0,630 | 0,456 | 0,342 | 0,266 |
| 0,8 | 0,602 | 0,518 | 0,376 | 0,284 | 0,222 |
| 1,0 | 0,494 | 0,424 | 0,309 | 0,233 | 0,183 |

Kích thước của vết đặt tải trọng $a_o$ và $b_o$ được lấy phụ thuộc vào định hướng bánh xe, bằng $l_1$ hoặc $l_2$. Trị số $l_1$ và $l_2$ được xác định theo 2.2.2-14.

Đối với bánh xe đôi $l_1$ được thay thế bằng $l_1^*$

$$l_1^* = l_1 + b_{tr} + \delta$$

Trong đó: $b_{tr}$ - xem 2.2.2-14

Còn áp suất trong lốp p được thay thế bằng áp suất quy đổi $p^*$

$$p^* = 2p.l_1/l_1^*$$

trong đó δ - khoảng cách giữa các lốp của bánh đôi.

Với $b_o > b$, lấy $b_o = b$. Với $p < p_y$ độ uốn dư $W_r = 0$.

Áp dụng công thức xác định $W_r/b$ ở 2.2.4-19(2) nếu:

$$30 \le b/t_{min} \le 170;$$

$$0,15 \le a_0/b \le 2,10;$$

$$0,20 \le b_0/b \le 1,00;$$

$$0,11 \le 100R_{eH}/E \le 0,17;$$

$$0 \le 104\sigma_{hc}/E \le 8,0.$$

Chiều dày tấm ở cuối thời gian hoạt động của tàu không có sửa chữa phục hồi

$$t_{min} = t - \Delta t$$

Trong đó:

t - chiều dày thiết kế của tấm và không được nhỏ hơn trị số yêu cầu ở 2.4.1-5, m;

$\Delta t$ - hao mòn trong thời gian hoạt động, m;

$$\Delta t = 8 \cdot 10^{-5} \cdot \tau$$

$\tau$ - thời gian hoạt động của tàu không có sửa chữa phục hồi, năm.

**20** Ở khu vực lỗ khoét của bản thành cơ cấu khỏe, với lực cắt lớn nhất tác động, cần xác định các ứng suất sau, MPa:

Ứng suất pháp:

$$\sigma = \left( \frac{M}{I} z + \frac{N_{dam}\left(0{,}5 \, . \, l_{cut} - x\right)}{I_d} \, . \, z_d \right) . \, 10^{-3}$$

Ứng suất tiếp:

$$\tau = N_{cut} / F_c$$

Trong đó:

M - mô men uốn tác động lên dầm ở tiết diện đi qua giữa lỗ khoét, kN.m;

I - mô men quán tính trung tâm diện tích tiết diện ngang của dầm ở khu vực lỗ khoét, $m^4$;

z - khoảng cách từ điểm mà tại điểm đó xác định ứng suất đến trục trung hòa của dầm, m;

$N_{dam}$ - lực cắt tác động lên nẹp của bản thành tại tiết diện đi qua giữa lỗ khoét, kN; lực cắt ở tiết diện đó cần được coi là phân bố giữa các nẹp của bản thành tỷ lệ thuận với mô men quán tính diện tích tiết diện ngang của các nẹp;

$l_{cut}$ - chiều dài lỗ khoét, m;

x - khoảng cách từ mép trái của lỗ khoét đến tiết diện tính toán, m;

$I_d$ - mô men quán tính của phần diện tích tiết diện ngang của dầm, nằm phía trên hoặc phía dưới lỗ khoét so với trục trung hòa riêng, $m^4$;

$z_d$ - khoảng cách từ trục trung hòa của nẹp của bản thành đến điểm đang xét, m;

$N_{cut}$, $F_c$ - lực cắt, kN, và diện tích tương ứng của tiết diện ngang của bản thành, $m^2$, tại tiết diện yếu nhất của dầm.

**2.2.5 Cộng ứng suất**

**1** Ứng suất tính toán ở các kết cấu thân tàu do uốn chung và do tải trọng cục bộ phải được xác định phụ thuộc trị số, vị trí và chiều của ngoại lực. Để xác định ứng suất do một số ngoại lực đồng thời tác dụng thì phải cộng ứng suất do từng ngoại lực tác dụng theo những nguyên tắc của cơ học kết cấu.

Trong các phương án kết hợp các ngoại lực có thể xảy ra phải chọn phương án mà trong đó ở kết cấu thân tàu được kiểm tra, tổng ứng suất có trị số lớn nhất (xét cả về ứng suất âm và ứng suất dương) làm phương án tính toán kiểm tra kết cấu đó. Phải lấy tổng ứng suất pháp lớn nhất và tổng ứng suất tiếp lớn nhất làm ứng suất tính toán. Ứng suất tính toán này không được lớn hơn ứng suất cho phép ở Bảng 2A/2.8.

**2** Phải kiểm tra sức bền của kết cấu dọc tham gia vào uốn chung của thân tàu theo tổng ứng suất do uốn chung và tải trọng cục bộ.

Phải kiểm tra sức bền của các kết cấu ngang tham gia vào uốn chung của những thân tàu không có boong và những tàu có tỷ số B/D lớn hơn trị số quy định ở Bảng 2A/0.3, theo tổng ứng suất do uốn ngang chung và do tải trọng cục bộ.

**3** Đối với những tàu không chở hàng trên boong thì chỉ cần cộng ứng suất để tính tổng ứng suất ở các kết cấu đáy, còn ở các kết cấu boong, thì chỉ cần tính ứng suất do uốn chung. Tuy nhiên nếu ở những tàu này tải trọng tác dụng lên đáy có thể thông qua cột hoặc các kết cấu tương tự mà truyền lên boong gây uốn kết cấu boong thì phải tính tổng ứng suất ở kết cấu boong có xét đến tải trọng truyền này.

Đối với những tàu chở hàng trên boong, phải tính tổng ứng suất ở các kết cấu boong và ở kết cấu đáy do uốn chung và do tải trọng cục bộ.

**4** Phải tính tổng ứng suất cho hai trường hợp của mô men uốn: khi tàu uốn vồng lên và võng xuống. Các ứng suất do tải trọng cục bộ dùng để cộng với ứng suất do uốn chung tính được với mỗi mô men. Tổng ứng suất do uốn chung và do uốn khung dàn phải được xác định ở mép ngoài và ở mép trong của kết cấu, ở tiết diện đế và tiết diện nhịp của khung dàn.

**2.2.6 Ứng suất cho phép**

**1** Trong tính toán ứng suất do uốn chung và ứng suất do tải trọng cục bộ và ứng suất tổng thì ứng suất pháp nguy hiểm $\sigma_o$ và ứng suất tiếp nguy hiểm $\tau_o$ được lấy bằng:

$$\sigma_o = k_n R_{eH}$$

$$\tau_o = 0{,}57\sigma_o$$

Trong đó:

$R_{eH}$ - giới hạn chảy của vật liệu;

$k_n$ - hệ số, với 235 MPa ≤ $R_{eH}$ ≤ 395 MPa được tính theo công thức:

$$k_n = 1 - 0{,}089\left(\frac{R_{eH}}{235} - 1\right) - 0{,}129\left(\frac{R_{eH}}{235} - 1\right)^2$$

**2** Ứng suất cho phép thể hiện theo giới hạn chảy được quy định trong Bảng 2A/2.8.

**2.2.7 Tính ổn định kết cấu**

**1** Phải kiểm tra ổn định các kết cấu sau đây:

(1) Các kết cấu chịu tác động của ứng suất nén do uốn chung thân tàu:

(a) Dàn boong;

(b) Dàn đáy của tàu không có đáy trên;

(c) Dầm dọc của boong, đáy dưới, của đáy trên, mạn và của vách dọc.

(2) Cột (làm việc độc lập hoặc trong thành phần của dàn) và thanh giằng chịu tác động của ứng suất nén lớn nhất;

(3) Tấm mạn và tấm vách dọc chịu tác động của ứng suất tiếp lớn nhất trong uốn chung thân tàu.

**Bảng 2A/2.8 - Tỷ lệ của ứng suất cho phép đối với các cơ cấu khác nhau của thân tàu và các đặc tính của ứng suất tính toán**

| TT | Tên và đặc tính của kết cấu thân tàu | Đặc tính của ứng suất tính toán do tải trọng | Tỷ lệ của ứng suất cho phép tính theo ứng suất nguy hiểm |
|---|---|---|---|
| 1 | Kết cấu cứng của thanh tương đương chỉ tham gia uốn chung mà không chịu tải trọng cục bộ (thành dọc liên tục của miệng khoang, kết cấu của boong không chịu tải…) | Ứng suất pháp do uốn chung | (Xem chú thích 1) |
| 2 | Kết cấu cứng của thanh tương đương tham gia uốn chung và chịu tải trọng cục bộ (các cơ cấu đáy của tất cả các tàu, boong chịu tải và thành miệng dọc liên tục chịu tải của khoang, trừ thành miệng khoang của tàu có mạn kép hoạt động ở vùng SI và SII) | Ứng suất pháp do uốn chung | 0,60 |
| 3 | Thành dọc liên tục và sống boong tàu chở hàng trên nắp khoang và trên boong; sống đáy của tất cả các tàu | Tổng ứng suất pháp do uốn chung và uốn dàn,<br>Ở nhịp:<br>Ở đế: | <br>0,75<br>0,95 |
| 4 | Dầm dọc (nẹp gia cường liên tục) | Tổng ứng suất pháp do uốn chung và uốn cục bộ,<br>Ở nhịp:<br>Ở đế: | <br>0,85<br>0,95 |

| TT | Tên và đặc tính của kết cấu thân tàu | Đặc tính của ứng suất tính toán do tải trọng | Tỷ lệ của ứng suất cho phép tính theo ứng suất nguy hiểm |
|---|---|---|---|
| 5 | Tấm vỏ, tấm boong trong hệ thống kết cấu ngang | Ứng suất pháp do tải trọng cục bộ,<br>Ở nhịp:<br>Ở đế: | <br><br>0,80<br>0,95 |
| 6 | Tấm vỏ, tấm boong trong hệ thống kết cấu dọc | Ứng suất pháp do tải trọng cục bộ,<br>Ở nhịp:<br>Ở đế: | <br><br>0,80<br>0,95 |
| 7 | Cơ cấu thân tàu chịu tác động của lực cắt trong uốn chung (tấm mạn, vách dọc) | Ứng suất tiếp | 0,60 |
| 8 | Kết cấu ngang khỏe: đà ngang, sườn khỏe và xà ngang | Ứng suất pháp do tải trọng cục bộ,<br>Ở nhịp:<br>Ở đế: | <br><br>0,75<br>0,85 |
| 9 | Kết cấu ngang thường: đà ngang, sườn và xà ngang trong hệ thống kết cấu ngang | Ứng suất pháp do tải trọng cục bộ,<br>Ở nhịp:<br>Ở đế: | <br><br>0,85<br>0,95 |
| **10** | Vách dọc, vách ngang, vách két:<br>Sống vách<br><br>Nẹp vách<br><br>Tấm vách | Ứng suất pháp do tải trọng cục bộ,<br>Ở nhịp:<br>Ở đế:<br>Ở nhịp:<br>Ở đế:<br>Ở nhịp:<br>Ở đế: | <br><br>0,85<br>0,90<br>0,85<br>0,95<br>0,85<br>0,95 |

| TT | Tên và đặc tính của kết cấu thân tàu | Đặc tính của ứng suất tính toán do tải trọng | Tỷ lệ của ứng suất cho phép tính theo ứng suất nguy hiểm |
|---|---|---|---|
| **11** | Tấm thành của kết cấu khỏe | Ứng suất tiếp tại tiết diện liền | 0,80 |
| | | Ứng suất pháp tại khu vực có lỗ khoét | 0,95 |
| | | Ứng suất tiếp tại khu vực có lỗ khoét | 0,80 |

**Chú thích:**

1. Đối với các cơ cấu ở mục 1 của Bảng, trị số định mức của ứng suất cho phép theo ứng suất nguy hiểm cần được lấy bằng 0,70 đối với các tàu hoạt động ở vùng SB và bằng 0,75 đối với các tàu hoạt động ở các khu vực còn lại.
2. Trong tính toán sức bền của thân tàu khi nâng từ dưới nước lên (lên đà) và khi hạ thủy, khi thử kín nước và kín khí, cũng như khi khoang tàu bị ngập, trị số định mức của ứng suất tổng cho phép (do uốn chung và do tải trọng cục bộ) cần được lấy bằng 0,95 giới hạn chảy của vật liệu làm cơ cấu.
3. Với những kết cấu làm việc biệt lập (cột chống, thanh giằng), được kiểm tra độ ổn định, trị số định mức của ứng suất cho phép khi bị nén cần được lấy bằng 0,50 ứng suất giới hạn, và bằng 0,75 ứng suất giới hạn đối với cặp thanh giằng chéo nhau, nhưng không được lớn hơn 0,50 giới hạn chảy của vật liệu làm cơ cấu.
4. Trị số của ứng suất cho phép do tải trọng cục bộ được sử dụng đối với tàu đang hoạt động.

**2** Việc kiểm tra ổn định kết cấu cần được thực hiện với lưu ý đến việc ứng suất giới hạn (ứng suất Ơle điều chỉnh) $\sigma_{crt}$ không tuân thủ định luật Húc. Ứng suất giới hạn phụ thuộc vào ứng suất Ơle $\sigma_E$, được tính với giả thiết rằng vật liệu làm cơ cấu thân tàu tại thời điểm mất ổn định, tuân thủ định luật Húc.

**3** Đối với dầm thép bị nén, ứng suất giới hạn cần được tính theo công thức, MPa:

$$\sigma_{crt} = \sigma_E \text{ với } \sigma_E \le 0,6\ R_{eH}$$

$$\sigma_{crt} = (1,12 - 0,312\ R_{eH}/\sigma_E)\ R_{eH} \text{ với } 0,6\ R_{eH} < \sigma_E < 2,6\ R_{eH}$$

$$\sigma_{crt} = R_{eH} \text{ với } \sigma_E \ge 2,6\ R_{eH}$$

Trong đó: $R_{eH}$ - giới hạn chảy của vật liệu, MPa.

**4** Ứng suất giới hạn của tấm, của hệ thống kết cấu dọc, cần được tính theo công thức, MPa:

$\sigma_{crt} = \sigma_E$ với $\sigma_E \leq 0,6\ R_{eH}$

$\sigma_{crt} = (1,63 - 0,8\sqrt{R_{eH} / \sigma_E})\ R_{eH}$ với $0,6\ R_{eH} < \sigma_E < 1,6\ R_{eH}$

$\sigma_{crt} = R_{eH}$ với $\sigma_E \geq 1,6\ R_{eH}$

Trong đó:

$\sigma_E$ - ứng suất Ơle, MPa:

$\sigma_E = 78,5\ (100t / a)^2$

t - chiều dày tấm, m;

a - chiều dài mép ngắn, m;

$R_{eH}$ - giới hạn chảy của vật liệu, MPa.

**5** Ứng suất giới hạn của tấm, của hệ thống kết cấu ngang, cần được tính theo công thức, MPa:

$$\sigma_{crt} = \sigma_E$$

Trong đó:

$\sigma_E$ - ứng suất Ơle, MPa:

$$\sigma_E = 19\left(\frac{100t}{a}\right)^2\left(1 + \frac{a^2}{b^2}\right)^2$$

t - chiều dày tấm, m;

a - chiều dài cạnh ngắn của tấm, m;

b - chiều dài cạnh dài của tấm, m;

**6** Ứng suất giới hạn khi nén khung dàn đáy và boong, cũng như các nẹp gia cường dọc phải không nhỏ hơn ứng suất chảy giới hạn của vật liệu.

Trong trường hợp hệ thống kết cấu ngang, độ cứng của đà ngang thường đáy và xà ngang boong thường không được thấp hơn độ cứng giới hạn. Cho phép hạ thấp ứng suất giới hạn của khung dàn đáy và boong của hệ thống kế cấu dọc, cũng như của nẹp gia cường dọc đến trị số thỏa mãn điều kiện sau:

$$\sigma_{crt} \geq K_f \sigma_{com}$$

$\sigma_{com}$ - ứng suất nén lớn nhất ở dàn hoặc nẹp dọc trong uốn chung do tác động của tải trọng tính toán, MPa;

$K_f$ - hệ số dự trữ ổn định kết cấu, được xác định theo công thức sau:

$$K_f = K_{in}\left(0{,}75 + 0{,}25\frac{R_{eH}}{235}\right)$$

Trong đó: $R_{eH}$ - xem 2.2.7-3, MPa;

$K_{in}$ - hệ số dự trữ ổn định kết cấu của $K_f$

$K_{in}$ = 1,43 đối với tàu hoạt động ở vùng SB;

$K_{in}$ = 1,33 đối với tàu hoạt động ở vùng còn lại.

**7** Khi tính ổn định kết cấu, nẹp gia cường dọc được coi là tựa tự do trên cơ cấu ngang tương ứng (đà ngang, sườn khỏe, và xà ngang khỏe). Ứng suất Ơle của nẹp dọc khi bị nén, MPa, bằng:

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 .E . I}{b^2\left(f + a . t\right)}$$

Trong đó:

E - mô đun đàn hồi, MPa;

I - mô men quán tính diện tích tiết diện ngang của nẹp cùng mép kèm, kích thước của mép kèm được được quy định ở 2.2.4-13(1), $m^4$;

b - nhịp của nẹp, m;

f - diện tích tiết diện ngang của nẹp không tính mép kèm, $m^2$;

a - khoảng cách giữa các nẹp (chiều dài cạnh ngắn của tấm), m;

t - chiều dày tấm, m.

**8** Ứng suất tiếp của tôn mạn và vách dọc trong uốn chung, được xác định theo 2.2.3-6(2), không được lớn hơn 0,95 lần ứng suất tiếp giới hạn được tính theo công thức, MPa:

$$\tau_{crt} = \tau_E \text{ với } \tau_E \le 0{,}5\frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$$

$$\tau_{crt} = \frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}\left(1 - \frac{R_{eH}}{4\tau_E\sqrt{3}}\right) \text{ với } \tau_E > 0{,}5\frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$$

Trong đó: $R_{eH}$ - Xem 2.2.7-7.

$\tau_E$ - ứng suất tiếp Ơle, được xác định theo công thức, MPa:

$$\tau_E = 19k\left(100\frac{t}{a}\right)^2$$

Trong đó: k - hệ số được xác định phụ thuộc vào tỷ số chiều dài các cạnh của tấm b/a (b - chiều dài cạnh dài, m) theo Bảng 2A/2.9;

t, a - Xem 2.2.7-7.

**Bảng 2A/2.9 - Hệ số k phụ thuộc vào tỷ số b/a**

| **b/a** | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | ∞ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **k** | 9,34 | 8,56 | 8,00 | 7,60 | 7,30 | 6,92 | 6,70 | 6,56 | 6,07 | 5,86 | 5,35 |

**2.3 Những quy định chung trong thiết kế kết cấu thân tàu**

**2.3.1 Quy định chung**

**1** Trừ khi có quy định khác, các phần từ kết cấu phải bố trí đủ không gian để kiểm tra và bảo dưỡng. Các kết cấu thân tàu phải cố gắng đặt trong một mặt phẳng để tạo thành những khung kín (sống boong, sống đứng vách ngang và sống đáy tạo thành một khung phẳng kín; xà dọc boong hoặc sàn, nẹp đứng vách ngang và dầm dọc đáy đơn, đáy đôi hoặc sàn tạo thành một khung phẳng kín; đà ngang, sườn và xà ngang tạo thành một khung phẳng kín; sống mạn, dầm ngang vách ngang, dầm ngang vách dọc tạo thành một khung phẳng kín…).

**2** Nếu cần phải thay đổi chiều dày, chiều cao, tiết diện hoặc hình dạng của kết cấu thì sự thay đổi đó phải được thực hiện dần đều.

Hiệu chiều dày của hai tấm tôn kề nhau không được lớn hơn 30% chiều dày của tấm dày hơn hoặc không được lớn hơn 5 mm, lấy trị số nào nhỏ hơn (điều này không áp dụng cho các tấm tôn tạo thành các rãnh, cũng như các tấm tôn dày hơn ở đầu các thượng tầng, ở lỗ thả neo, ở dưới các máy…). Phải vát mép tấm dày hơn để chiều dày của tấm dày chuyển tiếp bằng chiều dày của tấm mỏng và việc đó phải theo tiêu chuẩn hiện hành.

**3** Việc chuyển chiều cao bản thành của dầm và nẹp gia cường từ cao xuống thấp hoặc ngược lại được thực hiện với một đoạn chuyển tiếp có chiều dài được khuyến nghị lấy không nhỏ hơn 5 lần hiệu các chiều cao bản thành của cơ cấu. Cho phép giảm chiều dài đoạn chuyển tiếp (trừ bản thành của sống đáy và sống boong ở khu vực giữa tàu) xuống còn bằng 2 lần hiệu các chiều cao.

Cũng tương tự như vậy, chiều rộng và chiều dày tấm mép của kết cấu phải được chuyển tiếp dần đều.

**4** Phải đảm bảo sự liên tục của các kết cấu cơ bản của thân tàu đến mức độ tối đa có thể được.

**5** Ở một tiết diện ngang thân tàu không cho phép gián đoạn nhiều hơn 1/3 số lượng kết cấu dọc thường và không cho phép gián đoạn nhiều hơn 2 kết cấu dọc khỏe của đáy hoặc boong tàu;

Những tiết diện có kết cấu dọc gián đoạn, phải cách xa nhau ít nhất là 2 khoảng sườn. Sự chuyển tiếp từ hệ thống kết cấu dọc sang ngang phải được thực hiện dần dần.

**6** Không cho phép kết thúc các kết cấu dọc tại tiết diện đã bị yếu đi do có lỗ khoét lớn, tại vùng tập trung ứng suất, ví dụ: tại chỗ lượn tròn của góc lỗ khoét hình chữ nhật, chỗ kết thúc thượng tầng và thành quây dọc.

**7** Tại vùng kết thúc của boong, của sàn, của đáy trên, của vách dọc phải đặt các tấm mã hoặc những kết cấu tương đương khác nhằm tránh sự kết thúc đột ngột và giảm tình trạng tập trung ứng suất (xem Hình 2A/2.8).

**8** Mút cuối của nẹp phải kéo dài tới kết cấu ngang và được gia cường bằng các mã.

Cho phép vát mép đầu mút các cơ cấu sau:

(1) Nẹp gia cường chống rung động;

(2) Nẹp gia cường cho bản thành của kết cấu;

(3) Nẹp thường vách ngang ở các tàu kết cấu theo hệ thống ngang, trừ vách buồng máy, vách mũi, vách đuôi;

(4) Nẹp thường vách dọc ở tàu có hệ thống kết cấu dọc.

Không cho phép vát mép đầu mút kết cấu khỏe ở gần lỗ khoét không có viền gia cường, kể cả lỗ khoét cho cơ cấu thường xuyên qua.

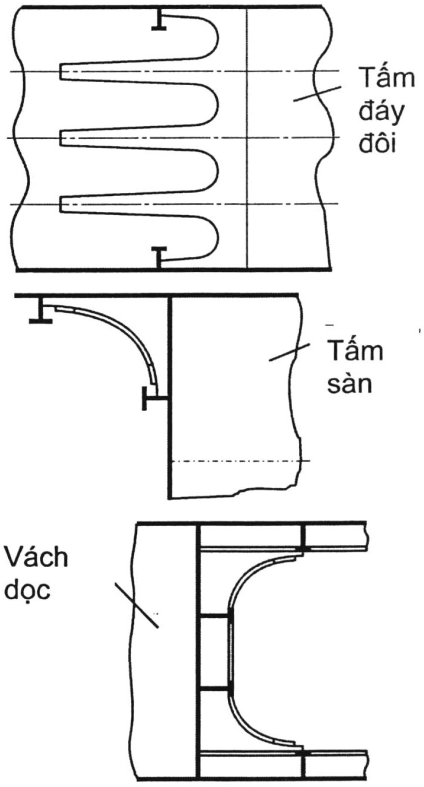
**9** Kết cấu dọc khỏe phải được kết thúc tại vách ngang hoặc tại kết cấu ngang khỏe. Ở mặt đối diện phải đặt mã có chiều dài không nhỏ hơn 1,5 lần chiều cao của cơ cấu đó. Mã phải được kéo đến cơ cấu ngang gần nhất và hàn với cơ cấu ngang đó, chiều cao mã bằng chiều cao cơ cấu dọc và giảm dần đến 1/4 chiều cao cơ cấu dọc tại vị trí hàn với cơ cấu ngang. Chiều dày bản thành mã và kích thước mép bẻ hoặc mép gắn của mã phải lấy giống như kích thước của cơ cấu kết thúc. Mép bẻ hoặc mép hàn của mã phải được vát mép (Hình 2A/2.9, a và b). Nếu cơ cấu khỏe kết thúc chuyển sang cơ cấu thường dọc thì không cần thiết phải kéo dài mã đến cơ cấu ngang (Hình 2A/2.9, c).

**10** Nếu boong, đáy hoặc sàn được kết cấu theo hệ thống dọc, mạn kết cấu theo hệ thống ngang thì đầu mút sườn thường phải được liên kết với chiếc dầm dọc gần nhất của boong, đáy hoặc sàn bằng mã.

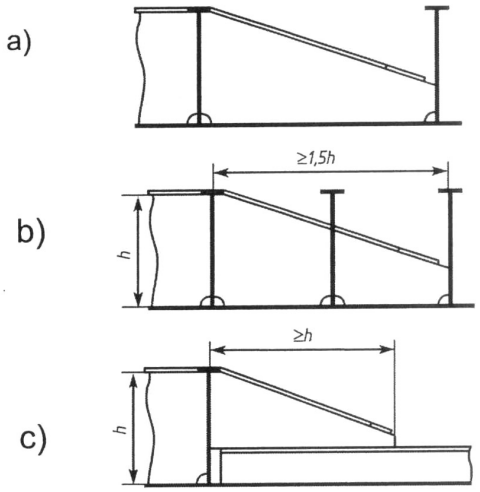
Nếu mạn kết cấu theo hệ thống hỗn hợp thì tại các điểm liên kết của sườn thường với sống mạn hoặc sàn phải đặt mã trong mặt phẳng sườn.

Nếu mạn kết cấu theo hệ thống hỗn hợp hoặc hệ thống dọc, thì giữa các sườn khỏe, tại vị trí hông và chỗ liên kết mạn với boong trong mặt phẳng của từng sườn thực phải đặt các mã liên kết với dầm dọc gần nhất.

**11** Cần có các biện pháp kết cấu để tăng độ bền và độ cứng của các cơ cấu thân tàu mà các cơ cấu đó trong điều kiện hoạt động chịu tải trọng cục bộ tập trung hoặc tải trọng va đập, không được tính đến trong tính toán sức bền, ví dụ: mạn và đáy cần cầu nổi; đoạn đầu và đuôi của tàu đẩy và tàu được đẩy; boong của tàu chở hàng trên boong; đáy trên và mạn trong của tàu hàng khô…




**Hình 2A/2.8 -** Kết cấu chỗ kết thúc boong, sàn, tôn đáy trên, vách dọc




**Hình 2A/2.9 -** Kết cấu chỗ kết thúc cơ cấu khỏe

**2.3.2 Thiết kế các phần tử kết cấu**

**1** Các phần tử kết cấu có các tấm thành nằm trong cùng một mặt phẳng (xà ngang với sườn, sườn với đà ngang...), theo nguyên tắc phải được liên kết với nhau bằng mã đặt trong mặt phẳng đó; nếu những kết cấu đó là những kết cấu khỏe thì chúng còn phải được hàn với nhau. Liên kết các phần tử kết cấu thường được phép sử dụng mã đè.

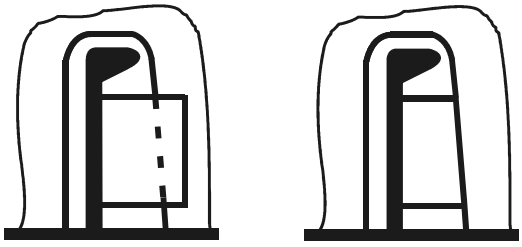
Trong liên kết các kết cấu khỏe, mã phải có kích thước ít nhất bằng chiều cao tiết diện của kết cấu nhỏ hơn, trong liên kết các kết cấu thường mã phải có kích thước ít nhất bằng 2 lần chiều cao của tiết diện kết cấu nhỏ hơn (đối với mã đè thì phần đè được đo từ bản mép của kết cấu). Chiều dày mã liên kết cơ cấu khỏe và

cơ cấu thường phải không nhỏ hơn chiều dày của bản thành mỏng hơn của các cơ cấu liên kết đó. Cho phép giảm chiều dày mã liên kết các cơ cấu thường: mã không có mép bẻ - giảm tối đa đi 1 mm với chiều dày bản thành cơ cấu từ 7 mm đến 9 mm và giảm đi 2 mm với chiều dày bản thành cơ cấu từ 10 mm trở lên; với mã có mép bẻ hoặc mép hàn - giảm đi 1 mm với chiều dày bản thành trong khoảng từ 6 đến 8 mm và giảm đi 2 mm với chiều dày 9 mm trở lên.

**2** Các mã được đặt ở nút liên kết các cơ cấu khỏe phải có bản cánh/nẹp được vát mép ở mép tự do. Ở trường hợp cơ cấu thường, phải gia cường cạnh tự do của mã nếu chiều dài một trong các cạnh được hàn của mã hoặc tấm gia cường lớn hơn 35 lần chiều dày của chúng. Chiều dày mép gia cường được hàn không được nhỏ hơn chiều dày bản thành của mã, còn chiều rộng không nhỏ hơn 8 lần chiều dày của mép, đồng thời không được nhỏ hơn 40 mm ở mỗi phía của đường hàn. Chiều rộng mép bẻ không được nhỏ hơn 8 lần chiều dày mã đồng thời không nhỏ hơn 40 mm. Chiều rộng tối đa của dải gia cường, được đo từ bản thành mã, không được lớn hơn 10 lần chiều dày của nó. Diện tích tiết diện bản mép của mã ở nút liên kết các cơ cấu khỏe không được nhỏ hơn 0,8 lần diện tích mép nhỏ hơn của các cơ cấu liên kết.

**3** Ở chỗ giao với vách, cơ cấu khỏe phải được gia cường ở cả hai phía của vách bằng các mã phủ lên các cơ cấu này trên một đoạn có chiều dài không nhỏ hơn chiều cao của chúng. Bản thành và bản mép của cơ cấu phải được hàn với tôn vách. Ở vách buồng máy và vách mũi hoặc vách đuôi, cũng như ở vách chịu tải trọng tác dụng ngược chiều nhau, bản mép cơ cấu phải được vát mép.

**4** Cơ cấu thường phải xuyên qua lỗ khoét của cơ cấu khỏe không kín nước hoặc xuyên qua vách không kín nước. Bản thành của kết cấu thường phải được hàn với bản thành của kết cấu khỏe không kín nước hoặc với vách không kín nước, hoặc các cơ cấu phải được liên kết bằng mã hoặc tấm liên kết (Hình 2A/2.10), nẹp gia cường hoặc bằng cách kết hợp các biện pháp trên.



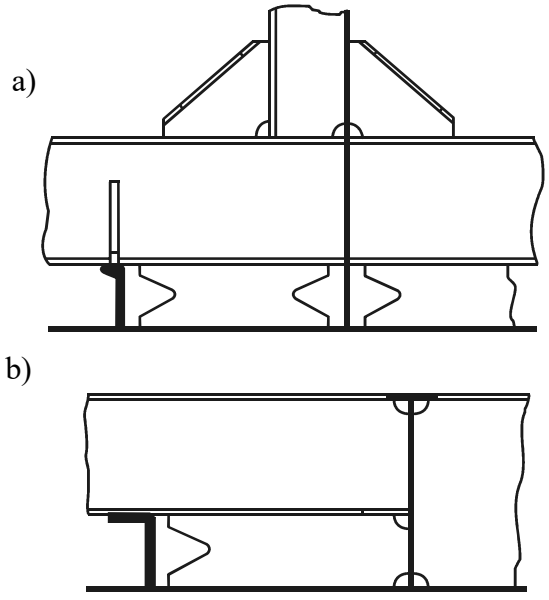
**Hình 2A/2.10 - Liên kết cơ cấu thường và cơ cấu khỏe không kín nước (vách không kín nước)**

Chiều dày mã được lấy theo 2.3.2-1, chiều dày tấm liên kết và nẹp gia cường không được nhỏ hơn chiều dày bản thành cơ cấu khỏe hoặc vách.

Các cạnh của mã không được nhỏ hơn 1,5 lần chiều cao cơ cấu thường, chiều cao của nẹp không được nhỏ hơn 0,6 lần chiều cao của cơ cấu đó. Đồng thời phải thỏa mãn yêu cầu đối với nẹp gia cường ở 2.3.2-9. Khoảng dịch chuyển mã hoặc nẹp gia cường lệch với mặt phẳng bản thành tiết diện không đối xứng không được lớn hơn chiều cao mối hàn cộng với 1 mm.

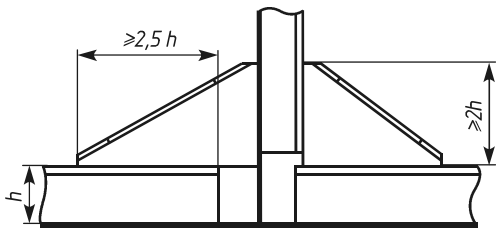
Ở kết cấu kiểu treo với cơ cấu thường làm bằng thép góc, cho phép liên kết với các cơ cấu khỏe bằng cách hàn các bản mép mối hàn hai phía. Trong trường hợp sử dụng thép mỏ làm cơ cấu thường, việc liên kết phải được thực hiện bằng mã. Ở kết cấu kiểu treo (2 tầng) có thể dùng thép cán hoặc thép chữ I và thép chữ U cũng như thép chữ U uốn với bản mép có cùng chiều rộng.

Không khuyến khích việc đặt tấm đế lót giữa cơ cấu khỏe và tôn vỏ. Cho phép đặt tấm đế lót ở chỗ giao của cơ cấu khỏe với vách và sống đáy không bị cắt, cũng như ở các chỗ chuyển tiếp kết cấu kiểu treo sang kiểu thông thường (“bị cắt”). Trong đó, cạnh tự do của tấm đế lót được khuyến nghị thực hiện với lỗ khoét có hình dạng như trên Hình 2A/2.11.




**Hình 2A/2.11 - Kết cấu hệ thống kiểu treo**

**5** Việc liên kết các cơ cấu thường dọc bị gián đoạn tại cơ cấu khỏe kín nước hoặc vách kín nước phải được thực hiện bởi mã hoặc tấm liên kết được đặt ở cả 2 phía của cơ cấu khỏe hoặc vách trong mặt phẳng bản thành của cơ cấu được liên kết. Chiều dày mã phải theo 2.3.2-1. Chiều dài đoạn mối hàn liên kết mã với cơ cấu dọc không được nhỏ hơn 2,5 lần chiều cao cơ cấu, còn mép tự do của mã phải được bẻ mép phụ thuộc vào chiều dày và kích thước cạnh mã (Hình 2A/2-12).



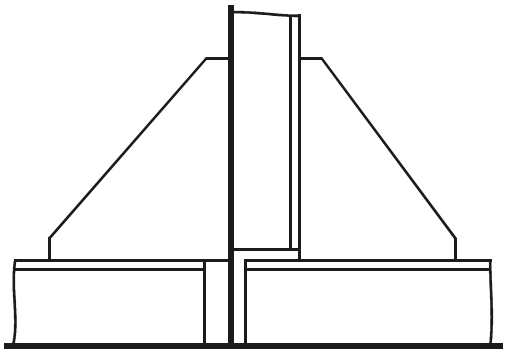

**Hình 2A/2.12 - Gia cường bù cho cơ cấu dọc bị gián đoạn ở cơ cấu khỏe kín nước (vách kín nước)**

**6** Để tạo thành các rãnh thoát nước ở các cơ cấu ngang, cho phép không kéo dài các nẹp dọc gia cường đáy và boong đến tấm cơ cấu. Khoảng cách giữa các mặt mút của nẹp và tấm cơ cấu không được lớn hơn 10 lần chiều dày tôn đáy, đồng thời không lớn hơn 100 mm (lấy trị số nhỏ hơn). Việc liên kết các nẹp dọc gia cường phải được thực hiện theo 2.3.2-5.

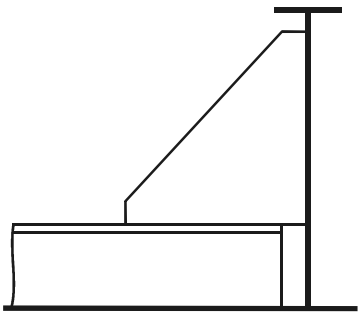
**7** Mút cơ cấu thường bị gián đoạn tại vách hoặc cơ cấu khỏe, không cho phép liên kết cơ cấu thường với vách hoặc cơ cấu khỏe tại chỗ không được gia cường bằng mã hàn. Nẹp gia cường phải nằm trong mặt phẳng mã (Hình 2A/2.13) hoặc ở mút của một trong các mã phải được đặt nẹp gia cường làm từ thép thanh hoặc thép cán (Hình 2A/2.15) kéo đến cơ cấu gần nhất. Mút của nẹp gia cường cho phép vát mép. Mã gia cường mút cơ cấu thường tại cơ cấu ngang khỏe phải được dẫn đến bản mép của cơ cấu khỏe đó. Trong đó, cho phép khe hở công nghệ từ 10 đến 20 mm (Hình 2A/2.14).

Các cạnh của mã hoặc hoặc tấm gia cường, được hàn với bản thành của cơ cấu khỏe, không được dẫn đến mép tự do của bản thành gần quá một khoảng 10 đến 20 mm.

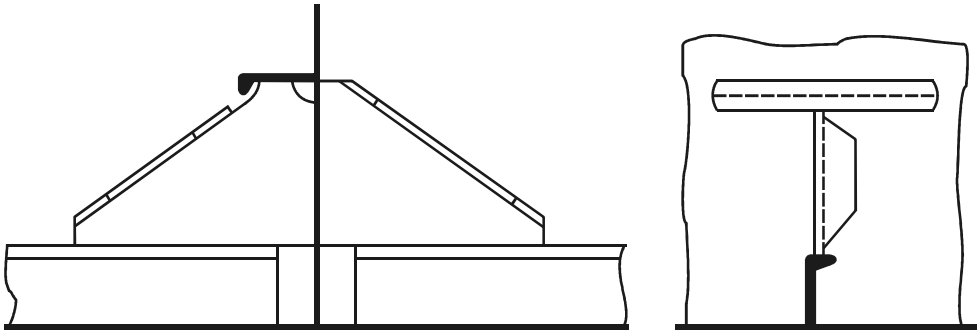
Khi cơ cấu khỏe kéo dài đến tấm vỏ, bản mép cơ cấu phải được vát mép với khe hở từ 10 mm đến 20 mm.



**Hình 2A/2.13 - Hàn mã với nẹp gia cường nằm trong mặt phẳng của các mã đó**

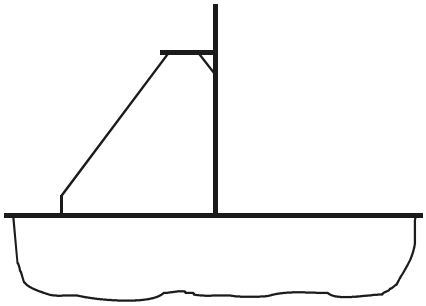


**Hình 2A/2.14 - Bố trí mã liên kết mút của cơ cấu thường với cơ cấu khỏe**



**Hình 2A/2.15 - Hàn mã với nẹp gia cường nằm trong mặt phẳng vuông góc với mặt phẳng của các mã**

**8** Ở nút giao 3 cơ cấu vuông góc với nhau từng cặp một (ví dụ: sàn, vách dọc và vách ngang) phải đặt các mã hoặc các nẹp gia cường phân tán lực gây ra ở điểm giao cắt (Hình 2A/2.16).



**Hình 2A/2.16 - Đặt mã để phân tán lực gây ra ở điểm giao 3 cơ cấu vuông góc với nhau từng cặp một**

**9** Bản thành cơ cấu khỏe có tỷ số chiều cao h và chiều dày t, cm, lớn hơn $80\sqrt{235/R_{eH}}$ (trong đó $R_{eH}$ - giới hạn chảy của vật liệu làm cơ cấu, MPa), phải được gia cường bằng các nẹp gia cường vuông góc hoặc song song với bản mép cơ cấu khỏe và phải tuân thủ các điều kiện sau:

(1) Khoảng cách S (cm) giữa các nẹp gia cường được đặt vuông góc với bản mép cơ cấu khỏe không được nhỏ hơn:

$$S = \frac{(0,24h/t - 9,5)h\sqrt{R_{eH}/235}}{h/t - 75\sqrt{235/R_{eH}}}$$

(2) Mô men quán tính diện tích tiết diện ngang của nẹp gia cường ($cm^4$) vuông góc với bản mép của cơ cấu khỏe, kể cả mép kèm, không được nhỏ hơn:

$$i = 0,1St^3e^{KS/h}$$

Trong đó: K - hệ số được xác định theo Bảng 2A/2.10.

**Bảng 2A/2.10 - Trị số của hệ số K phụ thuộc vào tỷ số** $\frac{h}{t}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$

| $\frac{h}{t}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$ | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K | 0 | 1,05 | 3,53 | 5,04 | 6,65 | 7,89 | 9,23 | 10,31 | 12,00 |

(3) Mô men quán tính diện tích tiết diện ngang của nẹp gia cường ($cm^4$) song song với bản mép của cơ cấu khỏe, kể cả mép kèm, không được nhỏ hơn:

$$i = 5{,}1 . 10^{-7} R_{eH} (f + at) l^2$$

Trong đó:

$R_{eH}$ - giới hạn chảy của vật liệu làm nẹp, MPa;

f - diện tích tiết diện ngang của nẹp (không kể mép kèm), $cm^2$;

a - khoảng cách giữa các nẹp gia cường, cm;

l - chiều dài đoạn gia cường của bản thành, cm.

Các nẹp được phép làm từ các thanh thép dẹt, nếu tỷ số giữa chiều cao và chiều dày của chúng không lớn hơn 10; trong đó chiều cao của thanh không được nhỏ hơn 50 mm, còn chiều dày không được nhỏ hơn 0,8 lần chiều dày bản thành được gia cường.

Tỷ số h/t đối với bản thành của cơ cấu khỏe, chịu tác động của tải trọng cục bộ lớn (dàn mạn của tất cả các tàu; dàn boong của tàu chở hàng trên boong, có bố trí xếp dỡ tải bằng gầu ngoạm) không được lớn hơn $55\sqrt{235 / R_{eH}}$.

**10** Chiều dày bản thành cơ cấu khỏe được xác định căn cứ vào chiều dày tấm mà nó gia cường, lấy không được nhỏ hơn trị số ở Bảng 2A/2.11.

Với chiều dày tấm từ 12 mm trở lên, chiều dày cơ cấu khỏe của cơ cấu gia cường có thể giảm tối đa 4 mm so với chiều dày tấm.

Có thể cho phép giảm chiều dày bản thành của cơ cấu khỏe kề với tôn mép boong hoặc thành quây của tàu hở đi 1 lượng hơn nữa, nhưng không nhiều hơn 0,5 lần chiều dày tấm kề với tôn mép boong hoặc thành quây đó.

Chiều dày bản thành cơ cấu khỏe của tàu hàng có chiều dài từ 50 m trở lên được khuyến nghị lấy không nhỏ hơn trị số theo Bảng 2A/2.12.

**Bảng 2A/2.11 - Chiều dày bản thành cơ cấu khỏe phụ thuộc vào chiều dày tấm được gia cường**

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Chiều dày tôn vỏ,** mm | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 11,0 |
| **Chiều dày bản thành,** mm | 4,0 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,0 | 6,0 | 6,0 | 7,0 | 7,0 | 8,0 |

**11** Chiều dày bản mép của kết cấu khỏe hàn không được lớn hơn 2 lần chiều dày bản thành của nó. Chiều rộng bản mép đối xứng không được lớn hơn 24 lần chiều dày của nó, còn chiều dày bản mép được hàn từ 1 phía của bản mép - không được lớn hơn 12 lần chiều dày của nó. Chiều rộng mép bẻ phải được lấy bằng khoảng từ 8 đến 12 lần chiều dày của nó.

Ở cơ cấu có tiết diện hình chữ L, tỷ số giữa chiều rộng mép bẻ và chiều dày của nó không được lớn hơn 30. Chiều rộng mép bẻ của thép mỏ không được nhỏ hơn 30 mm.

**12** Khi tính toán mô đun chống uốn và mô men quán tính tiết diện ngang của kết cấu khỏe không đối xứng có mép bẻ bị uốn, diện tích mép bẻ $f_{fl}$ phải được nhân với hệ số $\varphi$ được xác định theo công thức:

$$\varphi = \left( 1 + \frac{3}{\left[ 1 + 12 \left( l / 10 \eta h \right)^4 \left( f_w / f_{fl} \right)^2 \left( t / b \right) \right]} \right)^{-1}$$

Trong đó:

l - nhịp của cơ cấu, cm;

$\eta$ - hệ số phụ thuộc vào kiểu ngàm của mút cơ cấu, bằng:

1,5 - với các mút được ngàm cứng;

1,25 - với 1 mút được ngàm cứng còn mút kia tựa tự do;

1 - với các mút tựa tự do;

h - chiều cao bản thành, cm;

$f_w$ - diện tích tiết diện ngang của bản thành, $cm^2$;

$f_{fl}$ - diện tích tiết diện ngang của bản mép, $cm^2$;

t - chiều dày bản mép, cm;

b - chiều rộng bản mép, cm.

**Bảng 2A/2.12 - Trị số chiều dày bản thành cơ cấu khỏe của tàu hàng có chiều dài từ 50 m trở lên**

| **Cơ cấu** | **Chiều dày tối thiểu bản thành của cơ cấu khỏe,** mm | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tàu chở hàng nặng xếp cục bộ, có chiều dài tàu L, m | | | Các tàu hàng khác có chiều dài tàu L, m | | |
| | 50 | 80 | ≥110 | 50 | 80 | ≥ 110 |
| Cơ cấu khỏe dàn mạn ở khu vực giữa và đuôi tàu | 6 | 7 | 8 | 5 | 6 | 8 |
| Cơ cấu khỏe dàn mạn ở khu vực mũi tàu | 7 | 8 | 8 | 6 | 7 | 8 |
| Cơ cấu khỏe dàn đáy khu vực mũi tàu | 6 | 7 | 8 | 6 | 7 | 8 |

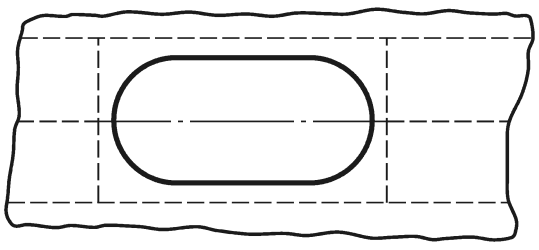
**2.3.3 Lỗ khoét ở kết cấu thân tàu**

**1** Ở các kết cấu dọc của thân tàu, các góc của lỗ khoét chữ nhật phải được lượn tròn với bán kính không được nhỏ hơn 0,1 chiều rộng lỗ khoét. Bán kính lượn tròn của các lỗ khoét miệng khoang hàng ở boong chính được đậy bởi các thành dọc miệng khoang hàng liên tục có thể giảm xuống đến còn 0,5 m.

**2** Các lỗ khoét ở các cơ cấu dọc của thân tàu nên bố trí hướng cạnh dài theo chiều dọc thân tàu.

**3** Các cơ cấu ở lỗ khoét phải được kết thúc ở các cơ cấu đặt thêm và được hàn với kết cấu được đặt thêm đó (Hình 2A/2.17). Nếu có một vài lỗ khoét thì nên bố trí những lỗ khoét đó theo một đường dọc tàu. Không bố trí một vài lỗ khoét trên một tiết diện ngang thân tàu.

**4** Ở tấm thành của cơ cấu, không được khoét lỗ ở gần đế của kết cấu và ở gần mã liên kết kết cấu. Lỗ khoét phải cách đầu mã một khoảng không được nhỏ hơn 0,5 chiều cao tấm thành của kết cấu.



**Hình 2A/2.17 - Các cơ cấu gia cường ở lỗ khoét**

**5** Chiều cao lỗ khoét ở bản thành cơ cấu khỏe để cơ cấu thường chui qua không được lớn hơn 0,4 lần chiều cao của cơ cấu khỏe. Nếu bản thành của cơ cấu

được liên kết bằng phương pháp hàn, còn việc yếu đi do khoét lỗ được gia cường bù lại bằng việc đặt thêm các tấm, thì chiều cao lỗ khoét được tăng lên đến 0,6 lần chiều cao cơ cấu khỏe. Ở khu vực mạn kép, chiều cao lỗ khoét có thể lấy bằng 0,6 lần chiều cao nửa xà ngang khỏe. Tổng chiều cao của các lỗ khoét để các cơ cấu thường chui qua ở bản thành của đà ngang đặc và sống đáy đôi, cũng như các sườn khỏe đặc "sườn chắn" và sàn mạn kép, không được lớn hơn 0,4 lần chiều cao (chiều rộng) các cơ cấu nêu trên.

Chiều cao lỗ khoét nhằm giảm trọng lượng kết cấu và lỗ khoét để người chui, không được lớn hơn 0,5 chiều cao cơ cấu khỏe tại chỗ có lỗ khoét. Chiều rộng của những lỗ khoét đó không được lớn hơn 0,75 chiều cao cơ cấu khỏe tại chỗ có lỗ khoét. Cho phép chiều cao lỗ khoét tăng lên đến 60% chiều cao cơ cấu khỏe với điều kiện phải được gia cường bằng các nẹp gia cường theo mục 2.3.2-9 và 2.3.3-7.

Khoảng cách từ các mép của tất cả các lỗ khoét của cơ cấu khỏe đến mép lỗ khoét để cơ cấu thường chui qua kết cấu khỏe đó không được nhỏ hơn chiều cao tiết diện của kết cấu thường đó.

**6** Chiều cao lỗ khoét thông khí (thông thủy) ở cơ cấu không được lớn hơn 20% chiều cao cơ cấu và chiều dài không được lớn hơn 15 lần chiều dày tôn vỏ hoặc tấm.

**7** Bản thành của cơ cấu khỏe bị yếu đi do khoét lỗ phải được gia cường bằng các nẹp gia cường song song với bản mép của cơ cấu đó, mô men quán tính diện tích tiết diện ngang của chúng kể cả mép kèm không được nhỏ hơn trị số được xác định theo công thức ở 2.3.2-9(3).

**8** Có thể không phải thực hiện việc gia cường nêu ở 2.3.3-7 trên đối với cơ cấu có lỗ khoét, nếu các lỗ khoét có dạng hình tròn và đường kính của chúng không lớn hơn 20% chiều cao của cơ cấu khỏe, đồng thời chúng được bố trí cách nhau hoặc cách các lỗ khoét khác 1 khoảng không nhỏ hơn 2 lần chiều cao của cơ cấu.

**9** Các đoạn của bản thành cơ cấu khỏe liền kề với mạn trong, vách ngang và vách dọc, phải được gia cường bằng các nẹp gia cường nghiêng (Hình 2A/2.18), lỗ khoét phải được bố trí ở giữa bản thành được gia cường. Các nẹp gia cường nghiêng phải có diện tích f ($cm^2$) tiết diện ngang (không tính mép kèm) và mô men quán tính i ($cm^4$) diện tích tiết diện ngang của nẹp gia cường kể cả mép kèm không được nhỏ hơn:

$$f = \frac{12,7V - F_w\tau_0}{2R_{eH}\sin\alpha}$$

$$i = 5,1.10^{-7}R_{eH}\left(f + \frac{ht}{6\sin\alpha}\right)\frac{h^2}{\sin^2\alpha}$$

Trong đó:

V, $F_w$ - lực cắt (kN) và diện tích tiết diện ngang tương ứng ($cm^2$) của bản thành tại tiết diện yếu nhất của cơ cấu;

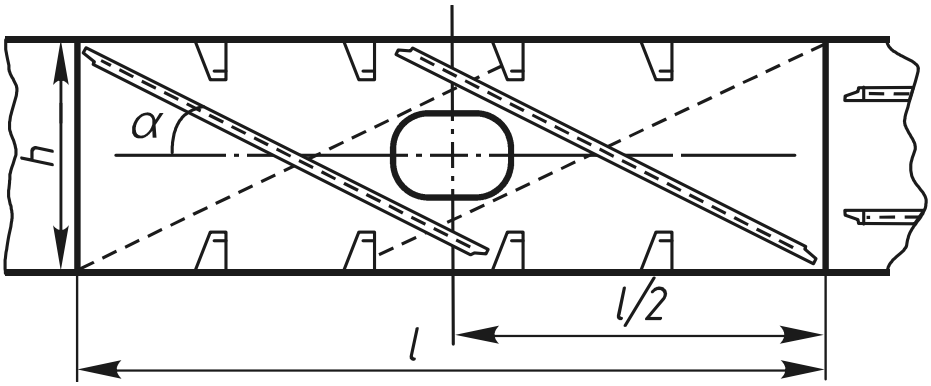
$\tau_0$ - ứng suất tiếp nguy hiểm của vật liệu làm bản thành theo công thức ở 2.2.6-1, MPa;

$R_{eH}$ - giới hạn chảy của vật liệu làm nẹp, MPa;

h, t - chiều cao và chiều dày tương ứng của bản thành, cm;

α - góc nghiêng của nẹp gia cường so với trục trung hòa của bản thành, độ.

Khi đặt các nẹp gia cường nghiêng độ bền của bản thành không cần kiểm tra theo 2.2.4-20.




**Hình 2A/2.18 - Gia cường bằng các nẹp gia cường nghiêng**

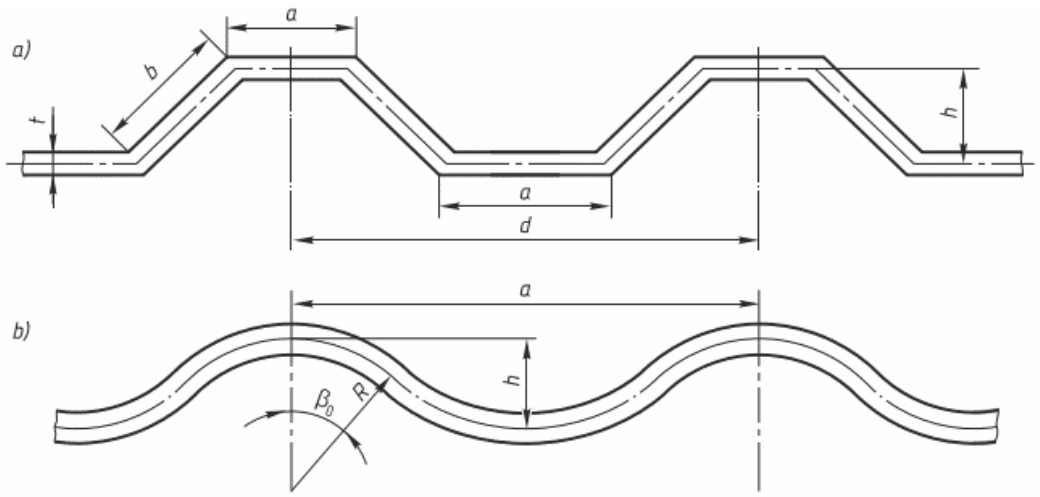
**2.3.4 Kết cấu dạng sóng**

**1** Có thể dùng kết cấu dạng sóng để làm vách kín nước và vách không kín nước thân tàu cũng như làm các kết cấu thứ yếu khác không tham gia vào uốn chung, như các chỗ nhô ra, vách và nóc lầu lái...

**2** Sức bền của kết cấu dạng sóng không được nhỏ hơn sức bền của kết cấu phẳng tương ứng.

**3** Gân sóng các vách kín nước thân tàu phải là kiểu xuyên suốt toàn phần, có tiết diện ngang hình thang (Hình 2A/2.19, a) hoặc hình sin (Hình 2A/2.19, b). Gân sóng của các vách dọc có thể là gân đứng hoặc gân nằm. Vách dọc có gân đứng không được tính vào tiết diện của thanh tương đương.

**4** Có thể dùng kết cấu dạng sóng để làm vách kín nước và làm các kết cấu thứ yếu khác. Sức bền của kết cấu sóng không được nhỏ hơn sức bền của kết cấu phẳng tương ứng. Ở đầu của mã liên kết các kết cấu gặp kết cấu sóng phải đặt nẹp ngang đi đến tận mặt gân gần nhất nhằm phân bố tải trọng tập trung ở đầu mã (Hình 2A/2.20).




a- Dạng hình thang b- Dạng hình sin

**Hình 2A/2.19 - Các dạng tiết diện ngang của gân sóng của vách kín nước**

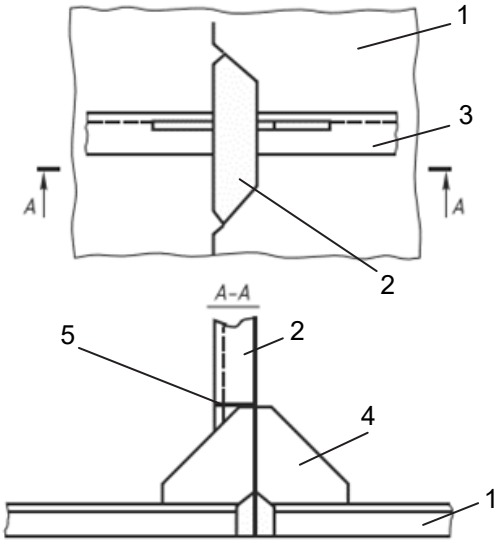
1 - Tấm tôn

2 - Kết cấu sóng

3 - Kết cấu gặp kết cấu sóng

4 - Mã liên kết

5 - Nẹp ngang




**Hình 2A/2.20 - Vị trí bố trí nẹp**

**2.3.5 Mối hàn**

**1** Phải tuân thủ một số quy định sau đây trong việc bố trí các đường hàn:

(1) Mối hàn giáp mép của tấm vỏ, tấm boong không được bố trí gần vùng có ứng suất tập trung lớn (ở góc các lỗ khoét, ở đầu bệ máy...);

(2) Phải tránh tình trạng tập trung mật độ các đường hàn. Khoảng cách giữa các đường hàn giáp mép song song và giữa các đường hàn góc song song không được nhỏ hơn 10t nếu chiều dày của tấm được hàn t = (3 ÷10) mm và không được nhỏ hơn 100 mm nếu t > 10 mm.

(3) Khoảng cách giữa mối hàn giáp mép và mối hàn góc song song không được nhỏ hơn 30 mm;

(4) Các đường hàn đối đầu của tấm vỏ, tấm boong để lắp ráp các phân đoạn và các tổng đoạn nên bố trí trong cùng một mặt phẳng.

**2** Kiểu và ký hiệu đường hàn trong mối hàn chữ T được quy định ở Bảng 2A/2.13. Mặt đường hàn nên có dạng lõm đều và chuyển tiếp dần sang mặt chi tiết được hàn. Trong mối hàn chữ T chịu tải trọng kéo, tải trọng chấn động, tải trọng thay đổi và tải trọng xung phải dùng đường hàn liên tục 2 phía, bảo đảm hàn ngấu hoàn toàn;

Các phần tử kết cấu của đường hàn trong mối hàn chữ T không vát mép của các kết cấu thân tàu, được quy định ở Bảng 2A/2.14, trong đó hệ số độ bền, ứng với số hiệu mối hàn, là tỷ số giữa tổng chiều cao tính toán của mối hàn liên tục và chiều dày của tấm mỏng nhất trong các tấm được hàn. Chiều cao tính toán của mối hàn được lấy bằng 0,7 lần chiều dài cạnh mối hàn. Đối với mối hàn gián đoạn và hàn điểm trong Bảng ghi hệ số bền của mối hàn liên tục tương đương với chúng.

**3** Các đường hàn chữ T của kết cấu thân tàu được quy định tại Bảng 2A/2.14 có thể được thay thế bằng những đường hàn khác nếu có hồ sơ chứng minh được sức bền tương đương và với các kích thước khác của các phần tử kết cấu.

**4** Số hiệu đường hàn của mối hàn chữ T của các kết cấu thân tàu hoạt động ở các vùng khác nhau được quy định ở Bảng 2A/2.15.

**5** Với tàu kéo, đẩy và tàu được đẩy, ở vùng đặt các thiết bị nối ghép, các kết cấu phải được hàn với tôn vỏ và boong bằng đường hàn liên tục.

**6** Các liên kết chữ T chịu kéo phải hàn bằng đường hàn số 1 và đảm bảo độ bền tương đương với bản thành được hàn (chịu lực cắt và kéo).

**7** Các đầu tự do của bản thành cơ cấu và nẹp khi hàn một phía phải hàn liên tục xung quanh với đoạn chuyển sang phía đối diện với chiều dài không nhỏ hơn 30 mm.

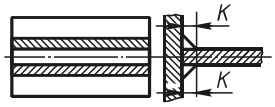
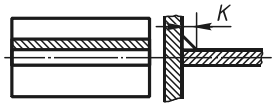
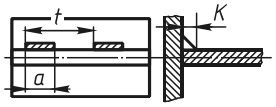
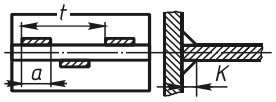
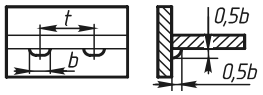
Tương tự như vậy đối với các đoạn của bản thành cơ cấu tại chỗ có lỗ khoét và tại lỗ khoét trên vách.

**8** Ở các bản thành của cơ cấu phải bố trí lỗ khoét ở những chỗ giao nhau của chúng tấm, nếu các tấm này được hàn sau khi lắp đặt cơ cấu.

**9** Không cho phép sử dụng mối hàn điểm, nêu ở Bảng 2A/2.14, ở những khu vực thân tàu nằm dưới nước, cũng như ở khu vực chịu tác động của tải trọng rung động và tải trọng va đập cục bộ (ở khu vực buồng máy, chân vịt, vùng mũi).

**10** Những cơ cấu thường, chui qua bản thành của cơ cấu khỏe, xuyên qua vách không kín nước, xuyên qua trần, xuyên qua sàn mà không được liên kết bằng mã, nẹp thì phải được hàn với kết cấu đó bằng đường hàn có số hiệu 2.

**Bảng 2A/2.13 - Các dạng mối hàn chữ T của các kết cấu thân tàu**

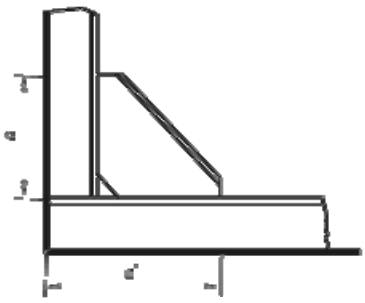
| TT | Kiểu đường hàn | Ký hiệu | Hình vẽ |
|---|---|---|---|
| 1 | Hai bên liên tục | HK |  |
| 2 | Một bên liên tục | MK |  |
| 3 | Một bên gián đoạn | MK - a/t |  |
| 4 | So le gián đoạn | HK - aZt |  |
| 5 | Hàn điểm | Đ- b/t |  |
| **Chú thích:** H - hàn hai bên; M - hàn một bên; Đ - hàn điểm; K - chiều dài cạnh của đường hàn, mm; a - chiều dài của đoạn hàn, mm; t - bước hàn, mm; b - chiều rộng điểm hàn. | | | |

Đầu các cơ cấu khỏe (bản thành và bản mép tự do) nếu không được liên kết bằng mã thì phải được hàn bằng đường hàn số hiệu 2 trên một đoạn dài bằng chiều cao tiết diện của cơ cấu khỏe.

Đối với cơ cấu khỏe bị cắt (đà ngang, xà ngang khỏe, sống phụ đáy, sống boong, sống mạn…), các đầu các cơ cấu được hiểu là các mặt cắt liền kề tại chỗ giao nhau của kết cấu (mạn, vách, cột chống), các đoạn đó là các ổ đỡ cứng cho cơ cấu khỏe.

Đầu các cơ cấu thường, nếu không được gắn mã thì phải được hàn bằng đường hàn số hiệu 2 trên một đoạn dài bằng 2 lần chiều cao tiết diện của cơ cấu đó.

**11** Trên các đoạn của cơ cấu được liên kết bằng mã (trên một đoạn a và a' kể từ chỗ tựa đến mép ngoài của mã - 2A/2.21), bản thành cơ cấu phải được hàn với bản mép và hàn với tấm liên kết bởi đường hàn có số hiệu bằng số hiệu của đường hàn dùng để hàn mã.



**Hình 2A/2.21 - Liên kết mã**

**12** Mối hàn chữ T của các cơ cấu của thiết bị liên kết và cột kéo phải là mối hàn 2 phía liên tục.

**13** Liên kết hàn còn phải được thực hiện phù hợp với quy định của các tiêu chuẩn hiện hành.

**14** Bích của ống xuyên qua vách kín nước phải được hàn liên tục 2 phía.

**Bảng 2A/2.14 - Số hiệu đường hàn trong mối hàn chữ T không vát mép của các kết cấu thân tàu**

| **Chiều dày của tấm mỏng hơn trong các tấm được hàn,** mm | **Số hiệu đường hàn** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| | **Hệ số bền** | | | | |
| | **1,0** | **0,75** | **0,5** | **0,35** | **0,20** |
| 3,0 đến dưới 4,0 | H3 | H2 | M3 | 3-50/100 hoặc Đ-10/40 | 3-50/100 hoặc Đ-10/50 |
| 4,0 đến dưới 5,0 | H3 | H3 | M4 | M3 | 4-75/200 hoặc Đ-10/50 |
| 5,0 đến dưới 6,0 | H4 | H4 | M4 | M3 | 4-75/200 hoặc Đ-10/40 |
| 6 đến dưới 8 | H5 | H4 | H3,5 | 4-75Z150 | 4-75Z300 |
| 8 đến dưới 10 | H6 | H5 | H4 | 5-75Z150 | 4-75Z200 |
| 10 đến dưới 12 | H7 | H6 | H5 | 6-75Z150 | 5-75Z200 |
| 12 trở lên | H9 | H6 | H5 | 6-75Z150 | 5-75Z200 |
| **Chú thích:** Chiều dài cạnh của đường hàn từ 5 mm trở lên, được thực hiện hàn tự động và bán tự động dưới lớp thuốc hàn hoặc khí các bon, được phép giảm đi 1 mm. | | | | | |

**Bảng 2A/2.15 - Số hiệu đường hàn của mối hàn chữ T của các cơ cấu thân tàu**

| **TT** | **Các cơ cấu được hàn** | **Vùng hoạt động** | |
|---|---|---|---|
| | | **SB và SI** | **SII, SIII** |
| | **A. Kết cấu đáy** | | |
| 1 | Tấm thành của sống đáy, đà ngang hàn với tấm vỏ, trừ những kết cấu nói ở dòng 3 và 5 | 3 | 4 |
| 2 | Tấm thành của sống đáy, đà ngang hàn với tấm mép, tấm đáy trên, trừ những kết cấu nói ở các dòng 3, 4, 5 | 4 | 4 |
| 3 | Tấm thành của sống đáy, đà ngang hàn với tấm mép, với tấm đáy trên và tấm vỏ trong buồng máy ở khu vực bệ máy | 2 | 3 |
| 4 | Tấm thành của sống đáy, đà ngang hàn với tấm đáy trên của tàu hàng khô thực hiện bốc xếp hàng bằng gầu ngoạm | 3 | 3 |
| 5 | Tấm thành của đà ngang kín nước và sống đáy kín nước hàn với tấm vỏ và tấm đáy trên | 2 | 2 |

**Bảng 2A/2.15 - Số hiệu đường hàn của mối hàn chữ T của các cơ cấu thân tàu** (tiếp theo)

| TT | Các cơ cấu được hàn | Vùng hoạt động | |
|---|---|---|---|
| | | SBVASI | SII, SIII |
| 6 | Tấm thành của đà ngang, sống đáy hàn với nhau và với vách | 2 | 2 |
| 7 | Kết cấu thường hàn với tấm vỏ ở trong buồng máy cũng như đoạn 0,2L mũi tàu hoặc đuôi tàu | 3 | 3 |
| 8 | Kết cấu thường hàn với tấm vỏ ở những đoạn ngoài đoạn nói ở dòng 7 | 5 | 5 |
| 9 | Kết cấu thường hàn với tấm đáy trên của tàu hàng khô thực hiện bốc xếp hàng bằng gầu ngoạm | 3 | 3 |
| 10 | Kết cấu thường hàn với tấm đáy trên của những tàu chưa nói ở dòng 9 | 4 | 4 |
| 11 | Tấm đáy trên hàn với tấm vỏ và tấm mạn trong | 2 | 2 |
| | **B. Kết cấu mạn** | | |
| 12 | Tấm thành của sườn khỏe, sườn đồng nhất, sống mạn hàn với tấm mép của chúng, với tấm vỏ và tấm mạn trong | 3 | 4 |
| 13 | Tấm thành của sống mạn, sườn khỏe, sườn đồng nhất, và cơ cấu thường hàn với tấm mạn trong của tàu được bốc xếp hàng bằng gầu ngoạm | 3 | 3 |
| 14 | Tấm thành sườn khỏe, sườn đồng nhất và sống mạn hàn với nhau và với vách | 2 | 2 |
| 15 | Cơ cấu thường hàn với tấm vỏ và tấm mạn trong | 4 | 4 |
| | **C. Kết cấu boong và sàn** | | |
| 16 | Kết cấu boong hàn với tấm boong ở vùng đặt tời của cần cẩu nổi | 1 | 1 |
| 17 | Kết cấu boong hàn với tấm boong của tàu chở hàng trên boong | 2 | 2 |
| 18 | Kết cấu boong hàn với tấm boong của các tàu khác với dòng 17 | 5 | 5 |
| 19 | Tấm thành của kết cấu khỏe hàn với tấm mép của nó | 4 | 4 |
| 20 | Tấm thành của xà ngang khỏe và tấm thành của sống boong hàn với nhau, với tấm mạn và với vách | 2 | 2 |
| 21 | Tấm thành của thành quây miệng khoang hàng hàn với tấm boong và với xà ngang boong | 2 | 2 |
| | **D. Kết cấu vách** | | |
| 22 | Vách đầu, vách đuôi, vách két nước, vách két dầu hàn với tôn vỏ và hàn với tôn boong | 2 | 2 |
| 23 | Vách kín nước, trừ các vách nêu ở mục 22, hàn với tôn vỏ, hàn với tôn đáy trên và hàn với tôn boong. | 2 | 2 |
| 24 | Bản thành của cơ cấu khỏe hàn với bản mép của nó và hàn với tôn vách | 4 | 4 |
| 25 | Bản thành cơ cấu khỏe của vách hàn với nhau và hàn với cơ cấu đáy, hàn với cơ cấu mạn và hàn với cơ cấu boong | 2 | 2 |
| 26 | Vách dọc với vách ngang | 2 | 2 |
| 27 | Cơ cấu thường của vách hàn với tôn vách đó | 5 | 5 |
| | **E. Boong, sàn và thượng tầng** | | |
| 28 | Tôn mép boong tính toán cao nhất hàn với tôn vỏ | 1 | 1 |
| 29 | Tôn mép các boong, trừ boong nêu ở mục 28 trên, và sàn hàn với tôn vỏ | 2 | 2 |
| 30 | Cột hàn với bản mép của cơ cấu khỏe và tôn đáy trên | 2 | 2 |
| 31 | Vách biên của lầu và thượng tầng hàn với boong | 3 | 3 |

**Bảng 2A/2.15 - Số hiệu đường hàn của mối hàn chữ T của các cơ cấu thân tàu** (tiếp theo)

| TT | Các cơ cấu được hàn | Vùng hoạt động | |
|---|---|---|---|
| | | SBVASI | SII, SIII |
| 32 | Kết cấu của thượng tầng và lầu hàn với vách thượng tầng và vách lầu | 5 | 5 |
| 33 | Vách của thượng tầng và lầu hàn với boong | 4 | 4 |
| | **G. Mã và nẹp gia cường kết cấu khỏe** | | |
| 34 | Mã hàn với kết cấu và hàn với tấm của kết cấu | 2 | 2 |
| 35 | Bản mép của mã hàn với bản thành của mã | 2 | 3 |
| 36 | Nẹp gia cường và dải tấm viền lỗ khoét ở tấm thành của kết cấu khỏe hàn với tấm thành của kết cấu khỏe đó | 4 | 5 |
| | **H. Bệ máy** | | |
| 37 | Bản thành, tấm gia cường và mã của bệ máy của động cơ đốt trong hàn với nhau và hàn với tôn vỏ, hàn với tôn đáy trên và tấm mép tựa | 1 | 1 |
| 38 | Bản thành, tấm gia cường và mã của bệ máy của động cơ (trừ động cơ nêu ở mục 37) hàn với tôn vỏ, tôn đáy trên và tấm mép tựa | 2 | 2 |
| 39 | Bản mép của mã hàn với bản thành của chúng | 2 | 3 |

### 2.4 Xác định quy cách các phần tử kết cấu thân tàu

#### 2.4.1 Quy định chung

Có thể tính chiều dày kết cấu thân tàu theo 2.4. 1-1 và 2.4.1-2.

**1** Theo điều kiện bền:

Chiều dày các kết cấu thân tàu của tàu có cấp VR-SB, VR-SI không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$t = t_o + \Delta t$$

Trong đó:

$t_o$ - chiều dày tính theo điều kiện bền, mm;

$\Delta t$- lượng hao mòn của tấm do han gỉ (mm), được tính theo công thức: $\Delta t = uT/2$;

u- lượng hao mòn han gỉ trung bình hàng năm của chiều dày tấm tôn, mm/năm;

Nếu không được có quy định nào khác thì có thể lấy u theo Bảng 2A/2.16, trong đó T được lấy bằng 25 năm.

**Bảng 2A/2.16 - Trị số u**

| TT | Kết cấu thân tàu | Lượng hao mòn do han gỉ (mm/năm) |
|---|---|---|
| 1 | Tấm boong của tàu chở hàng trên boong | 0,12 |
| 2 | Tấm boong, kết cấu boong, những tấm trên của mạn, vách ở vùng khoang hàng của tàu hàng lỏng | 0,12 |
| 3 | Tấm boong, kết cấu boong, tấm trên của mạn, của vách ở vùng khoang hàng của tàu chở dầu | 0,18 |
| 4 | Tấm boong, kết cấu boong, thành quầy miệng khoang hàng chưa được nói đến ở các dòng 1, 2 và 3 | 0,03 |

**Bảng 2A/2.16 - Trị số u** (tiếp theo)

| TT | Kết cấu thân tàu | **Lượng hao mòn do han gỉ** (mm/năm) |
|---|---|---|
| 5 | Tấm mạn ở vùng trên đường nước đủ tải và kết cấu mạn | 0,04 |
| 6 | Tấm mạn ở vùng dưới đường nước đủ tải | 0,05 |
| 7 | Tấm đáy trên, những tấm dưới của mạn trong, vách của tàu chở hàng rời | 0,12 |
| 8 | Tấm đáy trên, tấm dưới của mạn trong, vách chưa được nói đến ở dòng 7 | 0,05 |
| 9 | Vùng trên và vùng giữa của mạn trong, vách, thành quầy miệng khoang của tàu chở hàng rời | 0,07 |
| 10 | Vùng trên và vùng giữa mạn trong của vách chưa được nói đến ở dòng 9 | 0,03 |
| 11 | Dải tấm hông và dải tấm đáy kề với dải tấm hông | 0,08 |
| 12 | Tấm đáy và kết cấu đáy | 0,05 |
| 13 | Kết cấu trong vùng đáy đôi | 0,06 |

**2** Theo các công thức:

(1) Chiều dày tấm giữa đáy ở vùng giữa tàu phải lớn hơn chiều dày tấm đáy ở cùng vùng đó 1 mm, còn chiều rộng phải bằng 0,75 m hoặc 0,1B, lấy trị số nào lớn hơn;

(2) Chiều dày tấm đáy t, mm, không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$t = s(\alpha L + \beta a + \gamma)$$

Trong đó:

a - khoảng cách các cơ cấu, m (đà ngang hoặc dầm dọc đáy);

s - hệ số phụ thuộc vào vùng hoạt động của tàu:

s = 1,00 - đối với tàu hoạt động ở vùng SB và SI;

s = 0,85 - đối với tàu hoạt động ở vùng SII và SIII;

$\alpha$, $\beta$, $\gamma$ - các hệ số được lấy theo Bảng 2A/2.17.

**Bảng 2A/ 2.17 - Hệ số**

| Hệ số | $\alpha$ | $\beta$ | $\gamma$ |
|---|---|---|---|
| Đà ngang | 0,066 | 4,5 | - 0,80 |
| Dầm dọc đáy | 0,076 | 4,5 | - 0,40 |

(3) Chiều dày tấm hông: chiều dày tấm hông ở vùng giữa tàu phải lớn hơn chiều dày tấm đáy 1 mm. Nếu chiều dày tấm đáy lớn hơn 8 mm thì chiều dày tấm hông được lấy bằng chiều dày tấm đáy;

(4) Tấm mạn: chiều dày tấm mạn không được nhỏ hơn 0,9 lần chiều dày tấm đáy. Mạn phải có dải mép mạn, chiều dày dải mép mạn phải lớn hơn chiều dày tấm mạn 1 mm;

(5) Chiều dày sống mũi, sống đuôi dạng tấm phải lớn hơn chiều dày dải tấm giữa đáy ít nhất là 1 mm;

(6) Chiều dày tấm boong, mm, ở vùng khoang hàng không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$t = 6,3a\sqrt{h}$$

Trong đó:

a - khoảng cách các cơ cấu, m (xà ngang/xà dọc);

h - tải trọng boong tính toán, m, được lấy như sau:

h = 0,50 - đối với boong bền;

h = 0,45 - đối với boong chở khách;

h = 0,35 - đối với boong sinh hoạt;

h = kM/f - đối với boong chở hàng, trong đó:

M - tổng khối lượng hàng hóa xếp lên boong, tấn;

f - diện tích vùng boong xếp hàng hóa, $m^2$;

k = 1,30 - đối với quặng kim loại;

k = 1,15 - đối với các loại hàng khác.

Trong mọi trường hợp chiều dày của các kết cấu thân tàu không được nhỏ hơn trị số $t_{min}$, mm, tính theo Bảng 2A/2.7.

**3** Mô đun chống uốn $W_c$, $cm^3$, của các cơ cấu thân tàu có mép kèm được quy định trong các điều tương ứng từ 2.4.2 đến 2.4.12.

**4** Sức bền dọc

(1) Đối với tàu có chiều dài L ≥ 65 m thì ngoài việc tính các yếu tố kết cấu thân tàu còn phải tính mô đun chống uốn tiết diện ngang thân tàu. Mô đun chống uốn tối thiểu, $cm^2m$, của tiết diện ngang thân tàu không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$Z_{min} = skLBd(C_B + 1,2)$$

Trong đó:

L, B -chiều dài và chiều rộng tàu, m;

d - chiều chìm tàu, m;

$C_B$ - hệ số béo thể tích của tàu;

s - hệ số lấy như sau:;

s = 1,00 - đối với tàu hoạt động ở vùng SB;

s = 0,90 - đối với tàu hoạt động ở vùng SI;

s = 0,85 - đối với tàu hoạt động ở vùng SII và SIII;

$$k = \frac{2,2}{L^{0,26}}.$$

(2) Tiết diện được lựa chọn để tính mô đun chống uốn tiết diện ngang thân tàu là tiết diện yếu nhất ở vùng giữa tàu, nơi có lỗ khoét rộng nhất.

(3) Boong chịu lực và tất cả các kết cấu dọc bằng thép liên tục nằm dưới boong chịu lực trong phạm vi đoạn 0,5L giữa tàu đều có thể được đưa vào tính mô đun chống uốn của tiết diện ngang thân tàu nếu chúng được coi là có tác dụng hữu hiệu trong uốn chung thân tàu.

**5** Chiều dày kết cấu và khoảng cơ cấu

(1) Chiều dày của các kết cấu thân tàu không được nhỏ hơn trị số $t_{min}$, tính theo Bảng 2A/2.18.

**Bảng 2A/2.18 - Chiều dày tối thiểu $t_{min}$**

| Tên kết cấu | Chiều dày tối thiểu $t_{min}$, mm, của các kết cấu ứng với chiều dài tàu (m) và vùng hoạt động | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SB | | | SI | | | SII và SIII | |
| | 20 | 80 | 140 | 20 | 80 | 140 | 20 | 80 |
| **1. Tôn vỏ** | | | | | | | | |
| 1.1 Tôn vỏ (trừ trường hợp nêu ở các mục 1.2 đến 1.6) | 4,0 | 6,0 | 8,0 | 4,0 | 6,0 | 7,0 | 3,0 | 5,0 |
| 1.2 Tôn vỏ tạo thành 1 phần các két dằn và két nhiên liệu | 4,5 | 7,0 | 9,0 | 4,5 | 7,0 | 8,0 | 3,5 | 6,0 |
| 1.3 Dải tôn hông | 5,0 | 7,0 | 9,0 | 5,0 | 7,0 | 8,0 | 4,0 | 6,0 |
| 1.4 Dải tôn mép mạn ở vùng giữa tàu | 5,0 | 8,0 | 10,0 | 5,0 | 7,0 | 8,5 | 4,0 | 6,0 |
| 1.5 Tôn ở vùng mũi tính từ mặt phẳng cơ bản đến chiều cao 0,04B | 5,0 | 8,0 | 9,0 | 4,5 | 7,0 | 8,0 | 4,0 | 6,0 |
| 1.6 Tôn mạn ở vùng mũi | 4,5 | 7,0 | 9,0 | 4,5 | 7,0 | 8,0 | 4,0 | 6,0 |
| **2. Tôn boong và sàn** | | | | | | | | |
| 2.1 Tôn boong (trừ trường hợp nêu tại các mục từ 2.2 đến 2.8) | 4,0 | 6,5 | 8,0 | 4,0 | 6,0 | 7,0 | 3,5 | 5,5 |
| 2.2 Tôn mép boong ở vùng giữa tàu | 5,0 | 8,0 | 10,0 | 5,0 | 7,0 | 8,5 | 4,0 | 6,0 |
| 2.3 Tôn boong ở vùng đuôi, vùng mũi, ở vùng giữa các thành dọc miệng khoang, boong thượng tầng đuôi và thượng tầng (không tham gia uốn chung thân tàu) thuộc các vùng lộ thiên; tôn boong thượng tầng mũi | 4,0 | 5,0 | 5,5 | 4,0 | 5,0 | 5,5 | 3,0 | 4,0 |
| 2.4 Tôn boong ngoài vùng giữa tàu, tôn boong nâng đuôi và thượng tầng (không tham gia uốn chung thân tàu) thuộc các vùng trong thượng tầng và trong lầu; tôn sàn | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 3,0 | 3,5 |

| Tên kết cấu | Chiều dày tối thiểu $t_{min}$, mm, của các kết cấu ứng với chiều dài tàu (m) và vùng hoạt động | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SB | | | SI | | | SII và SIII | |
| | 20 | 80 | 140 | 20 | 80 | 140 | 20 | 80 |
| 2.5 Tôn boong khu vực khoang hàng của tàu chở hàng lỏng | 5,0 | 7,0 | 9,5 | 5,0 | 7,0 | 8,5 | 4,5 | 6,0 |
| 2.6 Tôn boong ở vùng đuôi và vùng mũi của tàu được đẩy | 4,0 | 7,0 | 8,0 | 4,0 | 7,0 | 8,0 | 4,0 | 6,0 |
| 2.7 Tôn boong thượng tầng tham gia uốn chung thân tàu ở khu vực giữa tàu và ở các vùng lộ thiên | 4,0 | 5,0 | 5,5 | 4,0 | 5,0 | 5,5 | 3,0 | 4,0 |
| 2.8 Tôn boong thượng tầng tham gia uốn chung thân tàu nằm ngoài khu vực giữa tàu và các vùng trong thượng tầng và trong lầu | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 3,0 | 3,5 |
| **3. Tôn đáy trên tàu hàng** | | | | | | | | |
| 3.1 Tôn đáy trên của tàu hàng (trừ các trường hợp nêu ở các mục từ 3.2 đến 3.3) | 4,5 | 6,0 | 7,0 | 4,0 | 5,5 | 6,5 | 3,0 | 5,0 |
| 3.2 Tôn đáy trên của tàu chở hàng khô dưới miệng khoang trong khu vực khoang hàng nếu xếp dỡ bằng gầu ngoạm và tôn boong của tàu chở hàng trên boong ở khu vực chở hàng | 7,0 | 10,0 | 10,5 | 7,0 | 9,5 | 10,0 | 7,0 | 9,0 |
| 3.3 Tôn đáy trên của tàu chở hàng lỏng ở khu vực bố trí két hàng | 6,0 | 7,5 | 8,0 | 5,5 | 7,0 | 8,0 | 5,0 | 6,0 |
| **4. Vách và mạn trong** | | | | | | | | |
| 4.1 Tôn vách kín nước và mạn trong (trừ các trường hợp nêu ở các mục từ 4.2 đến 4.12) | 3,0 | 5,0 | 5,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 3,0 | 4,0 |
| 4.2 Tôn vách mũi | 3,5 | 5,5 | 5,5 | 3,0 | 4,5 | 5,5 | 3,0 | 4,5 |
| 4.3 Tôn mạn trong của tàu hàng khô ở khu vực khoang hàng | 4,5 | 6,0 | 7,0 | 4,0 | 5,5 | 6,5 | 3,0 | 5,0 |
| 4.4 Tôn vách kín nước (trừ dải dưới) ở khu vực khoang hàng của tàu hàng khô | 3,5 | 5,5 | 6,0 | 3,5 | 5,0 | 5,5 | 3,0 | 4,0 |
| 4.5 Dải dưới vách kín nước trong khu vực khoang hàng của tàu hàng khô | 4,0 | 6,0 | 6,5 | 4,0 | 5,5 | 6,0 | 3,5 | 4,5 |
| 4.6 Tôn mạn trong khoang hàng mở hoàn toàn, dải dưới của tôn mạn trong của khoang hàng mở không hoàn toàn, dải dưới của vách ngang trong khu vực khoang hàng nếu bốc xếp hàng bằng gầu ngoạm | 5,0 | 7,0 | 8,0 | 5,0 | 7,0 | 8,0 | 4,5 | 6,0 |
| 4.7 Dải trên của vách của tàu chở hàng trên boong ở khu vực boong chở hàng | 5,0 | 8,0 | 8,0 | 5,0 | 8,0 | 8,0 | 5,0 | 7,0 |
| 4.8 Tôn mạn trong, tôn vách ngang ngăn các khoang hàng với các khoang trống của tàu hàng lỏng ở khu vực khoang hàng (trừ dải dưới và dải trên) | 5,0 | 6,5 | 7,5 | 4,5 | 6,0 | 7,0 | 3,5 | 5,5 |

| Tên kết cấu | Chiều dày tối thiểu $t_{min}$, mm, của các kết cấu ứng với chiều dài tàu (m) và vùng hoạt động | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SB | | | SI | | | SII và SIII | |
| | 20 | 80 | 140 | 20 | 80 | 140 | 20 | 80 |
| 4.9 Dải trên của tôn mạn trong, của vách ngang ngăn các khoang hàng với các khoang trống của tàu hàng lỏng ở khu vực khoang hàng | 5,5 | 7,0 | 8,0 | 5,0 | 6,5 | 7,5 | 4,0 | 6,0 |
| 4.10 Dải dưới của tôn mạn trong, của vách ngang ngăn các khoang hàng với các khoang trống của tàu hàng lỏng ở khu vực khoang hàng | 6,0 | 7,5 | 8,0 | 5,5 | 7,0 | 8,0 | 5,0 | 6,0 |
| 4.11 Tôn vách ngang ngăn các khoang hàng trên tàu hàng lỏng (trừ dải trên) | 4,5 | 6,0 | 6,5 | 4,0 | 5,5 | 6,5 | 3,5 | 5,0 |
| 4.12 Dải trên của tôn vách ngang ngăn các khoang hàng trên tàu hàng lỏng | 5,0 | 6,5 | 7,0 | 4,5 | 6,0 | 7,0 | 4,0 | 5,5 |
| **5. Các cơ cấu khác** | | | | | | | | |
| 5.1 Cơ cấu dạng tấm và bản thành của cơ cấu khoẻ của boong chở hàng tàu chở hàng trên boong và cơ cấu đáy trên trong khu vực khoang hàng của tàu hàng khô khi xếp dỡ bằng gầu ngoạm | 5,0 | 8,0 | 8,0 | 5,0 | 8,0 | 8,0 | 5,0 | 7,0 |
| 5.2 Cơ cấu dạng tấm và cơ cấu bên trong các két dằn | 4,0 | 6,0 | 6,0 | 4,0 | 6,0 | 6,0 | 3,5 | 5,0 |
| 5.3 Cơ cấu boong và cơ cấu vách bên trong két hàng và két nhiên liệu | 4,5 | 7,0 | 7,0 | 4,5 | 7,0 | 7,0 | 4,0 | 5,5 |
| 5.4 Thành dọc liên tục của miệng khoang hàng | 7,0 | 10,0 | 12,0 | 6,0 | 9,0 | 11,0 | 5,5 | 7,5 |
| 5.5 Thành ngang miệng khoang hàng | 4,0 | 7,0 | 8,0 | 4,0 | 6,0 | 7,0 | 4,0 | 6,0 |
| 5.6 Tấm thành quây miệng buồng máy và tấm cửa lùa của buồng máy, vách biên thượng tầng không tham gia vào uốn chung thân tàu | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 3,0 | 4,0 |
| 5.7 Tôn vách thượng tầng tham gia vào uốn chung thân tàu | 3,5 | 5,0 | 5,0 | 3,5 | 5,0 | 5,0 | 3,5 | 5,0 |

**Chú thích:**

1. Chiều dày tấm, cơ cấu nói ở các mục trong Bảng ứng với khoảng cách cơ cấu $a_o$ bằng 550 mm;

2. Phần thập phân của chiều dày tính theo nội suy được làm tròn về phía nhỏ hơn nếu phần thập phân nhỏ hơn 0,25 mm và ngược lại. Với chiều dày trên 6 mm cho phép lấy tròn về phía nhỏ hơn nếu phần thập phân nhỏ hơn 0,5 mm và ngược lại;

3. Với tàu hoạt động ở vùng SB và SI có chiều dài L $\geq$ 50 m và có hệ thống kết cấu ngang ở khu vực giữa tàu thì chiều dày tối thiểu quy định trong Bảng phải được tăng lên một lượng như sau: với tôn đáy ngoài (mục 1.1) lên một lượng bằng: 1,2(L-50)/90; Với tôn đáy trên (mục 3.1) và các dải dưới của mạn trong ở khu vực khoang hàng của tàu chở hàng lỏng (mục 4.10) lên một lượng bằng: 0,7(L-50)/90;

4. Chiều dày tôn ở mục 1.5 đối với tàu hoạt động ở vùng SB có thể giảm đi lượng bằng 0,5 mm nếu ở các khu vực đáy tàu gồm các nẹp dọc gia cường và dầm ngang được đặt ở mỗi mặt sườn;

5. Với tàu có mũi dạng hình giầy trượt băng (nhọn), quy định ở mục 1.5 áp dụng cho đoạn tôn vỏ cao hơn phần đáy phẳng ở khu vực mũi tàu một đoạn bằng 4% chiều rộng tàu.

(2) Khoảng cách $a_o$ là khoảng cách giữa các dầm dọc của hệ thống kết cấu dọc hoặc khoảng cách giữa các sườn của hệ thống kết cấu ngang, không được lấy lớn hơn 650 mm. Khoảng cách $a_o$ thông thường là 550 mm.

(3) Nếu khoảng cách $a_o$ lớn hơn (nhỏ hơn) 550 mm thì chiều dày tấm phải được tăng (hoặc giảm) theo tỷ lệ tuyến tính (trừ chiều dày nêu ở các mục 4.9, 4.12, 5.1 đến 5.3 trong Bảng 2A/2.18).

(4) Chiều rộng các dải tôn nêu ở mục 4.5, 4.7, 4.9 và 4.12 trong Bảng 2A/2.18 không được nhỏ hơn 0,6 m.

(5) Chiều dày tôn ở mục 1.4 và 2.2 trong Bảng 2A/0.18 chỉ áp dụng cho các tàu có chiều cao mạn D ≥ 2,5 m; Chiều rộng dải tôn mép mạn không được nhỏ hơn 0,2D và chiều rộng dải tôn mép boong không được nhỏ hơn 0,6 m; Với D < 2,5 m thì chiều dày tôn mép mạn có thể lấy bằng chiều dày tôn mạn.

(6) Chiều dày của các kết cấu chịu ăn mòn và hư hỏng đặc biệt (hao mòn va đập, hao mòn tôn và cơ cấu trong khu vực khoang hàng của tàu chở các sản phẩm lưu huỳnh, chở hàng nguy hiểm…) phải được tăng lên thích đáng so với Bảng 2A/2.18 phù hợp với tốc độ hao mòn thực tế.

(7) Chiều dày tôn đáy và dải tôn hông của tàu hoạt động ở vùng nước nông, yêu cầu phải tăng lên 1 mm so với chiều dày ở các mục 1.1 đến 1.3 và mục 1.5 trong Bảng 2A/2.18.

(8) Việc thay đổi chiều dày ở các khu vực chuyển tiếp cần được chuyển dần dần (xem 2.3.1-2).

**2.4.2 Kết cấu đáy đơn**

Kết cấu đáy đơn là kết cấu đáy ở tàu không có đáy trên và ở những vùng không có đáy trên.

**1** Khoảng cách giữa các đà ngang $d_1$, m, phải là bội số của khoảng sườn và không được lớn hơn:

1,8 - đối với tàu chở hàng trên boong (kể cả boong lửng);

2,4 - đối với tàu khách và tàu hàng lỏng;

2,0 - đối với các tàu còn lại.

**2** Mô đun chống uốn, $cm^3$, của tiết diện đà ngang có mép kèm không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$W = 7k_1k_2d_1B_1^2(d + r)$$

Ngoài ra, đối với tàu hoạt động ở vùng SIII, mô đun chống uốn tiết diện đà ngang có mép kèm không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$W = 7k_1k_2d_1B_1^2(0,6d + 0,72)$$

Trong đó:

$k_1$, $k_2$ - hệ số được xác định theo Bảng 2A/2.19 và Bảng 2A/2.20;

$d_1$ - khoảng cách giữa các đà ngang, (m);

$B_1$ - khoảng cách lớn nhất của các vách dọc (dàn dọc) hoặc từ vách dọc (dàn dọc) đến mạn, m;

Nếu có 3, 4 vách dọc (dàn dọc) thì $B_1$ không được lấy nhỏ hơn B/3;

Nếu có 5 vách dọc (dàn dọc) trở lên thì $B_1$ không được lấy nhỏ hơn B/4;

Nếu không có vách dọc (dàn dọc) thì $B_1$ phải được lấy bằng B.

d - chiều chìm lớn nhất của tàu tại tiết diện đang xét, m;

r - nửa chiều cao sóng tính toán lấy theo Bảng 2A/1.1, m.

Diện tích tiết diện ngang bản thành của đà ngang $f_{fl,}$ $cm^2$, không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$f_{fl} = 0{,}46 d_1 B_1 (d + r)$$

Diện tích tiết diện ngang bản thành của đà ngang tại vị trí khoét lỗ $f_{fc}$, $cm^2$, không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$f_{fc} = 0{,}46 d_1 B_1 (d + r)\left(1 - \frac{2l'}{B_1}\right)$$

Trong đó: $l'$ - khoảng cách ngắn nhất từ mép của lỗ khoét đến gối tựa, m.

**Bảng 2A/2.19 - Hệ số $k_1$**

| **1 sống đáy** | | | **≥ 3 sống đáy** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **$L_{bh}/B_1$** | **Có sườn khỏe** | **Không có sườn khỏe** | **$L_{bh}/B_1$** | **Có sườn khỏe** | **Không có sườn khỏe** |
| ≤ 0,7 | 0,80 | 0,90 | ≤ 0,7 | 0,55 | 0,65 |
| 0,8 | 0,90 | 1,00 | 0,9 | 0,60 | 0,70 |
| ≥ 0,9 | 1,00 | 1,00 | 1,1 | 0,65 | 0,75 |
| | | | 1,3 | 0,70 | 0,80 |
| | | | 1,5 | 0,75 | 0,90 |
| | | | 1,7 | 0,80 | 1,0 |
| | | | 1,9 | 0,90 | 1,0 |
| | | | ≥ 2,1 | 1,00 | 1,0 |
| **Chú thích:** $L_{bh}$ - khoảng cách giữa các vách ngang (dàn ngang), m. | | | | | |

**Bảng 2A/2.20 -** Hệ số $k_2$

| $B_1/D$ | Có sườn khỏe hoặc sườn đồng nhất hoặc có sống đứng của vách dọc trong mỗi mặt phẳng của đà ngang | Không có sườn khỏe hoặc không có sống đứng của vách dọc trong mỗi mặt phẳng của đà ngang |
|---|---|---|
| ≤ 1 | 0,9 | 0,95 |
| 2 | 0,6 | 0,70 |
| ≥ 3 | 0,5 | 0,60 |

**3** Với dàn đáy có kết cấu ngang, nếu đà ngang không được đặt ở mỗi mặt sườn thì tại mỗi mặt sườn còn lại phải đặt dầm ngang đáy. Mô đun chống uốn, $cm^3$, của tiết diện dầm ngang đáy có mép kèm không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$W = 5{,}5ac^2(d + r)$$

và mô men quán tính, $cm^4$, của tiết diện dầm ngang đáy có mép kèm không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$J = 3\left[2 - \frac{a}{d_1 - a}\right]\left(\frac{t}{a}\right)^3 c^4$$

Trong đó:

a - khoảng sườn, m;

c - khoảng cách lớn nhất giữa các sống đáy hoặc từ sống đáy đến mạn, đến vách dọc (dàn dọc), m;

t - chiều dày tôn đáy tại vị trí đang xét, cm;

d, r, $d_1$ - xem 2.4.2-2.

**4** Trong mặt phẳng dọc tâm tàu phải đặt sống đáy liên tục (sống chính). Các sống đáy phải được kéo dài về phía đầu và đuôi tàu. Cho phép thay thế cho sống chính có thể đặt 2 sống phụ đối xứng ở hai bên của mặt phẳng dọc tâm tàu với khoảng cách không quá 1,1 m; Trong trường hợp này hệ số $k_1$ trong công thức ở 2.4.2-2 được xác định như đối với trường hợp đặt một sống chính.

Khoảng cách giữa các sống đáy, khoảng cách từ sống đáy đến mạn, đến vách dọc hoặc dàn dọc không được lớn hơn 2,5 m. Các sống đáy phải được kéo dài đến mức có thể về phía mũi và đuôi tàu. Mô đun chống uốn của sống đáy không được nhỏ hơn mô đun chống uốn của đà ngang.

**5** Trong hệ thống kết cấu dọc, mô đun chống uốn, $cm^3$, của tiết diện dầm dọc có mép kèm không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$W = 10a_1d_1^2(d + r)$$

và mô men quán tính, $cm^4$, của tiết diện dầm dọc có mép kèm không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$J = 2,8d_1^2(f + 100a_1t)$$

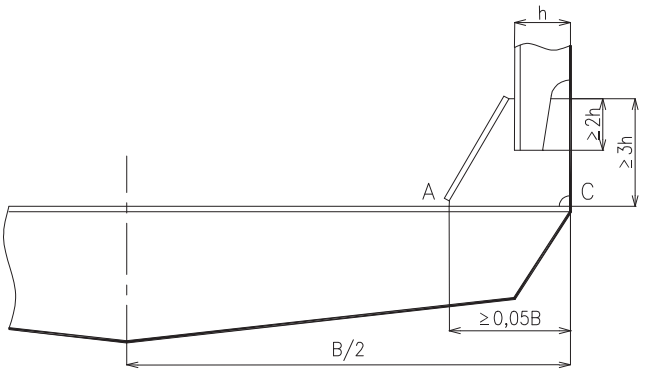
Trong đó:

$a_1$ - khoảng cách giữa các dầm dọc đáy, m;

f - diện tích tiết diện ngang của dầm dọc đáy không kể mép kèm, $cm^3$;

d, $d_1$, r - xem 2.4.2-2

t - xem 2.4.2-3.




**Hình 2A/2.22 - Quy cách mã hông**

**6** Với những tàu có đáy vát, ở đoạn giữa tàu chiều cao tiết diện đà ngang ở tiết diện cách mạn tàu một khoảng bằng 0,125B không được nhỏ hơn 0,5 chiều cao tiết diện của chúng ở mặt phẳng dọc tâm tàu.

**7** Với những tàu có đáy vát, đà ngang và dầm ngang ở phần hông tàu phải được nâng cao chuyển dần lên mạn, bắt đầu từ điểm A cách giao điểm C của tấm vỏ với đường thẳng kéo dài của cạnh trên của đà ngang (hoặc dầm ngang đáy) một khoảng không được nhỏ hơn 0,05B. Chiều cao được nâng tính từ giao điểm C không được nhỏ hơn 3 lần chiều cao tiết diện sườn thường. Phải dùng mã hông để thực hiện độ nâng đó. Chiều dày của mã hông phải bằng chiều dày tấm mép của đà ngang (Hình 2A/2.22).

**2.4.3 Kết cấu đáy đôi**

**1** Khoảng cách các đà ngang phải bằng bội số của khoảng sườn và không được lớn hơn:

1,8 m - ở vùng dưới miệng khoang hàng của tàu hàng khô;

2,4 m - ở tàu khách và tàu hàng lỏng;

2,0 m - ở ngoài vùng dưới miệng khoang hàng của tàu hàng khô và các loại tàu khác.

**2** Chiều cao của đáy đôi đo tại mặt phẳng dọc tâm tàu không được nhỏ hơn:

0,7 m - với tàu có chiều dài đến 120 m;

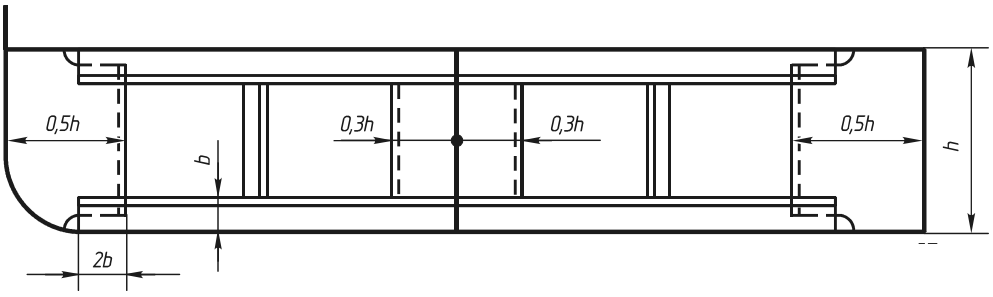
0,9 m - với tàu có chiều dài trên 120 m.

**3** Trong đáy đôi phải đặt sống chính liên tục ở mặt phẳng dọc tâm tàu và những sống phụ. Khoảng cách giữa các sống đáy và giữa sống đáy đến mạn hoặc đến vách dọc (dàn dọc) không được lớn hơn 3 m.

**4** Sống đáy phải được kéo dài về phía đầu và đuôi tàu. Chiều dày của sống đáy không được lấy nhỏ hơn chiều dày của đà ngang đáy.

**5** Chiều dày tối thiểu của đà ngang được quy định ở mục 5.1 và 5.2 trong Bảng 2A/2.18.

**6** Trong hệ thống kết cấu ngang của đáy, nếu đà ngang không được đặt ở mỗi mặt sườn thì ở mỗi mặt sườn còn lại phải đặt đà ngang hở gồm các dầm ngang đáy trên (gắn với tấm đáy trên) và những dầm ngang đáy dưới (gắn với tấm đáy dưới), liên tục và liên kết với nhau bằng những mã đặt ở sống đáy, vách dọc và ở sống hông.




**Hình 2A/2.23 - Kết cấu đà ngang hở**

**7** Mã liên kết dầm ngang đáy trên với dầm ngang đáy dưới phải có mép bẻ hoặc mép gắn và có chiều dày không nhỏ hơn chiều dày của đà ngang tại vùng đó.

**8** Các đầu dầm ngang phải đè lên mã một đoạn không nhỏ hơn 2 lần chiều cao của tiết diện dầm.

**9** Chiều rộng mã ở mỗi bên của sống chính và ở sống hông không được nhỏ hơn nửa chiều cao của đáy đôi. Chiều rộng của mã ở sống phụ không được nhỏ hơn 0,3 chiều cao của đáy đôi. Cho phép dầm ngang được gián đoạn ở chỗ gặp sống phụ, trong trường hợp này ở 2 bên của sống phụ phải đặt mã, có chiều rộng không nhỏ hơn 0,3 chiều cao của đáy đôi (Hình 2A/2.23).

**10** Có thể đặt thanh chống để liên kết các trung điểm của các dầm ngang đáy trên và dưới. Diện tích tiết diện thanh chống không được nhỏ hơn diện tích tiết diện của chiếc dầm ngang đáy nhỏ hơn.

**11** Mô đun chống uốn, $cm^3$, của tiết diện dầm ngang đáy dưới có mép kèm không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$W = 5,5K_0aC_1(d + r)$$

Mô đun chống uốn, $cm^3$, của tiết diện dầm ngang đáy trên có mép kèm không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$W = 4K_0a\,c_1^2\,D_1$$

Ngoài ra đối với tàu hàng, mô đun chống uốn, $cm^3$, của tiết diện dầm ngang đáy trên có mép kèm không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$W = 0,4K_0a\,c_1^2\,p_u$$

Trong đó:

$K_0$ - hệ số được lấy bằng:

1,0 - nếu không có thanh chống;

0,6 - nếu có thanh chống;

$c_1$ - khoảng cách lớn nhất giữa các sống đáy hoặc từ sống đáy đến mạn, đến vách dọc (dàn dọc), m;

$D_1$ - chiều cao mạn ở tiết diện đang xét, m;

$p_u$ - áp lực hàng lên tôn đáy trên được xác định theo 2.2.2-8(4), kPa;

a - xem 2.4.2-3,

d, r - xem 2.4.2-2.

**12** Nếu đáy kết cấu theo hệ thống dọc, mô đun chống uốn, $cm^3$, của tiết diện dầm dọc đáy dưới có mép kèm không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$W = 10K_0\,a_1d_1^2\,(d + r)$$

và mô men quán tính, $cm^4$, của tiết diện dầm dọc đáy dưới có mép kèm không nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$J = 2,8\,d_1^2\,(f + 100\,a_1t)$$

Mô đun chống uốn, $cm^3$, của tiết diện dầm dọc đáy trên có mép kèm không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$W = 7K_0a_1d_1^2D_1$$

Ngoài ra đối với tàu hàng, mô đun chống uốn, $cm^3$, của tiết diện dầm dọc đáy trên có mép kèm không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$W = 0,7K_0a\,d_1^2\,p_u$$

Trong đó:

$K_0$, $D_1$, $p_u$ - xem 2.4.3-11;

$a_1$, f - xem 2.4.2-5;

$d_1$, d, r - xem 2.4.2-2;

t - xem 2.4.2-3.

**13** Có thể đặt thanh chống để liên kết các trung điểm của các dầm dọc đáy trên và dưới. Diện tích tiết diện của thanh chống không được nhỏ hơn diện tích tiết diện của chiếc dầm dọc đáy nhỏ hơn.

**14** Đối với tàu chở xô hàng rời và bốc xếp hàng bằng gầu ngoạm, mô đun chống uốn, $cm^3$, của tiết diện dầm ngang đáy trên ($W_1$) và dầm dọc đáy trên ($W_2$) có mép kèm, trong phạm vi dưới miệng khoang hàng không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$W_1 = 91ka\,c_1$$

Trong đó:

a, $c_1$ - xem 2.4.3-11;

$$W_2 = 91ka_1d_1$$

Trong đó:

$a_1$, $d_1$ - xem 2.4.3-12;

k - hệ số được lấy bằng:

0,5 - với cần cẩu có sức nâng 50 kN;

1,0 - với cần cẩu có sức nâng 100 và 160 kN;

1,5 - với cần cẩu có sức nâng 200 kN.

Nếu có đặt thanh chống theo 2.4.3-10 thì trị số mô đun chống uốn $W_1$ và $W_2$ có thể được giảm đi 30%.

**15** Nếu đáy đôi kết thúc tại mạn trong, chiều cao đà ngang ở giữa 2 mạn tại vị trí mạn trong phải bằng chiều cao đáy đôi. Cần phải đảm bảo sự chuyển tiếp dần đều từ tôn đáy trên đến bản mép của đà ngang đó bằng các mã viền hoặc mã gắn được bố trí trong cùng mặt phẳng với bản mép đà ngang. Chiều rộng mã viền hoặc tổng chiều rộng của bản mép và mã gắn tại chỗ liên kết chúng với mạn trong không được nhỏ hơn 0,25 lần khoảng cách giữa các đà ngang. Chiều dày mã phải được lấy bằng chiều dày tôn đáy trên. Cho phép giảm chiều dày mã đi 2 mm so với chiều dày tôn đáy trên đã được tăng lên theo điều kiện xếp dỡ hàng bằng gầu ngoạm.

**16** Với đáy dưới và đáy trên có hệ thống kết cấu dọc kéo dài đến mạn ngoài, ở đoạn giữa các đà ngang trong mặt phẳng của mỗi sườn thực cần đặt mã hông kéo

đến dầm dọc đáy dưới và đáy trên gần nhất. Chiều dày mã phải được lấy bằng chiều dày đà ngang.

**2.4.4. Kết cấu mạn**

**1** Mạn tàu được kết cấu theo các hệ thống như sau: hệ thống ngang có sườn khỏe xen kẽ với các sườn thường; hệ thống ngang với sườn khỏe đồng nhất; hệ thống kết cấu hỗn hợp (kết cấu dọc ở phần trên và dưới mạn và kết cấu ngang ở phần giữa mạn).

**2** Sườn khỏe phải được đặt cùng mặt phẳng của đà ngang.

Khoảng cách giữa các sườn khỏe ($d_1$) không được lớn hơn khoảng cách được quy định giữa các đà ngang (theo 2.4.2-1).

**3** Chiều cao bản thành của sườn khỏe ở vùng không có đáy đôi không được nhỏ hơn 0,65 chiều cao đà ngang. Bản mép của sườn khỏe ở vùng không có đáy đôi phải có diện tích tiết diện ngang không nhỏ hơn 0,65 lần diện tích tiết diện bản mép của đà ngang.

**4** Mô đun chống uốn, $cm^3$, của tiết diện sườn khỏe có mép kèm không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$W = 10kD_1d_1$$

Trong đó:

k - hệ số bằng:

$k = \sqrt{2+0,085L}$ - đối với các loại tàu trừ tàu hàng lỏng;

$k = \sqrt{2+0,050L}$ - đối với tàu hàng lỏng;

$D_1$ - chiều cao mạn tại tiết diện đang xét, m;

$d_1$ - khoảng cách sườn khỏe, m.

**5** Trong hệ thống kết cấu ngang có sườn khỏe, mô đun chống uốn, $cm^3$, của sườn thường có mép kèm không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$W = 12kla$$

Trong đó:

k - xem 2.4.4-4-4;

l - khoảng cách đo theo mạn từ bản mép của đà ngang (hoặc từ đáy trên nếu tàu có đáy đôi) đến chiếc sống mạn thấp nhất, hoặc khoảng cách các sống mạn, hoặc khoảng cách từ chiếc sống mạn trên cùng đến boong, lấy trị số nào lớn hơn, m;

a - khoảng sườn, m.

**6** Nếu mạn được kết cấu theo hệ thống ngang đồng nhất thì mô đun chống uốn, $cm^3$, của tiết diện sườn khỏe đồng nhất có mép kèm không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$W = 14kD_1a$$

Trong đó:

k và $D_1$ - xem 2.4.4-4;

a - khoảng sườn, m.

**7** Ở các mút sườn phải đặt mã xà ngang và mã hông tương ứng. Mã hông của sườn thường hoặc của sườn trong hệ thống kết cấu ngang đồng nhất theo chiều rộng tàu mã phải phủ hết đoạn cong hông, theo chiều cao mã phải phủ lên sườn một đoạn bằng 2 lần chiều cao tiết diện sườn thường.

Nếu mô đun chống uốn của tiết diện dầm ngang đáy không nhỏ hơn mô đun chống uốn của tiết diện sườn thường thì dầm ngang đáy có thể được kéo dài tiếp qua hông lên mạn mà không cần đặt mã hông.

**8** Nếu tàu có đáy đôi và mạn đơn thì sườn khỏe và sườn thường phải kết thúc ở đáy trên bởi các mã có kích thước phù hợp với 2.3.2-1. Cho phép thay các mã được bố trí trong mặt phẳng bản thành của sườn bằng các mã gắn hoặc mã viền, được bố trí trong mặt phẳng của sườn. Chiều rộng tổng của các mã gắn và bản thành hoặc chiều rộng mã viền phải không được nhỏ hơn 3 lần chiều rộng bản thành. Trong mặt phẳng của các mã này ở dưới đáy đôi phải đặt các nẹp gia cường hoặc các mã để giảm tập trung ứng suất.

**9** Nếu mạn được kết cấu theo hệ thống dọc thì mô đun chống uốn, $cm^3$, của tiết diện dầm dọc mạn có mép kèm không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$W = 6kd_1^2$$

Trong đó: k và $d_1$ - xem 2.4.4-4.

**10** Nếu chiều cao của mạn tàu D > 2 m thì phải đặt ít nhất 01 sống mạn, còn nếu D ≥ 5 m thì phải đặt ít nhất là hai sống mạn. Trên tàu có chiều cao mạn tàu D > 2 m, có bố trí hai con chạch thì sống dọc mạn phải đặt tại vị trí con chạch dưới. Nếu trên tàu có dải chống va bắt buộc phải bố trí sống mạn.

Kích thước của sống mạn không được nhỏ hơn kích thước yêu cầu của sườn khỏe, hoặc không được nhỏ hơn kích thước yêu cầu của sườn đồng nhất nếu mạn được kết cấu theo hệ thống ngang đồng nhất.

**11** Để tăng diện tích tính toán dải trên của thanh tương đương trong hệ thống kết cấu ngang của mạn, cho phép đặt các nẹp dọc vát mép hai đầu, gián đoạn có cùng tiết diện với sườn thường gia cường cho dải tôn mép mạn và ở phần trên của

mạn trong. Các nẹp có thể là các tấm tôn có chiều dày bằng tôn vỏ và có chiều cao tối đa bằng 10 lần chiều dày. Khoảng cách giữa các đầu nẹp gia cường và sườn không được lớn hơn 30 mm.

Các nẹp dọc ở giữa các sườn không được tính tham gia thanh tương đương, chỉ có mép kèm của nẹp dọc được tính tham gia.

**12** Tôn mạn trong phải được kéo đến tôn đáy ngoài hoặc nếu trong trường hợp kết thúc ở tôn đáy trên thì phải có sống phụ đáy bổ sung phía dưới đáy đôi.

Cho phép kết cấu của mạn trong là hệ thống ngang hoặc hệ thống dọc. Kích thước của sườn khỏe, sườn thường của mạn trong cũng được lấy như kích thước sườn cùng loại của mạn ngoài.

**13** Nếu tàu có mạn kép thì có thể bố trí sàn thay cho các sống mạn trong và sống mạn ngoài cùng chiều cao và các tấm đứng thay cho sườn khỏe. Chiều dày sàn và tấm đứng phải lấy theo 2.3.2-10, còn trong trường hợp dùng không gian giữa các mạn để dằn thì phải theo Bảng 2A/2.18. Phải bố trí lỗ khoét có kích thước theo mục 2.3.3-5 để có thể tiếp cận được tất cả các khu vực của mạn kép. Sàn và tấm phải được gia cường bằng các nẹp gia cường theo mục 2.3.2-9 và 2.3.3-7.

**14** Mô đun chống uốn đối với cơ cấu khỏe ở mạn ngoài và mạn trong có thể được giảm đi 30% nếu có 1 sàn và giảm đi 50% nếu có 2 sàn. Cho phép giảm tương tự như trên nếu bố trí 1 hoặc 2 thanh chống. Diện tích F, $cm^2$, của tiết diện thanh chống không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$F = 0,22d_1D^2$$

Mô men quán tính diện tích tiết diện, $cm^4$, của thanh chống không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$J = 0,25D^2d_1l^2$$

Trong đó:

D - chiều cao mạn, m;

$d_1$ - khoảng cách giữa các thanh chống, m;

l - chiều dài nhịp của thanh chống, m.

**2.4.5 Kết cấu boong**

**1** Nếu boong được kết cấu theo hệ thống ngang thì xà ngang thường phải được đặt ở mỗi mặt sườn, còn xà ngang khỏe phải được đặt trong mặt phẳng của thành ngang miệng khoang hàng, miệng buồng máy, ở mỗi mặt phẳng khung sườn khỏe và ở những chỗ đặt máy thiết bị trên boong.

Nếu boong được kết cấu theo hệ thống dọc thì xà ngang khỏe phải được đặt trong mặt phẳng của thành ngang miệng khoang hàng, miệng buồng máy, ở mỗi mặt phẳng khung sườn khỏe và ở những chỗ đặt máy, thiết bị trên boong.

Boong lửng là boong có chiều cao cách mặt phẳng cơ bản không nhỏ hơn nửa chiều cao mạn tàu. Boong lửng dùng để chở hàng thì kết cấu của nó được tính như kết cấu boong của tàu chở hàng trên boong.

**2** Mô đun chống uốn, $cm^3$, của tiết diện xà ngang có mép kèm không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

(1) Với phần boong dùng để xếp hàng hóa (kể cả boong lửng):

$$W = 0,1k_0k_1k_2dB_1^2p$$

Trong đó:

$k_0$ - hệ số bằng:

4,0 - đối với xà ngang thường, không bốc xếp hàng bằng gầu ngoạm;

5,0 - đối với xà ngang cụt thường;

7,0 - đối với xà ngang khỏe;

28 - đối với xà ngang cụt khỏe ở tàu mạn đơn.

$k_1$ - hệ số bằng:

1 - đối với xà ngang thường và xà ngang cụt thường;

Đối với xà ngang khỏe lấy theo Bảng 2A/2.19, trong đó thay từ “sống đáy” bằng “sống boong”.

$k_2$ - hệ số bằng:

1 - đối với xà ngang thường và xà ngang cụt thường;

Đối với xà ngang khỏe lấy theo Bảng 2A/2.20, trong đó thay từ “đà ngang” bằng “xà ngang”.

d - là khoảng sườn nếu tính đối với xà ngang thường và xà ngang cụt thường, m;

là khoảng cách giữa các xà ngang khỏe nếu tính đối với xà ngang khỏe và xà ngang cụt khỏe, m;

$B_1$ - trị số lấy bằng khoảng cách lớn nhất, m, trong các khoảng cách sau đây:

(a) Với xà ngang khỏe: khoảng cách các vách dọc hoặc dàn dọc; khoảng cách từ mạn đến vách dọc hoặc dàn dọc; khoảng cách từ mạn đến mạn (nếu không có vách dọc, dàn dọc);

Nếu có 3 hoặc 4 vách dọc (dàn dọc) thì $B_1$ không được lấy nhỏ hơn B/3; Nếu có từ 5 vách dọc (dàn dọc) trở lên thì $B_1$ không được lấy nhỏ hơn B/4.

(b) Với xà ngang thường: khoảng cách từ sống boong đến vách dọc (dàn dọc), khoảng cách từ sống boong đến mạn.

p - áp lực tính toán của hàng hóa, kPa, được xác định theo công thức:

$$p = \frac{9,81M}{f}$$

Trong đó:

M - khối lượng tối đa hàng hóa tác dụng lên phần boong đang xét, tấn;

f - diện tích phần boong đang được xét, $m^2$;

Áp lực p tính theo công thức trên không được nhỏ hơn áp lực của hàng hóa được xác định theo 2.2.2-4.

Nếu bốc xếp hàng bằng gầu ngoạm thì trị số mô đun chống uốn đối với xà ngang khỏe còn không được nhỏ hơn trị số tính theo 2.4.5-2(5).

Nếu giữa mạn và vách dọc (dàn dọc) có đặt các cột chống thì trị số mô đun chống uốn của xà ngang có thể giảm đi 20%. Khoảng cách giữa các cột chống không được lớn hơn 2 lần khoảng cách giữa các đà ngang.

(2) Với phần boong ở vùng khoang hàng của tàu hàng lỏng:

$$W = k_0 k_1 k_2 d B_1^2$$

Trong đó: $k_0$, $k_1$, $k_2$, d, $B_1$ - xem 2.4.5-2(1)

(3) Với các phần boong lộ thiên không dùng để xếp hàng hóa, trừ tàu hàng lỏng:

$$W = k_0 k_1 k_2 d B_1^2$$

Trong đó:

$k_0$ - hệ số bằng:

5,50 - đối với xà ngang thường của tàu hoạt động ở vùng SI và SB;

3,70 - đối với xà ngang thường của tàu hoạt động ở vùng SII;

7,50 - đối với xà ngang cụt thường của tàu hoạt động ở vùng SI và SB;

5,00 - đối với xà ngang cụt thường của tàu hoạt động ở vùng SII;

11,0 - đối với xà ngang khỏe của tàu hoạt động ở vùng SI và SB;

7,20 - đối với xà ngang khỏe của tàu hoạt động ở vùng SII;

42,0 - đối với xà ngang cụt khỏe của tàu mạn đơn hoạt động ở vùng SI và SB;

28,0 - đối với xà ngang cụt khỏe của tàu hoạt động ở vùng SII;

$k_1$, $k_2$, d, $B_1$ - xem 2.4.5-2(1);

Với các phần boong chịu tải trọng từ các boong bố trí phía trên được truyền xuống thông qua cột chống, vách thượng tầng… thì mô đun chống uốn tiết diện của các xà ngang khỏe, quy định trong 2.4.5-2(3) phải được nhân với hệ số m = (n + 1), n là số lượng boong ở trên chiếc boong đang được xét, ngoại trừ các boong nêu ở 2.4.5-2(4). $B_1$ lấy bằng khoảng cách lớn nhất giữa các dãy cột chống dọc (dàn dọc) hoặc giữa dãy cột chống dọc (dàn dọc) và vách dọc (mạn).

(4) Với các phần boong vùng trong thượng tầng và trong lầu, boong thượng tầng và boong lầu lái dùng để bố trí hành khách và bố trí thuyền viên:

$$W = k_0 k_1 k_2 d B_1^2$$

Trong đó:

$k_0$ - hệ số bằng:

1,85 - đối với xà ngang thường;

2,50 - đối với xà ngang cụt thường;

3,60 - đối với xà ngang khỏe;

14,0 - đối với xà ngang cụt khỏe ở tàu mạn đơn;

$k_1$, $k_2$, d, $B_1$ - xem 2.4.5-2(1);

Với các boong trên cùng của thượng tầng và lầu không dùng để bố trí hàng hóa và không dành cho hành khách lui tới thì mô đun chống uốn tối thiểu có thể giảm đi 30% so với trị số được tính theo công thức ở 2.4.5-2(4).

(5) Đối với xà ngang thường của tàu chở hàng trên boong hoặc boong lửng khi bốc xếp hàng bằng gầu ngoạm:

$$W = 115kac_1$$

Trong đó:

a, $c_1$ - xem 2.4.3-11;

k - xem 2.4.3-14.

(6) Nếu $L_{bh}/B_1 < 0,7$ thì kích thước của xà ngang khỏe sẽ được lấy bằng kích thước của sống boong nêu ở 2.4.5-7, trong công thức đó:

$L_{bh}$ - khoảng cách giữa các vách ngang (dàn ngang), m;

$B_1$ - xem 2.4.5-2(1).

**3** Chiều cao bản thành của xà ngang khỏe hoặc xà ngang cụt khỏe không nhỏ hơn 2/3 chiều cao bản thành sườn khoẻ. Diện tích tiết diện bản mép của xà ngang khỏe hoặc xà ngang cụt khỏe không nhỏ hơn 0,75 lần diện tích bản mép của sườn khoẻ.

**4** Mô men quán tính tiết diện ngang, $cm^4$, của xà ngang khỏe có mép kèm không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$J = 3B_1W$$

Mô men quán tính tiết diện ngang, $cm^4$, của xà ngang thường hoặc xà ngang cụt thường không được nhỏ hơn trị số xác định theo công thức ở 2.4.2-3, trong đó:

c - khoảng cách lớn nhất giữa các sống boong hoặc giữa sống boong với vách dọc (mạn), m;

t - chiều dày tôn boong (cm).

**5** Xà dọc phải được đặt trong mặt phẳng của dầm dọc đáy. Mô đun chống uốn, $cm^3$, của tiết diện xà dọc có mép kèm không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

(1) Với phần boong (kể cả boong lửng) dùng để xếp hàng hóa nhưng không thực hiện việc xếp dỡ hàng bằng gầu ngoạm:

$$W = a_1 d_1^2 p$$

Trong đó: $a_1$ - khoảng cách giữa các xà dọc, m;

$d_1$ - khoảng cách giữa các xà ngang khỏe;

p - được lấy theo 2.4.5-2(1).

(2) Với boong của tàu chở hàng trên boong (kể cả boong lửng) thực hiện bốc xếp hàng bằng gầu ngoạm:

$$W = 115 k a_1 d_1$$

Trong đó: k - xem 2.4.3-14.

(3) Với các phần boong ở khoang hàng của tàu hàng lỏng:

$$W = 11,5 a_1 d_1^2$$

(4) Với các phần boong lộ thiên không dùng để xếp hàng hóa:

(a) Các tàu hoạt động ở vùng SB, SI (trừ tàu hàng lỏng):

Ở vùng giữa tàu: $W = 15 a_1 d_1^2$

Ở vùng mũi và đuôi: $W = 7,5 a_1 d_1^2$

(b) Các tàu hoạt động ở vùng SII và SIII:

Ở vùng giữa tàu: $W = 10 a_1 d_1^2$

Ở vùng mũi và đuôi: $W = 5 a_1 d_1^2$

(5) Với các phần boong vùng trong thượng tầng và trong lầu dùng để bố trí hành khách và thuyền viên của tàu hoạt động ở tất cả các vùng:

Ở vùng giữa tàu: $W = 5 a_1 d_1^2$

Ở vùng mũi và đuôi: $W = 2,5 a_1 d_1^2$

(6) Với các phần boong của thượng tầng không tham gia uốn chung thân tàu nhưng có dùng để bố trí hành khách và thuyền viên:

$$W = 2,5 a_1 d_1^2$$

Trong đó:

$a_1$ - khoảng cách giữa các xà dọc, m;

$d_1$ - khoảng cách giữa các xà ngang khỏe, m;

Với các boong trên cùng của thượng tầng và lầu không dùng để bố trí hàng hóa và không dành cho hành khách lui tới thì trị số mô đun chống uốn tối thiểu có thể giảm đi 30% so với trị số được tính theo công thức ở 2.4.5-5(6).

**6** Mô men quán tính, $cm^4$, của tiết diện xà dọc boong có mép kèm không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$J = 0,0127R_{eH}(f + 100a_1t)d_1^2$$

Trong đó:

$R_{eH}$ - giới hạn chảy của vật liệu, MPa;

f - diện tích tiết diện xà dọc không kể mép kèm, $cm^2$;

t - chiều dày tôn boong, cm;

$a_1$, $d_1$ - xem 2.4.5-5.

**7** Sống boong phải được đặt trong cùng mặt phẳng với sống đáy.

Khi $L_{bh}/B_1 \geq 0,7$ thì kích thước sống boong không được nhỏ hơn kích thước của xà ngang boong khỏe.

Khi $L_{bh}/B_1 < 0,7$ thì mô đun chống uốn, $cm^3$, của tiết diện sống boong không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

(1) Với các phần boong dùng để bố trí hàng hóa:

$$W = 0,72k_1k_2bl_c^2pa_1d_1^2$$

(2) Với các phần boong của tàu hàng lỏng ở khu vực két hàng, cũng như với các phần boong hở không để bố trí hàng hóa của các loại tàu:

$$W = 7,2k_1k_2bl_c^2$$

(3) Với các phần boong trên cùng của thượng tầng và lầu không để bố trí hàng hoá và không dành cho hành khách lui tới:

$$W = 3,6k_1k_2bl_c^2$$

Trong đó:

$k_1$ - hệ số bằng:

1 - nếu có một xà ngang khỏe đỡ sống boong; còn nếu có 3 xà ngang khỏe trở lên thì $k_1$ được xác định theo Bảng 2A/2.19;

$k_2$ - hệ số được xác định theo Bảng 2A/2.20;

b - chiều rộng trung bình phần diện tích boong được đỡ bởi sống boong, m;

$l_c$ - chiều dài nhịp của sống boong, được lấy bằng khoảng cách lớn nhất giữa các vách ngang (dàn ngang) hoặc giữa vách ngang (dàn ngang) với dãy cột chống ngang, m;

p - xem 2.4.5-2(1);

$L_{bh}$ - khoảng cách giữa các vách ngang (dàn ngang), m.

**Bảng 2A/2.21 - Hệ số $k_1$**

| $B_1/l_c$ | $k_1$ | |
|---|---|---|
| | **Có sống đứng vách ngang trong mặt phẳng của mỗi sống boong** | **Không có sống đứng vách ngang trong mặt phẳng của mỗi sống boong** |
| 1,4 | 0,73 | 0,85 |
| 1,5 | 0,75 | 0,90 |
| 1,6 | 0,77 | 0,95 |
| 1,7 | 0,80 | 1,00 |
| 1,8 | 0,85 | 1,00 |
| 1,9 | 0,90 | 1,00 |
| 2,0 | 1,00 | 1,00 |

**Bảng 2A/2.22 - Hệ số $k_2$**

| $l_c/D$ | $k_2$ | |
|---|---|---|
| | **Có sống đứng vách ngang trong mặt phẳng của mỗi sống boong** | **Không có sống đứng vách ngang trong mặt phẳng của mỗi sống boong** |
| ≤ 1 | 0,9 | 1 |
| 2 | 0,6 | 1 |
| ≥ 3 | 0,5 | 1 |

**8** Chiều rộng của miệng lỗ khoét ở boong không được lớn hơn 0,7 lần chiều rộng B của tàu tại nơi có miệng lỗ khoét. Nếu thực hiện những biện pháp gia cường thích đáng được Đăng kiểm thẩm định (tăng độ cứng kết cấu ngang, bố trí mạn kép với vách lửng, giảm chiều dài miệng khoét…) thì có thể tăng chiều rộng của miệng khoét lên, nhưng cũng không được vượt quá 0,85B.

**9** Nếu chiều rộng miệng khoét lớn hơn 0,7B thì thành quây dọc của miệng khoang phải liên tục trên chiều dài của tất cả các khoang hàng và kết thúc bằng mã có chiều dài không nhỏ hơn hai lần chiều cao tiết diện thành quây.

Thành quây dọc của miệng khoang hàng được bố trí theo chiều dài mỗi khoang, nên được nối lượn với thành quây ngang theo đường lượn góc miệng khoang.

Cho phép nối thành quây dọc với thành quây ngang bằng mã ngang bản mép, đặt trong mặt phẳng của boong.

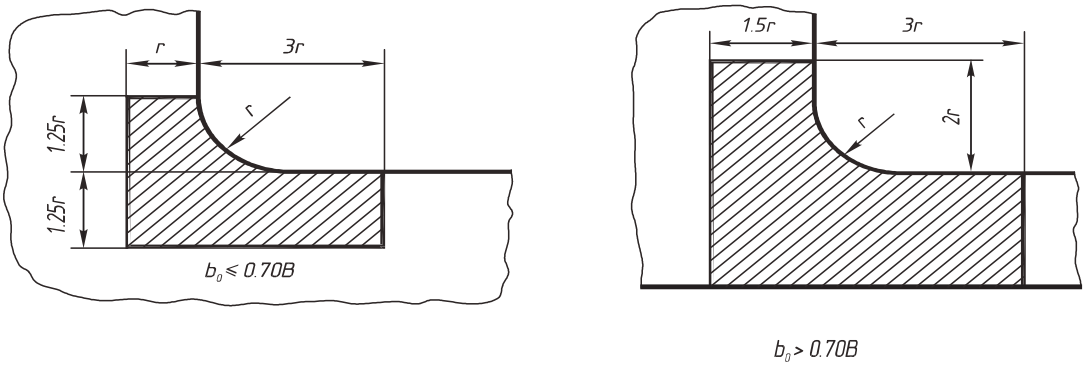
**10** Bản thành của thành quây dọc phải được đặt trong mặt phẳng bản thành của sống boong.

**11** Không cho phép bố trí đường hàn giáp mối và những lỗ khoét ở góc miệng khoang hàng tại giữa tàu trong phạm vi diện tích có kích thước nêu ở Hình 2A/2.24 (phần gạch chéo), Trong đó:

r - bán kính góc lượn miệng khoang hàng xem 2.3.3-1;

$b_0$ - chiều rộng miệng khoang hàng;

Kích thước khu vực góc miệng khoang hàng thuộc phần đầu và đuôi tàu có thể được giảm theo sự chấp thuận của Đăng kiểm.




a) b)

**Hình 2A/2.24 - Phần boong không được bố trí đường hàn giáp mối và khoét lỗ**

**12** Ở bản thành của thành quây miệng khoang hàng trong mặt phẳng của xà ngang khỏe phải đặt các mã đứng. Chiều rộng mã trên boong không được nhỏ hơn chiều cao của xà ngang khỏe hoặc nửa chiều cao thành miệng khoang hàng, lấy trị số nào nhỏ hơn, nhưng không được nhỏ hơn chiều rộng của bản mép thành miệng khoang. Mép trên của mã phải được hàn với bản mép của thành miệng khoang hàng. Các dải tôn hoặc mép gắn để gia cường cho mép tự do của mã không được kéo đến bản mép của thành miệng khoang hàng và phải được vát mép, còn tại boong có thể vát mép hoặc tăng chiều rộng và được hàn với tôn boong, khi đó ở phía dưới của tôn boong cần đặt nẹp hoặc mã gia cường để loại bỏ tập trung ứng suất.

**13** Mép trên của thành miệng khoang hàng phải được gia cường bằng các dải tôn hoặc cơ cấu để bảo đảm độ ổn định cần thiết cho các tấm của thành miệng khoang hàng. Nếu tỷ số giữa chiều cao bản thành và chiều dày của nó lớn hơn 40 thì bản thành của thành miệng khoang hàng cũng phải được gia cường bằng các nẹp ngang theo quy định tại 2.3.2-12.

**14** Bản thành của miệng khoang hàng phải được đưa xuống đến mép dưới của xà ngang khỏe, còn mép dưới của bản thành miệng khoang hàng phải được bẻ mép hoặc gắn mép có chiều rộng bằng (8÷12) lần chiều dày.

**15** Các lỗ khoét đơn lẻ trên boong được bố trí ở các phần từ mạn đến lỗ khoét của các miệng khoang hàng thuộc vùng giữa tàu, phải có kích thước nhỏ nhất đến mức có thể và phải cách góc lỗ khoét miệng khoang hàng và miệng buồng máy

cũng như cách vách mút của thượng tầng một khoảng cần thiết. Nếu chiều rộng (đường kính) lỗ khoét lớn hơn 20 lần chiều dày tôn boong hoặc 0,05 chiều rộng phần liên tục của boong theo Hình 2A/2.2. thì lỗ khoét phải được gia cường sao cho các chỉ số độ bền của boong có lỗ khoét không nhỏ hơn các trị số tương ứng của boong không có lỗ khoét.

**2.4.6 Vách kín nước**

**1** Số lượng và vị trí của vách ngang kín nước được quy định phụ thuộc vào cấp, kiểu và công dụng của tàu. Khoảng cách vách ngang kín nước không được vượt quá 6 lần chiều cao mạn tàu. Ở các tàu phải thỏa mãn yêu cầu ở Phần 8 của Quy chuẩn này thì số lượng và vị trí của vách ngang kín nước và vách lửng còn phải căn cứ theo kết quả tính toán ổn định tai nạn.

**2** Tất cả các tàu phải có vách đầu và vách đuôi kín nước. Vách đầu phải cách đường vuông góc mũi một khoảng đo ở độ cao của mặt phẳng đường nước thiết kế không nhỏ hơn 0,04L, nhưng không lớn hơn 0,04L+2 m. Có thể cho phép vách đầu bố trí ở khoảng cách lớn hơn với điều kiện boong tàu tại vị trí vách đầu không bị ngập khi giả định khoang phía trước vách đầu bị thủng. Cũng cho phép bố trí vách đầu tối thiểu bằng 0,03L với điều kiện boong tàu tại vị trí vách đầu không bị ngập khi giả định khoang phía trước vách và sau vách đầu bị thủng.

**3** Nếu tàu bị đẩy, được chằng buộc đầu hoặc đuôi với tàu đẩy thì cả vách đầu và vách đuôi cũng phải thỏa mãn quy định như đối với vách mũi.

**4** Ở tàu tự hành, các vách ngang giới hạn buồng máy phải là vách kín nước.

**5** Vách ngang kín nước phải đi từ đáy ngoài đến boong mạn khô.

**6** Ở vách đầu và đuôi không được bố trí cửa và lỗ người chui. Nếu ở các vách ngang kín nước khác có bố trí cửa và lỗ chui thì chúng phải là loại kín nước và phải đóng được từ hai phía. Với những tàu có yêu cầu ổn định tai nạn thì chúng còn phải đóng được từ boong mạn khô.

**7** Nếu đường ống, cáp điện, các phần chuyển động của cáp lái và hệ trục các đăng đi qua vách kín nước thì phải đặt ống xuyên vách với các vòng bít kín hoặc sử dụng các kết cấu khác để đảm bảo tính kín nước của vách.

**8** Ở tàu hàng khô, số lượng tối thiểu của vách ngang kín nước kể cả vách đầu và vách đuôi được quy định phụ thuộc vào chiều dài của tàu được lấy như sau:

3 vách ngang với tàu có chiều dài: $20\ m < L \leq 40\ m$;

4 vách ngang với tàu có chiều dài: $40\ m < L \leq 60\ m$;

5 vách ngang với tàu có chiều dài: $60\ m < L \leq 80\ m$;

6 vách ngang với tàu có chiều dài: $L > 80\ m$.

**9** Nếu tàu có đáy đôi mạn kép thì trong phạm vi khoang hàng có thể không cần đặt vách ngang kín nước. Trong trường hợp này, vách ngang kín nước đặt trong vùng mạn kép (vách lửng) phải cách xa nhau không quá 15 khoảng sườn và có chiều dày được quy định theo mục 2.4.4-13, còn kết cấu của chúng phải thỏa mãn các quy định trong 2.4.6-12, 2.4.6-13, 2.4.6-15 và 2.4.6-16.

Ở những tàu chở công te nơ, khoang chở hàng có thể có chiều dài liên tục với điều kiện phải có biện pháp gia cường thích đáng kết cấu dọc để chống vặn thân tàu và phải được Đăng kiểm thẩm định.

**10** Ở những tàu chở hàng trên boong kể cả boong lửng phải đặt 1 vách dọc tâm và các dàn dọc hoặc các dãy cột chống cách nhau và cách mạn không xa quá 2,5 m. Khoảng cách giữa các cột chống không được lớn hơn 2 lần khoảng cách giữa các đà ngang.

Trên các tàu có chiều dài nhỏ hơn 50 m, có thể thay vách dọc tâm bằng dàn dọc tâm.

Ở những tàu này ngoài các vách ngang theo 2.4.6-8, phải đặt những dàn ngang cách nhau và cách vách ngang kín nước không xa quá 12 khoảng sườn với tàu có chiều cao mạn D ≤ 2,5 m và không xa quá 18 khoảng sườn với tàu có chiều cao mạn D > 2,5 m.

Quy định này không áp dụng đối với phà.

**11** Vách kín nước có thể có dạng phẳng hoặc dạng sóng. Chiều dày tối thiểu của tôn vách kín nước không được nhỏ hơn chiều dày quy định ở Bảng 2A/2.18.

**12** Vách dạng phẳng phải được gia cường bằng các sống đứng. Các sống đứng của vách ngang được bố trí trong mặt phẳng sống đáy và sống boong phải là cơ cấu khỏe.

Trong trường hợp nếu sống đáy và sống boong không nằm trong cùng 1 mặt phẳng dọc thì có thể đặt nẹp đứng khỏe từng phần được kéo dài tới dầm ngang gần nhất của vách và chuyển tiếp tới nẹp thường theo Hình 2A/2.9, và ở các dầm dọc, chúng kết thúc bằng mã có chiều dài không nhỏ hơn 1,5 lần chiều cao bản thành nẹp đứng và kéo đến nẹp.

Các nẹp khỏe và nẹp thường của vách dọc phải được đặt tương ứng trong mặt phẳng sườn khỏe và sườn thường.

Mô đun chống uốn tiết diện ngang của nẹp đứng khỏe có mép kèm không được nhỏ hơn mô đun chống uốn được quy định đối với tiết diện ngang sườn khỏe có mép kèm nhưng không phải áp dụng các quy định ở Bảng 2A/2.12.

**13** Nếu tàu có sống mạn thì ở mặt phẳng của sống mạn phải đặt sống nằm tại vách. Mô đun chống uốn, $cm^3$, của tiết diện sống nằm có mép kèm không được nhỏ hơn mô đun chống uốn của sống mạn.

**14** Ở vách chống va các nẹp đứng phải cách nhau không quá 0,60 m và ở các vách kín nước khác không lớn hơn 0,75 m.

Nếu boong và đáy được kết cấu theo hệ thống dọc thì nẹp đứng của vách ngang phải được đặt trong mặt phẳng của xà dọc boong và dầm dọc đáy và được liên kết bằng mã. Nẹp đứng đặt trong mặt phẳng của sống boong và sống đáy phải là sống khỏe đứng. Với vách dọc, nẹp đứng phải được đặt trong mặt phẳng của sườn, sống đứng được đặt trong mặt phẳng đà ngang khỏe và xà ngang khỏe.

**15** Đối với vách kín nước thì mô đun chống uốn tiết diện của nẹp đứng thường có mép kèm không được nhỏ hơn mô đun chống uốn tiết diện của sườn thường có mép kèm.

**16** Khoảng cách giữa các nẹp ngang của vách kín nước nên lấy bằng 550 mm. Mô đun chống uốn tiết diện có mép kèm không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức ở 2.4.4-9; trong đó trị số $d_1$(m) phải được lấy bằng khoảng cách giữa các sống đứng vách.

**17** Với các vách dọc, mô men quán tính tiết diện nẹp ngang trên cùng có mép kèm của vách không được nhỏ hơn trị số quy định đối với xà dọc boong trong 2.4.5-6.

**18** Kết cấu của vách dạng sóng phải theo các quy định sau đây:

(1) Vách ngang kết cấu dạng sóng của tàu phải được đặt trên đà ngang đặc kín nước hoặc phải được đặt trực tiếp lên tôn đáy hoặc tôn đáy đôi (nếu tàu có đáy đôi);

Tâm của gân đứng ở vách ngang phải được bố trí trong mặt phẳng bản thành sống đáy tiếp giáp với vách;

Sống boong, sống đáy và dầm dọc boong và đáy phải được liên kết với gân dạng sóng bằng mã.

(2) Vách dạng sóng có gân đứng phải được gắn sống nằm trong mặt phẳng của sống mạn;

Vách dạng sóng có gân nằm phải được gia cường bằng sống đứng khỏe trong mặt phẳng của sườn khỏe hoặc trong mặt phẳng của sống boong và sống đáy.

(3) Gân vách dạng sóng phải có mô đun chống uốn không nhỏ hơn trị số quy định ở 2.4.6-15 và 2.4.6-16.

(4) Mô đun chống uốn, $cm^3$, của gân vách (Hình 2A/2.19) được tính theo công thức:

Với gân hình thang:

$$W = ht(a + b/3)$$

Với gân hình sin:

$$W = \gamma tR^2$$

Trong đó: $\gamma = \dfrac{\left(\beta_0 + 2\beta_0\cos^2\beta_0 - 1{,}5\sin 2\beta_0\right)}{1 - \cos\beta_0}$

(5) Kích thước của gân sóng được chọn lựa sao cho đảm bảo điều kiện sau (Hình 2A/2.19):

(a) Với gân hình thang:

$a/t < 55$

hoặc $b/t < 55$, nếu $b > a$

(b) Với gân hình sin: $R/t < 65$.

Trong đó: h, t, a, b, R được lấy bằng cen-ti-mét (cm).

**2.4.7 Cột chống và dàn**

**1** Diện tích tiết diện ngang của cột chống, $cm^2$, không được nhỏ hơn diện tích được xác định theo công thức:

$$F = 98,1fm/(nR_{eH})$$

Trong đó:

f - diện tích boong hoặc sàn bao gồm cả nắp khoang hàng mà cột đỡ, $m^2$;

n - hệ số được xác định theo Bảng 2A/0.23 phụ thuộc vào trị số N;

$$N = \beta\sqrt{fm}/(\eta_T l)$$

Trong đó:

$\beta$ - hệ số được lấy bằng:

1,00 - với tiết diện ống;

0,61 - với tiết diện dạng hộp vuông và tiết diện chữ thập được làm từ 2 thanh thép góc có cùng cạnh;

0,44 - với tiết diện 1 thanh thép góc có 2 cạnh bằng nhau;

$\eta_T = R_{eH}/235$

l - chiều dài cột, m;

$R_{eH}$ - giới hạn chảy của thép, MPa;

m - hệ số được lấy bằng:

Với boong để chở hàng của tàu hàng khô:

$$m = \frac{M}{f}$$

Trong đó: M - khối lượng tối đa hàng hóa, tấn, được bố trí trên boong có diện tích f;

Với các phần boong không dùng để xếp hàng hóa:

m = 0,5j

Trong đó: j - số lượng boong mà cột chống phải đỡ;

Với boong của khoang hàng của tàu hàng lỏng:

m = 1,0

**Bảng 2A/2.23 - Trị số n**

| N | Trị số n | |
|---|---|---|
| | Với cột chống và giằng không giao nhau | Cột chống và giằng giao nhau |
| 0 | 0 | 0 |
| 0,2 | 0,085 | 0,125 |
| 0,4 | 0,168 | 0,250 |

| N | Trị số n | |
|---|---|---|
| | Với cột chống và giằng không giao nhau | Cột chống và giằng giao nhau |
| 0,6 | 0,250 | 0,370 |
| 0,8 | 0,315 | 0,475 |
| 1,0 | 0,375 | 0,500 |
| 1,2 | 0,420 | 0,500 |
| 1,4 | 0,450 | 0,500 |
| 1,6 | 0,475 | 0,500 |
| 1,8 | 0,495 | 0,500 |
| 2,0 | 0,500 | 0,500 |

**2** Mô men quán tính diện tích tiết diện, $cm^4$, của một cột chống hoặc một thanh giằng không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$J = \beta^2 F^2$$

Trong đó:

$\beta$ - xem 2.4.7-1;

F - diện tích tiết diện ngang của một cột hoặc một thanh giằng được tính theo 2.4.7-1.

**3** Nếu cột chống gồm một số thép hình ghép lại thì chúng phải liên kết với nhau bằng các tấm được bố trí cách nhau không quá 1 m. Đầu và chân của các cột đỡ boong chở hàng và boong của tàu hàng lỏng phải được liên kết với đáy và boong bằng 4 mã. Đầu và chân của các cột đỡ boong khác được phép liên kết bằng 2 mã. Chiều cao mã không được nhỏ hơn 2 lần chiều cao tiết diện ngang của cột.

**4** Nên đặt cột chống tại các chỗ giao của đà ngang với sống đáy và chỗ giao của sống boong với xà ngang. Ở bản thành của sống đáy và đà ngang phía dưới cột chống không được phép khoét lỗ.

Nếu cột chống không được đặt tại chỗ giao giữa sống đáy với đà ngang thì ở dưới cột chống phải đặt cơ cấu có cùng kích thước với cơ cấu khỏe tại khu vực đó và phải kéo về 2 phía tới cơ cấu khỏe gần nhất. Kết cấu tương tự áp dụng cho liên kết cột chống với cơ cấu khỏe của boong.

**5** Đối với cơ cấu dạng bẻ mép thì tâm cột chống phải trùng với bản thành của cơ cấu. Cột chống dạng ống đặt ở cơ cấu bẻ mép phải được đỡ trên các tấm đệm ngang.

**6** Kết cấu của dàn ngang và dàn dọc (Hình 2A/2.6) được tạo thành từ đà ngang và xà ngang khỏe hoặc sống đáy và sống boong tương ứng, được liên kết với nhau bằng cột chống và thanh giằng.

**7** Các kết cấu dọc và ngang (sống đáy, sống boong hoặc đà ngang, xà ngang khỏe tương ứng) tạo thành dãy của dàn dọc và dàn ngang phải có tiết diện chữ T.

**8** Ở các đầu mút và các điểm giao nhau của các thanh giằng chéo phải đặt mã. Kích thước của mã phải đủ để các thanh liên kết với mã một đoạn dài ít nhất bằng hai lần chiều cao tiết diện thanh, chiều dày của mã không được nhỏ hơn chiều dày của tấm thành của thanh liên kết.

**9** Ở các dàn được làm từ vài thanh thép hình, được bố trí theo sơ đồ chỉ ra ở Hình 2A/2.6(A) Hình 2A/2.6(B) phải có không ít hơn 3 miếng liên kết và bố trí theo Hình 2A/2.6(C) không ít hơn 2 miếng liên kết.

**10** Cột chống của dàn phải thỏa mãn các quy định từ 2.4.7-1 đến 2.4.7-6.

**2.4.8 Kết cấu buồng máy**

**1** Khoảng sườn vùng buồng máy không được lớn hơn khoảng sườn ở đoạn giữa tàu. Đà ngang phải đặt ở mỗi mặt sườn. Khoảng cách giữa các sườn khỏe và giữa các xà ngang khỏe không được lớn hơn ba khoảng sườn.

Các cơ cấu đáy, mạn và boong phải thỏa mãn các quy định từ 2.4.2-1 đến 2.4.5-15 và kích thước của chúng phải không được nhỏ hơn kích thước yêu cầu tương ứng của các cơ cấu vùng giữa tàu nhưng không áp dụng các yêu cầu bổ sung do bốc xếp hàng bằng gầu ngoạm.

Các cơ cấu buồng máy phải có liên kết phù hợp với các cơ cấu của các khoang kề với buồng máy.

**2** Không cho phép sử dụng đà ngang và sống đáy có mép bẻ.

**3** Chiều dày bản thành đà ngang trong buồng máy phải lớn hơn trị số yêu cầu đối với chiều dày đà ngang vùng giữa tàu ít nhất là 1 mm.

**4** Số lượng sống đáy và việc bố trí chúng phải phù hợp với việc bố trí bệ máy và sống đáy ở các khoang lân cận.

Một trong những thành dọc của bệ máy chính phải trùng với một trong những sống đáy. Trong trường hợp không thể bố trí sống đáy trùng với thành dọc bệ máy chính thì phải đặt sống đáy bổ sung trong mặt phẳng thành dọc bệ máy trên suốt chiều dài buồng máy (từ vách trước đến vách sau buồng máy) được liên kết với sống đứng của vách ngang.

Sống đáy buồng máy phải có kích thước không nhỏ hơn kích thước đà ngang buồng máy.

**5** Bệ máy phải có tấm thành và tấm mép, chiều dày tấm thành và tấm mép, mm, được tính theo công thức:

Tấm mép: $t_m = 1{,}55\sqrt[3]{Ne} + 3{,}6$

Tấm thành: $t_t = (0{,}1h + 0{,}6)t_m$

Chiều dày mã, mm, gia cường bệ máy không được nhỏ hơn trị số sau:

$$t = 0{,}77t_t$$

Trong đó:

Ne - công suất định mức của máy chính, kW;

h - chiều cao tấm thành bệ máy, m;

Có thể khoét lỗ trên tấm thành bệ máy, nhưng chiều cao lỗ khoét không được vượt quá 1/3 chiều cao tấm thành, còn chiều rộng lỗ (theo hướng dọc bệ) không được vượt quá 150 mm. Phải đặt các mã gia cường bệ máy ở mỗi mặt sườn. Mã phải có mép gắn và được đặt ở phía ngoài của thành dọc bệ máy.

**2.4.9 Kết cấu vùng mũi và vùng đuôi tàu**

**1** Vùng mũi và đuôi tàu phải được kết cấu theo hệ thống ngang. Khoảng cách các tiêu chuẩn ở vùng này được lấy tiêu chuẩn khoảng cách sườn bằng 550 mm. Quy cách kết cấu được tính theo trị số tương ứng ở đoạn giữa tàu. Nếu khoảng sườn lớn hơn 550 mm, quy cách kết cấu phải được tăng tương ứng. Tuy nhiên trong mọi trường hợp khoảng sườn không quá 610 mm.

Kích thước các cơ cấu không được nhỏ hơn kích thước yêu cầu tương ứng của các cơ cấu vùng giữa tàu, đồng thời phải thỏa mãn các quy định từ 2.4.9-2 đến 02.4.9-4 dưới đây.

**2** Kết cấu vùng mũi tàu phải theo các quy định sau:

(1) Đà ngang ở vùng mũi phải được đặt ở mỗi mặt sườn. Khoảng cách khoảng sườn tiêu chuẩn ở vùng này được lấy bằng 550 mm. Quy cách kết cấu được lấy không nhỏ hơn trị số tương ứng ở đoạn giữa tàu. Nếu khoảng sườn lớn hơn 550 mm, quy cách kết cấu phải được tăng tương ứng. Tuy nhiên trong mọi trường hợp khoảng sườn không quá 610 mm. Chiều dày bản thành của đà ngang phải lớn hơn trị số được yêu cầu đối với chiều dày bản thành của đà ngang ở vùng giữa tàu 1 mm.

Chiều dày bản thành đà ngang ở khoang mũi của tàu được chằng buộc mũi với bờ không được trang bị thiết bị chuyên dụng phải lớn hơn trị số được yêu cầu đối với chiều dày bản thành của đà ngang ở vùng giữa tàu 2 mm.

Mô đun chống uốn tiết diện ngang của đà ngang có mép kèm đối với tàu có đầu tàu có dạng giầy trượt băng và dạng thìa, được tính theo 2.4.2-2 phải được tăng lên 1,5 lần; trong đó B1 được xác định ở vị trí bản mép đà ngang gần vách đầu nhất.

Với tàu có mũi dạng nêm, chiều cao đà ngang phải không được nhỏ hơn 1,8 chiều cao đà ngang vùng giữa tàu.

(2) Kích thước tiết diện sống đáy phải không được nhỏ hơn kích thước tiết diện đà ngang. Sống chính đáy phải được liên kết chắc chắn với sống mũi. Nếu có vách biên ngang thì sống chính phải được liên kết chắc chắn với sống đứng dọc tâm của vách biên ngang đó.

(3) Khoảng cách giữa các sườn khỏe không được lớn hơn 2 khoảng sườn.

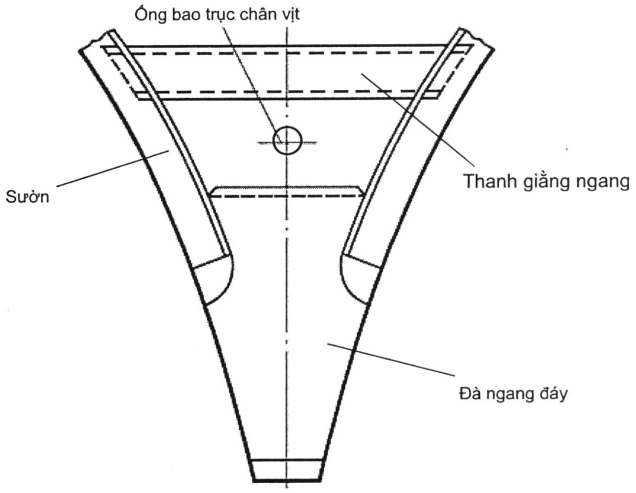
Mô đun chống uốn tiết diện ngang của sườn khỏe và sườn thường phải được tăng 25% so với các trị số tính theo 2.4.4-4 và 2.4.4-5.

(4) Sống mạn phải được đặt theo quy định 0-10.

Nếu sống mạn được kết thúc ở sống mũi thì phải được liên kết với sống mũi bằng mã nằm có chiều dài không nhỏ hơn một khoảng sườn. Mã nằm phải có tấm mép bằng tấm mép của sống mạn.

**3** Kết cấu đoạn đuôi tàu phải theo những quy định sau:

Ở đoạn đuôi tàu, đà ngang phải được đặt ở mỗi mặt sườn. Đà ngang phải được đưa lên cao hơn trục chân vịt hoặc ống bao trục chân vịt một khoảng không nhỏ hơn 0,5 đường kính của lỗ khoét ở bản thành của đà ngang. Đà ngang có thể được đưa lên đến trục chân vịt hoặc ống bao trục, còn ở phía trên thì phải hàn các thanh giằng ngang có bản mép với các sườn và liên kết chúng; chiều dày thanh giằng phải bằng chiều dày đà ngang (Hình 2A/2.25). Phải cố gắng kéo dài sống đáy về phía đuôi tàu. Nếu ở buồng máy, sống đáy được thay bằng thành dọc bệ máy thì phải kéo dài thành dọc bệ máy về phía đuôi tàu. Khoảng cách khoảng sườn tiêu chuẩn ở vùng này được lấy bằng 550 mm. Nếu khoảng cách sườn lớn hơn 550 mm, Quy cách kết cấu phải được tăng tương ứng. Tuy nhiên trong mọi trường hợp khoảng sườn không quá 610 mm.




**Hình 2A/2.25 - Liên kết thanh giằng**

Ở những tàu có đuôi bầu nên dùng sườn quay đặt vuông góc với tấm vỏ.

Khoảng cách các sườn quay không được lớn hơn khoảng cách sườn ở đoạn giữa tàu.

Mô đun chống uốn tiết diện ngang của sườn khỏe và sườn thường phải được tăng 15% so với các trị số tính theo 2.4.4-4 và 2.4.4-5.

**4** Ở đuôi các tàu bị đẩy phải đặt kết cấu gia cường sao cho lực đẩy phân bố đều cho mạn và cho vách dọc. Trong mặt phẳng của lực đẩy phải đặt vách dọc có nẹp nằm hoặc dàn dọc liên kết chắc chắn với thân tàu và đi đến tận vách đuôi. Ở vùng đẩy phải đặt những khung sườn kín.

**2.4.10 Sống mũi, sống đuôi, sống đáy đặc, giá đỡ trục chân vịt**

**1** Kích thước tiết diện ngang của sống mũi đặc, mm, ở đoạn dưới đường nước toàn tải không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

Với tàu hoạt động ở vùng SB, SI và với tàu kéo/đẩy hoạt động ở tất cả các vùng:

t = 12 + 0,4L (L - chiều dài tàu);

a = 64 + 1,5L - khi L ≤ 50 m;

a = 90 + 1,0 L - khi L > 50 m;

Với tàu hoạt động ở vùng SII, trừ tàu kéo/đẩy:

t = 10 + 0,2L (L - chiều dài tàu, m);

a = 55 + 0,5L - khi L ≤ 50 m;

a = 30 + 1,0L - khi L > 50 m;

Trong đó:

t - chiều dày tiết diện ngang của sống mũi, mm;

a - chiều rộng tiết diện ngang của sống mũi (tính theo chiều ngang tàu), mm.

**2** Đường kính tiết diện ngang, mm, của sống mũi làm từ thép tròn ở đoạn dưới đường nước toàn tải không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

Với tàu hoạt động ở vùng SB, SI và với tàu kéo, tàu đẩy hoạt động ở tất cả các vùng:

$$d = 46 + 0,96L$$

Với tàu hoạt động ở vùng SII và SIII, trừ tàu kéo, tàu đẩy:

$$d = 32 + 0,63L$$

**3** Diện tích tiết diện ngang của sống mũi, $cm^2$, làm từ thép góc đều, ở đoạn dưới đường nước toàn tải, không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

Với tàu hoạt động ở vùng SB, SI và với tàu kéo/đẩy hoạt động ở tất cả các vùng:

$$F = 11 + 0,22L$$

Với tàu hoạt động ở vùng SII và SIII, trừ tàu kéo, tàu đẩy:

$$F = 7 + 0,22L$$

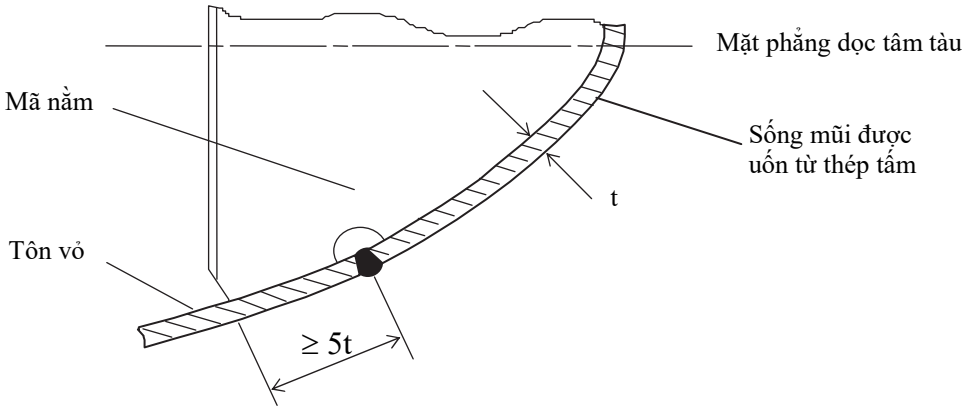
**4** Ở đoạn trên đường nước toàn tải, diện tích tiết diện ngang của sống mũi có thể được giảm dần và lên đến đỉnh cho phép còn 70% diện tích tính theo các công thức ở 2.4.10-3.

Nếu sống mũi được làm thành từng đoạn thì mối nối các đoạn không được gần khu vực đường nước toàn tải.

Đỉnh của sống mũi phải được đưa lên đến boong hoặc sàn gần nhất nằm phía trên đường nước toàn tải.

Chân của sống mũi phải được đưa đến tiết diện phía trước vách mũi một khoảng không lớn hơn 2-3 khoảng sườn.

**5** Cho phép dùng thép tấm có chiều dày lớn hơn 25% chiều dày tôn vỏ ở vùng mũi của tàu để uốn thành sống mũi (Hình 2A/2.26).




**Hình 2A/2.26 - Sống mũi làm bằng thép tấm**

**6** Sống mũi phải được liên kết với tôn vỏ kề với nó bằng mã nằm, vị trí của mã nằm phải phù hợp với sống mạn và các kết cấu khác của mũi tàu. Chiều dày của mã không được nhỏ hơn chiều dày của tôn vỏ kề với nó. Mã nằm nên được đưa ra đến sườn.

**7** Nếu sống mũi làm bằng thép tấm uốn thì mã nằm phải đi ra quá đường hàn tôn vỏ với tôn sống mũi một khoảng không được nhỏ hơn 5 lần chiều dày tấm sống mũi Hình 2A/2.26).

**8** Thân trước của sống đuôi đoạn trên lỗ ống bao trục chân vịt phải có kích thước tiết diện ngang, mm, không nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

Với tàu hoạt động ở vùng SB:

$t = 16 + 0,25L + 0,8D^2$ (D - chiều cao mạn tàu, m);

a = 55 + 2L - khi L< 20 m;

a = 65 + 1,5L - khi 20 ≤ L ≤ 50 m;

a = 90 + L - khi L > 50 m;

Với tàu hoạt động ở vùng SI:

$t = 12 + 0,25L + 0,8D^2$;

a = 30 + 2L - khi L < 20 m;

a = 50 + L - khi 20 ≤ L ≤ 50 m;

a = 40 +1,2L - khi L > 50 m;

Với tàu hoạt động ở vùng SII:

$t = 10 + 0,18L + 0,8D^2$;

a = 30 + 2L - khi L < 20 m;

a = 50 + L - khi 20 ≤ L ≤ 50 m;

a = 40 + 1,2L - khi L > 50 m;

Trong đó: a,t - chiều rộng (theo chiều ngang thân tàu) và chiều dày (theo chiều dọc thân tàu) tiết diện ngang đoạn dưới của sống đuôi, mm.

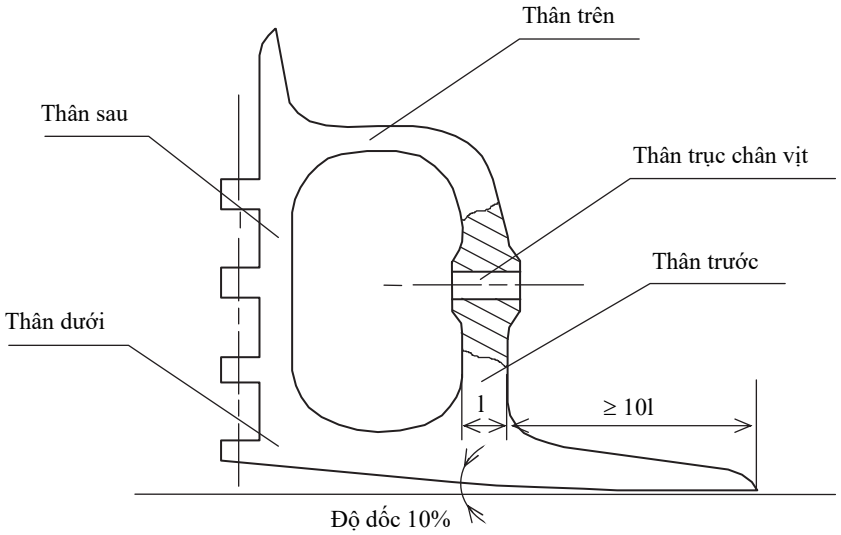
**9** Chiều dày tiết diện thân sau và đoạn dưới lỗ ống bao trục chân vịt của thân trước phải bằng hai lần chiều dày được xác định theo các công thức ở 2.4.10-8.

Chiều rộng tiết diện ngang thân trên của sống đuôi có thể được giảm 15% so với chiều rộng được xác định theo các công thức 2.4.10-8.

**10** Chiều dày của thành lỗ ống bao trục chân vịt (ở dạng khai triển) không được nhỏ hơn 60% chiều dày tương ứng, được xác định theo các công thức ở 2.4.10-8.

**11** Thân dưới của sống đuôi (đoạn giữa thân trước và thân sau) phải ngắn và có diện tích tiết diện lớn hơn diện tích tiết diện xác định từ các công thức 2.4.10-8 là 25%.

Thân dưới phải được kéo dài về phía trước, kể từ thân trước, một đoạn không được ngắn hơn 10 lần chiều dày của thân trước, ở đoạn dưới lỗ ống bao trục chân vịt. Thân dưới phải được chuyển tiếp đến thân sau theo độ dốc 1/10.




**Hình 2A/2.27 - Sống đuôi đặc**

**12** Sống đáy đặc

Nếu sống đáy của tàu có tiết diện đặc thì kích thước, mm, của nó không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$h = 100 + L \text{ và } b = 12 + 0,4L$$

Trong đó: h, b - chiều cao và chiều rộng của sống đáy đặc, mm.

**13** Giá đỡ trục chân vịt (Hình 2A/2.28)

Giá đỡ trục chân vịt có thể theo kiểu một hoặc hai gọng tạo với nhau một góc 80°÷100°. Đường tâm của hai gọng phải giao nhau ở đường tâm của trục chân vịt. Kích thước tiết diện gọng của giá hai gọng không được nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

Chiều cao: $h = 0,45d$, mm;

Diện tích: $F = 0,47d^2$, $mm^2$;

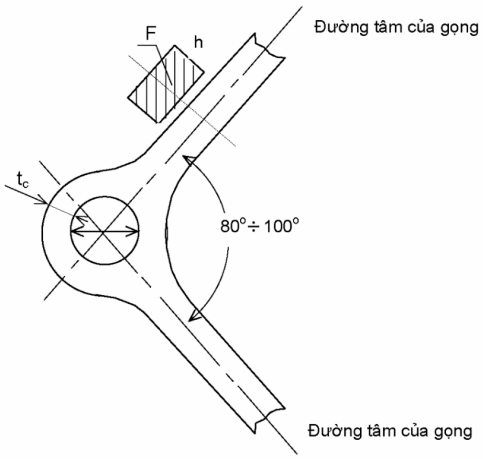
Chiều dài củ: $l_c = 3d$, mm;

Chiều dày củ: $t_c = 0,35d$, mm;

Trong đó: d - đường kính của trục chân vịt, mm;

Chiều dày củ $t_c$, mm, ở giá hai gọng trên tàu có chiều dài nhỏ hơn 20 m có thể giảm còn 0,25d.

Các gọng của giá đỡ phải được hàn với tôn vỏ và kết cấu thân tàu. Chiều dày của tôn vỏ ở khu vực liên kết gọng của giá đỡ phải được tăng 25% so với chiều dày tôn vỏ ở vùng đuôi được xác định theo Bảng 2A/2.18.



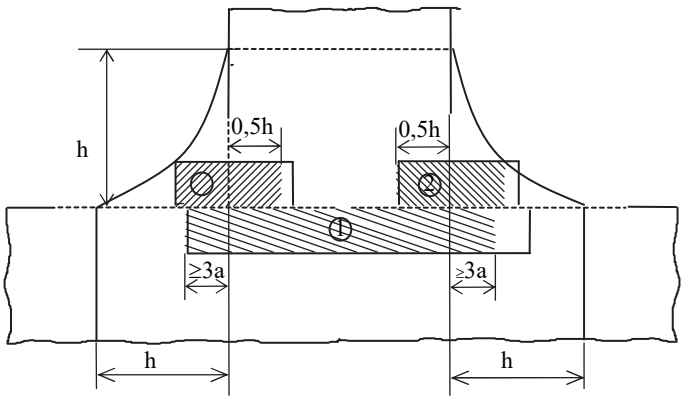

**Hình 2A/2.28 - Giá đỡ trục chân vịt**

**2.4.11 Thượng tầng và các bậc của boong chính**

**1** Kết cấu ngang của thượng tầng phải được đặt trong cùng một mặt phẳng với kết cấu ngang của thân tàu. Mô đun chống uốn của tiết diện sườn thượng tầng có mép kèm của tàu hoạt động ở vùng SB và SI không được nhỏ hơn 9 $cm^3$.

**2** Chiều dày tôn bao thượng tầng mũi và thượng tầng đuôi của các tàu hoạt động ở vùng SB không được nhỏ hơn 3,5 mm, còn đối với tàu hoạt động ở vùng SI không được nhỏ hơn 3 mm.

**3** Mạn của thượng tầng phải kéo qua vách mút của thượng tầng một đoạn có chiều dài bằng chiều cao thượng tầng và chuyển tiếp dần đến boong (Hình 2A/2.29).




**Hình 2A/2.29 - Chuyển tiếp mạn thượng tầng**

Chiều dày của mép mạn tàu vùng dưới boong thượng tầng (1), của các dải tấm dưới của mạn thượng tầng vùng đầu và đuôi (2) phải được tăng:

40% - đối với tàu hoạt động ở vùng SB;

25% - đối với tàu hoạt động ở vùng SI;

10% - đối với tàu hoạt động ở vùng SII và SIII.

Tương tự chiều dày của dải tấm mép boong tàu vùng dưới thượng tầng tương ứng với dải tấm gia cường của mép mạn tàu phải được tăng:

20% - đối với tàu hoạt động ở vùng SB và SI;

10% - đối với tàu hoạt động ở vùng SII và SIII.

Với những thượng tầng đầu và đuôi có chiều dài nhỏ hơn 0,25L thì không cần thiết phải dùng biện pháp gia cường nói trên.

Mạn thượng tầng nếu không trùng với mạn tàu thì phải được tựa lên sống của boong chính đặt trong mặt phẳng của thượng tầng.

**4** Bậc của boong chính

Ở chỗ ngắt bậc của boong chính phải có những biện pháp gia cường đặc biệt. Việc chuyển tiếp sống boong phải thực hiện dần. Các biện pháp sau đây nhằm làm giảm sự thay đổi đột ngột của tiết diện thân tàu:

(1) Chiều dày của tấm mép mạn, trên đoạn dài ít nhất bằng ba khoảng sườn về phía trước và phía sau kể từ chỗ ngắt bậc, phải được tăng 35%;

(2) Nếu bậc ngắt là nghiêng thì chiều dài của bậc ngắt ít nhất phải bằng hai chiều cao bậc ngắt;

(3) Boong chính và boong nâng ở chỗ ngắt bậc phải vượt trùm lên nhau một đoạn dài ít nhất là bằng 6 khoảng sườn. Ở đoạn trùm đó trong vùng giữa hai boong phải đặt những mã đứng.

**2.4.12 Mạn chắn sóng**

**1** Vùng đặt mạn chắn sóng, phạm vi và chiều cao của mạn chắn sóng phải theo quy định tại Chương 8 Phần 2B của Quy chuẩn này.

**2** Chiều dày tôn mạn chắn sóng có thể nhỏ hơn chiều dày tôn mạn được quy định ở đoạn giữa tàu 2 mm, nhưng ít nhất phải bằng 2 mm.

**3** Ở đoạn giữa tàu, mạn chắn sóng phải được kết cấu sao cho không tham gia vào uốn chung thân tàu.

**4** Mạn chắn sóng phải được gắn những mã đứng đặt trong mặt phẳng của xà ngang boong và cách nhau không được xa quá 3 khoảng sườn.

**5** Ở những chỗ được khoét lỗ để luồn cáp, gần đoạn ngắt để đặt cầu lên xuống tàu, tấm mạn chắn sóng phải được tăng 1 mm và phải được gắn nẹp gia cường.

**6** Ở mỗi đoạn liên tục của mạn chắn sóng phải có các lỗ khoét thoát nước có tổng diện tích bằng ít nhất 10% diện tích phần liên tục của mạn chắn sóng.

(Xem tiếp Công báo số 209 + 210)

**VĂN PHÒNG CHÍNH PHỦ XUẤT BẢN**

Địa chỉ: Số 1, Hoàng Hoa Thám, Ba Đình, Hà Nội
Điện thoại liên hệ:
- Nội dung: 080.44417; Fax: 080.44517
- Phát hành: 080.48543
Email: congbao@chinhphu.vn
Website: http://congbao.chinhphu.vn
In tại: Xí nghiệp Bản đồ 1- Bộ Quốc phòng