PHẦN VĂN BẢN QUY PHẠM PHÁP LUẬT

BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI

Thông tư số 61/2013/TT-BGTVT ngày 31 tháng 12 năm 2013 ban hành Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về Quy phạm phân cấp và đóng phương tiện thủy nội địa

QCVN 72:2013/BGTVT

QUY CHUẨN KỸ THUẬT QUỐC GIA VỀ QUY PHẠM PHÂN CẤP VÀ ĐÓNG PHƯƠNG TIỆN THỦY NỘI ĐỊA

National Technical Regulation on Rule of Inland - waterway ships Classification and Construction

(Tiếp theo Công báo số 183 + 184)

Mục lục

Phần 2 THÂN TÀU VÀ TRANG THIẾT BỊ
Phần 2A THÂN TÀU
Chương 5 Kết cấu tàu hai thân
5.1 Quy định chung
5.2 Tính toán sức bền dọc chung
5.3 Tính sức bền kết cấu cầu nối tàu hai thân
5.4 Xác định quy cách kết cấu thân tàu
5.5 Phương pháp tính sức bền cầu nối tàu hai thân
Chương 6 Kết cấu tàu cánh ngầm
6.1 Quy định chung
6.2 Tính toán sức bền và độ ổn định
6.3 Tính độ bền cục bộ
6.4 Tính toán độ bền cơ cấu cánh
6.5 Tiêu chuẩn ứng suất cho phép và chiều dày tối thiểu
6.6 Tính toán và tiêu chuẩn dao động
Chương 7 Kết cấu tàu đệm khí
7.1 Quy định chung
7.2 Giải thích từ ngữ
7.3 Tải trọng tính toán khi uốn chung và xoắn thân tàu

7.4 Tính tải trọng cục bộ
7.5 Tính sức bền chung
7.6 Tính sức bền cục bộ
7.7 Tính độ ổn định
7.8 Ứng suất cho phép
7.9 Kết cấu thân tàu
7.10 Tính toán và tiêu chuẩn dao động
7.11 Quy định đối với kết cấu và tiêu chuẩn sức bền của váy đệm khí
7.12 Tính toán và tiêu chuẩn sức bền của váy đệm khí
7.13 Tính sức bền Monolit
7.14 Tính sức bền Polumonolit
7.15 Tính toán sức bền kết cấu tháo được
Chương 8 Thân tàu bê tông cốt thép
8.1 Quy định chung
8.2 Vật liệu
8.3 Kết cấu thân tàu và thượng tầng
8.4 Tính toán và định mức sức bền
8.5 Thiết kế và tính toán thân tàu bằng bê tông cốt thép dự ứng lực.

Phần 2
THÂN TÀU VÀ TRANG THIẾT BỊ

Phần 2A
THÂN TÀU

Chương 5
KẾT CẤU TÀU HAI THÂN

5.1 Quy định chung

5.1.1 Các quy định trong Chương này được áp dụng cho các loại tàu hai thân sau:

1 Tàu có phân khoang, một boong, có động cơ và khoang máy nằm ở đuôi tàu.

2 Tàu khách.

3 Tàu kéo và tàu đẩy.

5.1.2 Kích thước chính tàu hai thân:

L - chiều dài thiết kế, m;

B - chiều rộng thiết kế, m;

B_h - chiều rộng thiết kế một thân, m;

D - chiều cao mạn ngoài ở giữa tàu, m;

F - chiều cao mạn khô ở giữa tàu, m;

c - khe hở ngang là khoảng cách nhỏ nhất giữa hai mạn trong của thân tàu, m;

h_{vi} - khe hở đứng tại sườn lý thuyết thứ i là khoảng cách thẳng đứng từ đường nước thiết kế đến sàn của cầu nối hoặc đến điểm dưới của cơ cấu (khung xương) tại mặt phẳng dọc tâm tàu, m.

5.1.3 Quy định trong Chương này được áp dụng cho tàu có tỷ số kích thước chủ yếu thỏa mãn các điều kiện sau:

$L/D < 25$;

$L/B = 4 \div 6$;

$h_v/F > 0,65$;

trong đó: h_v - khe hở đứng ở mặt cắt ngang giữa tàu khi tàu đầy tải, m.

5.1.4 Vật liệu chế tạo tàu hai thân bằng thép hoặc hợp kim nhôm phải thỏa mãn quy định trong Phần 6A của Quy chuẩn này.

5.1.5 Trong Chương này liên kết các thân của tàu hai thân phải bằng một trong các phương pháp dưới đây:

1 Liên kết bằng thượng tầng hoặc lầu có chiều dài không nhỏ hơn một nửa chiều dài thân tàu và có ít nhất 3 vách ngang (ở đầu, giữa và đuôi của thượng tầng hoặc lầu).

2 Liên kết bằng cầu nối gồm hệ thống dầm ngang có sàn ở một mặt hoặc hai mặt. Thượng tầng ở vùng đầu và đuôi tàu có chiều dài ≤ 0,15L khi tính toán sức bền được coi như là một phần của cầu nối.

5.1.6 Boong của thân tàu hai thân tại khu vực cầu nối không được khoét lỗ có chiều rộng lớn hơn một nửa chiều rộng một thân và chiều dài không được lớn hơn một nửa chiều dài khoang. Quy định này không áp dụng với lỗ khoét mà phía trên của lỗ khoét là thượng tầng hoặc lầu có vách đủ bền, nếu thỏa mãn các quy định ở 5.4.3 và 2.4.5-8 đến 2.4.5-10;

Trong buồng máy, trên chiều dài của máy chính nên đặt toàn bộ sườn khỏe.

5.1.7 Các quy định được nêu trong Chương này về kiểm tra sức bền tàu hai thân được áp dụng đối với tàu có số Frud theo chiều dài không vượt quá 0,4.

5.1.8 Những miễn giảm đối với các quy định từ 5.1.5 đến 5.1.7 được chấp nhận khi sức bền của tàu và các thành phần kết cấu thân tàu được khẳng định bằng các phép tính toán đặc biệt và thử nghiệm.

5.1.9 Nếu trong Chương này không đưa ra các quy định, thì phải áp dụng các quy định tương ứng ở Chương 2 đối với tàu hai thân vỏ thép và Chương 4 đối với tàu hai thân vỏ hợp kim nhẹ.

5.1.10 Kích thước cơ cấu của tàu hai thân có thể được chọn trên cơ sở tính toán sức bền bằng các phương pháp khác và được Đăng kiểm thẩm định cùng với tính toán phân cấp theo các quy định của Chương này.

5.1.11 Sức bền thân tàu khi xác định bằng phương pháp thử nghiệm ở chiếc tàu đầu tiên trong loạt tàu được đóng tiến hành theo quy trình được Đăng kiểm thẩm định.

Trong quy trình thử phải quy định các dụng cụ đo và điều kiện sóng gió tương ứng với từng tải trọng và ứng suất tương ứng, và phải có khả năng phân chia chúng ra thành các thành phần biến đổi tĩnh hoặc thành phần va đập.

Khi đánh giá sức bền các thành phần thân tàu bằng thực nghiệm, các bộ cảm biến phải được lắp đặt tại các mặt cắt mà theo tính toán sẽ có ứng suất và biến dạng lớn nhất.

Số lượng bộ cảm biến phải đủ in ra biểu đồ ứng suất theo mặt cắt.

Khi thử thành phần kết cấu đảm bảo độ bền ngang, bao gồm vách ngang thượng tầng hoặc lầu kể cả các tấm liền kề thì phải đánh giá được trạng thái ứng suất nén. Các cảm biến phải được đặt ở mạn trong và trong mặt phẳng dọc tâm để đánh giá biến dạng đối xứng và biến dạng không đối xứng của kết cấu ngang.

Phải đảm bảo tính đồng bộ việc ghi chép các số liệu của bộ cảm biến.

5.1.12 Kết cấu và kích thước cơ cấu của tàu hai thân phải thỏa mãn các quy định từ 5.4.1 đến 5.4.22.

Kích thước cơ cấu của tàu có chiều dài L ≥ 50 m phải thỏa mãn các yêu cầu từ 5.2.1 đến 5.3.2 dưới đây.

5.2 Tính toán sức bền dọc chung

5.2.1 Mô men uốn M_{sw} và lực cắt N_{sw} trên nước tĩnh được tính bằng cách lấy tích phân đường cong tải trọng ít nhất theo 21 tung độ cách đều nhau.

5.2.2 Mô men uốn bổ sung trên sóng ở đoạn giữa tàu, kN.m, được xác định theo công thức:

$$M_{SW} = \pm 2.9,81k_0k_1k_2k_3C_BB_hL^2h$$

trong đó:

k_0 - hệ số được tính theo công thức:

Với tàu hoạt động trong vùng SB và SI:

$k_0 = 1,24 - 1,7B_0/L$

Với tàu hoạt động trong vùng SII:

$k_0 = 1,24 - 2B_0/L$

Trị số k_0 không được lấy lớn hơn 1;

trong đó: B_0 - chiều rộng tính toán được xác định như sau:

Bằng chiều rộng một thân B_h, nếu chiều dài tàu L ≤ 30 m với tàu hoạt động trong vùng SB và L ≤ 20 m với tàu hoạt động trong các vùng khác;

Bằng chiều rộng tàu B, nếu chiều dài tàu L ≥ 60 m với tàu hoạt động trong vùng SB, và L ≥ 40 m với tàu hoạt động trong các vùng khác;

Trị số trung gian B_0 nằm giữa B_h và B được xác định theo nội suy bậc nhất.

k_1 - hệ số được lấy theo Bảng 2A/5.2.2;

Bảng 2A/5.2.2. Hệ số k_1 phụ thuộc vào vùng hoạt động và chiều dài tàu

Vùng hoạt động	Chiều dài tàu L (m)			
	20	60	100	140
SB	0,0234	0,0172	0,0136	0,0116
SI	0,0207	0,0134	0,0099	0,0077
SII	0,0168	0,0107	0,0078	0,0055

k_2 - hệ số lấy bằng trị số lớn nhất trong ba trị số sau:

$k_2 = 1$,

$k_2 = 2 - 20d_f/L$,

$k_2 = 1 + 4,5k_4(1 - kh_{v.av}/h\sqrt{c[1-(kh_{v.av}/h)^2]/B_h}$,

trong đó:

d_f - chiều chìm mũi tại tải trọng tính toán của tàu, m;

c - khe hở ngang tại mặt cắt giữa tàu, m;

$h_{v.av}$ - trị số trung bình của khe hở đứng, m, trong khu vực tính từ sườn 0 (mút mũi) của cầu nối đến sườn lý thuyết số 5; nếu cầu nối kéo dài đến sườn lý thuyết số 0 (mút mũi) thì $h_{v.av}$ được xác định như sau:

$h_{v.av} = 0,2[0,5(h_{v0} + h_{v5}) + h_{v1} + h_{v2} + h_{v3} + h_{v4}]$

nếu cầu nối kết thúc cách sườn 0 (mút mũi) về phía lái một khoảng x_m, m, thì $h_{v.av}$ được xác định như sau:

$h_{v.av} = [0,5(h_{v0} + h_{v4}) + h_{v1} + h_{v2} + h_{v3} + 0,5(h_{v4} + h_{vf})(1 - 2x_m/L)]/(5-20x_m/L)$

trong đó: h_{vf} - khe hở đứng tại đầu kết thúc của cầu nối ở phía mũi, m;

k - hệ số lấy bằng:

$k = 2\beta_c\beta_h/(1 + 3\Psi_c\Psi_h)$

trong đó:

β_c, β_h - hệ số tính toán ảnh hưởng của khe hở ngang và khe hở đứng ở vùng mũi do sự co ép dòng nước giữa hai thân được xác định bằng công thức:

$\beta_c = c_2(0,15 + 3,5h/L)/B_h$

$$\beta_h = \begin{cases} 1 \text{ khi } h_{v2}/h \le 1,25 \\ -0.56 + 1.25h_{v2}/h \text{ khi } h_{v2}/h > 1,25 \end{cases}$$

trong đó: c_2 - khe hở ngang ở sườn lý thuyết số 2, m;

Ψ_c, Ψ_h - hệ số tính toán ảnh hưởng của khe hở ngang và đứng tại mặt cắt ngang giữa tàu lên sự lắc dọc của tàu được xác định như sau:

$\Psi_c = 0,43c/B_h$

$\Psi_h = 0,2 + 0,07(2h_{v10}/h)$

k_3 - hệ số phụ thuộc vào số Frud theo chiều dài được xác định như sau:

$$k_3 = \begin{cases} 1 \text{ khi } Fr \le 0,2 \\ 0,6 + 2Fr \text{ khi } 0,2 < Fr \le 0,4 \end{cases}$$

k_4 - hệ số xét đến mô men va đập do giảm chiều dài cầu nối ở mũi;

$k_4 = 1$ - nếu cầu nối kéo dài đến sườn lý thuyết số 0 (mút mũi);

Khi cầu nối kết thúc cách sườn 0 (mút mũi) về đuôi một khoảng x_m, m, thì k_4 được xác định như sau:

$$k_4 = \begin{cases} 1 - 10x_m/L \text{ khi } 0 \le x_m/L \le 0,05 \\ 0,5 \text{ khi } x_m/L > 0,05 \end{cases}$$

C_B - hệ số béo thể tích của tàu tại trạng thái tải trọng tính toán xác định M_{sw};

h - chiều cao sóng tính toán, m, xem Bảng 2A/1.2.

5.2.3 Ứng suất pháp và ứng suất tiếp do uốn dọc chung được tính tương ứng theo 2.2.3-6, khi đó các kết cấu của cầu nối nằm trong thành phần thanh tương đương.

5.2.4 Tổng ứng suất do uốn dọc chung và uốn cục bộ, được xác định bằng tổng ứng suất tương ứng theo quy định ở 2.2.5.

5.2.5 Ứng suất pháp và ứng suất tiếp lớn nhất do uốn chung và tổng ứng suất không được vượt quá ứng suất cho phép được quy định trong hai Bảng sau:

1 Bảng 2A/2.2.6-1 - với tàu vỏ thép.

2 Bảng 2A/4.4.2 - với tàu vỏ hợp kim nhẹ.

5.2.6 Phải kiểm tra độ bền chung của thân tàu theo các mô men giới hạn tương ứng theo các quy định trong 2.2.8.

5.3 Tính sức bền kết cấu cầu nối tàu hai thân

5.3.1 Phải tiến hành tính toán để xác định độ bền của cơ cấu cầu nối của tàu hai thân trong trường hợp tải trọng tổng hợp bất lợi nhất.

5.3.2 Tính độ bền cơ cấu cầu nối hai thân phải thực hiện theo các quy định tại 5.5 của Chương này hoặc theo phương pháp khác được Đăng kiểm thẩm định.

5.4 Xác định quy cách kết cấu thân tàu

5.4.1 Chiều dày tối thiểu của thân tàu được xác định theo Bảng 2A/2.4.1-3.

Với tàu có chiều dài nhỏ hơn 20 m chiều dày tối thiểu được xác định theo 3.7.

Nếu tàu có độ cất ngang đáy thì chiều dày dải tôn giữa đáy không được nhỏ hơn dải tôn hông được quy định trong Bảng 2A/2.4.1-3. Với tàu có chiều dài nhỏ hơn 20 m chiều dày dải tôn giữa đáy phải không được nhỏ hơn trị số xác định trong 3.7.3 và 3.7.4.

Chiều dày tối thiểu của tôn sàn cầu nối muốn đảm bảo độ bền chung và độ bền cục bộ phải lấy bằng tôn vỏ vùng giữa tàu quy định trong Bảng 2A/2.4.1-3. Đối với tàu có chiều dài nhỏ hơn 20 m thì chiều dày tôn vỏ phải không được nhỏ hơn trị số trong 3.7.3.

5.4.2 Cầu nối nên kết cấu theo hệ thống ngang. Dầm ngang khỏe và dầm ngang thường của cầu nối phải bố trí nằm trên một mặt phẳng của kết cấu thân tàu tương ứng.

5.4.3 Trong trường hợp lỗ khoét trên mặt boong của một thân tàu lớn hơn 0,7 chiều rộng của một thân đó, boong của cầu nối ở khu vực lỗ khoét và ở khu vực cách lỗ khoét một khoảng bằng 0,5 chiều rộng lỗ khoét về phía lái và mũi phải được gia cường thích đáng.

5.4.4 Trong trường hợp thân tàu ở khu vực thân ống với mạn kết cấu theo hệ thống ngang và đáy kết cấu theo hệ thống dọc thì các sườn thường của mạn phải được kéo dài và kết thúc tại sống đáy hoặc nẹp khỏe.

5.4.5 Nếu độ bền ngang của tàu được đảm bảo bằng các vách ngang hoặc dàn ngang bố trí trên boong thì trong mặt phẳng của vách ngang và dàn ngang đó ở dưới thân tàu phải đặt các vách ngang. Nếu không thể bố trí được vách ngang thì thay thế cho vách ngang bằng các sườn khỏe ở mạn với chiều cao bản thành của sườn khỏe phải lớn hơn 1,5 lần chiều cao của đà ngang. Liên kết sườn khỏe với xà ngang khỏe phải bằng mã.

5.4.6 Chiều dày và kích thước cơ cấu của vách thượng tầng để bảo đảm độ bền ngang chung của tàu theo quy định trong 2.4.6. Trong trường hợp này giữa hai mặt phẳng dọc tâm của hai thân tàu đặt các dầm ngang và theo phương thẳng đứng, dọc theo mép mạn trong ở phía trên boong phải đặt các tấm chống thẳng đứng đến sàn trên cầu nối (nếu không có vách dọc).

Ở các vách thượng tầng khi đảm bảo độ bền ngang chung chiều rộng lỗ khoét không được vượt quá 0,5 chiều cao của vách, nếu chiều rộng lỗ khoét lớn hơn quy định trên thì lỗ khoét phải được gia cường bằng viền xung quanh. Các lỗ khoét cửa ra vào phải cách phần kết thúc của vách và mạn trong một khoảng không nhỏ hơn 0,5 chiều cao lỗ khoét.

5.4.7 Cầu nối của tàu phải được kết cấu thuận tiện cho việc kiểm tra và sửa chữa.

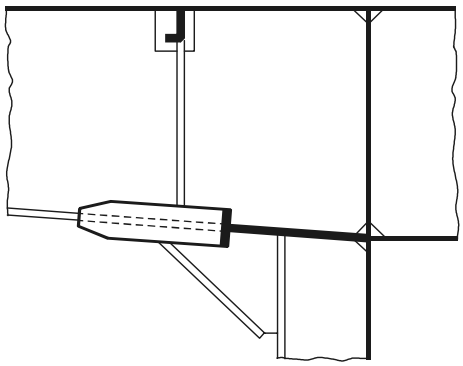
Chiều cao của cầu nối kín (đôi) được giới hạn bởi sàn kín nước phía dưới và boong kín nước phía trên phải không được nhỏ hơn 700 mm.

5.4.8 Chiều dày tối thiểu của bản thành xà ngang khỏe và sống dọc khỏe của cầu nối kín được quy định tại mục 5.1 đến mục 5.3 của Bảng 2A/2.4.1-3.

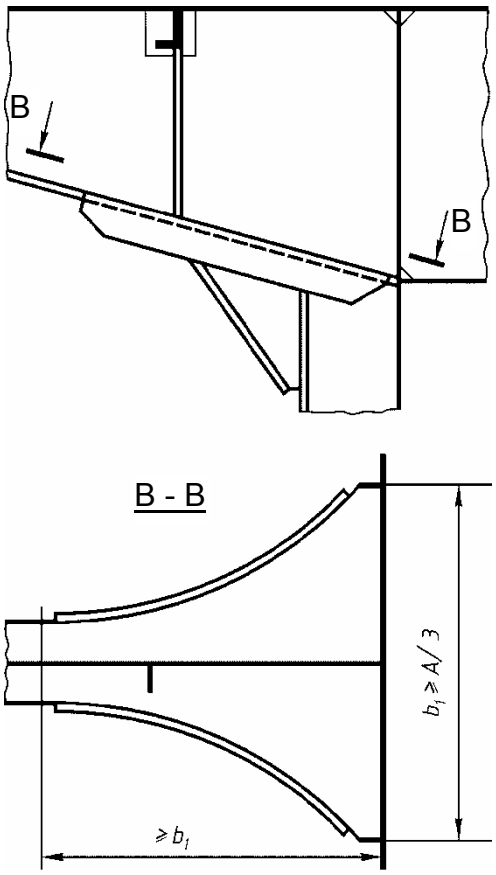
5.4.9 Chiều cao bản thành của xà ngang khỏe tại vị trí mạn tàu phải bằng chiều cao bản thành xà ngang khỏe của cầu nối. Chiều cao bản thành xà ngang khỏe phải được giảm đều từ mạn đến sống boong gần nhất. Ở sàn dưới của cầu nối tại mạn trong phải bố trí các sống dọc theo Hình 2A/5.4.9-1 hoặc mã gia cường theo Hình 2A/5.4.9-2.

5.4.10 Xà ngang khỏe của cầu nối hở phía trên hoặc phía dưới (cầu nối có sàn bên dưới không tham gia độ bền cục bộ, độ bền chung và cầu nối có sàn trên tháo ra được) được quy định tại 2.4.5-2.

Kích thước tiết diện của xà ngang khỏe của cầu nối phải không được nhỏ hơn kích thước tiết diện xà ngang khỏe của thân tàu.



Hình 2A/5.4.9-1. Bố trí sống dọc ở sàn dưới của cầu nối



A - Khoảng cách giữa các xà ngang

Hình 2A/5.4.9-2. Kết cấu gia cường ở sàn dưới của cầu nối

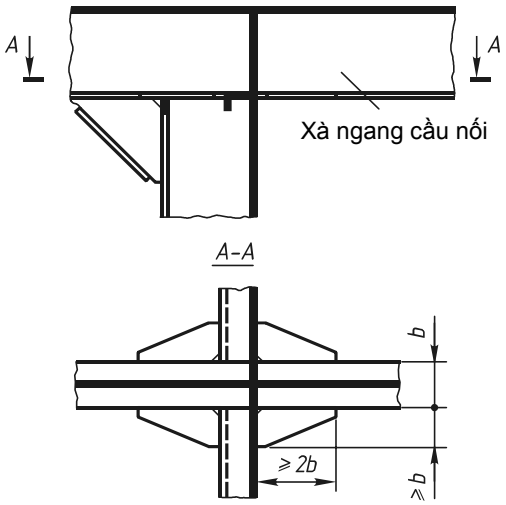
5.4.11 Tại vị trí liên kết giữa xà ngang khỏe của cầu nối hở bên dưới với mạn tàu phải bố trí mã đứng tương ứng theo quy định tại 2.3.2-1 và 2.3.2-2, hoặc mã nằm như Hình 2A/5.4.12-1.

5.4.12 Bản mép xà ngang khỏe của cầu nối hở phía trên phải được liên kết với boong bằng mã ngang như Hình 2A/5.4.12-2.

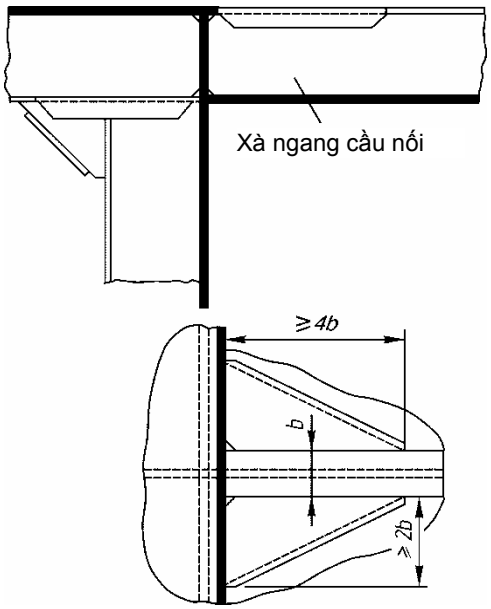
Các mã như trên phải được đặt tại các vị trí liên kết giữa xà ngang khỏe với mạn tàu ở độ cao sàn bên dưới của cầu nối. Có thể sử dụng mã lượn có kích thước tương ứng.

5.4.13 Ở hệ thống ngang của cầu nối kín và cầu nối hở có sàn trên tháo ra được, giữa các xà ngang khỏe phải bố trí các dầm đỡ thường phía trên và phía dưới được liên kết với các sống và mạn trong bằng mã.

5.4.14 Chiều rộng của mã không được nhỏ hơn 0,3 chiều cao của cầu nối kín hoặc khoảng cách từ sàn dưới đến sàn bên trên tháo ra được, chiều dày mã không nhỏ hơn chiều dày bản thành của xà ngang khỏe. Khi tỷ số chiều rộng với chiều dày của mã lớn hơn 35 thì mã phải có mép (mép gắn hoặc mép bẻ).



Hình 2A/5.4.12-1. Kết cấu gia cường vị trí nối giữa xà khỏe cầu nối hở với mạn trong



Hình 2A/5.4.12-2. Liên kết mép xà khỏe của cầu nối hở ở phía trên với boong

5.4.15 Trong nhịp và giữa các mã của dầm phía trên và dầm phía dưới của cầu nối có thể được liên kết bằng các thanh chống. Với cầu nối hở phía trên khi khoảng cách giữa xà dọc khỏe hay giữa xà dọc khỏe với mạn lớn hơn 1,5 m thì phải đặt thanh chống ở giữ nhịp.

Diện tích tiết diện thanh chống không được nhỏ hơn diện tích tiết diện nhỏ nhất trong các dầm được chống.

5.4.16 Kích thước xà ngang thường của cầu nối và xà ngang của sàn tháo ra được xác định theo 2.4.5-2. Trong trường hợp sàn tháo ra được thì mô đun chống uốn của xà ngang thường phía trên được tính không có mép kèm.

5.4.17 Kích thước xà ngang thường của cầu nối không được lấy nhỏ hơn kích thước của sườn thường hoặc nẹp của mạn trong.

5.4.18 Nếu có thanh chống thì mô đun chống uốn của xà đỡ phía trên và xà đỡ phía dưới của cầu nối có thể giảm đến 40%.

5.4.19 Khi mạn trong và boong tàu kết cấu theo hệ thống dọc thì giữa dầm dọc boong và mạn tàu phải đặt các mã tại vị trí của xà đỡ của cầu nối và được kéo đến dầm trên cùng của mạn.

5.4.20 Xà ngang boong thường của cầu nối hở phía dưới phải được liên kết với mạn tàu bằng mã.

5.4.21 Trong trường hợp nếu độ bền ngang của tàu được đảm bảo bằng các dầm khỏe riêng (khi kết cấu của cầu nối không đồng nhất), thì các dầm này phải đặt

trùng với vách ngang của thân tàu. Nếu không thực hiện được yêu cầu trên thì thay thế cho vách ngang của thân tàu bằng các sườn khỏe.

Bản thành dầm khỏe phải nằm trong cùng mặt phẳng bản thành sườn khỏe của thân tàu.

5.4.22 Liên kết thanh gia cường với thân tàu phải được thực hiện bằng cách kéo dài thanh gia cường vào bên trong tàu một đoạn không nhỏ hơn 0,25 chiều rộng thân tàu hoặc bằng cách bố trí mã dọc trong thân tàu ở mép dưới của thanh liên kết. Bản mép của thanh liên kết với mạn trong của tàu phải đặt các mã ngang.

5.5 Phương pháp tính sức bền cầu nối tàu hai thân

5.5.1 Trong các tính toán sức bền của cầu nối phải xét tới ba biến dạng chính của cầu nối là: biết dạng do uốn ngang, biết dạng do xoắn ngang và biến dạng không đối xứng do uốn theo phương thẳng đứng của thân tàu theo các hướng ngược nhau.

Phải kiểm tra sức bền kết cấu của cầu nối tại ba vị trí của tàu so với sóng:

1 Tàu ngang sóng (góc hướng $\varphi = 90^0$), khi đó mô men uốn ngang lớn nhất; Mô men được tính theo 5.5.5 và 5.5.6, còn nội lực và ứng suất tính theo 5.5.18.

2 Tàu có hướng xiên so với sóng khi đó thân tàu bị uốn ngang đồng thời bị xoắn ngang. Để xác định tổng ứng suất lớn nhất trong kết cấu của cầu nối phải tính toán với một vài giá trị của góc φ gần với trị số của góc φ_1 được xác định theo 5.5.7. Ngoại lực được xác định theo 5.5.7, còn nội lực được xác định theo 5.5.16 và 5.5.18.

3 Khi tàu có hướng xiên so với sóng, ở trường hợp mà thân tàu bị uốn theo các hướng ngược chiều. Để xác định được tổng ứng suất lớn nhất do biến dạng gây ra bởi uốn thân tàu trên sóng và bởi uốn ngang trên nước tĩnh phải thực hiện tính toán với một vài trị số góc φ gần với trị số của góc φ_2 được xác định theo 5.5.8. Tải trọng được xác định theo 5.5.8, còn nội lực được xác định theo 5.5.20.

Nếu thân tàu được nối bằng thượng tầng bền hoặc lầu thì chỉ cần kiểm tra sức bền của kết cấu cầu nối khi uốn ngang theo quy định tại 5.5.9.

5.5.2 Các trường hợp tính toán kiểm tra sức bền kết cấu cầu nối phải ở trạng thái khi tàu đầy tải và trạng thái tai nạn được quy định tại 2.2.1-7. Đối với tàu chở hàng cần tính đến việc phân bố không đồng đều lớn nhất cho phép của hàng theo chiều rộng được quy định trong hướng dẫn xếp hàng.

5.5.3 Mô men uốn ngang trên nước tĩnh được tính giống như đối với mô men uốn dọc bằng cách tích phân đường phân bố tải trọng ít nhất tại 21 tọa độ. Phải tính hai trị số mô men uốn ngang trên nước tĩnh bằng cách lấy tổng của mô men do trọng lực và lực nâng:

M_1 - Tại mặt cắt của mặt phẳng tiếp tuyến với mạn trong ở khu vực giữa tàu, song song với mặt phẳng dọc tâm tàu;

M_2 - Tại mặt phẳng dọc tâm tàu.

Nếu phần ngâm nước của thân tàu đối xứng tương đối qua mặt phẳng dọc tâm với tải trọng đối xứng qua mặt phẳng dọc tâm trên toàn bộ chiều dài tàu thì mô men M_1 và M_2, kN.m, được xác định theo công thức:

$$M_1 = - 0,5P_bB_h - P_hy_h$$

$$M_2 = - P_b[0,5(B_h + c) - y_b] - P_hy_h$$

trong đó:

P_b - khối lượng một nửa cầu nối cùng hàng hóa và các tải trọng khác (giữa các mặt phẳng tiếp tuyến với mạn trong song song với mặt phẳng dọc tâm ở mặt cắt ngang giữa tàu và mặt phẳng dọc tâm trên toàn bộ tàu), kN;

P_h - khối lượng của một thân tàu và khối lượng một phần kề cận với thân tàu tại các vùng cuối cầu nối cùng với hàng hóa, thiết bị và các tải trọng khác đến mặt cắt song song với mặt phẳng dọc tâm và đi qua mạn trong tại mặt cắt ngang giữa tàu, kN;

y_h - khoảng cách từ trọng tâm khối lượng P_h đến mặt phẳng dọc tâm tàu, khoảng cách này có giá trị dương khi trọng tâm nằm gần mạn trong, m;

y_b - khoảng cách từ trọng tâm khối lượng P_b đến mặt phẳng dọc tâm tàu, m.

5.5.4 Lực bổ sung tác dụng lên kết cấu cầu nối trên sóng có thể được tính theo 5.5.5, 5.5.6 và 5.5.7 dưới đây với chiều dài sóng tính toán (λ) có trị số bằng các trị số sau:

40m - đối với tàu hoạt động trong vùng SB;

20m - đối với tàu hoạt động trong vùng SI;

12m - đối với tàu hoạt động trong vùng SII.

5.5.5 Khi thỏa mãn bất đẳng thức:

$$2(c + B_h) \leq \lambda$$

mô men uốn ngang lớn nhất, kN.m, xuất hiện khi tàu ngang sóng được xác định theo công thức:

$$M'_3 = \pm 30,8hLB_h[d(H_1 - d/2)\Pi_6 - B_h^2\Pi_1/12]/\lambda$$

trong đó:

d - chiều chìm đo tại mặt cắt ngang giữa tàu, m;

H_1 - khoảng cách từ trục trung hòa của các kết cấu cầu nối tại mặt cắt giữa tàu tới mặt phẳng cơ bản (khi thân tàu được liên kết với nhau bằng thượng tầng bền hay lầu thì H_1 là khoảng cách từ trục trung hòa thanh tương đương của thượng tầng bền hay lầu tới mặt phẳng cơ bản), m;

Π_1, Π_6 - Hệ số xác định theo Bảng 2A/5.5.5 phụ thuộc vào hệ số béo diện tích đường nước đang xét của một thân tàu C_{Wh} và đại lượng b_0 có trị số bằng:

$$b_0 = 0,5B_h/(B_h + c).$$

Bảng 2A/5.5.5. Hệ số Π_1, Π_6

C_{Wh}	Hệ số Π_1 nếu b_0 bằng:			Hệ số Π_6 nếu b_0 bằng:		
	0	0,25	0,50	0	0,25	0,50
0,5	0,307	0,293	0,252	0,500	0,469	0,385
0,6	0,384	0,366	0,315	0,600	0,561	0,457
0,7	0,512	0,485	0,413	0,700	0,649	0,511
0,8	0,673	0,636	0,532	0,800	0,732	0,553
0,9	0,833	0,784	0,651	0,900	0,816	0,595
1,0	1,000	0,940	0,774	1,000	0,900	0,637

Đồng thời với mô men M'_3 còn có lực kéo (dương) hay lực nén (âm), kN, tác động lên kết cấu cầu nối được xác định theo công thức:

$$T'_{cc} = \pm 30,8hLB_h d\Pi_6/\lambda$$

Trong các công thức trên lấy trị số âm hay dương phụ thuộc vào mô men uốn, lấy trị số dương khi mô men uốn gây ra sự kéo các thớ trên của kết cấu.

5.5.6 Khi không thỏa mãn bất đẳng thức nêu tại 5.5.5, mô men uốn ngang lớn nhất, kN.m, xuất hiện khi tàu ngang sóng được xác định theo công thức:

$$M''_3 = \pm 30,8hLB_h \sin[\pi(B_h + c)/\lambda].[d(H_1 - 0,5d)\Pi_6 - B_h^2\Pi_1/12]/\lambda$$

trong đó: Π_1, Π_6 - Hệ số xác định theo Bảng 2A/5.5.5 phụ thuộc vào hệ số béo diện tích đường nước đang xét của một thân tàu C_{Wh} và đại lượng b_0 xác định bằng công thức:

$$b_0 = B_h/\lambda$$

Lực kéo hay lực nén, kN, xác định theo công thức:

$$T''_{cc} = \pm 30,8hLB_h d\Pi_6 \sin[\pi(B_h + c)/\lambda]/\lambda$$

5.5.7 Tại vị trí khi mặt phẳng dọc tâm của tàu tạo thành một góc φ với hướng truyền sóng, các mô men và lực dưới đây áp dụng cho kết cấu cầu nối:

Mô men uốn ngang bổ sung, kN.m, được xác định theo công thức:

$$M_4 = \pm 30,8hLB_h \sin\upsilon \sin\varphi[d(H_1 - 0,5d)\Pi'_4 - B_h^2\Pi'_4/12]/\lambda$$

Mô men xoắn, kN.m, được xác định theo công thức:

$$M_5 = \pm 1,23hB_hL^2\Pi'_3 \sin\upsilon$$

Làm quay một thân so với thân khác xung quanh trục ngang, lực nén hoặc lực kéo được xác định theo công thức:

$$T''_{cc} = \pm(30,8hLB_h d\Pi'_4 \sin u \sin j)/\lambda$$

trong đó:

$\upsilon = \pi(B_h + c)(\sin\varphi)/\lambda$

$b_0 = B_h(\sin\varphi)/\lambda$

$\Pi'_2 = [1 - (0,57 + 0,33\alpha_h)b_0^2]\Pi_2$

$\Pi'_3 = [1 - 1,4(C_{Wh}b_0)^2]\Pi_3$

$\Pi'_4 = \Pi_4 - (1,5 - 0,1C_{Wh}^2)b_0^2\Pi_2$

Hệ số Π_2 - được xác định theo Bảng 2A/5.5.7-1; Hệ số Π_3 - được xác định theo Bảng 2A/5.5.7-2; Hệ số Π_4 - được xác định theo Bảng 2A/5.5.7-3;

Các hệ số tra bảng trên phụ thuộc vào hệ số béo diện tích đường nước đang xét của một thân tàu C_{Wd} và đại lượng l_0 được xác định bằng công thức:

$l_0 = L(\cos\varphi)/\lambda$

Mô men M_5 đạt trị số lớn nhất khi góc φ có trị số gần tới trị số góc được xác định theo công thức:

$\varphi_1 = \arccos(0,75\lambda/L)$

Bảng 2A/5.5.7-1. Hệ số Π_2

l_0	Hệ số Π_2 nếu C_{Wh} bằng:					
	0,5	**0,6**	**0,7**	**0,8**	**0,9**	**1,0**
0	0,307	0,384	0,512	0,673	0,833	1,000
0,1	0,306	0,383	0,509	0,668	0,823	0,984
0,2	0,304	0,378	0,500	0,651	0,794	0,935
0,3	0,299	0,370	0,485	0,625	0,748	0,853
0,4	0,293	0,359	0,465	0,589	0,686	0,757
0,5	0,286	0,345	0,440	0,544	0,611	0,637
0,6	0,277	0,329	0,411	0,493	0,526	0,505
0,7	0,267	0,311	0,379	0,437	0,434	0,368
0,8	0,255	0,291	0,344	0,377	0,340	0,234
0,9	0,243	0,270	0,307	0,315	0,246	0,109
1,0	0,230	0,248	0,270	0,253	0,156	0,000
1,1	0,216	0,225	0,232	0,193	0,074	- 0,089
1,2	0,202	0,203	0,196	0,135	0,002	- 0,156
1,3	0,188	0,180	0,161	0,088	- 0,059	- 0,198
1,4	0,173	0,159	0,128	0,036	- 0,106	- 0,216
1,5	0,159	0,139	0,098	- 0,005	- 0,140	- 0,212

Bảng 2A/5.5.7-2. Hệ số $П_3$

I_0	Hệ số $П_3$ nếu C_{Wh} bằng:					
	0,5	**0,6**	**0,7**	**0,8**	**0,9**	**1,0**
0	0	0	0	0	0	0
0,1	0,042	0,067	0,089	0,116	0,154	0,207
0,2	0,082	0,131	0,176	0,227	0,300	0,403
0,3	0,120	0,189	0,254	0,328	0,432	0,574
0,4	0,154	0,241	0,323	0,414	0,542	0,713
0,5	0,183	0,283	0,377	0,483	0,627	0,811
0,6	0,207	0,315	0,417	0,531	0,682	0,863
0,7	0,225	0,336	0,440	0,557	0,705	0,869
0,8	0,236	0,344	0,447	0,561	0,697	0,830
0,9	0,241	0,342	0,438	0,544	0,660	0,750
1,0	0,240	0,328	0,414	0,507	0,596	0,637
1,1	0,233	0,306	0,378	0,454	0,511	0,499
1,2	0,221	0,276	0,331	0,388	0,410	0,347
1,3	0,205	0,239	0,277	0,313	0,300	0,191
1,4	0,185	0,200	0,219	0,234	0,187	0,042
1,5	0,163	0,158	0,160	0,154	0,077	-0,090

Bảng 2A/5.5.7-3. Hệ số $П_4$

I_0	Hệ số $П_4$ nếu C_{Wh} bằng:					
	0,5	**0,6**	**0,7**	**0,8**	**0,9**	**1,0**
0	0,500	0,600	0,700	0,800	0,900	1,000
0,1	0,497	0,595	0,693	0,790	0,887	0,983
0,2	0,487	0,579	0,672	0,764	0,851	0,935
0,3	0,471	0,554	0,638	0,720	0,794	0,858
0,4	0,449	0,520	0,593	0,661	0,717	0,757
0,5	0,423	0,479	0,538	0,591	0,625	0,637
0,6	0,392	0,432	0,475	0,511	0,522	0,505
0,7	0,358	0,380	0,407	0,425	0,412	0,368
0,8	0,322	0,327	0,337	0,337	0,302	0,234
0,9	0,284	0,273	0,268	0,250	0,195	0,109
1,0	0,246	0,220	0,201	0,167	0,096	- 0,000

I_0	Hệ số Π_4 nếu C_{Wh} bằng:					
	0,5	**0,6**	**0,7**	**0,8**	**0,9**	**1,0**
1,1	0,209	0,170	0,138	0,091	0,008	- 0,089
1,2	0,173	0,124	0,082	0,025	- 0,064	- 0,156
1,3	0,140	0,084	0,034	- 0,030	- 0,120	- 0,198
1,4	0,109	0,049	- 0,002	- 0,073	- 0,158	- 0,216
1,5	0,082	0,021	- 0,034	- 0,140	- 0,179	- 0,212

5.5.8 Lực thẳng đứng, kN/m, phân bố theo chiều dài tàu theo quy luật tác động lên mỗi thân ở vị trí khi mặt phẳng dọc tâm tàu tạo với hướng truyền sóng một góc φ, được xác định theo công thức:

$$q = \pm 9{,}81 B_h h[b_1 \cos(\pi x/L) + b_2 \cos(3\pi x/L)]$$

Khi gốc tọa độ nằm ở mặt cắt ngang giữa tàu và trục x hướng về mũi. Nếu tải trọng lên một thân lấy dấu dương thì tải trọng lên thân kia phải lấy dấu âm;

trong đó hệ số b_1 và b_2 được xác định bằng công thức:

$$b_1 = 1{,}85[1{,}212 - i_2/C_{Wh})p - 4m\sin\upsilon]$$

$$b_2 = 5{,}55[(0{,}363 - i_2/C_{Wh})p - 4m\sin\upsilon]$$

trong đó:

$$p = [i_1 \Pi'_4 \sin\upsilon - C_{Wh} \Pi'_2 \upsilon\cos\upsilon]/[6(1 + c/2B_h)^2 C_{Wh} + 2i_1]$$

$$m = -\Pi'_5 \sin\upsilon/8 + i_2 p/4C_{Wh}$$

với $\Pi'_5 = \Pi_5 \{1 - [1{,}45 - 2{,}4C_{Wh}(1 - C_{Wh})]b_0^2\}$

Trị số υ, b_0, Π'_2 và Π'_4 được xác định theo công thức ở 5.5.7, hệ số i_1 và i_2 theo Bảng 2A/5.5.8-1 phụ thuộc vào hệ số béo diện tích đường nước đang xét của một thân C_{Wh}, hệ số Π_5 lấy theo Bảng 2A/5.5.8-2 phụ thuộc vào hệ số béo diện tích đường nước C_{Wh} và đại lượng l_0 được xác định theo 5.5.7;

Tải trọng lớn nhất tác động khi góc φ có trị số gần với góc φ_2 được xác định theo công thức:

$$\varphi_2 = \arccos(\lambda/L).$$

Bảng 2A/5.5.8-1. Hệ số i_1 và i_2

C_{Wh}	**0,5**	**0,6**	**0,7**	**0,8**	**0,9**	**1,0**
i_1	0,307	0,384	0,512	0,673	0,822	1,000
i_2	0,150	0,210	0,267	0,330	0,407	0,500

Bảng 2A/5.5.8-2. Hệ số Π_5

l_0	Hệ số Π_5 khi C_{Wh}					
	0,5	**0,6**	**0,7**	**0,8**	**0,9**	**1,0**
0	0	0	0	0	0	0
0,1	0,0008	0,0013	0,0018	0,0020	0,0025	0,0041
0,2	0,0031	0,0052	0,0069	0,0083	0,0108	0,0160
0,3	0,0068	0,0115	0,0151	0,0184	0,0240	0,0349
0,4	0,0117	0,0197	0,0258	0,0316	0,0413	0,0592
0,5	0,0176	0,0295	0,0385	0,0471	0,0615	0,0870
0,6	0,0243	0,0403	0,0524	0,0641	0,0832	0,1161
0,7	0,0314	0,0514	0,0667	0,0813	0,1050	0,1443
0,8	0,0386	0,0624	0,0805	0,0978	0,1254	0,1694
0,9	0,0456	0,0726	0,0931	0,1126	0,1432	0,1893
1,0	0,0520	0,0814	0,1037	0,1247	0,1571	0,2026
1,1	0,0578	0,0884	0,1117	0,1336	0,1662	0,2080
1,2	0,0624	0,0934	0,1167	0,1386	0,1698	0,2052
1,3	0,0660	0,0960	0,1186	0,1395	0,1678	0,1942
1,4	0,0682	0,0951	0,1171	0,1362	0,1601	0,1757
1,5	0,0691	0,0940	0,1125	0,1290	0,1473	0,1511

5.5.9 Nếu thân tàu được liên kết bằng thượng tầng bền hay lầu (xem 5.1.5-1), thì phải kiểm tra sức bền cầu nối với mô men uốn ngang. Tính toán mô men uốn ngang tương tự như tính toán mô men uốn dọc. Phải xác định ứng suất trong hai mặt cắt dọc sau đây:

(1) Tại mặt cắt tiếp tuyến với mạn trong ở khu vực giữa tàu song song với mặt phẳng dọc tâm, với tác động của mô men: $M_1 + M_3$;

(2) Tại mặt phẳng dọc tâm tàu, với tác động của mô men: $M_2 + M_3$;

Thanh tương đương bao gồm: tôn của các vách ngang bền nối thân tàu, các cơ cấu ngang ở vách; mép kèm mặt boong và boong thượng tầng cùng với các cơ cấu ngang nằm ở giới hạn bản mép. Vách ngang được coi là bền nếu có kết cấu thỏa mãn các quy định 5.4.5 và 5.4.6. Chiều rộng mép kèm được quy định trong 5.5.10 đối với tải trọng đối xứng.

Dấu của mô men M_3 được lấy trùng với dấu của mô men uốn ngang trên nước tĩnh.

Ứng suất do uốn ngang gây ra, MPa, là tổng đại số ứng suất nén hay ứng suất kéo do lực (T_{cc}) gây lên được xác định theo công thức:

$$\sigma_t = 0,001T_{cc}/[F_{cc}]$$

trong đó: F_{cc} - tổng diện tích (đã hiệu chỉnh) của cơ cấu thanh tương đương, m^2. Tổng ứng suất không vượt quá ứng suất cho phép khi uốn dọc chung.

5.5.10 Chiều rộng tương đối của mép kèm ở boong cầu nối hoặc boong nóc thượng tầng được lấy theo tỷ lệ với của chiều dài vách biên nối với vách thượng tầng hoặc lầu theo Bảng 2A/5.5.10 đối với các trường hợp:

- Tải trọng đối xứng khi tính uốn ngang được xét dưới đây;

- Tải trọng không đối xứng khi tính toán xoắn ngang hay biến dạng do uốn thẳng đứng thân tàu theo các hướng ngược chiều.

Bảng 2A/5.5.10. Chiều rộng tương đối của tôn boong hay nóc thượng tầng

a/l_{blh}	Tải trọng đối xứng ở mặt cắt qua:		Tải trọng không đối xứng ở mặt cắt qua mạn trong
	Mạn trong	Mặt phẳng dọc tâm tàu	
0	0,10	0,32	0,08
0,1	0,15	0,32	0,12
0,2	0,24	0,32	0,16
0,3	0,28	0,32	0,16
0,4	0,32	0,32	0,12
0,5	0,28	0,28	0,08

Chú thích:
a - Khoảng cách từ cuối vách đến mạn trong (chiều dài phần vách ở một thân tàu);
l_{blh} - Chiều dài vách ngang thượng tầng.

Chiều rộng mép kèm không vượt quá khoảng cách đến vách ngang bền tiếp theo. Đối với vách mút thượng tầng chiều rộng mép kèm có trị số nhỏ hơn hai lần nếu mép chỉ ở một phía so với vách.

5.5.11 Nếu thân tàu được nối với nhau bằng cầu nối thì để xác định ứng suất trong cơ cấu cầu nối thì phải xem xét hệ siêu tính gồm 2 dầm dọc (các thân tàu) được nối với nhau bằng các dầm ngang và tấm tôn (tôn sàn dưới và tôn sàn trên cầu nối);

Thân tàu là đối tượng bị biến dạng uốn trong các mặt phẳng đứng và ngang và biến dạng do xoắn; dầm ngang của cầu nối là đối tượng biến dạng do uốn (đối với dầm ngắn có chiều dài nhỏ hơn 10 lần chiều cao cần tính toán biến dạng do dịch chuyển); các tấm ở trạng thái ứng suất phẳng.

Nếu thỏa mãn các yêu cầu trong 5.1.6 thì việc đánh giá sức bền cầu nối được thực hiện trên cơ sở các phép tính toán rút gọn (dưới đây) mà trong đó biến dạng xoắn thân tàu và liên kết biến dạng dọc thân tàu thông qua tôn sàn dưới và tôn sàn trên cầu nối được bỏ qua.

5.5.12 Đối với mỗi cơ cấu ngang của cầu nối, độ cứng xoắn được tính với giả thiết cơ cấu đó chịu mô men uốn M_i'', kN.m, khi xoắn đối xứng thân tàu ở một góc

một đơn vị. Nếu thanh thứ i nằm trên mặt phẳng vách hay vách lửng của thân tàu thì mô men uốn được xác định theo công thức:

$$M_i'' = 2EJ_i/l_i$$

trong đó: J_i, l_i - mô men quán tính tiết diện ngang và chiều dài thanh thứ i của cầu nối tương ứng.

Đối với các dầm khác, mô men M_i'' được xác định theo phương pháp tính khung không chịu tải trọng với góc dịch chuyển cho trước (với góc quay cho trước của các dầm thẳng liên kết ở hai đầu cầu nối).

5.5.13 Phải xác định ứng suất trong cơ cấu của cầu nối do tải trọng cục bộ gây ra. Hệ dầm để tính toán được tạo thành bởi các cơ cấu khỏe của cầu nối và thân tàu khi giả thiết thân tàu là cố định (không xoay tương đối với thân khác). Các dầm ngang của cầu nối nằm trong mặt phẳng của vách ngang hay vách lửng của tàu được coi là ngàm cứng ở đầu mút; các dầm khác xét tương tự như một phần của khung cố định tạo nên bởi khung sườn thân tàu và thanh ngang của cầu nối. Độ cắt ngang đáy và độ cong tôn vỏ được bỏ qua.

Phải tính toán tải trọng cục bộ áp dụng cho cơ cấu ngang của cầu nối và thân tàu ở trạng thái tải trọng của tàu. Đối với dầm thứ i của cầu nối, mô men uốn tác dụng tại mặt phẳng tiếp tuyến với mạn trong ở giữa tàu song song với mặt phẳng dọc tâm sẽ là kết quả tính toán.

Khi xác định ứng suất do tải trọng uốn cục bộ, cơ cấu ngang thứ i của cầu nối được xét như thanh tựa tự do chịu tải trọng cục bộ, tại đầu mút đặt hai mô men ngược chiều có trị số bằng nhau:

$$M_{i1} = M_i' - M_i''\Sigma M_i'/\Sigma M_i''$$

Giá trị $\sum M_i'$ và $\sum M_i''$ được xác định bằng cách lấy tổng theo toàn bộ cơ cấu ngang.

5.5.14 Mô men đặt vào đầu mút của cơ cấu ngang thứ i khi uốn ngang chung ở nước tĩnh được xác định bằng công thức:

$$M_{i2} = M_i''M_1/\Sigma M_i''$$

5.5.15 Mô men bổ sung do sóng đặt vào đầu mút của cơ cấu ngang cầu nối khi tàu chạy ngang với sóng được tính theo công thức:

$$M_{i3} = M_i''M_3/\Sigma M_i''$$

trong đó:

M_3 - được xác định theo 5.5.5 hoặc 5.5.6;

T_{cc} - được xác định theo 5.5.5 hoặc 5.5.6, gây ra ứng suất, MPa, kéo hay nén:

$\sigma_t = 0{,}001T_{cc}/\sum F_i$

trong đó: F_i - diện tích tiết diện ngang cơ cấu ngang thứ i, m^2.

5.5.16 Khi hướng tàu chéo so với sóng, mô men uốn ngang bổ sung M_4 được tính theo 5.5.7 tạo ra ở các đầu mút của cơ cấu ngang thứ i của cầu nối mô men:

$$M_{i4} = M_i'' M_4 / \sum M_i''$$

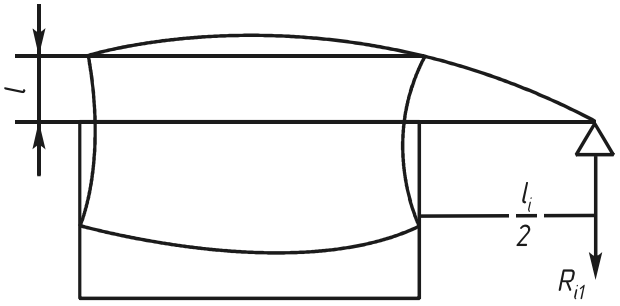
Lực T_{cc} - tính theo công thức ở 5.5.7, ứng suất σ_t được xác định theo công thức ở 5.5.15.

5.5.17 Đối với mỗi cơ cấu ngang của cầu nối khi dịch chuyển thẳng đứng (dịch chuyển một thân lên trên một đơn vị, còn thân khác xuống dưới một đơn vị) coi tính toán độ cứng quy ước của cơ cấu giống như lực cắt xuất hiện ở cơ cấu ngang của cầu nối có trị số bằng số bằng phản lực R_{i1} (Hình 2A/5.5.17). Nếu cơ cấu thứ i nằm trong mặt phẳng vách lửng của thân tàu thì phản lực được xác định như sau:

$$R_{i1} = 24EJ_i/(l_i^3 + 31{,}2J_i l_i/f_i)$$

trong đó: f_i - diện tích bản thành của cơ cấu thứ i.

Đối với các thanh khác độ ứng quy ước cần xác định bằng tính khung với góc dịch chuyển cho trước (Hình 2A/5.5.17).



Hình 2A/5.5.17. Khung với góc dịch chuyển cho trước

5.5.18 Khi tính toán cầu nối chịu tác động của mô men xoắn ngang M_5, độ cứng thân tàu khi uốn và xoắn nhận giá trị rất lớn; Lực cắt, kN, tác động lên cơ cấu ngang đặt ở khoảng cách x_i cách mặt cắt giữa tàu (trục x có hướng về mũi) được xác định theo công thức:

$$N_{i5} = (c_1 + c_2 x_i/L) R_{i1}$$

Và mô men uốn, kN.m, tại các điểm cuối xác định theo công thức:

$$M_{i5} = \pm l(c_1 + c_2 x_i/L) R_{i1}/2$$

trong đó

c_1, c_2 - xác định như sau:

$$\begin{cases} c_1 \sum R_{i1} + c_2 \sum (x_i R_{i1}/L) = 0 \\ c_1 \sum (x_i R_{i1}/L) + c_2 \sum [R_{i1}(x_i/L)^2] = M_5/L \end{cases}$$

5.5.19 Khi xác định ứng suất ở cơ cấu ngang của cầu nối gây ra do uốn thân tàu theo các hướng ngược chiều, cho phép coi thân tàu được liên kết bằng các

dầm ngang tạo thành một khung (kết cấu) đàn hồi đối với thân tàu. Sự ảnh hưởng tôn sàn, tôn vỏ được tính bằng cách đưa vào mặt cắt của một thân tàu các cơ cấu dọc của cầu nối nằm ở một phía đối với mặt phẳng dọc tâm. Tải trọng tác động lên thân tàu cần xác định theo công thức ở 5.5.8, còn nội lực trong các cơ cấu của cầu nối tương ứng với 5.5.20; góc φ được chọn để có ứng suất lớn nhất.

5.5.20 Khi uốn thân tàu theo các hướng ngược nhau, ở cơ cấu ngang thứ i của cầu nối, lực cắt, kN, được xác định theo công thức:

$$N_{i6} = R_{i1}(a_0 f_{0i} + a_1 f_{1i} + a_2 f_{2i} + a_3 f_{3i} + a_4 f_{4i}) h B_h L$$

Còn mô men uốn, kN.m, tại điểm cuối xác định theo công thức:

$$M_{i6} = \pm 0{,}5 N_{i6} l_i$$

trong đó: R_{i1} - độ cứng quy ước của cơ cấu thứ i, được xác định tại 5.5.17;

$$\begin{cases} f_{0i} = 1; \ f_{1i} = x_i/L; \ f_{2i} = \cos(\pi x_i/L); \\ f_{3i} = \sin(2\pi x_i/L); \ f_{4i} = \sin(3\pi x_i/L); \end{cases}$$

trong đó: x_i - khoảng cách từ cơ cấu thứ i tới mặt phẳng giữa tàu (trục x hướng về mũi);

Hệ số a_0 - a_4 xác định từ hệ phương trình sau:

$$\begin{cases} \sum_{J=0}^{j=4} a_j \sum (R_{i1} f_{0i} f_{ji}) = p \\ \sum_{j=0}^{j=4} a_j \sum (R_{i1} f_{1i} f_{ji}) = 0 \\ \sum_{j=0}^{j=4} a_j \sum (R_{i1} f_{2i} f_{ji}) + EJ_b(43{,}8a_2 + 49{,}6a_4)/L^3 = 0{,}5b_1 \\ \sum_{j=0}^{j=4} a_j \sum (R_{i1} f_{3i} f_{ji}) + 370EJ_b a_3/L^3 = 0 \\ \sum_{j=0}^{j=4} a_j \sum (R_{i1} f_{4i} f_{ji}) + EJ_b(49{,}6a_2 + 2942a_4)/L^3 = 0{,}5b_2 \end{cases}$$

trong đó:

J_b - mô men quán tính tiết diện ngang của một thân và một nửa cầu nối (xem 5.5.19) tại mặt phẳng giữa tàu, m^4;

p, b_1, b_2 - thông số tải trọng được xác định theo công thức ở 5.5.8.

5.5.21 Chiều rộng mép kèm đối với thanh ngang của cầu nối được quy định tương ứng với quy định tại 2.3 của Chương 2, Chương 3 và Chương 4, Phần 2A.

5.5.22 Khi tính sức bền của cầu nối thượng tầng ngắn (lầu) cần thay thế bằng các thanh ngang phân bố tại mặt phẳng của vách ngang thuộc thượng tầng (lầu), kết cấu được nối với thân tàu. Các đặc điểm hình học của thanh được xác định tương ứng với quy định ở 5.5.8.

Chương 6
KẾT CẤU TÀU CÁNH NGẦM

6.1 Quy định chung

6.1.1 Quy định trong Chương này được áp dụng cho tàu cánh ngầm hoạt động trong các vùng SI và SII, với 2 cánh chìm ít và có đặc điểm sau:

Độ cứng:

$$J/(\Delta L^3) > 3.10^{-8}$$

Vận tốc:

$$v/\sqrt[6]{\Delta} < 18$$

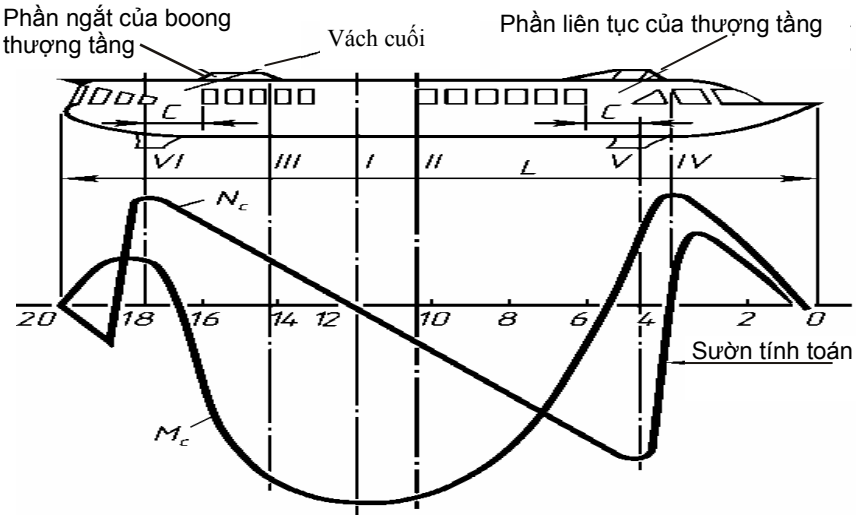
trong đó:

J - mô men quán tính tiết diện ngang yếu nhất của thanh tương đương trong vùng giữa tàu, m^4;

Δ - lượng chiếm nước khối lượng của tàu khi đầy tải, tấn;

L - chiều dài lớn nhất của tàu (Hình 2A/6.1.2), m;

v - vận tốc tính toán của tàu trên nước tĩnh, m/s.



Hình 2A/6.1.2. Biểu đồ M_c và N_c cho tàu cánh ngầm

6.1.2 Quy định của Chương này áp dụng đối với hệ thống khung dọc của thân tàu và thượng tầng.

Thượng tầng trong Chương này là một phần của tàu nằm phía trên mép dưới của lỗ khoét cửa sổ, nếu không có cửa sổ là phần nằm trên boong chính của tàu.

6.1.3 Nếu thân tàu và thượng tầng được làm bằng vật liệu hợp kim nhôm thì phải thỏa mãn các quy định trong Phần 6A của Quy chuẩn này.

6.1.4 Bất kỳ vật liệu nào sử dụng để chế tạo thân tàu phải thỏa mãn các tính toán sau đây:

1 Độ bền chung của tàu;

2 Độ bền cục bộ của tàu;

3 Độ bền cơ cấu cánh;

4 Độ dao động.

6.1.5 Có thể dùng các phương pháp tính toán độ bền khác nhưng phải trình thẩm định đồng thời với các tính toán phân cấp tàu theo các quy định trong Chương này.

6.1.6 Ở chiếc tàu đầu tiên của mỗi loạt đóng mới phải được thử nghiệm để kiểm tra độ bền và mức độ dao động theo quy trình đã được thẩm định. Kết quả thử phải được thẩm định để phân cấp tàu.

6.1.7 Tàu có sức bền thỏa mãn các quy định từ 6.2.1 đến 6.2.15 dưới đây được coi là đủ điều kiện để hoạt động ở trạng thái có lượng chiếm nước.

6.2 Tính toán sức bền và độ ổn định

6.2.1 Sức bền chung của tàu phải được kiểm tra theo ứng suất pháp và ứng suất tiếp do mô men uốn tính toán và lực cắt khi tàu chuyển động trên cánh (ở trạng thái không có lượng chiếm nước) trong điều kiện chiều cao sóng tính toán.

Phải kiểm tra độ ổn định toàn bộ kết cấu và từng bộ phận riêng biệt.

6.2.2 Chiều cao sóng tính toán (h) khi tàu chuyển động trên cánh được lấy không nhỏ hơn trị số trong Bảng 2A/6.2.2.

Bảng 2A/6.2.2. Chiều cao sóng tính toán khi tàu chuyển động trên cánh

Vùng hoạt động	**Chiều cao sóng tính toán h** (m)
SI	1,3
SII	0,8

6.2.3 Mô men uốn tính toán, kN.m, và lực cắt, kN, (Hình 2A/6.1.2) được tính theo công thức:

$$M_c = M_{sw}(1 + k_M n)$$

$$N_c = N_{sw}(1 + k_N n)$$

trong đó:

M_{sw}, N_{sw} - mô men uốn, kN.m, và lực cắt, kN, tại tiết diện đang xét khi tàu chuyển động trên cánh ở nước tĩnh;

k_M, k_N - hệ số phụ thuộc vào vị trí của tiết diện ngang đang xét trên chiều dài tàu và được xác định theo công thức:

$$k_M = 1 - 0{,}040j$$

$$k_N = 0{,}7 - 0{,}015j$$

trong đó:

j - sườn tính toán: với sườn mũi ngoài cùng j = 0, với sườn lái ngoài cùng j = 20;

n - sự quá tải bổ sung (tỷ số của gia tốc bổ sung với gia tốc rơi tự do tại mặt cắt phía trên cánh ở mũi khi tàu chuyển động trên cánh với chiều cao sóng tính toán);

Trị số n được xác định theo tàu mẫu hoặc theo kết quả thử nghiệm mô hình. Trong trường hợp không có số liệu trên cho phép xác định trị số n theo công thức:

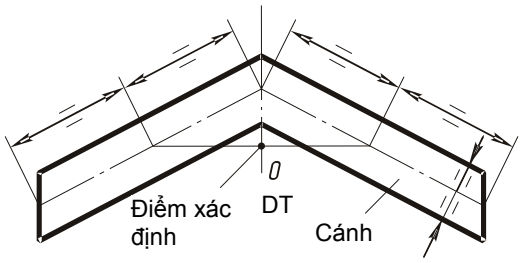
$$n = kmv_w^2\sqrt{h/\Delta_1}$$

trong đó:

Δ_1 - lượng chiếm nước khối lượng quy đổi của tàu, tấn, được tính theo công thức:

$$\Delta_1 = \Delta/[1 + 15(l_{fw}/L)^2]$$

trong đó: l_{fw} - là khoảng cách từ trọng tâm tàu đến điểm đặt của lực nâng ở cánh mũi (điểm 0 trên Hình 2A/6.2.3-1);



Hình 2A/6.2.3-1. Điểm đặt lực nâng ở cánh mũi

k - hệ số bằng:

0,035 khi h = 1,5m;

0,030 khi h = 1,3m;

0,020 khi h = 0,8m;

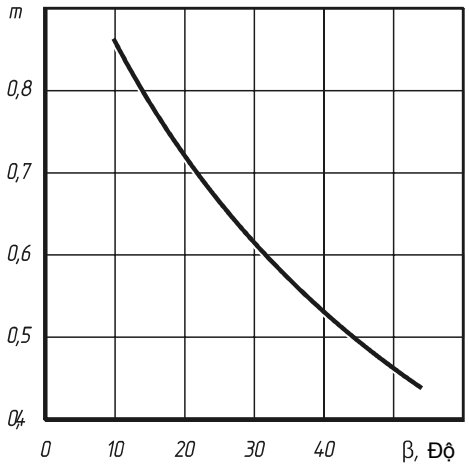
0,010 khi h = 0,4m.

m - hệ số được xác định theo đồ thị trên Hình 2A/6.2.3-2 trong mối liên hệ với góc cắt ngang tính toán của đáy β^o, độ, trong mặt cắt A - A (Hình 2A/6.2.3-3);

v_w - vận tốc, km/h, của tàu trên cánh trong điều kiện cấp sóng tính toán được xác định theo công thức:

$v_w = 0,85v$

trong đó: v - vận tốc tàu trên cánh ở nước tĩnh, km/h;



Hình 2A/6.2.3-2. Đồ thị mối liên hệ của hệ số m với góc cắt ngang tính toán của đáy tàu β

Đối với các trị số trung gian của chiều cao sóng hệ số k được xác định bằng nội suy bậc nhất;

Trị số v_w và k sẽ hiệu chỉnh theo dữ liệu của quá trình thử mô hình hoặc dữ liệu của tàu mẫu;

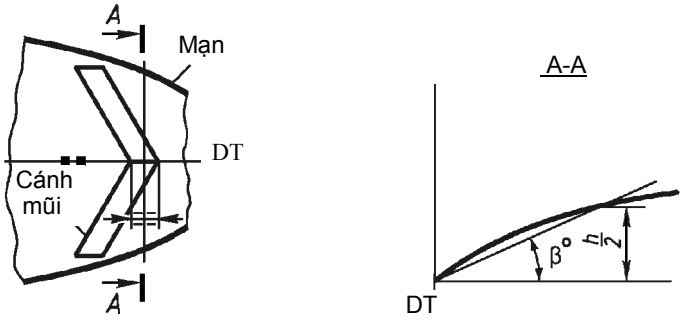
Trị số n trong công thức trên không được lấy nhỏ hơn:

1,0 - khi h = 1,5 m;

0,9 - khi h = 1,3 m;

0,6 - khi h = 0,8 m;

0,3 - khi h = 0,4 m.



Hình 2A/6.2.3-3. Mặt cắt để xác định góc cắt ngang đáy tàu β

Lựa chọn chiều cao sóng tính toán khi tàu chuyển động trên cánh (phụ thuộc vào vùng hoạt động của tàu) phải dựa trên cơ sở nhiệm vụ thư thiết kế. Chiều cao của sóng sẽ giới hạn đối với tàu khi chạy trên cánh và phải đưa vào tài liệu hướng dẫn vận hành tàu.

6.2.4 Khi tính mô men uốn M_{sw} và lực cắt N_{sw} phải theo quy định sau:

1 Đường cong tải trọng phải được xây dựng với ít nhất theo 21 tung độ cách đều.

2 Trị số tính toán lực nâng, kN, của cánh được xác định theo công thức:

Với cánh phía mũi:

$$F_{tf} = 9,81(\Delta - F_{ta})$$

Với cánh phía lái:

$$F_{ta} = 9,81\Delta l_{fw}/l_0$$

trong đó: l_0 - khoảng cách giữa các điểm đặt của lực nâng ở cánh phía mũi và lái, m.

3 Điểm đặt lực nâng F_{tf} và F_{ta} được xác định tương ứng theo Hình 2A/6.2.3-1.

4 Lực nâng cánh F_{tf} và F_{ta} phân bố theo chiều dài tính toán và phụ thuộc vào việc kéo dài của cánh mũi (lái) theo thân tàu.

6.2.5 Kiểm tra độ bền chung của thân tàu theo ứng suất pháp phải ở các mặt cắt (xem Hình 2A/6.1.2) dự tính tại những mặt cắt đó có thể xuất hiện ứng suất pháp lớn nhất:

Tại mặt cắt I - I có tác động của mô men uốn lớn nhất;

Tại các mặt cắt yếu hơn II - II và III - III ở khu vực giữa tàu;

Tại mặt cắt IV - IV, nằm ở đoạn cánh phía mũi, nếu không có mạn liên tục của thượng tầng mũi;

Nếu mô men uốn tính toán trong mặt cắt I - I có trị số khác với mô men ở mặt cắt II - II và III - III không quá 10%, thì có thể không cần tính độ bền chung ở mặt cắt I - I.

6.2.6 Khi xác định mô men chống uốn của thanh tương đương ở các mặt cắt I - I, II - II và III - III bao gồm các cơ cấu của thân tàu và thượng tầng tham gia vào mô đun chống uốn, còn trong mặt cắt IV - IV chỉ có cơ cấu thân tàu tham gia.

Nếu thượng tầng có kết cấu đinh tán, thân tàu có kết cấu hàn, thì cơ cấu thượng tầng đưa vào thanh tương đương phải nhân với hệ số 0,9.

6.2.7 Khi các lỗ khoét của cửa sổ bố trí ở thượng tầng phải xét hai vùng mạn thượng tầng liên tục có chiều dài c (Hình 2A/6.1.2), phải lớn hơn chiều của cửa sổ ít nhất 20%, hoặc không tính đến sự tham gia của thượng tầng vào uốn chung thân tàu.

6.2.8 Các tấm bị nén tham gia vào thành phần thanh tương đương phải nhân với hệ số giảm như sau:

$$\varphi = \sigma_{cr}/\sigma_{ac} \leq 1$$

trong đó:

σ_{cr} - ứng suất pháp giới hạn của tấm bị nén, được xác định theo đồ thị Hình 2A/4.3.7, phụ thuộc vào tỷ số σ_E/R_{eH};

σ_E - ứng suất pháp Ơ-le của tấm, MPa, với hệ thống kết cấu dọc ứng suất được tính theo 4.3.7(1);

σ_{ac} - ứng suất pháp giới hạn khi uốn chung thân tàu;

Các phần của tấm bị nén không phải giảm là phần nằm kề với các dầm dọc, có chiều rộng (ở mỗi bên), bằng:

0,25a - khi $a/t \leq 80$

20t - khi $a/t > 80$

trong đó:

a - khoảng cách giữa các dầm dọc;

t - chiều dày tấm.

6.2.9 Ứng suất pháp tính toán ở các cơ cấu xa nhất của thanh tương đương được tính theo công thức:

$$\sigma_{up} = 10\alpha_{up}M_c/W_{up}$$

$$\sigma_{lw} = 10\alpha_{lw}M_c/W_{lw}$$

trong đó:

σ_{up}, σ_{lw} - ứng suất tính toán ở cơ cấu cao nhất và thấp nhất của thanh tương đương (thượng tầng);

α_{up}, α_{lw} - hệ số bằng:

1,0 - với mặt cắt đi qua phần mạn liên tục của thượng tầng (phần nằm ngoài lỗ khoét cửa sổ) hoặc với mặt cắt IV - IV (Hình 2A/6.1.2);

0,85 và 1,4 - tương ứng với mặt cắt trong khu vực lỗ khoét cửa sổ;

M_c - mô men uốn tính toán tại mặt cắt ngang đang xét (xem 6.2.3);

W_{up}, W_{lw} - mô men chống uốn của cơ cấu trên và dưới của thanh tương đương (xem 6.2.6);

Khi kết cấu thượng tầng liên kết đinh tán và kết cấu thân tàu liên kết hàn thì hệ số α_{up} được giảm 10%.

6.2.10 Kiểm tra độ bền chung thân tàu theo ứng suất tiếp được thực hiện tại các mặt cắt có ứng suất tiếp lớn nhất gồm:

(1) Tại các mặt cắt V - V và VI - VI (Hình 2A/6.1.2), tại đây chịu tác động của lực cắt lớn nhất;

(2) Tại các mặt cắt yếu hơn;

(3) Tại các mặt cắt ở biên phần liên tục của thượng tầng.

6.2.11 Ứng suất tiếp tính toán, MPa, được xác định theo công thức:

$$\tau = 10N_cS/(J\sum t)$$

trong đó:

N_c - lực cắt tính toán tại mặt cắt đang xét, kN;

J - mô men quán tính tiết diện thanh tương đương, m^4;

S - mô men tĩnh phần tiết diện thanh tương đương nằm phía trên hay phía dưới trục trung hòa, xác định với trục trung hòa, cm^3;

$\sum t$ - tổng chiều dày tôn mạn tàu và mạn thượng tầng tính từ trục trung hòa của thanh tương đương, cm.

6.2.12 Tại các mặt cắt yếu nhất của cửa sổ hoặc cửa ra vào, ứng suất tiếp tính toán được xác định theo 6.2.11 nhưng không tính phần thượng tầng phía trên lỗ khoét.

6.2.13 Tại các mặt cắt biên phần liên tục của mạn thượng tầng, ứng suất tiếp tính toán τ', MPa, được xác định bằng trị số lớn nhất trong trị số tính toán theo 6.2.11 và theo công thức:

$$\tau' = \sigma_{up} f / ktc$$

trong đó:

σ_{up} - ứng suất tính toán ở boong thượng tầng tại mặt cắt II - II (Hình 2A/6.1.2), MPa;

f - diện tích tiết diện của các cơ cấu dọc thượng tầng bên trên lỗ khoét tại mặt cắt II - II có tính đến hệ số giảm, cm^2;

k - hệ số bằng:

3,0 - với biên phần liên tục của thượng tầng ở khu vực đặt cánh;

1,5 - với biên phần liên tục của thượng tầng ở khu vực giữa tàu;

t, c - chiều dày và chiều dài của phần liên tục của mạn thượng tầng đang xét, cm.

6.2.14 Ứng suất pháp giới hạn phải thỏa mãn các điều kiện sau:

đối với dầm dọc boong thượng tầng:

$$\sigma_{cr} / \sigma \geq 1,5$$

đối với dầm dọc đáy:

$$\sigma_{cr} / R_{eH} \geq 0,7$$

trong đó:

σ - ứng suất tính toán tại boong thượng tầng, MPa;

R_{eH} - giới hạn chảy của vật liệu dầm dọc đáy, MPa;

Ứng suất pháp giới hạn của dầm σ_{cr} được xác định theo đồ thị Hình 2A/6.2.16-1 phụ thuộc vào tỷ số σ_E / R_{eH}, với σ_E - ứng suất pháp Ơle của dầm, khi tính toán dầm được coi là gối tự do ở 2 đầu.

6.2.15 Ứng suất tiếp Ơle của tấm mạn tàu và mạn thượng tầng phải thỏa mãn các điều kiện:

$$\tau_E / \tau \geq 1,5$$

trong đó: τ - ứng suất tiếp tính toán của tấm trong mặt cắt;

Khi xác định τ_E của tấm coi như tấm gối tự do theo vòng.

6.3 Tính độ bền cục bộ

6.3.1 Tải trọng tính toán cục bộ xác định theo áp suất tính toán p, kPa, theo chiều dài tàu khi kiểm tra độ bền tôn đáy và dầm dọc đáy nhận các trị số theo đồ thị Hình 2A/6.3.1-1.

trong đó: p_0 - tải trọng ở vùng tính từ sườn tính toán số 0 đến mặt cắt A- A (Hình 2A/6.3.1-1), được xác định theo công thức:

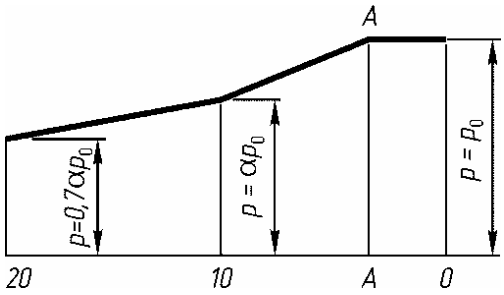
$$p_0 = kmv_w^2 \sqrt[4]{\Delta_1}$$

trong đó:

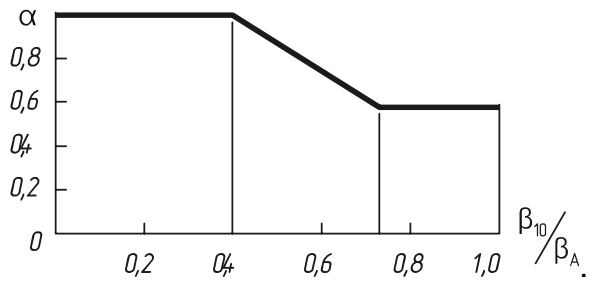
αp_0 - tại sườn tính toán số 10;

$0,7\alpha p_0$ - tại sườn tính toán số 20;

trong đó: α - hệ số xác định theo đồ thị Hình 2A/6.3.1-2 phụ thuộc vào tỷ số β_{10}/β_A (với β_{10} và β_A - góc được đo theo Hình 2A/6.2.3-3, tại sườn tính toán số 10 và mặt cắt A - A;



Hình 2A/6.3.1-1. Áp suất tính toán p theo chiều dài tàu



Hình 2A/6.3.1-2. Hệ số α

Đối với các mặt cắt nằm giữa sườn A, 10, 20 (xem Hình 2A/6.3.1-1) trị số áp suất tính toán p được xác định theo phép nội suy bậc nhất. Tải trọng tính toán phải được phân bố đều theo chiều rộng đáy.

k - hệ số phụ thuộc vào chiều cao sóng tính toán (h) khi tàu chuyển động trên cánh lấy bằng:

0,035 - khi h = 1,5 m;

0,030 - khi h = 1,3 m;

0,020 - khi h = 0,8 m;

0,015 - khi h = 0,4 m.

Với giá trị chiều cao sóng trung gian, trị số k được xác định theo phép nội suy bậc nhất.

Δ_1, v_w và m xem 6.2.3.

6.3.2 Độ bền đà ngang và tôn đáy phải được kiểm tra dưới tác động của tải trọng phân bố đều do áp suất có trị số 0,5p, với p - áp suất lên đà ngang đang xét hay lên đà ngang nằm giữa chiều dài tấm (khi tính toán đồ bền tấm) theo 6.3.1.

6.3.3 Tải trọng tính toán lên tôn vỏ và sườn mạn được phân bố theo chiều cao mạn theo dạng hình thang, do áp suất 3 kPa ở cạnh dưới lỗ khoét cửa sổ đến 0,5p ở hông tàu, với p - áp suất đối với tôn vỏ, dầm dọc được xác định theo 6.3.1 và đối với sườn, tôn mạn được xác định theo 6.3.2.

6.3.4 Tải trọng tính toán, kPa, do áp suất lấy bằng:

5,0 - đối với boong và mặt sàn phục vụ để vận chuyển hành khách và thuyền viên và boong của thượng tầng nơi hành khách thường xuyên lui tới;

3,5 - đối với boong trong khu vực bố trí ghế cho hành khách;

3,0 - đối với boong thượng tầng;

Các tải trọng này được chuyền đến phần boong bị giới hạn bởi các đường thẳng mà góc giữa tiếp tuyến với tôn vỏ và mặt phẳng cơ bản nhỏ hơn 30°.

6.3.5 Độ bền của xà ngang và xà ngang boong cụt của thượng tầng phải được kiểm tra dưới tác động của mô men uốn, kN.m, được tính theo công thức:

$$M_b = 9{,}81 \cdot 10^2 k_b d B^2$$

trong đó:

k_b - hệ số xác định theo đồ thị Hình 2A/6.3.5;

B - chiều rộng của boong tàu, m;

d - khi xác định mô men uốn đối với xà ngang boong thì d, m, nhận các giá trị sau:

Khi chỉ có xà ngang boong:

$d = 0{,}500(d_1 + d_2)$

Khi bố trí xà ngang boong xen kẽ xà ngang boong cụt:

$d = 0{,}375(d_1 + d_2)$

trong đó: d_1, d_2 - là khoảng cách từ xà ngang đang xét tới xà ngang gần nhất hay tới vách ngang, m;

d - khi xác định mô men uốn đối với xà ngang boong cụt thì d nhận giá trị sau:

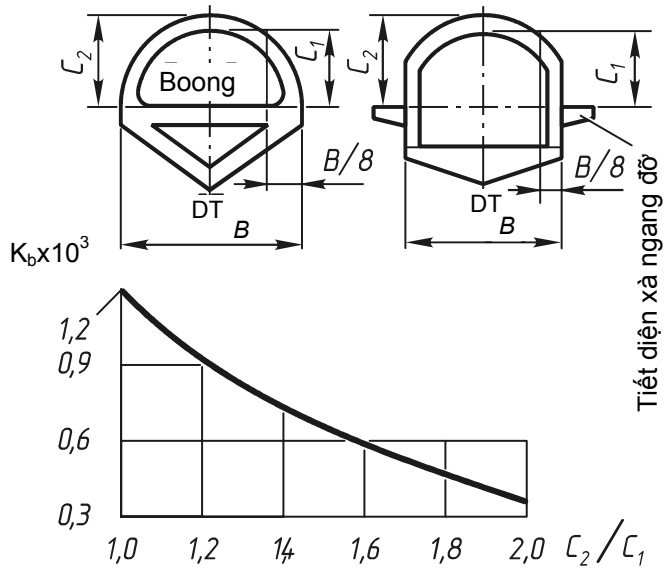
$$d = 0{,}500(d'_1 + d'_2)$$

trong đó: d'_1, d'_2 - là khoảng cách từ xà ngang boong cụt đang xét tới xà ngang gần nhất hay tới vách ngang, m;

Việc xác định kích thước của xà ngang và xà ngang boong cụt theo tải trọng phân bố đều có giá trị bằng 0,15d, kN/m;

Mô men quán tính, cm^4, của tiết diện xà ngang và xà ngang boong cụt có mép kèm phải không nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$$J = 0{,}55dB^3$$



Hình 2A/6.3.5. Hệ số k_b

6.3.6 Áp suất tính toán áp dụng với vách trước và cửa sổ thượng tầng nhận các trị số sau:

Vùng hoạt động	**Áp suất tính toán** (kPa)
SI	20
SII	10

Đối với mạn và cửa sổ thượng tầng áp suất tính toán lấy bằng 3 kPa.

6.3.7 Tải trọng tính toán lên vách ngang kín nước được phân bố theo quy luật hình tam giác có cột áp suất cột nước lớn nhất tại đáy tàu với chiều cao từ đáy tàu đến boong vách, trường hợp không có boong vách thì bằng 2 lần chiều chìm trung bình của tàu trong trạng thái tàu có lượng chiếm nước.

6.3.8 Tải trọng tính toán lên kết cấu giới hạn các két phân bố theo chiều cao với quy luật hình thang có áp suất cột nước lớn nhất tại đáy két với chiều cao từ đáy két đến mép trên của ống thông hơi.

6.3.9 Khi tính toán sức bền của tấm chịu tải trọng trong Chương này coi tấm có độ cứng tuyệt đối và được cố định trên đế tựa không biến dạng.

Dầm dọc khi tính toán độ bền cục bộ được coi như ngàm cứng**.**

6.3.10 Các thành phần diện tích tiết diện ngang của cơ cấu được xác định có mép kèm hoặc sàn;

1 Với cơ cấu gia cường tôn vỏ, chiều rộng mép kèm c, cm, được tính như sau:

$c = 0,5a$ khi $a/t \leq 80$

$c = 40t$ khi $a/t > 80$

trong đó:

a - khoảng cách các cơ cấu cùng loại;

t - chiều dày của tấm vỏ hoặc sàn;

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

2 Với cơ cấu đặt trực tiếp trên dầm dọc (cơ cấu treo) chiều rộng mép kèm được lấy bằng 0.

6.3.11 Khi tính toán độ ổn định của cơ cấu để xác định diện tích tiết diện của chúng, chiều rộng mép kèm được lấy bằng khoảng cách trung bình giữa các cơ cấu cùng loại, khi xác định mô đun chống uốn tiết diện ngang của cơ cấu, chiều rộng mép kèm được quy định như 6.3.10.

6.3.12 Tính toán sức bền cục bộ của thân tàu khi trên đà và khi được nâng lên bằng cần cẩu phải thực hiện ở trạng thái tàu không. Khi đó độ ổn định kết cấu phải được tăng lên với hệ số an toàn 1,5 lần ứng suất tính toán.

6.3.13 Tính toán độ bền cục bộ và độ ổn định kết cấu thân tàu tại vị trí cơ cấu cánh được xác định với tải trọng được nêu trong 6.4.1.

6.3.14 Kích thước của tấm tôn ở giữa các cửa sổ phải thỏa mãn một trong các tỷ lệ sau:

$h_0 / b_0 > 5$

$h_0 / b_0 < 2,5$

trong đó:

h_0 - chiều cao của tấm tôn giữa các cửa sổ (chiều cao cửa sổ), m;

b_0 - chiều rộng của tấm tôn giữa các cửa sổ (khoảng cách giữa các cửa sổ), m;

Bán kính góc lượn ở góc cửa sổ, m, không nhỏ hơn trị số tính theo công thức:

$r = 0,15h_0$

6.4 Tính toán độ bền cơ cấu cánh

6.4.1 Cơ cấu cánh phải được tính tương tự như thanh có tiết diện thay đổi theo chiều dài và được cố định chắc chắn với thân tàu.

Độ bền cơ cấu cánh phải được kiểm tra dưới tác động tải trọng do lực thẳng đứng có trị số xác định như sau:

Đối với cánh mũi:

$$P_f = kF_{tf}$$

Đối với cánh lái:

$$P_a = 0,75kF_{ta}$$

trong đó:

k - hệ số ứng với chiều cao tính toán sóng h (khi tàu hoạt động trên cánh) lấy bằng:

2,2 khi h = 1,5 m;

2,0 khi h = 1,3 m;

1,8 khi h ≤ 0,8 m;

Với chiều cao sóng trung gian trị số k được xác định theo phép nội suy bậc nhất;

F_{tf}, F_{ta} - lực nâng ở cánh phía mũi và lái được xác định tương ứng tại 6.2.4;

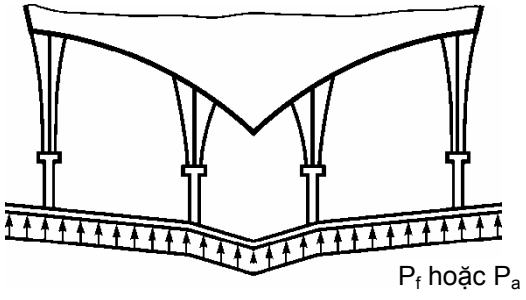
Độ bền cơ cấu cánh phải được kiểm tra khi chịu tác động đồng thời của lực nâng F_{tf}, F_{ta} và tải trọng ngang do lực tập trung ngang, kN, có điểm đặt ở vị trí nối giữa thanh chống và cánh có trị số được xác định theo công thức:

$$P_c = 20,59.10^{-3}\Delta v^2/l_0$$

trong đó: l_0 - khoảng cách giữa các điểm đặt lực nâng ở cánh phía mũi và lái, m;

Lực tổng hợp P_c được phân bố giữa các cánh tỷ lệ thuận với hình chiếu vùng diện tích ngập nước của chúng trên mặt phẳng dọc tâm.

Các lực F_{tf}, F_{ta}, P_f và P_a phân bố đều theo dây cung của cánh và có hướng vuông góc với mặt phẳng phía dưới của chúng, (Hình 2A/6.3.1).



Hình 2A/6.3.1. Phân bố lực trên cánh

6.4.2 Ứng suất Ơ-le của tấm tôn vỏ của cánh rỗng phải không nhỏ hơn ứng suất khi tính cơ cấu của cánh chịu tải trọng P_f và P_a.

6.4.3 Độ bền cánh phía mũi và cột đỡ cánh phía sau phải được kiểm tra khi chịu tải trọng do các lực thẳng đứng Q, kN, được xác định theo công thức:

$$Q = 0,49kc_y v_1^2 S_1$$

trong đó:

v_1 - vận tốc tàu khi nâng lên khỏi mặt nước trên cánh bổ sung ở nước tĩnh, m/s;

c_y - hệ số lực nâng khi góc tới α_1 tương ứng khi cánh mũi bổ sung nâng lên khỏi mặt nước được xác định theo công thức:

$$\alpha_1 = \alpha_{in} + \psi - \alpha_0$$

trong đó:

α_{in} - góc xác lập của cánh bổ sung và cột đỡ cánh phía sau;

ψ - góc chúi tương ứng khi nâng cánh mũi bổ sung ở nước tĩnh;

α_0 - góc nghiêng profin của cánh bổ sung hay cột đỡ cánh;

k - hệ số xem 6.4.1;

S_1 - diện tích của cánh bổ sung phía mũi hay cột đỡ cánh, m^2;

Trong trường hợp không có dữ liệu thực tế cho phép nhận các trị số sau:

$$kc_y = 1$$

$$v_1 = 0,7v$$

6.5 Tiêu chuẩn ứng suất cho phép và chiều dày tối thiểu

6.5.1 Ứng suất pháp cho phép σ_{ac} khi tính độ bền chung và độ bền cục bộ nhận các trị số nhỏ nhất trong các giá trị nêu ra ở Bảng 2A/6.5.1 (là một phần của giới hạn chảy R_{eH} và giới hạn bền R_m của vật liệu).

6.5.2 Ứng suất tiếp cho phép τ_{ac} lấy bằng 0,57 ứng suất pháp cho phép tương ứng:

$$\tau_{ac} = 0,57\sigma_{ac}$$

Bảng 2A/6.5.1. Ứng suất pháp cho phép

Kết cấu thân tàu	Ứng suất tính toán	Ứng suất cho phép
Kết cấu thân tàu và thượng tầng	Ứng suất do uốn chung	$0,35R_{eH}$ hoặc $0,25R_m$
	Ứng suất do tải trọng cục bộ và tải trọng khi trên đà:	
	Trong cơ cấu	$0,80R_{eH}$ hoặc $0,55R_m$
	Trong tôn vỏ	$0,95R_{eH}$ hoặc $0,70R_m$
Cánh và cột đỡ cánh	Ứng suất do tải trọng tính toán	$0,95R_{eH}$ hoặc $0,55R_m$
Sống của cơ cấu cánh	Ứng suất do tải trọng tính toán	$0,80R_{eH}$ hoặc $0,45R_m$
Chi tiết của bộ phận nâng và gia cường bên dưới	Ứng suất cục bộ khi nâng bằng cần cẩu	$0,20R_m$

6.5.3 Trị số ứng suất pháp giới hạn của phần tử kết cấu (cột, thanh chống...) phải không nhỏ hơn 2 lần trị số ứng suất pháp do tải trọng tính toán.

6.5.4 Chiều dày tôn vỏ, tôn boong và tôn vách không phụ thuộc vào vật liệu không được nhỏ hơn trị số nêu ra trong Bảng 2A/6.5.4.

Bảng 2A/6.5.4. Chiều dày tối thiểu của kết cấu thân tàu

Tên kết cấu	Chiều dày tối thiểu, mm, của kết cấu thân tàu ứng với vùng hoạt động	
	SI	SII
Tôn đáy	3,0	2,5
Tôn mạn	2,5	2,0
Tôn boong, sàn và vách	2,0	2,0
Tôn mạn và vách mút thượng tầng	1,5	1,0

6.6 Tính toán và tiêu chuẩn dao động

6.6.1 Kiểm tra độ dao động cục bộ mang tính chất bắt buộc đối với từng kết cấu tàu ở vùng lái, vùng buồng máy và cả đối với vùng bố trí cơ cấu cánh phía lái và gối trục chân vịt.

6.6.2 Để tránh hiện tượng cộng hưởng tần số dao động tự do của từng kết cấu riêng được tính theo 10.3.1 đến 10.3.15, phải vượt quá tần số của lực kích thích ở các chế độ khai thác chủ yếu (ở trạng thái không có lượng chiếm nước và có lượng chiếm nước) như sau:

1 Tần số dao động tự do của cơ cấu cánh phía lái (đối với cánh, tần số của lực kích thích có thể vượt quá tần số dao động tự do) và giá đỡ trục chân vịt phải vượt quá tần số quay trục chân vịt tối thiểu là 30%.

2 Tần số dao động tự do của tấm cánh rỗng phải vượt quá tần số quay chân vịt và tần số quay chân vịt nhân với số cánh chân vịt (chỉ thực hiện khi số cánh chân vịt ít hơn 5) tối thiểu là 50%.

3 Ở vùng lái, tần số dao động tự do của tấm và cơ cấu đáy tàu phải vượt quá tần số vòng quay trục chân vịt và tần số quay trục chân vịt nhân với số cánh chân vịt tối thiểu tương ứng là 50% và 30%.

4 Ở khu vực buồng máy, tần số dao động tự do của tấm và cơ cấu thân tàu phải vượt quá tần số quay của trục khuỷu và hai lần tần số quay trục khuỷu của máy chính và máy phụ tối thiểu tương ứng là 50% và 30%.

6.6.3 Việc giảm sự khác nhau giữa các tần số so với các quy định ở 6.6.2 có thể được phép với điều kiện được chứng minh bằng các dữ liệu đưa ra từ thử nghiệm mà biên độ và ứng suất khi dao động không vượt quá trị số cho phép (xem 6.6.4 và 6.6.5).

6.6.4 Biên độ dao động cho phép, mm, ở tâm của tấm tôn vỏ và thượng tầng không được vượt quá trị số xác định theo công thức:

$$A_{ac} = kt(a/100t)^2$$

trong đó:

k - hệ số bằng:

2,9 - với tấm được hàn xung quanh bằng mối hàn liên tục hai phía hoặc được tán đinh với cơ cấu;

1,45 - với tấm được hàn xung quanh bằng mối hàn liên tục một phía hay mối hàn gián đoạn hai phía;

a - cạnh ngắn của tấm, cm;

t - chiều dày tấm, cm.

6.6.5 Sự dao động của cơ cấu nằm trong giới hạn nếu ứng suất lớn nhất đo được hay tính toán theo biên độ đo được không vượt quá 20 MPa.

6.6.6 Ở các vị trí lắp đặt bệ máy, vị trí cố định cơ cấu cánh với thân tàu và trong vùng tác động của áp suất xung động do chân vịt, tấm được hàn theo khung phải thực hiện bằng mối hàn liên tục hai phía.

Chương 7
KẾT CẤU TÀU ĐỆM KHÍ

7.1 Quy định chung

7.1.1 Quy định trong Chương này được áp dụng cho tàu khách, tàu hoa tiêu và tàu hàng đệm khí (viết tắt - СВП) với dạng tàu đệm khí sử dụng hiệu ứng mặt thoáng (viết tắt - SES) và dạng tàu trên gối khí (viết tắt - ACV) có khả năng di chuyển ở chế độ trên đệm khí và chế độ bơi trong các vùng SI, SII và thỏa mãn các điều kiện sau:

$EJ/(\Delta_{cg}L) > 13$

$v/\sqrt{gL} < 2$

trong đó:

E - mô đun đàn hồi vật liệu, kPa;

J - mô men quán tính tiết diện ngang với giả thiết thượng tầng tham gia toàn bộ vào uốn chung thân tàu, m^4 (với những tàu không có thượng tầng thì J là mô men quán tính tiết diện ngang phần thân tàu)

g - gia tốc rơi tự do, m/s^2;

Các ký hiệu còn lại xem trong 6.2.3;

Quy định của Chương này áp dụng với tàu SES có tỷ số kích thước chính thỏa mãn các điều kiện sau:

$L/D < 20$;

$L/B = 3 \div 6$;

$D/h_{sk} = 2 \div 3$;

7.1.2 Vật liệu chế tạo tàu CBП bằng hợp kim nhôm phải thỏa mãn các quy định ở Phần 6A của Quy chuẩn này.

7.1.3 Phải xem xét các trường hợp thân tàu chịu tải trọng bất lợi nhất có thể xảy ra của 2 loại tàu SES và ACV. Khối lượng tính toán cụ thể (có tính sức bền ngang chung) do người thiết kế thực hiện và phụ thuộc vào đặc điểm kết cấu thân tàu.

Khối lượng tính toán phải đầy đủ để đánh giá được sức bền chung và sức bền cục bộ thân tàu.

7.1.4 Cho phép sử dụng các phương pháp tính sức bền khác khi có cơ sở vững chắc nhưng phải thực hiện theo các quy định của Chương này và được trình đồng thời cùng với các tính toán phân cấp tàu.

7.1.5 Chiều cao sóng tính toán ở vùng hoạt động SI và SII lấy tương ứng trong Bảng 2A/1.2.

Vận tốc thiết kế ở chế độ trên đệm khí và bơi phải được định rõ trong hồ sơ thiết kế kỹ thuật của tàu.

7.1.6 Chiếc tàu đầu tiên phải được thử nghiệm trong các điều kiện được quy định trong quy trình thử được Đăng kiểm thẩm định nhằm kiểm tra sức bền thân tàu. Kết quả thử phải được Đăng kiểm thẩm định.

7.1.7 Thông số sóng cho phép có xét đến sức bền và vận tốc tương ứng của tàu ở chế độ trên đệm khí và bơi được hiệu chỉnh trên cơ sở thử nghiệm chiếc tàu đầu tiên trong sê ri tàu.

7.2 Giải thích từ ngữ

7.2.1 Thượng tầng trong Chương này là một phần của tàu nằm phía trên mép dưới của lỗ khoét cửa sổ, khi không có lỗ khoét cửa sổ là phần nằm trên boong chính của tàu.

7.2.2 Quá tải được hiểu là tỷ số giữa tổng gia tốc thẳng đứng ở vị trí đang xét trên thân tàu so với gia tốc rơi tự do.

7.2.3 Giải thích từ ngữ:

L - chiều dài thiết kế trong trạng thái tàu nổi, m;

B - chiều rộng thiết kế, m;

D - chiều cao mạn ở mặt cắt ngang giữa tàu, được tính từ mép dưới của skeg (nếu tàu không có skeg thì tính từ đáy tàu) đến mép dưới của thượng tầng được xác định theo 7.2.1, với tàu không có thượng tầng thì tính đến boong chính, m;

d - chiều chìm trong trạng thái tàu nổi, tính từ mép dưới của skeg (đối với tàu không có skeg thì tính từ đáy tàu) đến đường nước thiết kế, m;

Δ_{cg} - lượng chiếm nước khối lượng của tàu đầy tải, tấn;

Δ_{sk} - tổng lượng chiếm nước khối lượng của các skeg tương ứng với lượng chiếm nước khối lượng tính toán của tàu Δ, tấn;

b_{sk} - chiều rộng của skeg, được đo ở đáy tàu khi $\Delta_{sk} < \Delta$ và đo tại đường nước thiết kế khi $\Delta_{sk} > \Delta$, m;

h_{sk} - chiều cao của skeg, m;

l_0 - khoảng cách từ trọng tâm tàu tới đường vuông góc lái, m;

v - vận tốc tính toán của tàu ở chế độ trên đệm khí trên nước tĩnh, m/s;

L_{pc} - chiều dài gối khí, m;

F_{pc} - diện tích của gối khí, m^2;

p_{pc} - áp suất bình thường trong gối khí, MPa.

7.3 Tải trọng tính toán khi uốn chung và xoắn thân tàu

7.3.1 Tải trọng tính toán do uốn chung và xoắn thân tàu được xác định trong các điều kiện sau:

1 Chuyển động ở chế độ trên đệm khí trên sóng tính toán.

2 Chuyển động ở chế độ bơi trên sóng tính toán.

3 Ở trên bờ (tựa trên các đế kê).

4 Nâng bởi cần cẩu.

7.3.2 Với các điều kiện chỉ ra trong 7.3.1 phải xét đến các trường hợp tải trọng bất lợi nhất phụ thuộc vào kết cấu và đặc tính khi vận hành của tàu đệm khí.

7.3.3 Tải trọng tính toán do uốn chung và xoắn thân tàu được xác định theo sự quá tải lớn nhất đo ở trọng tâm tàu G (xem Hình 2A/7.3.5). Trị số quá tải khi tàu chuyển động trên sóng phải được xác định bằng kết quả thử mô hình tàu thiết kế hay theo tàu mẫu (riêng biệt với mỗi chế độ vận hành và mỗi dạng biến dạng chung của thân tàu). Trị số quá tải ở các điểm khác được xác định theo công thức:

$$n = \left\{1 + \mu_1[(x_1 - x_g)(x - x_g)/\rho_1^2 + y_1 y/\rho_2^2] + \mu_2[(x_2 - x_g)(x - x_g)/\rho_1^2 + y_2 y/\rho_2^2]\right\} n_g$$

trong đó:

μ_1, μ_2 - hệ số xác định theo Bảng 2A/7.3.6;

x_1, x_2, y_1, y_2 - tọa độ ngoại lực tương ứng theo Hình 2A/7.3.5;

x_g - hoành độ trọng tâm tàu;

x, y - tọa độ các điểm mà tại đó tính toán quá tải;

ρ_1 - bán kính quán tính của khối lượng tàu lấy tương đối với trục ngang đi qua trọng tâm, m;

ρ_2 - bán kính quán tính của khối lượng tàu lấy tương đối với trục dọc đi qua trọng tâm, m;

n_g - hệ số quá tải ở trọng tâm tàu;

Nếu không có dữ liệu cần thiết để tính toán sức bền dọc, trong các bước thiết kế ban đầu, quá tải ở trọng tâm tàu khi chuyển động ở chế độ trên đệm khí có thể được xác định theo công thức:

$$n_g = 1 + (0{,}085\sqrt{h} + 0{,}04)v/\sqrt[3]{\Delta}$$

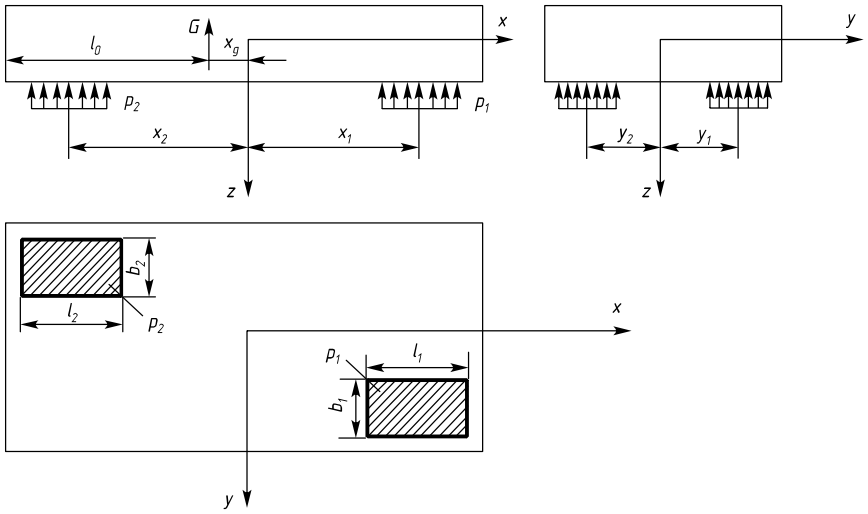
7.3.4 Trị số quá tải được tính chính xác hơn khi thử tàu đầu tiên tương ứng theo 7.3.5 với sự hiệu chỉnh tính toán sức bền tiếp theo trên cơ sở quá tải thực tế.

7.3.5 Sơ đồ phân bố và tỷ số tính toán của ngoại lực khi tàu chuyển động trên sóng ở chế độ trên đệm khí và ở chế độ bơi tương ứng với Hình 2A/7.3.5 và Bảng 2A/7.3.6.

Trị số ngoại lực, kN, được xác định theo công thức:

$P_1 = 9{,}81\mu_1\Delta n_g$

$P_2 = 9{,}81\mu_2\Delta n_g$



Hình 2A/7.3.5. Sơ đồ phân bố ngoại lực

7.3.6 Tải trọng tính toán khi tàu trên đế kê và nâng tàu bằng cần cẩu được xác định trên cơ sở sơ đồ bố trí đế kê và tai cẩu. Khi đó phải tính đến vận tốc thẳng đứng khi đặt tàu lên đế kê và tính đến động lực phân bố tải trọng khi nâng bằng cẩu. Hệ số quá tải (n_g) được lấy bằng 1,25.

Sơ đồ bố trí đế kê và tai cẩu phải được bố trí sao cho mô men uốn ở các mặt cắt ngang của tàu đệm khí không được lớn hơn trị số tương ứng với các trường hợp tải trọng thực tế.

Bảng 2A/7.3.6. Các thông số của vùng phân bố ngoại lực khi tàu chuyển động trên sóng ở các chế độ khác nhau

Trị số	Tàu hành trình trên sóng ở các chế độ							
	Trên đệm khí				Bơi			
	Uốn dọc		Uốn ngang	Xoắn	Uốn dọc		Uốn ngang	Xoắn
	Võng	Vồng	Võng		Võng	Vồng	Võng	
l_1	0,2L	0,4L	$2l_0$	0,2L	0,2L	0,4L	$2l_0$	0,2L
l_2	$2l_0$	$2l_0$	$2l_0$	$2l_0$	0,2L	0	$2l_0$	0,2L
b_1	B	B	ε_1	ε_1	B	B	ε_1	ε_1

Trị số	Tàu hành trình trên sóng ở các chế độ							
	Trên đệm khí				Bơi			
	Uốn dọc		Uốn ngang	Xoắn	Uốn dọc		Uốn ngang	Xoắn
	Võng	Vồng	Võng		Võng	Vồng	Võng	
b_2	B	B	B	B	B	0	ε_1	ε_1
x_1	0,4L	x_g	x_g	0,4L	0,4L	x_g	x_g	0,4L
x_2	x_g	x_g	x_g	x_g	- 0,4L	0	x_g	- 0,4L
y_1	0	0	ε_2	ε_2	0	0	ε_2	ε_2
y_2	0	0	0	0	0	0	$-\varepsilon_2$	ε_2
μ_1	$(n_g-1)/n_g$	$(n_g-1)/n_g$	$(n_g-1)/n_g$	$(n_g-1)/n_g$	2/3	1	1/2	2/3
μ_2	$1/n_g$	$1/n_g$	$1/n_g$	$1/n_g$	1/3	0	1/2	1/3
Chú ý: Đối với tàu đệm khí dạng ACV thì ε_1 = 0,2B và ε_2 = 0,4B; đối với tàu đệm khí dạng SES thì $\varepsilon_1 = l_{sk}$ và $\varepsilon_2 = 0,5(B - b_{sk})$.								

7.3.7 Tổng mô men uốn M và lực cắt N khi uốn dọc tàu được tính bằng cách tích phân đường cong tải trọng tính toán, là hiệu số giữa trọng lực g(x) nhân với hệ số quá tải n_g ở trọng tâm khoảng sườn ngang đang xét với lực nâng được tính tương ứng theo 7.3.3 đến 7.3.5.

7.3.8 Ở các bước đầu khi thiết kế, tổng mô men uốn, kN.m, ở mặt cắt ngang giữa tàu được xác định theo công thức:

1 Tàu dạng ACV và SES chuyển động ở chế độ trên đệm khí:

$$M_0 = 9,81[k_{sw} \pm 0,5(0,15 \pm k_{sw})(n_g - 1)]\Delta L$$

2 Tàu dạng ACV chuyển động ở chế độ bơi:

$$M_0 = \pm 4,9(0,15 \pm k_{sw})\Delta L n_g$$

3 Tàu dạng SES chuyển động ở chế độ bơi:

$$M_0 = 9,81[k_{sw} \pm 0,5(0,15 \pm k_{sw})(n_g + \Delta_{sk}/\Delta)]\Delta L \pm 50 b_{sk}(L/10)^2 h$$

trong đó:

$k_{sw} = M_{sw}/(9,81DL)$ - hệ số của mô men uốn dọc trên nước tĩnh (có xét dấu);

M_{sw} - mô men uốn dọc có trị số được xác định tương ứng theo 2.2.1-1;

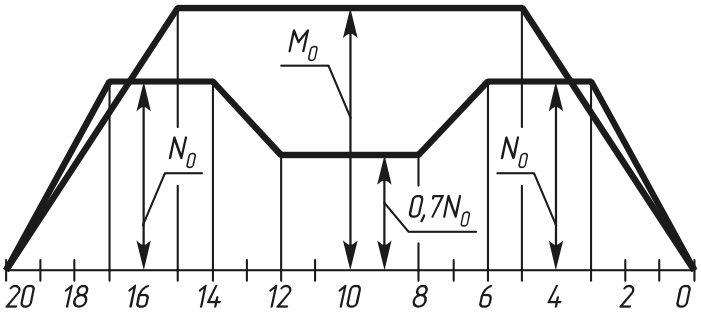
n_g - được xác định theo 7.3.3; (n_g - trong các công thức 7.3.8-2 và 7.3.8-3 được xác định theo tàu mẫu hay thử nghiệm mô hình);

Dấu (+) trong các công thức trên ứng với uốn vồng lên;

Lực cắt lớn nhất được xác định theo công thức:

$$N_0 = 4M_0/L$$

Trị số tính toán của tổng mô men uốn và lực cắt tại các tiết diện của tàu trong trường hợp này được xác định theo Hình 2A/7.3.8.



Hình. 2A/7.3.8

7.3.9 Mô men M′ và lực cắt N′ khi uốn ngang được tính bằng tích phân đường cong tải trọng tính toán, là hiệu số trọng lực g(y) nhân với hệ số quá tải ở trọng tâm khoảng sườn dọc đang xét, và lực nâng được xác định tương ứng theo 7.3.3 đến 7.3.6.

7.3.10 Tổng mô men uốn, kN.m, tại mặt phẳng dọc tâm tàu khi uốn ngang, ở các bước đầu thiết kế được xác định theo các công thức:

1 Tàu dạng ACV và SES chuyển động ở chế độ trên đệm khí:

$$M'_0 = 9,81[k'_{sw} - 0,5(0,15 - k'_{sw})(n'_g - 1)]\Delta B$$

2 Tàu dạng ACV chuyển động ở chế độ bơi:

$$M'_0 = - 4,9(0,15 - k'_{sw})\Delta B\, n'_g$$

3 Tàu dạng SES chuyển động ở chế độ bơi:

$$M'_0 = - 4,9(0,25 - 0,5b_{sk}/B - k'_{sw})\Delta B n'_g$$

trong đó:

$k'_{sw} = M_{sw}/(9,81\Delta L)$ - hệ số mô men uốn ngang trên nước tĩnh (có xét dấu);

M_{sw} - mô men uốn ngang được xác định theo 2.2.1-1, trong đó thay thế từ “dọc” thành từ “ngang”;

n'_g - hệ số được xác định theo tàu mẫu hay thử nghiệm mô hình.

Lực cắt lớn nhất, kN, được xác định theo công thức:

$$N'_0 = 4M'_0/B$$

7.3.11 Mô men xoắn ngoài M_{tor}, kN.m, được xác định theo tích phân đường cong tính toán cường độ mô men xoắn, được hiểu là tổng đại số cường độ mô men m_1 do lực nâng P_1, cường độ mô men m_2 do lực nâng P_2 và mô men theo đơn vị dài m_3 do lực quán tính khối lượng tàu lấy đối với trục quay dọc như sau:

$$m_1 = 9,81\mu_1\Delta n_g y_1/l_1$$

$$m_2 = 9,81\mu_2\Delta n_g y_2/l_2$$

$$m_3 = - g(x)(\mu_1 y_1 + \mu_2 y_2)$$

Trị số cường độ mô men m_1 và m_2 theo chiều dài tàu nhận giá trị tương ứng theo Hình 2A/7.3.5 và Bảng 2A/7.3.6. Trị số cường độ mô men m_3 lấy theo toàn bộ chiều dài tàu.

7.3.12 Khi thử nghiệm sức bền của chiếc tàu đầu tiên trên sóng theo quy định ở 7.1.6 cần làm chính xác tổng mô men uốn tại mặt cắt giữa tàu khi uốn dọc.

Trong trường hợp này nếu giá trị tìm được lớn hơn trị số tính toán theo 7.3.8, phép tính sức bền kết cấu thân tàu đóng hàng loạt phải được hiệu chỉnh tương ứng với mô men uốn dọc ở mặt cắt ngang giữa tàu nhận được khi thử.

7.4 Tính tải trọng cục bộ

7.4.1 Tải trọng cục bộ lên đáy và skeg của tàu đệm khí được xác định trong các trường hợp sau:

1 Áp suất trong gối khí (khi không có sự tiếp xúc kết cấu của tàu với nước);

2 Va đập kết cấu thân tàu vào nước;

3 Áp suất thủy tĩnh (trong trạng thái nổi);

4 Tàu đặt trên đế kê.

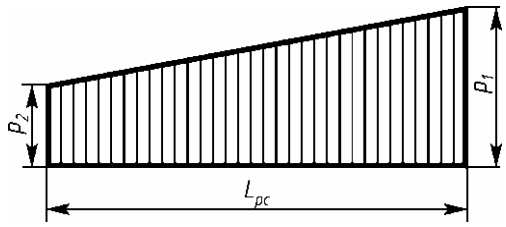
7.4.2 Sự phân bố áp suất đệm khí lên đáy tàu theo chiều dài tàu khi không có sự tiếp xúc với nước tương ứng theo Hình 2A/7.4.2. Áp suất lên đáy tàu theo chiều rộng tàu được coi là phân bố đều;

Tung độ biểu đồ áp suất được tính bằng công thức:

$p_1 = 9,81(2\Delta n_g/F_{pc})$

$p_2 = 9,81\Delta n_g/F_{pc}$

Trị số áp suất tính toán phải không nhỏ hơn trị số áp suất do thiết bị quạt tại lưu lượng không khí bằng không lấy tăng thêm 30%.



Hình 2A/7.4.2. Phân bố áp suất gối khí lên đáy tàu theo chiều dài tàu khi không tiếp xúc với nước

7.4.3 Phân bố áp suất theo chiều dài khi va đập đáy phẳng vào sóng theo Hình 2A/7.4.3. Áp suất theo chiều rộng tàu được coi là phân bố đều;

Trị số áp suất, kPa, tác động lên kết cấu trong quá trình va đập có trị số bằng:

$p_0 = 9,81k\Delta n_g/(0,3LB)$

$p_{10} = 9,81k\Delta n_g/(0,4LB)$

$p_{20} = 9,81k\Delta n_g/(0,4LB)$

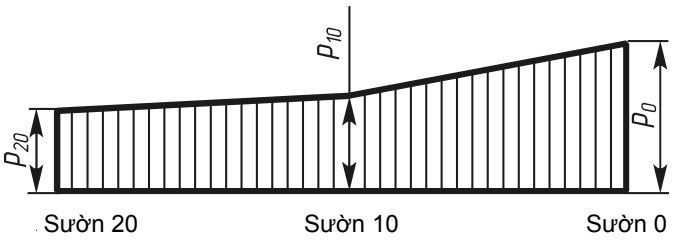
trong đó:

k - hệ số không đồng đều lấy bằng:

k = 1 - khi tính dàn;

k = 3 - khi tính toán dầm dọc và tấm trong khu vực từ sườn 0 đến sườn 10;

k = 1,25 - khi tính dầm dọc và tấm ở sườn 20.



Hình 2A/7.4.3. Phân bố áp suất lên đáy tàu theo chiều dài tại bề mặt đáy phẳng va đập vào sóng

7.4.4 Áp suất thủy tĩnh, kPa, có trị số bằng:

$p = 9,81(d + 0,5h - h_{sk})$ - tác động lên đáy;

$p = 9,81(d + 0,5h - z)$ - lên skeg và mạn;

trong đó:

h - chiều cao sóng tính toán, m;

z - khoảng cách thẳng đứng từ mặt phẳng cơ bản đến điểm đang xét trên bề mặt của skeg và mạn, m.

7.4.5 Tải trọng cục bộ tác động lên đáy và skeg, khi tàu trên đế kê xác định theo 7.3.6.

7.4.6 Áp suất gối khí lên bề mặt bên trong của skeg được coi như phân bố đều theo chiều cao. Áp suất gối khí phân bố theo chiều dài tàu được lấy theo Hình 2A/7.4.2.

7.4.7 Tải trọng tính toán, kPa, lên boong có trị số bằng:

1 5,0 - với boong tập trung hành khách và thủy thủ;

2 3,5 - với boong bố trí ghế ngồi cho hành khách;

3 3,0 - với tôn và xà dọc boong thượng tầng;

4 1,0 - với xà ngang boong thượng tầng.

7.4.8 Tải trọng tính toán áp dụng cho vách trước và cửa sổ của thượng tầng tầng 1 được phân bố đều và có trị số lấy theo bảng sau:

Vùng hoạt động	**Tải trọng tính toán phân bố đều** (kPa)
SI	20
SII	10

Với mạn và cửa sổ thượng tầng tầng 1 tải trọng tính toán phân bố đều được lấy bằng 3,0 kPa.

7.4.9 Tải trọng tính toán lên kết cấu giới hạn các két và khoang kín nước được lấy tương ứng với sơ đồ thử kín nước.

7.4.10 Tải trọng tính toán lên vách kín nước được phân bố theo chiều cao vách theo quy luật hình tam giác với áp suất cột nước lớn nhất ứng với mặt phẳng cơ bản có trị số bằng khoảng cách từ mặt phẳng cơ bản đến boong; khi không có boong thì lấy bằng hai lần chiều chìm của tàu ở trạng thái nổi.

7.4.11 Tải trọng tính toán lên boong hàng là áp suất của hàng (có xét đến sự phân bố không đồng đều) nhân với hệ số quá tải tại điểm đang xét. Khi chở các phương tiện kỹ thuật (có bánh xe hoặc xích) tải trọng tác động lên boong được xác định dựa trên cơ sở sự phân bố tải trọng theo trục, theo số lượng và diện tích vết bánh xe, kích thước bề mặt tựa của xích và có tính đến sự bố trí các phương tiện thực tế trong khoang hàng và sự quá tải của tàu khi chuyển động trên sóng.

7.5 Tính sức bền chung

7.5.1 Sức bền chung thân tàu phải được kiểm tra theo ứng suất pháp và ứng suất tiếp. Phải kiểm tra uốn dọc theo ứng suất tổng hợp và theo mô men uốn giới hạn.

7.5.2 Kiểm tra sức bền chung thân tàu phải được thực hiện đối với các trường hợp tải trọng bất lợi nhất tương ứng với uốn vồng lên và uốn võng xuống lớn nhất của thân tàu. Khi đó phải xét đến các mặt cắt chính liên quan đến độ bền thân tàu: Trong vùng chịu tác động của mô men uốn và lực cắt lớn nhất cũng như mô men xoắn; tại các vị trí có lỗ khoét lớn... Số lượng mặt cắt phải kiểm tra phụ thuộc vào đặc điểm kết cấu của tàu và phải được chứng minh trong các phép tính toán sức bền để Đăng kiểm thẩm định.

7.5.3 Các cơ cấu tham gia vào thành phần thanh tương đương khi tính toán sức bền dọc phải theo quy định tại 2.2.3-2. Diện tích tiết diện dàn ngang của thượng tầng khi tỷ số chiều dài thượng tầng với chiều rộng dàn nhỏ hơn 5 phải đưa vào thành phần thanh tương đương với hệ số giảm ψ tính đến sự phân bố không đồng đều của ứng suất pháp theo chiều rộng, trị số hệ số giảm ψ lấy theo Bảng 2A/7.5.3, trong đó:

B_1 - chiều rộng dàn, m;

l_s - chiều dài tính toán (khoảng cách giữa các vách phía đầu, cuối thượng tầng), m.

Bảng 2A/7.5.3. Hệ số giảm ψ

B_1/l_s	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
ψ	1,00	0,83	0,74	0,66	0,58	0,52

7.5.4 Phải kiểm tra ổn định toàn bộ dàn và các thành phần của dàn (dầm gia cường và tấm tôn) tương ứng theo 7.3.5. Phần cứng của tấm tôn tựa vào dầm dọc ở mỗi bên của dầm có trị số bằng:

0,25 khoảng cách cơ cấu - nếu $b/t \leq 80$,

20t - nếu $b/t > 80$.

7.5.5 Ứng suất tại mặt cắt ngang thân tàu đệm khí với thượng tầng bền được tính tham gia vào uốn chung thân tàu. Nếu thượng tầng liên kết dạng đinh tán, thân tàu liên kết hàn, diện tích tiết diện cơ cấu thượng tầng đưa vào thành phần thanh tương đương phải nhân với hệ số 0,9.

7.5.6 Không xét đến ứng suất pháp tại tiết diện ngang thân tàu do xoắn.

7.5.7 Tổng trị số tính toán của ứng suất pháp và ứng suất tiếp ở tấm giữa hai cửa sổ của thượng tầng bền được xác định theo công thức:

$$\sigma_0 = \sigma_0^{tor} + \sigma_0^{bnd}$$

$$\tau_0 = \tau_0^{tor} + \tau_0^{bnd}$$

trong đó:

σ_0^{tor}, τ_0^{bnd} - ứng suất pháp và ứng suất tiếp ở tấm giữa hai cửa sổ do sự xoắn thân tàu gây ra, MPa;

σ_0^{bnd}, τ_0^{tor} - ứng suất pháp và ứng suất tiếp ở tấm giữa hai cửa sổ do uốn dọc chung thân tàu gây ra, MPa.

7.5.8 Tổng ứng suất tiếp tính toán tại tiết diện ngang thân tàu có trị số tính bằng:

$$\tau = \tau^{tor} + \tau^{bnd}$$

trong đó:

τ^{tor} - ứng suất tiếp trong thân tàu do xoắn, MPa;

τ^{bnd} - ứng suất tiếp thân tàu do uốn dọc chung, MPa.

7.5.9 Để đảm bảo sức bền giới hạn chung, thân tàu phải thỏa mãn các điều kiện:

$$M_{lim} \geq kM_c$$

trong đó:

M_c - mô men uốn khi uốn dọc hay uốn vồng lên, kN.m;

M_{lim} - mô men uốn giới hạn, kN.m;

k = 1,5 - hệ số sức bền an toàn theo mô men giới hạn.

7.5.10 Khi tàu chuyển động ở chế độ bơi, phải kiểm tra sức bền dọc chung theo tổng ứng suất uốn chung và uốn cục bộ tại các cơ cấu đáy và skeg. Tải trọng cục bộ khi đó có trị số xác định theo 7.4.4.

Với tàu chở hàng các tính toán chỉ thực hiện với boong hàng (hay mặt sàn), khi tàu chuyển động ở chế độ trên đệm khí và chế độ bơi. Tải trọng cục bộ ở chế độ trên đệm khí và bơi được xác định theo 7.4.11.

7.5.11 Phạm vi và phương pháp của việc tính sức bền ngang chung được xác định tùy thuộc vào đặc điểm thiết kế tàu.

7.6 Tính sức bền cục bộ

7.6.1 Khi tính sức bền cục bộ sự biến dạng cong của xà ngang boong không quá 10% chiều rộng dàn thì có thể bỏ qua.

7.6.2 Đối với cơ cấu gắn trực tiếp gia cường tấm vỏ, chiều rộng mép kèm, cm, được tính như sau:

1 Với cơ cấu thường và cơ cấu khỏe bố trí vuông góc với cơ cấu thường:

$$d = 0,5b \text{ nếu } b/t \leq 80 \text{ và } d = 40t \text{ nếu } b/t > 80$$

2 Khi tính toán cơ cấu khỏe cùng hướng với cơ cấu thường:

d = 0,5A nếu b/t ≤ 80 và d = 40A/b nếu b/t > 80

trong đó:

b - khoảng cách giữa các cơ cấu thường cùng loại, cm;

A - khoảng cách giữa các cơ cấu khỏe cùng loại, cm;

Các nẹp cùng hướng với cơ cấu khỏe gắn ở mép kèm phải đưa vào mép kèm.

Với cơ cấu đặt trực tiếp lên trên dầm dọc (cơ cấu treo) chiều rộng mép kèm được lấy bằng 0.

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

7.7 Tính độ ổn định

7.7.1 Khi tính toán độ ổn định của cơ cấu để xác định diện tích mặt cắt của chúng thì chiều rộng mép kèm phải có trị số bằng khoảng cách trung bình giữa các cơ cấu cùng loại, khi xác định mô men quán tính tiết diện ngang của cơ cấu chiều rộng mép kèm phải tính theo 7.6.2.

7.7.2 Ứng suất pháp Ơ - le giới hạn của cơ cấu phải thỏa mãn các điều kiện: $\sigma_{cr} \geq 1,5\sigma$.

7.7.3 Ứng suất tiếp Ơ - le trong tôn mạn, vách thượng tầng và vách tham gia vào uốn chung thân tàu phải thỏa mãn điều kiện: $\tau_E \geq 1,5\tau$.

7.7.4 Độ ổn định của cơ cấu khỏe ở dàn bị nén được xác định theo độ cứng yêu cầu của cơ cấu ngang khỏe mà khi đó dàn chịu được ứng suất nén quy định.

7.7.5 Độ ổn định các cơ cấu riêng biệt (cột, thanh chống, giằng…) phải thỏa mãn với hệ số an toàn bằng 2 so với ứng suất thiết kế.

7.8 Ứng suất cho phép

7.8.1 Ứng suất cho phép σ_{ac} và τ_{ac} khi tính sức bền chung, sức bền cục bộ thân tàu lấy theo tỷ số với ứng suất nguy hiểm trong Bảng 2A/7.8.1.

Bảng 2A/7.8.1. Ứng suất cho phép của thân tàu đệm khí

Kết cấu thân tàu	Ứng suất tính toán	Tỷ số giữa ứng suất cho phép với ứng suất nguy hiểm
Cơ cấu thân tàu và thượng tầng tham gia vào uốn dọc chung và uốn ngang chung (loại trừ các cơ cấu giữa các cửa sổ của thượng tầng)	Ứng suất pháp và ứng suất tiếp do uốn dọc hay uốn ngang chung	0,50
	Tổng ứng suất pháp và ứng suất tiếp do uốn dọc chung và xoắn	0,70

Bảng 2A/7.8.1 (tiếp theo)

Kết cấu thân tàu	Ứng suất tính toán	Tỷ số giữa ứng suất cho phép với ứng suất nguy hiểm
Cơ cấu khỏe của thân tàu tham gia vào uốn dọc chung (cơ cấu boong chở hàng và đáy)	Tổng ứng suất pháp và ứng suất tiếp do uốn chung và uốn tấm hay các cơ cấu khỏe riêng biệt: Tại nhịp Tại đế	 0,75 0,90
Cơ cấu thường thân tàu tham gia vào uốn dọc chung và chịu tải trọng cục bộ ở gối (cơ cấu boong chở hàng, đáy và vách ngăn mạn cứng)	Tổng ứng suất pháp và ứng suất tiếp do uốn chung và uốn cục bộ tấm (nếu có 1 vị trí) và uốn cục bộ của dầm: Tại nhịp Tại đế	 0,80 0,90
Tôn vỏ và tôn thượng tầng, các tấm tôn của vách và két	Ứng suất pháp do tải trọng cục bộ gây ra: Tại nhịp Tại đế	 0,85 0,95
Cơ cấu khỏe thân tàu và thượng tầng không tham gia vào uốn chung	Ứng suất pháp và tiếp do tải trọng cục bộ gây ra: Tại nhịp Tại đế	 0,75 0,90
Cơ cấu thường thân tàu và thượng tầng không tham gia vào uốn chung	Ứng suất pháp và ứng suất tiếp do tải trọng cục bộ gây ra: Tại nhịp Tại đế	 0,80 0,90
Cơ cấu khỏe của vách và két	Ứng suất pháp và ứng suất tiếp do tải trọng cục bộ gây ra: Tại nhịp Tại đế	 0,80 0,95
Cơ cấu thường của vách và két	Ứng suất pháp và ứng suất tiếp do tải trọng cục bộ gây ra: Tại nhịp Tại đế	 0,85 0,95
Thanh giằng và cột chống đã được kiểm tra sức bền	Ứng suất pháp và ứng suất tiếp do tải trọng cục bộ gây ra: Thanh giằng không giao nhau Với thanh giằng giao nhau	 0,50 0,75 (nhưng không lớn hơn $0,5R_{p0,2}$)

7.8.2 Ứng suất pháp nguy hiểm, MPa, có trị số bằng:

$\sigma_0 = kR_{p0,2}$ - khi kéo

$\sigma_0 = \sigma_{cr}$ - khi nén

trong đó:

$R_{p0,2}$ - giới hạn chảy của vật liệu, MPa, tương ứng với độ biến dạng dư 2%;

σ_{cr} - ứng suất tới hạn của dầm cứng được tính toán với sự hiệu chỉnh do thay đổi mô đun đàn hồi, MPa;

k - hệ số bằng:

với kết cấu đinh tán:

$k = 0,9$;

với kết cấu hàn:

$k = 0,6$ khi $2 \leq t < 3$ mm;

$k = 0,7$ khi $3 \leq t < 4$ mm;

$k = 0,8$ khi $t \geq 4$ mm;

t - chiều dày các kết cấu được liên kết;

Ứng suất tiếp nguy hiểm τ_0 có trị số bằng 0,57 trị số ứng suất pháp nguy hiểm σ_0, tác dụng lên tiết diện đang xét.

7.9 Kết cấu thân tàu

7.9.1 Chiều dày cơ cấu thân tàu phải không nhỏ hơn trị số nêu ra trong Bảng 2A/7.9.1.

7.9.2 Tôn vỏ ở khu vực lắp đặt bệ máy, ở vị trí giá đỡ trục chân vịt và giá đỡ thiết bị phụt, và các tấm bị mài mòn do cơ khí (chịu ma sát) phải được tăng chiều dày lên ít nhất là 40%.

Bảng 2A/7.9.1. Chiều dày tôn tối thiểu của kết cấu thân tàu

Danh mục kết cấu	**Chiều dày tối thiểu,** mm**, với chiều dài tàu L** (m)					
	L ≤ 20		**20 < L ≤ 40**		**L > 40**	
	Đối với tàu hoạt động trong vùng:					
	SII	**SI**	**SII**	**SI**	**SII**	**SI**
Tôn đáy	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5
Tôn mạn	2,0	2,5	2,0	2,5	2,5	3,0
Tôn boong, tôn vách	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0
Tôn skeg	3,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Tôn thượng tầng	1,0	1,5	1,5	2,0	2,5	3,0
Tôn còn lại	0,8	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5

7.9.3 Khoảng cách giữa các cơ cấu thường (một khoảng cách) không được lớn hơn 300mm khi chiều dày tấm nhỏ hơn 3mm và không lớn hơn 400mm cho các trường hợp khác.

7.9.4 Khoảng cách giữa sườn khỏe không được lớn hơn 1200 mm khi khoảng cách giữa các cơ cấu thường nhỏ hơn 300 mm và không được lớn hơn 1500mm cho các trường hợp khác.

7.9.5 Khoảng cách giữa các sống đáy và khoảng cách giữa sống đáy với mạn hay vách dọc không được lớn hơn 1500 mm đối với tàu đáy đơn và 2000mm đối với tàu đáy đôi.

7.9.6 Tại khu vực mép dưới của skeg phải được gia cường bằng cách tăng chiều dày tôn hoặc các gia cường khác. Chiều dày gia cường phải tăng ít nhất bằng 2 lần chiều dày của tôn skeg. Tàu chỉ khai thác ở nước ngọt cho phép mã gia cường bằng thép.

7.9.7 Cho phép sử dụng các biện pháp tăng độ cứng của mặt boong ở vị trí tập trung hành khách khi lên tàu. Chiều dày tôn boong ở các vị trí đó tối thiểu là 3 mm.

7.9.8 Khi các cửa sổ đặt liên tiếp quanh thượng tầng thì hai đoạn mút (mũi và lái) của vách phải liên tục. Chiều dài mỗi đoạn đó phải lớn hơn chiều cao cửa sổ 20%.

7.10 Tính toán và tiêu chuẩn dao động

7.10.1 Tính toán dao động được thực hiện để kiểm tra hiện tượng cộng hưởng bằng cách xác định các tần số dao động tự do và so sánh chúng với các tần số lực kích thích do hoạt động của máy tàu và thiết bị đẩy.

Phải kiểm tra các dao động sau:

1 Dao động thẳng đứng chung của thân tàu ở các trạng thái tải trọng khi tàu đầy tải và không tải.

2 Dao động cục bộ của sườn, các nẹp và tấm vỏ ngoài, tấm boong và tấm vách.

7.10.2 Dao động cục bộ phải được kiểm tra đối với các vùng sau:

1 Đáy của khu vực lắp bộ phận đẩy.

2 Đáy của khu vực lắp động cơ và quạt gió.

7.10.3 Trong tính toán dao động chung, tần số dao động tự do bậc 1, bậc 2 và bậc cao hơn của thân tàu trong chế độ bơi và chế độ trên đệm khí phải được xác định bằng các phương pháp được sự đồng ý của Đăng kiểm. Các tần số này phải có sự sai khác so với tần số lực kích thích ở các chế độ khai thác chính bao gồm:

1 Tần số quay rô to của chân vịt.

2 Tần số quay rô to của của chân vịt nhân với số cánh của nó.

3 Tần số quay trục khuỷu động cơ.

4 Tần số quay của trục khuỷu động cơ nhân với số lần nổ trong một vòng quay.

5 Tần số quay của quạt nhân với số cánh của nó.

7.10.4 Sự khác nhau của tần số do người thiết kế xác định phải dựa trên cơ sở các tính toán để khẳng định rằng biên độ dao động chung không lớn hơn trị số cho phép (xem 7.10.13).

7.10.5 Tần số dao động tự do của thân tàu bậc 1, bậc 2 và bậc cao hơn được điều chỉnh bằng thử nghiệm trên chiếc tàu đầu tiên trong loạt tàu được đóng.

7.10.6 Để tránh hiện tượng cộng hưởng các tần số dao động tự do bậc 1 của các cơ cấu thân tàu dưới đây phải vượt qua tần số của lực kích thích trong các chế độ khai thác chính của tàu (chế độ trên đệm khí và ở chế độ bơi) là:

1 Tần số dao động tự do bậc 1 của tấm và cơ cấu đáy ở vùng đuôi tàu phải vượt qua tần số quay rô-to của chân vịt tối thiểu tương ứng là 50% và 30%.

2 Tần số dao động tự do bậc 1 của tấm và cơ cấu đáy ở khu vực lắp đặt động cơ phải vượt qua tần số quay trục khuỷu và hai lần tần số quay trục khuỷu của động cơ chính tối thiểu tương ứng là 50% và 30%.

7.10.7 Tần số dao động tự do của tấm và cơ cấu phải khác tần số của lực kích thích có trị số được tính bằng:

1 Tần số quay rô to của của chân vịt nhân với số cánh của nó ở vùng đuôi tàu.

2 Tần số quay của trục khuỷu động cơ nhân với số lần nổ trong một vòng quay trục khuỷu ở khu vực lắp đặt máy chính.

3 Tần số quay của quạt nhân với số cánh của nó ở khu vực lắp đặt quạt.

7.10.8 Sự khác nhau giữa tần số dao động tự do với tần số lực kích thích được người thiết kế xác định (xem 7.10.7) và phải được chứng minh bằng tính toán dao động cưỡng bức để khẳng định rằng biên độ khi dao động không vượt quá trị số cho phép (xem 7.10.14).

7.10.9 Tần số dao động tự do, Hz, của tấm tựa lên các kết cấu khỏe và không được gia cường bằng các nẹp (cơ cấu thường) được tính theo công thức ở 10.3.2 và 10.3.3.

7.10.10 Tần số dao động tự do, Hz, của tấm tựa lên kết cấu khỏe và được gia cường bằng các sườn thường và nẹp trung gian được tính theo công thức ở 10.3.4 đến 10.3.6.

7.10.11 Tần số dao động tự do, Hz, của cơ cấu thường hoặc nẹp trung gian được xác định bỏ qua ảnh hưởng của tấm được xác định theo công thức ở 10.3.5.

7.10.12 Trong loạt tàu được đóng, khi thử chiếc tàu đầu tiên theo 7.1.6 chu kỳ của lực kích thích do chân vịt, động cơ, quạt, lực tương tác với sóng… và phạm vi của chu kỳ đó phải được ghi nhận bằng thực nghiệm theo quy trình được Đăng kiểm thẩm định. Kết quả thử nghiệm phải được thẩm định để phân cấp tàu.

7.10.13 Biên độ dao động cho phép ở khu vực đuôi tàu phải không được vượt quá trị số tính theo công thức ở 10.4.2.

7.10.14 Biên độ dao động cho phép, mm, ở tâm của các tấm vỏ tàu và thượng tầng phải không lớn hơn trị số xác định theo công thức:

$$A_a = k(a/100t)^2 t$$

trong đó:

k - hệ số bằng:

2,90 - đối với tấm tôn được hàn xung quanh bằng mối hàn liên tục hai phía hay được tán đinh với cơ cấu.

1,45 - đối với tấm hàn xung quanh bằng mối hàn liên tục một phía hoặc mối hàn gián đoạn hai phía.

a - cạnh ngắn của tấm tôn, cm;

t - chiều dày tấm tôn, cm.

7.10.15 Độ dao động của cơ cấu được coi là thỏa mãn nếu ứng suất lớn nhất đo được hay tính toán theo biên độ đo không vượt quá 20 MPa.

7.11 Quy định đối với kết cấu và tiêu chuẩn sức bền của váy đệm khí

7.11.6 Các quy định dưới đây áp dụng cho váy đệm khí mềm của tàu đệm khí dạng ACV và SES được chế tạo từ vật liệu vải cao su thích hợp có liên kết bằng keo, vít, hoặc dạng đinh đã được Đăng kiểm thẩm định.

7.11.2 Lựa chọn kích thước, kết cấu, kiểu liên kết và liên kết của váy đệm khí phải được lựa chọn ở các giai đoạn đầu thiết kế tương ứng theo các yêu cầu kỹ thuật và tính đến cả kinh nghiệm thiết kế và vận hành tàu, các thông số về tính chất cơ - lý của vật liệu váy đệm khí được nhà sản xuất đưa ra và nhận được từ phòng thí nghiệm.

7.11.3 Trong trường hợp kết cấu của váy đệm khí có vật liệu và thiết kế tiên tiến hoặc được dự kiến hoạt động ở điều kiện vận hành đặc biệt thì việc sản xuất và thử nghiệm của mẫu thử nghiệm của váy đệm khí phải tuân thủ các quy trình đã được Đăng kiểm thẩm định. Mẫu thử nghiệm của váy đệm khí phải chịu chu trình thử nghiệm ở chiếc tàu đệm khí đầu tiên trong sê ri tàu ở các điều kiện vận hành trong chu kỳ phục vụ được dự kiến của váy đệm khí theo quy trình đã được Đăng kiểm thẩm định.

7.11.4 Trên cơ sở thẩm định của Đăng kiểm, có thể sản xuất và thử nghiệm vận hành của hai hay nhiều mẫu thử nghiệm váy đệm khí theo yêu cầu để lựa chọn ra thiết kế và vật liệu váy đệm khí phù hợp nhất. Khi chọn lựa, vật liệu thỏa mãn là vật liệu chịu được các điều kiện vận hành tốt nhất (ở trong nước một chu kỳ dài, ở trong môi trường có sản phẩm dầu, có bức xạ mặt trời, có sự thay đổi nhiệt độ, hư hỏng do mỏi và do mài mòn khi vận hành ở chế độ đệm khí).

7.11.5 Kết quả xác định tình trạng kỹ thuật của váy đệm khí và báo cáo thử trong quá trình thử nghiệm vận hành phải gửi Đăng kiểm để hiệu chỉnh các yêu cầu thiết kế và chỉ tiêu độ bền của váy đệm khí trên cơ sở xử lý các dữ liệu thống kê.

7.11.7 Kết cấu váy đệm khí phải thỏa mãn các điều kiện sau:

1 Phải đảm bảo hoạt động đáng tin cậy ở các điều kiện vận hành trong giới hạn tuổi thọ dự kiến.

2 Chi tiết cố định váy đệm khí phải được sản xuất từ hợp kim chống ăn mòn hoặc có lớp mạ chống ăn mòn.

3 Phải có tính công nghệ là gia công được, dễ tiếp cận để bảo dưỡng, dễ dàng lắp ráp, tháo dời và đảm bảo khả năng thay thế hay sửa chữa các ngăn hư hỏng và các chi tiết bên ngoài trong điều kiện của nhà máy.

4 Để vận hành an toàn và giảm khả năng gây hư hỏng của váy đệm khí, hình dạng và kết cấu của váy đệm khí trong trạng thái trên đệm khí ở bề mặt bằng phẳng phải bảo đảm chiều cao cần thiết của đệm khí và các thông số kỹ thuật của độ ổn định tàu đệm khí, phải ngăn chặn biến dạng uốn đột ngột và sự rò rỉ không khí trên các chỗ nối của tấm và ở các điểm bắt chặt và phần túi khí.

7.12 Tính toán và tiêu chuẩn sức bền của váy đệm khí

7.12.1 Sức bền chung các thành phần chính của váy đệm khí phải được kiểm tra tương ứng với các phương pháp tính toán sức căng của váy đệm khí dưới tác động của áp suất dư bên trong.

7.12.2 Điều kiện sức bền váy đệm khí được xác định theo công thức:

$$T \le T_{ac}$$

trong đó:

T - sức căng tính toán;

T_{ac} - sức căng cho phép trong thành phần váy đệm khí.

7.12.3 Sức căng cho phép của vật liệu váy đệm khí trong thiết kế tàu đệm khí được xác định theo công thức:

$$T_{ac} = m\overline{R}_{eH}$$

trong đó:

$\overline{R}_{eH}$ - giới hạn sức bền căng vật liệu váy đệm khí, kN/cm;

m - hệ số giảm sức bền vật liệu bởi sai số kỹ thuật khi lắp ráp váy đệm khí, độ mài mòn và sự già hóa tự nhiên của vật liệu trong khi vận hành phải được quy định tương ứng trong Bảng 2A/7.12.3.

Bảng 2A/7.12.3. Hệ số n và m

Các trường hợp tính toán	Hệ số	Kiểu váy đệm khí			
		Hai tầng nguyên khối	Hai tầng bán nguyên khối	Tàu đệm khí với skeg cứng	Thành phần tháo được của tàu đệm khí có váy đệm khí hay skeg cứng bơm hơi
Tàu trên đệm khí trên mặt phẳng ngang không hành trình và không có lắc ngang, lắc dọc (trường hợp cơ bản)	n	1	1	1	1
	m	0,2	0,2	0,2	0,09(1)
Có tiếp xúc với mặt nước khi lắc	n	2,4	2,4	3,5	2,4
	m	0,2	0,2	0,2	0,09(1)
Tiếp xúc với chướng ngại vật	m	0,2	0,2	-	0,09(1)
Ngang	n	2,2	-	-	2,2
Dọc	n	1,5	-	-	1,5
Chú thích: (1) Tính tới sự hao mòn bổ sung của các thành phần kể trên của váy đệm khí khi tiếp xúc với bùn.					

7.12.4 Trong thiết kế váy đệm khí phải bổ sung hệ số (n) tăng tải trọng động tương đối với tải trọng trong các trường hợp tính toán cơ bản được quy định theo Bảng 2A/7.12.3.

7.12.5 Các trường hợp tính toán cơ bản bao gồm:

1 Tàu ở trạng thái trên đệm khí ở nước tĩnh (trường hợp cơ bản).

2 Tương tác với mặt nước có sóng trong chế độ hành trình trên đệm khí ở biên độ bằng chiều cao đệm khí:

$$2z = h_{pc}$$

3 Tiếp xúc với chướng ngại vật có hướng dọc hoặc ngang so với khung viền của váy đệm khí trong chế độ trên đệm khí.

7.11.6 Hệ số n và m sẽ được chính xác hơn với sự tính toán các dữ liệu của quá trình vận hành thử và vận hành lâu dài của tàu đệm khí.

7.13 Tính sức bền Monolit

7.13.1 Monolit là lớp vỏ tầng trên của của váy đệm khí hai tầng quanh chu vi thân tàu được gắn chặt vào thân tàu đệm khí nhờ cố định mép trên và mép dưới cũng như nhờ túi khí trong các ngăn của váy đệm khí của các loại tàu đệm khí tương ứng.

7.13.2 Sức căng ở vỏ ngoài monolit (ở đường ngăn cách với không khí xung quanh), kN/cm, trong chế độ trên đệm khí khi không hành trình (chế độ cơ bản) được xác định theo công thức:

$$T_m = P_m r_{ext} 10^{-4}$$

trong đó:

P_m - áp suất trong monolit (bình chứa), kPa;

r_{ext} - bán kính độ cong của vỏ ngoài monolit, cm;

Chú thích: Theo điều kiện cân bằng lớp vỏ monolit của váy đệm khí, sức căng bên trong của lớp vỏ (ở đường ngăn cách với không khí xung quanh) có trị số bằng sức căng ở vỏ ngoài.

7.13.3 Sức căng lớn nhất ở lớp vỏ phần thân ống monolit, kN/cm, khi tàu chuyển động trên sóng (ở trường hợp tính toán 1 và 2) được xác định theo công thức:

$$T_m^{cil} = nP_m r_{ext} 10^{-4}$$

trong đó: n - hệ số tăng áp suất được xác định với mỗi trường hợp tính toán theo kết quả thử của tàu mẫu, còn khi không có tàu mẫu được xác định tương ứng theo Bảng 2A/7.12.3.

7.13.4 Sức căng lớn nhất phần hình xuyến của vỏ monolit, kN/cm, (phân đoạn mũi và phân đoạn lái) được xác định theo công thức:

$$T_m^{tr} = 1{,}5nP_m r_{ext} 10^{-4}$$

7.14 Tính sức bền polumonolit

7.14.1 Polumonolit là lớp vỏ tầng trên của váy đệm khí bao quanh nửa chu vi thân tàu, được gắn chặt với vỏ tàu nhờ cố định phía mép trên.

7.14.2 Sức căng lớn nhất trong lớp vỏ của tiết diện thân ống polumonolit, kN/cm, được xác định theo công thức:

$$T_{hm}^{cil} = nP_c r_{ext} 10^{-4}$$

trong đó: P_c - áp suất ở trong khoang đệm khí, kPa.

7.14.3 Sức căng lớn nhất ở phần hình xuyến lớp vỏ polumonolit (phân đoạn mũi và phân đoạn lái), kN/cm, được xác định theo công thức:

$$T_{hm}^{tr} = 1{,}5nP_c r_{ext} 10^{-4}$$

7.15 Tính toán sức bền kết cấu tháo được

7.15.1 Sức căng vật liệu của kết cấu tháo được dạng hở, kN/cm, được xác định theo công thức:

$$T_e = nP_c r_e 10^{-4}$$

trong đó: r_e - bán kính độ cong vỏ ngoài của tiết diện ngang của kết cấu, cm.

7.15.2 Sức căng bên trong vật liệu của kết cấu tháo được dạng kín được xác định theo công thức dành cho monolit.

Chương 8
THÂN TÀU BÊ TÔNG CỐT THÉP

8.1 Quy định chung

8.1.1 Phạm vi áp dụng

1 Chương này áp dụng đối với các tàu được chế tạo bằng bê tông cốt thép (cả thân tàu và thượng tầng).

Nếu không có những quy định nào khác thì các phần thiết bị, hệ thống máy tàu, trang bị điện, ổn định, mạn khô của tàu bê tông cốt thép phải thỏa mãn các yêu cầu của các Chương tương ứng của Quy chuẩn này.

2 Nếu tàu có kết cấu, vật liệu và phương pháp công nghệ chế tạo khác với những quy định của Chương này thì trong hồ sơ kỹ thuật của tàu phải có thêm những tài liệu thuyết minh về sự khác biệt đó và trên cơ sở thẩm định của Đăng kiểm, tàu đó có thể được mang cấp thí nghiệm với dấu hiệu bổ sung "T".

3 Chương này không áp dụng cho tàu xi măng lưới thép.

8.2 Vật liệu

8.2.1 Quy định chung

1 Các vật liệu dùng để chế tạo thân tàu bê tông cốt thép phải thỏa mãn các tiêu chuẩn kỹ thuật hiện hành và các yêu cầu của Chương này.

2 Những khoang tàu dùng để chứa các sản phẩm dầu phải được chế tạo bằng bê tông kín dầu hoặc phải dùng những két chứa độc lập. Nếu dùng các két chứa độc lập thì phải bảo đảm sao cho có thể quan sát được khoang tàu và két chứa dầu.

8.2.2 Bê tông

1 Thân tàu phải được chế tạo bằng bê tông nặng có mác không thấp hơn M30 (Xem Bảng 1, TCVN 6025:1995). Nếu thân tàu được chế tạo bằng bê tông nhẹ thì mác không được thấp hơn M25.

Thân cần cẩu nổi và tàu vận tải phải được chế tạo bằng bê tông có mác không thấp hơn M40. Tỷ lệ xi măng trong bê tông nặng và bê tông nhẹ phải ở trong phạm vi (400 ÷ 500) kg/m^3. Với bê tông để chế tạo phần boong khuất và vách tỷ lệ xi măng không được giảm quá 15%.

2 Bê tông đóng tàu phải dễ điền khuôn, không bị phân lớp, không bị nứt khi co ngót.

Những yêu cầu về kín dầu, chống bị mài mòn và chịu tác động của môi trường độc hại của bê tông đóng tàu, phải được ghi chú rõ ràng và được Đăng kiểm chấp thuận.

Bê tông dùng để nối các phân đoạn phải là bê tông hạt nhỏ có thành phần và phương pháp dầm được Đăng kiểm chấp thuận.

3 Độ kín nước của bê tông đóng tàu phải sao cho khi thử mẫu có chiều dày bằng 5 cm dưới áp suất 200 KPa (trong thời gian là 48 giờ mà không xuất hiện giọt rò).

Quy định thử bê tông đóng tàu để xác định sức bền, độ kín nước phải phù hợp với các tiêu chuẩn và hướng dẫn kỹ thuật hiện hành đồng thời phải được Đăng kiểm chấp thuận trên cơ sở các yêu cầu sau đây:

(1) Toàn bộ bê tông cần được kiểm tra phải được phân thành từng nhóm gồm bê tông có cùng loại vật liệu, cùng tỷ lệ và cùng chế độ đông cứng. Các mẫu thử phải được tạo ra từ mỗi nhóm này.

(2) Để kiểm tra sức bền thì lượng bê tông của mỗi nhóm không được lớn hơn:

50 m^3 - đối với bê tông để chế tạo các phân đoạn.

20 m^3 - đối với bê tông để chế tạo ra mối nối và các chi tiết nguyên khối.

(3) Để kiểm tra độ kín nước, trong mỗi nhóm chỉ gồm có bê tông có cùng thành phần và cùng chế độ đông cứng cưỡng bức.

Nếu theo thiết kế kỹ thuật cần phải xét sức bền của bê tông qua từng thời hạn cách nhau 28 ngày đêm thì phải chế những mẫu thử từ mỗi nhóm theo từng thời hạn đó.

8.2.3 Các thành phần của bê tông

1 Xi măng

Để chế tạo bê tông đóng tàu phải dùng xi măng có mác không thấp hơn M50. Để dầm mối nối, để vá lỗ xuyên suốt có thể dùng xi măng thạch cao đất sét có mác không thấp hơn M40. Nếu tàu có thể hoạt động ở vùng nước mặn thì bê tông đóng tàu phải được chế tạo bằng xi măng chống sun phát hóa có mác không thấp hơn M50.

Đặc tính của xi măng phải đảm bảo chế tạo được bê tông đóng tàu có mác theo đúng yêu cầu với lượng xi măng không lớn hơn quy định ở 8.2.2-1.

Không được dùng loại xi măng không có giấy chứng nhận của nhà máy xi măng và pha trộn nhiều loại xi măng. Chỉ được dùng xi măng sau khi đã thử kiểm tra mác, kiểm tra thời gian đông cứng và sự nở thể tích. Thời gian thử cho đến lúc dùng không lâu quá 2 tháng đối với xi măng thường và không quá 1 tháng đối với xi măng đông cứng nhanh. Xi măng phải được bảo quản theo đúng quy định trong những kho tránh ẩm.

2 Chất độn

(1) Chất độn hạt to phải là đá dăm nghiền từ đá núi loại cứng hoặc đá cuội tự nhiên.

Để chế tạo bê tông nhẹ đóng tàu, chất độn hạt to phải là đá sỏi có khối lượng riêng ở trạng thái xốp bằng (600 ÷ 800) kg/m^3 và độ hút nước trong 2 giờ không vượt quá 15%. Kích thước của hạt độn không được hơn 20 mm hoặc 0,25 kích thước nhỏ nhất của chi tiết bê tông và phải nhỏ hơn khoảng cách tối thiểu của các cốt thép song song.

(2) Chất độn hạt nhỏ phải là cát thạch anh, cát tự nhiên cỡ to, cỡ trung bình, mạt đá, mạt sỏi.

(3) Chất độn phải được bảo quản tránh ẩm, tránh bẩn, tránh lẫn loại.

3 Nước pha và nước tưới bê tông đóng tàu phải thỏa mãn các quy định về vật liệu dùng để chế tạo bê tông đóng tàu.

4 Có thể dùng thêm chất phụ để tăng tính công nghệ, chịu lạnh, kín nước, kín dầu của bê tông và để bảo vệ cốt thép. Không được dùng clorua natri, canxi để tăng tốc độ đông cứng của bê tông. Có thể dùng bê tông dẻo để bịt các vết rò rỉ nhỏ ở thân tàu.

8.2.4 Cốt thép

Cốt thép và các chi tiết thép để chế tạo bê tông cốt thép phải là thép cán nóng. Trong một tiết diện thân tàu có thể dùng các loại thép khác nhau có giới hạn chảy khác nhau không lớn hơn 30%.

8.3 Kết cấu thân tàu và thượng tầng

8.3.1 Quy định chung

1 Hệ thống kết cấu

Thân tàu bê tông cốt thép có thể kết cấu theo hệ thống ngang, hệ thống dọc hoặc hệ thống hỗn hợp.

Tàu tĩnh tại kiểu bến nổi, tàu dịch vụ trong cảng có chiều dài đến 35 m, có thể được kết cấu theo hệ thống trơn (không nẹp) có vách ngang đặt gần nhau. Ở phần trong của thân tàu (vách, sàn...) có thể dùng hệ thống hỗn hợp gồm các phần tử có nẹp và các phần tử không nẹp.

2 Thiết kế kết cấu

Thân tàu bê tông có thể là kết cấu lắp ghép, nửa lắp ghép hoặc đúc liền.

Phần lộ của boong phải có độ dốc để nước chảy được ra ngoài mạn. Ở mũi và đuôi tàu tĩnh tại có chiều dài lớn hơn 30 m, đáy tàu phải có độ dốc lên đến độ cao của đường nước tải trọng. Góc tạo bởi mạn và vách biên đuôi hoặc vách biên mũi phải được xén vát.

Vị trí của vách ngang kín nước phải bảo đảm tính chống chìm của tàu theo yêu cầu của Phần 8 của Quy chuẩn này.

Ở những tàu tĩnh tại cấp SII nếu trong trường hợp ngập khoang bất lợi nhất mà chiều cao mạn khô còn không nhỏ hơn 0,7 m thì mối nối vách với boong không cần phải kín nước. Sự cho phép này không được áp dụng cho vách mũi, vách đuôi và vách biên của buồng máy.

Nếu trong khai thác, tàu có thể bị đâm va thì phải đặt thanh đai, thiết bị chống va hoặc tấm chống va. Liên kết của các chi tiết chống va với thân tàu phải được bố trí sao cho lực đâm va được truyền đến các kết cấu cứng của thân tàu.

Các mặt có thể bị mài mòn nhanh (tấm vỏ, tấm boong ở vùng lỗ neo, thành miệng khoang...) phải được bọc bằng kim loại hoặc bằng những vật liệu khác.

Trong thiết kế thân tàu cần phải tránh những nguồn gây tập trung ứng suất, muốn vậy phải thỏa mãn các quy định sau:

(1) Ở các kết cấu cơ bản, số lượng các thanh cốt bị ngắt phải bố trí sao cho trên mỗi tiết diện, diện tích các thanh cốt bị kéo không được thay đổi nhiều hơn 25% đối với tấm và nhiều hơn 30% đối với dầm. Diện tích tiết diện các thanh cốt bị nén không được thay đổi nhiều hơn 40%.

(2) Các kết cấu bị ngắt phải được liên kết với các kết cấu ngang gần nhất hoặc với phần được gia cường của tấm.

(3) Sự thay đổi chiều dày của tấm hoặc sự thay đổi kích thước của kết cấu phải dần dần theo độ dốc không lớn hơn 1:3.

(4) Các góc vuông, nhọn của các chi tiết phải có mặt vát rộng ít nhất là 25 mm.

3 Cốt thép

(1) Số lượng và vị trí của cốt thép được quy định xuất phát từ điều kiện bền và điều kiện hạn chế phát sinh vết nứt. Vị trí của thanh cốt phải bố trí sao cho:

(a) Khoảng thông của 2 cốt song song gần nhau không được nhỏ hơn đường kính của cốt có đường kính lớn hơn và không nhỏ hơn 20 mm.

(b) Khoảng thông từ các phần nhô của đoạn chồng hoặc từ các tấm đệm của mối nối đến các thanh cốt song song gần nhất không được nhỏ hơn 10 mm.

(c) Thanh cốt không được che lấp vượt quá 40% diện tích lỗ khoét dùng làm đường nhồi bê tông xuống các kết cấu ở phía dưới.

(2) Diện tích tiết diện cốt thép bị kéo so với diện tích tiết diện kết cấu bê tông cốt thép không được nhỏ hơn:

(a) 0,5% - với cốt bằng thép nhóm AI (thép thường, R_{eH} = 240 MPa);

(b) 0,4% - với cốt bằng thép nhóm AII (thép sức bền cao có R_{eH} = 300 MPa);

(c) 0,3% - với cốt bằng thép nhóm AIII (thép siêu bền cao, R_{eH} = 400 MPa);

Ở các kết cấu thân tàu, đặc biệt là ở tấm vỏ, yêu cầu nói trên phải được đảm bảo bằng cách sử dụng nhiều thanh cốt có đường kính nhỏ đồng thời bảo đảm khoảng cách tối thiểu cho phép của các thanh cốt. Đường kính của các thanh cốt dọc của dầm không được nhỏ hơn 10 mm. Đường kính của các thanh cốt lưới không được nhỏ hơn 6 mm.

(3) Cốt thép thân tàu phải là kết cấu hàn, gồm các khung hàn phẳng hoặc khung hàn khối. Để chế tạo những phần tử liền hoặc từng phân đoạn có thể dùng cốt buộc với điều kiện là cốt được buộc ngay tại chỗ đổ bê tông.

(4) Kỹ thuật hàn cốt thép phải theo đúng các tiêu chuẩn hiện hành. Mối liên kết các thanh có đường kính nhỏ hơn 10 mm phải là mối hàn chồng, mối hàn có tấm nối hoặc mối hàn có máng nối.

Mối liên kết các thanh giao nhau phải là mối hàn điểm, mối liên kết các thanh có đường kính lớn hơn 10 mm phải là mối hàn đối đầu, mối hàn chồng, mối hàn có tấm nối hoặc mối hàn có máng nối.

(5) Các thanh có đường kính nhỏ hơn 10 mm có thể được liên kết với nhau bằng cách chồng đầu mà không cần hàn. Chiều dài đoạn chồng không được lớn hơn 40 lần đường kính của thanh có đường kính lớn hơn nếu đoạn chồng là ở vùng chịu kéo và không nhỏ hơn 30 lần đường kính của thanh có đường kính lớn hơn nếu đoạn chồng ở vùng chịu nén.

Ở vùng chịu kéo, các mối liên kết không hàn phải được phân bố sao cho tổng diện tích tiết diện các thanh bị kéo tại tiết diện đó của phần tử bê tông cốt thép không được lớn hơn 25% nếu là cốt nhẵn.

(6) Đầu các thanh cốt phải được liên kết chặt chẽ như sau:

Các thanh cốt nhẵn được lưu ý tới trong tính toán sức bền có đường kính bằng và lớn hơn 10 mm. Các thanh néo chịu kéo có chiều dài lớn hơn 20 lần đường kính phải có khóa móc đầu thanh.

Nếu các thanh không tham gia trong tính toán sức bền được đặt chồng lên nhau thì chiều dài đoạn chồng phải được lấy bằng:

(a) 30 lần đường kính của thanh, đối với các cốt bị kéo bằng thép nhóm AI, AII;

(b) 40 lần đường kính của thanh, đối với các cốt bị kéo bằng thép thuộc nhóm AIII;

(c) 30 lần đường kính của thanh, đối với các cốt bị nén không có khóa móc đầu bằng thép thuộc nhóm AI;

(d) 10 lần đường kính ngắn hơn chiều dài đoạn chồng của các thanh bị kéo, đối với các thanh bị nén.

Các thanh cốt dọc chịu lực bị ngắt ở những chỗ dầm giao nhau hoặc nối nhau phải được hàn với thanh néo với thanh gặp gần nhất.

(7) Đoạn uốn cong của cốt phải được uốn theo cung tròn có bán kính không nhỏ hơn 10 lần đường kính của thanh cốt.

Không cho phép gấp thanh cốt bị kéo theo góc nhỏ hơn 165^{o}, nếu cần tạo góc gấp nhỏ hơn 165^{o} thì phải dùng 2 thanh cốt riêng biệt giao nhau đặt dọc theo mép của chi tiết. Có thể gấp thanh cốt bị kéo theo góc nhỏ hơn 165^{o} nhưng phải đặt thêm những cốt đai.

4 Lớp bảo vệ

Tấm vỏ và các tấm có thể bị thấm ướt phải có lớp bê tông bảo vệ dày ít nhất là 10 mm. Các loại tấm khác phải có lớp bê tông bảo vệ dày ít nhất là 5 mm. Các tấm

chịu tác động của nước mặn và các tấm bị mài mòn mạnh mà không có lớp lát thì có lớp bê tông bảo vệ dày ít nhất 15 mm.

Nếu thanh cốt có đường kính lớn hơn 10 mm thì chiều dày của lớp bê tông bảo vệ ít nhất phải bằng đường kính của thanh cốt.

8.3.2 Tấm

1 Chiều dày của tấm

Bảng 2A/8.1. Chiều dày tấm

Các bộ phận thân tàu	**Chiều dày tối thiểu của tấm,** mm**, phụ thuộc mác của bê tông**		
	M25	**M30**	**M40 ÷ M60**
Vách và boong khuất	40	40	35 ÷ 40
Đáy và phần lộ của boong	50	40 ÷ 50	40
Mạn và vách biên đuôi tàu	60	50 ÷ 60	40 ÷ 50
Chú thích: 1. Trị số giới hạn dưới được dùng cho những tàu có chiều dài đến 40 m; 2. Tấm vỏ theo hệ thống kết cấu trơn phải có chiều dày không nhỏ hơn 60 mm.			

(1) Chiều dày của tấm được quy định phụ thuộc vào loại tàu, kích thước của tàu, kết cấu của thân tàu và điều kiện đảm bảo sức bền. Trong mọi trường hợp chiều dày của tấm không được nhỏ hơn trị số ghi ở Bảng 2A/8.1.

(2) Ở vùng hông tàu, ở những chỗ đặt tấm đệm để lắp máy móc, trang thiết bị chiều dày của tấm phải được tăng 25% so với chiều dày bình thường.

(3) Chiều dày của các tấm đáy, tấm boong ở đoạn đầu và đoạn đuôi tàu có thể được giảm nhưng không quá 25% chiều dày của tấm ở đoạn giữa tàu.

2 Cốt thép

(1) Các tấm của thân tàu phải có 2 lưới cốt đơn đặt cách nhau một khoảng bằng chiều dày của lớp bê tông bảo vệ. Mỗi lưới cốt đơn gồm những thanh cốt phân bố đặt vuông góc với những thanh cốt chịu lực.

Ở những tấm không chịu tải trọng động, thay thế cho 2 lưới cốt đơn có thể dùng 1 lưới cốt kép gồm những thanh cốt phân bố đặt ở lớp giữa của tấm và những thanh cốt chịu lực đặt ở 2 lớp vuông góc với những thanh cốt phân bố.

Tấm hông tàu, tấm mép boong và những tấm chịu tải trọng động, tải trọng tập trung, phải được gia cường bằng những thanh cốt và lưới cốt cục bộ.

(2) Diện tích tiết diện các thanh cốt phân bố không được nhỏ hơn 20% diện tích tiết diện các thanh cốt chịu lực và không được nhỏ hơn trị số yêu cầu ở 8.3.1-3(2).

Các thanh cốt phân bố và các thanh cốt chịu lực được liên kết với nhau bằng mối hàn điểm hoặc mối buộc.

(3) Kích thước và vị trí của thanh cốt phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

(a) Ở một hàng của lưới, trên 1 m chiều dài của nhịp tấm phải có ít nhất là 5 và nhiều nhất là 25 thanh cốt.

(b) Khoảng cách các thanh cốt chịu lực không được lớn hơn 2,5 lần chiều dày của tấm; Khoảng cách các thanh cốt phân bổ không được lớn hơn 4 lần chiều dày của tấm. Đường kính của thanh cốt không được nhỏ hơn 6 mm và không được lớn hơn 0,25 lần chiều dày của tấm;

(c) Nếu các thanh cốt có đường kính khác nhau thì đường kính đó không được khác nhau hơn 2 mm.

3 Liên kết các tấm

Tiết diện đế của tấm có thể được gia cường bằng các nách tấm. Nếu nách tấm được tham gia sức bền thì nách tấm phải có những thanh cốt hoặc lưới cốt.

Nếu các tấm giao nhau thì các thanh cốt của chúng phải được hàn với nhau hoặc ít nhất là 60% thanh cốt của tấm này phải được vươn sang tấm bên kia một đoạn dài bằng 15 lần đường kính của thanh cốt nhưng không ngắn hơn 150 mm.

Nếu các tấm giao nhau theo hình chữ T thì các thanh cốt của chúng phải được hàn với nhau hoặc cốt của tấm bị ngắt phải được bẻ cong vươn sang giữa các lưới cốt của tấm bên kia. Chiều dài của đầu bẻ ít nhất bằng 10 đường kính của thanh cốt.

8.3.3 Dầm

1 Dầm nẹp gia cường tấm phải có tiết diện chữ nhật, hình thang, hình chữ T hoặc hình mỏ. Chiều cao của tiết diện dầm nẹp phải lớn hơn 10 lần chiều dày của tấm, còn chiều rộng của tiết diện dầm nẹp không được nhỏ hơn 1,5 lần chiều dày của tấm.

2 Cốt dọc của dầm

(1) Cốt dọc của dầm phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

(a) Đường kính của cốt dọc chịu lực không nhỏ hơn 10 mm;

(b) Đường kính của cốt lắp ráp không nhỏ hơn 6 mm;

(c) Cốt dọc chịu lực phải cố gắng bố trí ở gần mặt ngoài, theo chiều cao tiết diện phải có ít nhất là 3 hàng cốt, theo chiều rộng phải có ít nhất là 2 hàng cốt;

(d) Nếu chiều cao tiết diện lớn hơn 500 mm thì dọc theo mặt bên của dầm phải đặt thêm những cốt dọc có đường kính không nhỏ hơn 8 mm. Theo chiều cao tiết diện dầm, các cốt dọc bổ sung phải cách nhau không xa quá 200 mm.

(2) Đoạn cốt nghiêng được tạo thành bằng cách để cốt dọc chuyển từ vùng bị kéo sang vùng bị nén hoặc bằng cách đặt thêm đoạn cốt nghiêng có 2 đoạn bẻ đầu hàn đè lên cốt dọc. Đoạn cốt nghiêng phải làm với trục dầm 1 góc nhỏ hơn 30^{o} và không lớn hơn 60^{o}.

(3) Không được dùng các đoạn cốt rời không liên kết với cốt cơ bản.

(4) Trong kết cấu của những khoang nước dằn hoặc khoang nhiên liệu, để tạo các lỗ thông nước hoặc thông khí, không được cắt cốt dọc. Khoảng cách từ mép lỗ đến cốt dọc ít nhất phải bằng 10 mm.

(5) Ở những đoạn dầm giao nhau phải bảo đảm sự liên tục của các cột dọc, muốn vậy phải phân bố các cột dọc của các dầm ở những độ cao khác nhau theo chiều cao của tiết diện dầm.

Nếu chiều cao của các tiết diện của các dầm giao nhau là khác nhau hơn 20% thì ở chỗ giao nhau, chiếc dầm có tiết diện thấp phải được gia cường bằng nách có cốt.

Với những dầm chịu tải trọng nhỏ có kích thước không quy định từ tính toán sức bền thì không cần thiết phải đặt nách gia cường.

3 Cốt ngang

(1) Cốt ngang gồm các thanh cốt đai thỏa mãn những yêu cầu sau:

(a) Đường kính của cốt đai phải bằng 0,25 lần đường kính cốt dọc nhưng không nhỏ hơn 6 mm;

(b) Khoảng cách các cốt đai không được lớn hơn trị số nhỏ nhất trong các trị số sau đây: 0,75 lần chiều cao tiết diện dầm, 15 lần đường kính của cốt nén và 250 mm. Ở các cốt và dầm chịu lực nén dọc các cốt đai còn không được cách nhau xa quá 1,5 lần chiều rộng của tiết diện dầm;

(c) Nếu diện tích tiết diện các cốt dọc bị nén lớn hơn 3% diện tích tiết diện dầm thì khoảng cách các cốt đai không được lớn hơn 10 lần đường kính của cốt bị nén đó;

(d) Mỗi cốt đai chỉ được phép bao nhiều nhất 5 thanh cốt bị nén. Nếu điều này không thực hiện được thì phải đặt thêm những đai phụ, những móc hoặc những thanh liên kết các cốt dọc hoặc những nhánh ngược của đai.

(2) Nếu cốt thép là những khung hàn thì chúng phải có những kết cấu ngang là những thanh hoặc những tấm. Ở những vùng bị kéo, khoảng cách các kết cấu ngang không được lớn hơn 20 lần đường kính của các thanh cốt dọc và không lớn hơn 500 mm.

Ở vùng bị nén, khoảng cách các kết cấu ngang không được lớn hơn 15 lần đường kính của thanh cốt dọc và không lớn hơn 2 lần chiều rộng của dầm.

Nếu diện tích tiết diện bị nén lớn hơn 3% diện tích tiết diện dầm thì khoảng cách các kết cấu ngang không được lớn hơn 10 lần đường kính của thanh cốt dọc.

8.3.4 Lỗ khoét

Lỗ khoét ở tấm boong có đường kính lớn hơn 1,5 m hoặc giảm quá 15% diện tích tiết diện tham gia vào thanh tương đương phải được gia cường bằng cốt thép,

phải có tấm thành bằng kim loại hoặc bê tông cốt thép. Các thanh cốt bị cắt đứt phải được liên kết chặt với các thanh cốt gia cường và với tấm thành của lỗ khoét.

Góc của lỗ khoét có khả năng xuất hiện ứng suất tập trung thì phải đặt thêm các thanh cốt vuông góc với đường phân giác của góc lỗ khoét đó.

8.3.5 Mối nối các phân đoạn

1 Kết cấu mối nối

(1) Mối nối nên được bố trí ở vùng có ứng suất không lớn;

(2) Các phân đoạn phải được nối với nhau hoặc với các chi tiết liền khối bằng các mối nối có thanh cốt vươn. Với các mối nối ở bên trong thân tàu, có thể dùng chi tiết liên kết;

(3) Kết cấu của các mối nối phải theo các yêu cầu sau đây:

(a) Ở mối nối có thanh cốt vươn của các tấm, các mép của các phân đoạn được nối phải cách nhau ít nhất bằng 2 chiều dày của tấm;

(b) Ở mối nối có thanh cốt vươn của dầm, khoảng cách các đầu dầm được nối phải nhỏ hơn 2 lần chiều rộng của tiết diện dầm hoặc 0,5 chiều cao của tiết diện dầm và trong mọi trường hợp không nhỏ hơn 100 mm;

(c) Khoảng cách các thanh cốt song song hoặc khoảng cách chi tiết liên kết ở mối nối ít nhất phải bằng 0,5 lần đường kính của thanh cốt và không được nhỏ hơn 10 mm;

(d) Ở mối nối không được tăng chiều dày của tấm;

(e) Ở mối nối có thanh cốt vươn các thanh này phải được hàn đè đầu hoặc đối đầu có thanh nối;

(f) Ở mỗi nối góc các thanh cốt không chịu kéo có thể được ngắt đứt nhưng phải bảo đảm các quy định của 8.3.1.3(6);

(g) Ở mối nối dùng chi tiết liên kết phải phân bố chính xác và gắn ghép chắc chắn các chi tiết liên kết;

(h) Ở mối nối kín nước dùng chi tiết liên kết, khoảng cách các chi tiết liên kết không được lớn hơn 250 mm;

(i) Ở các chi tiết liên kết không được cản trở việc nhồi bê tông, không được phương hại đến tính liền khối của kết cấu.

2 Thi công mối nối

Mác bê tông nhồi dầm mối nối không được thấp hơn mác bê tông của phân đoạn được nối.

Mối nối có thể được nhồi dầm theo phương pháp thủ công hoặc theo phương pháp cơ giới. Các mối nối ở trong thân tàu có chiều dài đến 35 m (mối nối vách với

đáy, với boong, với mạn...) có thể được giảm. Công việc nhồi dầm mối nối phải được tiến hành ở nhiệt độ cao hơn 5^{o}C. Không được làm lạnh bê tông trước khi bê tông của mối nối đạt tới 70% sức bền của mác. Chưa được tháo ván khuôn của mối nối trước khi bê tông của mối nối đạt tới 35% sức bền theo mác, nếu là mối nối đứng và 30% sức bền theo mác, nếu là mối nối nằm ngang.

8.3.6 Lắp đặt máy và trang bị trên tàu

1 Ở vùng gắn các máy móc, trang thiết bị thân tàu phải được gia cường thích đáng.

2 Các máy móc, trang thiết bị được lắp đặt với thân tàu bằng các chi tiết lắp, bằng bu lông xuyên suốt hoặc bằng bu lông móc. Để lắp với boong tàu, với các dầm và các phần nhô của thân tàu được phép dùng bulông xuyên suốt.

Để lắp với một bộ phận thân tàu, trừ tấm vỏ và tấm vách kín nước có thể dùng bu lông móc có đường kính không nhỏ hơn 12 mm. Nếu các máy móc, thiết bị, trang bị được hàn với chi tiết lắp thì chi tiết lắp phải có chiều dày không nhỏ hơn 5 mm và phải được lắp vào bê tông bằng ít nhất 2 móc có đường kính không nhỏ hơn 8 mm. Để tránh biến dạng hàn và để bê tông không bị nóng phải dùng đường hàn điểm hoặc đường hàn gián đoạn, chiều dài đoạn hàn không được lớn hơn 40 mm, cỡ của đường hàn không được lớn hơn 5 mm.

3 Đường ống xuyên qua tấm vách kín nước và tấm vỏ tàu phải được gắn với tấm bằng các chi tiết lắp đặc biệt (ống lót có bích, hộp, tấm lắp...) được hàn với thanh cốt của tấm hoặc có thành móc.

4 Những lớp cách ly và những chi tiết trang trí được lắp vào thân tàu bằng những đoạn cốt ngàm chặt vào bê tông và có đường kính không nhỏ hơn 8 mm.

5 Các phần tử chịu tải trọng nhỏ có thể được lắp bằng đinh vít hoặc đinh cấy. Theo thỏa thuận với Đăng kiểm các chi tiết chịu tải trọng có thể được gắn với thân tàu bằng keo dán.

8.3.7 Thượng tầng bê tông cốt thép

1 Thượng tầng bằng bê tông cốt thép không nên để tham gia vào sức bền chung của thân tàu.

Nếu thượng tầng được kết cấu để tham gia vào sức bền dọc chung của thân tàu thì mối nối liên kết phải đủ chắc chắn để đảm bảo sự làm việc đồng thời của thân tàu và thượng tầng.

2 Vật liệu và kết cấu của thượng tầng tham gia vào sức bền chung của thân tàu phải thỏa mãn các yêu cầu của Phần này.

8.4 Tính toán và định mức sức bền

8.4.1 Quy định chung

1 Sức bền của thân tàu và của từng phần tử thân tàu phải được tính toán với tác dụng của tải trọng thường xuyên, tải trọng hãn hữu, tải trọng tai nạn sau đây:

(1) Tải trọng thường xuyên là tải trọng tác dụng liên tục theo thời gian hoặc trong một thời gian dài (thí dụ: áp lực nước tác dụng vào phần ngâm nước của thân tàu khi không có sóng, trọng lượng của máy móc, trang thiết bị của tàu, trọng lượng bản thân của kết cấu, áp lực của nhiên liệu, của nước, của dầu nhờn tác dụng lên thành của két...).

(2) Tải trọng hãn hữu là tải trọng ít khi tác dụng (thí dụ: tải trọng khi thử kín nước, khi hạ thủy, khi đặt tàu lên ụ, khi tàu ở trên sóng tính toán...).

(3) Tải trọng tai nạn là tải trọng làm cho từng kết cấu của thân tàu ở trạng thái cần phải được thay thế hoặc sửa chữa tuy rằng toàn thân tàu chưa bị phá hủy (thí dụ: tải trọng tính toán chống chìm...).

2 Tải trọng tính toán bao gồm: trọng lượng bản thân của kết cấu, áp lực nước, trọng lượng hàng hóa, trọng lượng máy móc và trang thiết bị và các tải trọng khác phát sinh từ điều kiện thi công và khai thác.

Tải trọng gây uốn chung thân tàu hoặc gây biến dạng cục bộ của từng kết cấu được xác định theo các quy định của phần uốn chung.

Tải trọng tai nạn được xác định từ điều kiện ngập khoang bất lợi nhất cho sức bền tàu.

Để kiểm tra sức bền của các phần tử lắp ghép khi vận chuyển và lắp ráp, tải trọng tính toán phải được lấy bằng trọng lượng của bản thân nhân với hệ số động bằng 1,5.

8.4.2 Nội lực tính toán do uốn chung thân tàu

1 Các ký hiệu

(1) Nội lực tính toán do uốn chung ở tiết diện đang được xét:

M - mô men uốn, kNm;

N - lực dọc, kN;

Q - lực cắt, kN;

τ - ứng suất tiếp, MPa.

(2) Đặc trưng hình học của tiết diện:

J - mô men quán tính của tiết diện quy đổi của toàn tiết diện của thanh tương đương, cm^2m^2;

S - mô men tĩnh của phần diện tích quy đổi của tiết diện thanh tương đương nằm ở một phía của trục trung hòa đối với trục đó, cm^2m;

S_o - mô men tĩnh của diện tích quy đổi của tiết diện của phần tử đang được xét lấy đối với trục trung hòa của tiết diện thanh tương đương, cm^2m;

F_o - diện tích quy đổi của tiết diện của phần tử đang được xét, cm^2;

F_m - diện tích quy đổi của tiết diện tấm mép (boong hoặc đáy) thuộc tiết diện thanh tương đương, cm^2;

D - chiều cao mạn đo từ mặt ngoài của tấm đáy và tấm boong, m;

Σ_t - tổng chiều dày của các mạn và vách dọc ở độ cao của trục trung hòa của tiết diện thanh tương đương, cm.

Diện tích quy đổi của tiết diện gồm tổng diện tích tiết diện của các thanh cốt và 1/10 diện tích tiết diện vùng bê tông bị nén.

2 Nội lực tính toán do uốn chung được xác định bằng cách coi thân tàu như một thanh (gọi là thanh tương đương);

Nội lực tính toán được xác định ứng với 2 vị trí của tàu:

(1) Tàu uốn võng xuống: boong bị nén, đáy bị kéo;

(2) Tàu uốn vồng lên: boong bị kéo, đáy bị nén.

Nội lực tính toán phải được xác định ở tiết diện làm việc nặng nề nhất (tiết diện giữa tàu, tiết diện có lỗ khoét lớn, tiết diện nơi có sự thay đổi hệ thống kết cấu, tiết diện nơi có sự gián đoạn của nhiều kết cấu dọc...).

Các kết cấu dọc của thân tàu và thượng tầng được đưa vào thanh tương đương theo quy định ở Phần uốn chung cho các kết cấu dọc tương tự của thân tàu thép, không cần xét tới các lỗ khoét biệt lập có kích thước lớn nhất không lớn hơn 5 lần chiều dày của tấm và giảm diện tích tiết diện tấm mép của thanh tương đương không quá 3%.

3 Lực dọc, kN, do mô men uốn ở các phần tử của thanh tương đương được xác định không tính đến bê tông ở vùng bị kéo, theo công thức:

$$N = \frac{MS_o}{J}$$

Với tàu 1 boong và có đáy đơn phẳng, lực dọc, kN, do mô men uốn có thể được tính theo công thức gần đúng:

$$N = \frac{M}{D}\frac{F_o}{F_m}$$

4 Ứng suất tiếp lớn nhất τ, MPa, ở phần tử đứng của tiết diện thanh tương đương (mạn, vách dọc) được tính theo công thức:

$$\tau = 10^{-1}\frac{QS}{J\sum t}$$

Với tàu có một boong và đáy đơn phẳng, ứng suất tiếp lớn nhất, MPa, có thể được tính theo công thức:

$$\tau = 10^{-1}\frac{QS}{D\sum t}$$

8.4.3 Nội lực tính toán do tải trọng cục bộ

1 Các ký hiệu

(1) Tải trọng:

q và q_1 - cường độ tải trọng tính toán, kN/m;

h_t - tải trọng thủy tĩnh tác dụng lên mạn tàu, tính bằng mét cột nước;

(2) Nội lực:

M_d - mô men uốn tại tiết diện đế dầm dải, kN.m;

M_n - mô men uốn tại giữa nhịp của dầm dải, kN.m.

(3) Đặc trưng hình học (Hình 2A/8.4.3):

l - chiều dài nhịp của dầm dải đo bằng khoảng cách các trục của đế tựa, m;

l_1 - chiều dài nhịp thông của dầm dải đo bằng khoảng cách 2 mép trong của đế, m;

l_n - chiều dài của nách dầm, m;

h_n - chiều cao của nách dầm, m;

h'_n - chiều cao tính toán của nách dầm, cm;

h - chiều dày của tấm, cm;

h'- chiều dày tính toán của tấm, cm.

2 Các kết cấu ngang được tính toán trong bộ khung sườn như một dầm đơn giản hoặc dầm nhiều nhịp;

Các kết cấu dọc được coi là ngàm cứng tại vách ngang, nhận sườn khỏe hoặc xà ngang khỏe của boong làm đế đàn hồi hoặc đế cứng. Các tấm chữ nhật tựa tự do lên 3 hoặc 4 cạnh đế có tỷ số các cạnh nhỏ hơn 2:1 thì tấm được tính như một tấm mỏng đẳng hướng.

Các tấm chữ nhật tựa tự do lên hai cạnh đế đối diện được tính toán như một dầm có chiều dài nhịp bằng khoảng cách các cạnh đế.

3 Chiều dài nhịp tính toán của dầm và của tấm được lấy bằng khoảng cách các đường trục của đế tựa.

Kích thước hình học của khung sườn được lấy theo mặt trong của tấm vỏ.

Ở những dầm và tấm có nách với $h_n < l_n/3$ thì toàn bộ nách được đưa vào tính toán. Với những nách có $h_n > l_n/3$ thì trong tính toán chỉ lấy $h = l_n/3$.

Để xác định tỷ số các độ cứng của các kết cấu, mô men quán tính của tiết diện được tính toán với giả định rằng, tiết diện làm việc trong giai đoạn đàn hồi, không xét đến cốt thép. Tiết diện dầm được tính toán gồm có tấm mép kèm được lấy bằng nửa tổng chiều dài hai nhịp tấm kề với dầm đó, nhưng không được lớn hơn 20 lần chiều dày của tấm hoặc không được lớn hơn 25 lần chiều dày của tấm, nếu tấm được liên kết với dầm bằng nách có cốt thép. Chiều rộng của tấm mép kèm không được lấy lớn hơn 1/3 chiều dài nhịp dầm.

4 Đối với dầm liền nhịp và tấm - dầm liền nhịp, mô men uốn M_d được tính ở tiết diện trùng với mặt phẳng của mặt bên của đế (tiết diện d, Hình 2A/8.4.4).

Đối với dầm dải có 2 đầu kết cấu ngàm cứng và nách có thanh cốt chịu tải trọng phân bố đều thì mô men uốn M_d và M_n được tính theo các công thức:

$$M_d = -\frac{1}{12} q l^2 \zeta$$

$$M_n = \frac{1}{24} q l^2 (3 - 2\zeta)$$

trong đó: ζ - hệ số được lấy theo Bảng 2A/8.4.3.

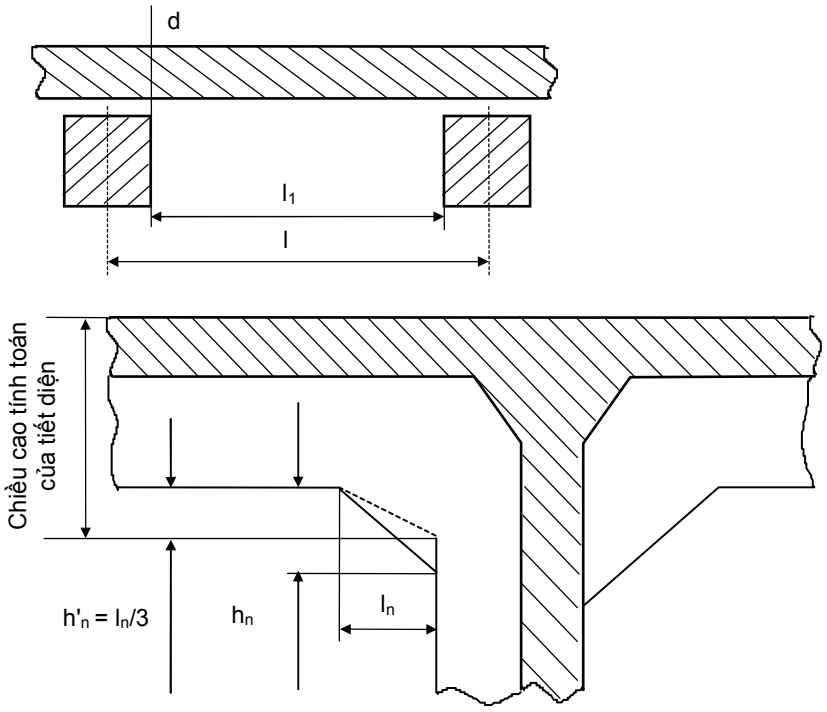
Bảng 2A/8.4.3. Hệ số ζ

h/h^r	Hệ số ζ khi l_n/l bằng					
	0,10	**0,12**	**0,14**	**0,16**	**0,18**	**0,20**
0,5	1,11	1,13	1,15	1.16	1,10	1,19
0,6	1,09	1,11	1,12	1,14	1,15	1,16
0,7	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12
0,8	1,05	1,06	1,06	1,07	1,07	1,08

5 Khi kiểm tra sức bền của tấm mạn theo hệ thống ngang, của tấm vách có nẹp đứng, cường độ tải trọng q, kPa, tác dụng lên dầm dải được lấy bằng trị số lớn hơn trong các trị số tính theo công thức:

$$q = 10(h_t - 0{,}5l)$$

$$q_1 = 10\frac{2h_t}{3}$$



Hình 2A/8.4.3. Đặc trưng hình học

8.4.4 Kiểm tra sức bền của các kết cấu thân tàu bê tông cốt thép thông thường

1 Các ký hiệu

(1) Đặc trưng tính toán của vật liệu:

R_n - giới hạn bền nén của bê tông trong biến dạng nén dọc trục, MPa;

R_k - giới hạn bền kéo của bê tông trong biến dạng kéo dọc trục, MPa;

R_{eH} - giới hạn chảy của cốt, MPa.

(2) Nội lực do tải trọng và nội lực phá hủy:

M - mô men uốn do tải trọng tính toán ở tiết diện ngang của kết cấu, Ncm;

M_p - mô men uốn do phá hủy ở tiết diện ngang của kết cấu, Ncm;

N - Lực dọc do tải trọng tính toán, N;

N_p - lực dọc phá hủy, N;

Q - lực cắt do tải trọng tính toán, N;

Q_p - lực cắt phá hủy, N;

Q - hình chiếu của nội lực tới hạn của bê tông ở tiết diện nghiêng của kết cấu lên phương vuông góc với trục kết cấu, N;

σ - ứng suất chính kéo, MPa;

τ - ứng suất tiếp lớn nhất ở mạn và ở các vách uốn chung, MPa.

(3) Đặc trưng hình học:

F_c - diện tích tiết diện của cốt bị kéo, cm^2;

$F_c^{'}$ - diện tích tiết diện của cốt bị nén, cm^2;

f_c - diện tích tiết diện của các cốt đứng hoặc các cốt nằm trên 1 m chiều dài của tiết diện mạn hoặc vách dọc, cm^2;

a - khoảng cách từ tâm diện tích tiết diện F_c của cốt đến cạnh gần nhất của tiết diện, cm;

b - chiều rộng của diện tích tiết diện chữ nhật, chiều dày của tấm thành của tiết diện chữ T, cm;

h - chiều cao của diện tích tiết diện chữ nhật hoặc chữ T, chiều dày của tấm mạn và tấm vách dọc, cm;

$h_o = h - a$: chiều cao làm việc của tiết diện, cm;

$e = M/N$ - độ lệch tâm của lực dọc, cm.

(4) Hệ số dự trữ sức bền k và k_1 được lấy theo Bảng 2A/8.4.4;

Để kiểm tra sức bền của các kết cấu lắp ghép chịu tải trọng khi vận chuyển hoặc khi lắp ráp thì: $k = 1,5$; $k_1 = 2,0$

2 Kiểm tra sức bền của kết cấu

(1) Theo tiết diện ngang dưới tác dụng của mô men uốn, của lực dọc và của đồng thời mô men uốn và lực dọc;

(2) Theo tiết diện nghiêng dưới tác dụng của lực cắt, mạn và vách dọc còn phải được kiểm tra theo tác dụng của lực cắt trong uốn chung của thân tàu.

Bảng 2A/8.4.4. Hệ số dự trữ sức bền k và k_1

Nguyên nhân phá hủy	Đặc điểm của kết cấu và tải trọng						
	Ký hiệu của hệ số dự trữ sức bền	Kết cấu tham gia sức bền chung, kết cấu tham gia đồng thời sức bền chung và sức bền cục bộ			Kết cấu chỉ tham gia sức bền cục bộ		
		1	2	3	1	2	3
Khi bê tông đạt giới hạn bền nén hoặc khi cốt đạt giới hạn chảy	k	1,8	1,6	1,4	1,6	1,5	1,3
Khi ứng suất chính kéo của bê tông đạt tới trị số tới hạn	k_1	2,5	2,2	2,0	2,2	2,0	1,8
Chú thích: 1. Tải trọng thường xuyên; 2. Tải trọng thường xuyên và hãn hữu, tải trọng hãn hữu; 3. Tải trọng tai nạn.							

3 Phải kiểm tra sức bền theo tiết diện ngang ở những chỗ chịu tác dụng của mô men uốn lớn nhất và có sự thay đổi đột ngột của tiết diện, ở những chỗ có cốt bị ngắt:

(1) Dưới tác dụng của mô men uốn: $M_p/M \geq k$

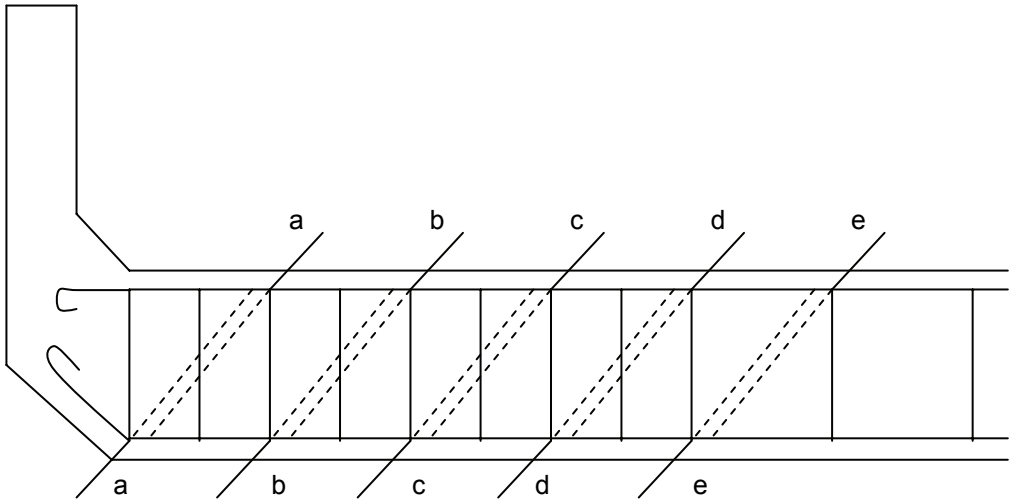
(2) Dưới tác dụng của lực dọc dưới tác dụng đồng thời của mô men uốn và lực dọc: $N_p/N \geq k$

4 Phải kiểm tra sức bền theo tiết diện nghiêng dưới tác dụng của các lực cắt:

(1) Ở những chỗ chịu tác dụng của lực cắt lớn nhất;

(2) Ở những chỗ có sự thay đổi đột ngột của tiết diện kết cấu;

(3) Ở những tiết diện ngang đi qua mặt bên của đế (tiết diện a, Hình 2A/8.4.4);



Hình 2A/8.4.4. Tiết diện nghiêng

(4) Ở những tiết diện ngang đi qua điểm gập thanh cốt thuộc vùng bị kéo (tiết diện b, c, d ở Hình 2A/8.4.4);

(5) Ở những tiết diện ngang đi qua điểm thay đổi mật độ cốt ngang thuộc vùng bị kéo (tiết diện e, Hình 2A/8.4.4);

Phải bảo đảm điều kiện:

$Q_p/Q \geq k_1$

$Q \leq bh_oR_n/7$

Nếu thanh cốt nghiêng thì trị số tính toán của lực cắt được lấy bằng:

(a) Lực cắt ở tiết diện ở mặt bên của đế: đối với tiết diện nghiêng thứ nhất đi qua đoạn gập;

(b) Lực cắt ở điểm gập dưới: đối với tiết diện nghiêng tiếp theo đi qua đoạn gập;

Không cần kiểm tra sức bền theo những mặt phẳng nghiêng dưới tác dụng của lực cắt, nếu: $bh_oR_k/Q \geq k_1$

Phải kiểm tra sức bền của các kết cấu bị nén lệch tâm theo mặt phẳng nghiêng dưới tác dụng của lực cắt tiến hành như đối với kết cấu bị uốn không xét đến lực nén dọc tâm.

(6) Phải kiểm tra sức bền của các kết cấu bị kéo lệch tâm theo quy định sau:

(a) Nếu độ lệch tâm nhỏ (lực kéo được đặt trong phạm vi giữa các tâm của các diện tích F_c và $F_c^{'}$) thì toàn bộ lực cắt ở các tiết diện nghiêng một góc bằng và nhỏ hơn 60^o với trục dọc, của kết cấu, được tiếp nhận bởi những cốt ngang. Không cần kiểm tra sức bền của các kết cấu theo các tiết diện nghiêng một góc lớn hơn 60^o với trục dọc của kết cấu;

(b) Nếu độ lệch tâm lớn (lực kéo đặt ngoài phạm vi giữa các tâm của các diện tích F_c và $F_c^{'}$) việc kiểm tra sức bền được tiến hành như đối với kết cấu bị uốn;

(c) Nếu độ lệch tâm $e \leq 1,5h_o$ thì trị số Q được tính theo công thức ở 8.4.5.6 phải được nhân với hệ số k': $k' = e/h_o - 0,5$

(d) Nếu độ lệch tâm lớn thì cần kiểm tra sức bền của các kết cấu bị kéo lệch tâm dưới tác dụng của lực cắt nếu một trong các điều kiện sau đây được thỏa mãn:

$$\sigma_1 \leq R_k/k_1$$

$$Q \leq k'R_kbh_o/k_1$$

trong đó: k‴ được tính theo công thức ở 8.4.4-4(6)(c). Nếu độ lệch tâm nhỏ thì không cần kiểm tra sức bền nếu thỏa mãn điều kiện:

$$\sigma_1 \leq R_k/k_1$$

5 Sức bền của mạn và của vách dọc dưới tác dụng của lực cắt trong uốn chung được kiểm tra theo các điều kiện sau: $\tau \leq R_n/7$

$$\frac{f_cR_{eH}}{100\tau h} \geq k$$

Trong diện tích f_c của các cốt đứng hoặc các cốt nằm có diện tích tiết diện của dầm nẹp đứng hoặc của dầm nẹp nằm giả định là phân bố đều trên tiết diện;

Nếu: $\tau \leq R_k/k_1$ thì không cần kiểm tra sức bền của mạn và của vách dọc dưới tác dụng của lực cắt.

8.4.5 Đặc trưng tính toán của vật liệu và xác định nội lực phá hủy

1 Các ký hiệu

(1) Các đặc trưng tính toán của vật liệu:

R_n - giới hạn bền của bê tông trong biến dạng nén dọc trục, MPa;

R_k - giới hạn bền của bê tông trong biến dạng kéo dọc trục, MPa;

R_u - giới hạn bền của bê tông chịu nén trong biến dạng uốn, MPa;

E_b - mô đun đàn hồi ban đầu của bê tông trong biến dạng nén và biến dạng kéo, MPa;

E_c - mô đun đàn hồi ban đầu của vật liệu cốt, MPa;

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

(2) Nội lực do tải trọng và nội lực phá hủy:

M - mô men uốn do tải trọng tính toán ở tiết diện ngang của kết cấu, Ncm;

M_p - mô men uốn phá hủy ở tiết diện ngang của kết cấu, Ncm;

N - lực dọc do tải trọng tính toán, N;

N_p - lực dọc phá hủy, N;

Q - lực cắt do tải trọng tính toán, N;

Q_p - lực cắt dọc phá hủy, N;

Q - hình chiếu của nội lực tới hạn của bê tông tại tiết diện nghiêng của kết cấu lên phương vuông góc của trục cơ bản, N;

q_x - lực tới hạn của các thanh ngang (cốt dai) trên một đơn vị chiều dài của kết cấu, N/cm.

(3) Đặc trưng hình học:

l_o - chiều dài tính toán của kết cấu, cm;

r - bán kính quán tính nhỏ của tiết diện kết cấu, cm;

F_o - diện tích tiết diện toàn bộ của kết cấu, cm^2;

F_b - diện tích tiết diện bê tông, cm^2;

F_{cd} - diện tích tiết diện tất cả các cốt dọc, cm^2;

F_c - diện tích tiết diện cốt dọc, cm^2, được lấy như sau:

Ở vùng bị kéo - đối với kết cấu chịu uốn;

Ở mép tiết diện gần điểm đặt của lực dọc nhất - đối với kết cấu chịu nén lệch tâm;

Ở mép tiết diện xa điểm đặt của lực dọc nhất đối với kết cấu bị kéo lệch tâm;

$F_c^{'}$ - diện tích tiết diện các cốt dọc, cm^2, được lấy như sau:

Ở vùng bị kéo đối với kết cấu chịu uốn;

Ở mép tiết diện gần điểm đặt của lực dọc nhất đối với kết cấu chịu nén lệch tâm;

Ở mép tiết diện xa điểm đặt của lực dọc nhất đối với kết cấu bị kéo lệch tâm.

F_n - diện tích tiết diện các cốt nghiêng trong một mặt phẳng cắt tiết diện nghiêng đang được xét, cm^2;

F_{cn} - diện tích tiết diện các cốt ngang trong một mặt phẳng vuông góc với trục kết cấu và cắt tiết diện nghiêng đang được xét, cm^2;

f_x - diện tích tiết diện một nhánh của cốt đai, cm^2;

n - số lượng nhánh của cốt đai ở một tiết diện của kết cấu;

t - khoảng cách các thanh ngang (đai cốt) theo chiều dài của kết cấu, cm;

α - góc nghiêng của cốt nghiêng làm với trục của kết cấu, độ;

a - khoảng cách từ tâm của diện tích F_c đến mép gần nhất của tiết diện, cm;

a' - khoảng cách từ tâm của diện tích $F_c^{'}$ đến mép gần nhất của tiết diện, cm;

b - chiều rộng của tiết diện chữ nhật, chiều dày tấm thành của tiết diện chữ T, cm;

b_m - chiều rộng của tấm mép kèm, cm;

h - chiều cao của tiết diện chữ nhật hoặc chữ T, cm;

$h_o = h - a$; $h'_o = h - a'$: chiều cao làm việc của tiết diện, cm;

h_m - chiều dày của tấm mép kèm, cm;

Z - chiều cao của phần bê tông chịu nén của tiết diện, có xét đến sự làm việc của cốt bị nén, cm;

Z_o - chiều cao của phần bê tông bị nén của tiết diện, không xét đến sự làm việc của cốt bị nén, cm;

S_o - mô men tĩnh của phần tiết diện bê tông bị nén đối với trục đi qua tâm của diện tích tiết diện cốt F_c, cm^3;

S_b - mô men tĩnh của toàn tiết diện bê tông bị nén đối với trục đi qua tâm của diện tích tiết diện cốt F_c, cm^3;

$e_o = M/N$ - khoảng cách lệch tâm của lực dọc, cm;

e - khoảng cách từ đường tác dụng của lực dọc đến tâm của diện tích tiết diện cốt F_c, cm;

e'- khoảng cách từ đường tác dụng của lực dọc đến tâm của diện tích tiết diện cốt $F_c^{'}$, cm;

c - khoảng cách từ tâm của diện tích tiết diện F_c đến mép bị kéo hoặc đến mép bị nén ít nhất, cm;

c' - khoảng cách từ tâm của diện tích tiết diện $F_c^{'}$ đến mép bị kéo hoặc đến mép bị nén ít nhất, cm.

(4) Các đặc trưng tính toán của vật liệu được lấy theo các Bảng 2A/8.4.5-1 đến 2A/8.4.5-5

2 Nén đúng tâm

Lực phá hủy, N_p, kết cấu chịu nén đúng tâm được xác định theo công thức:

$$N_p = 10^2\varphi[R_nF_b + R_{eH}F_{cd}]$$

trong đó: φ - hệ số uốn dọc được lấy theo Bảng 2A/8.4.5-6.

3 Uốn

(1) Mô men uốn phá hủy, Ncm, là lực dọc do tải trọng tính toán kết cấu chịu uốn có tiết diện chữ nhật (Hình 2A/8.4.5-1) được xác định theo công thức:

$$M_p = 10^2[R_ubZ(h_o-Z/2) + R_{eH}F_c^{'}(h_o-a')]$$

trong đó:

$$z = \frac{R_{eH}(F_c - F_c')}{R_ub}$$

Với giả thiết rằng trị số Z thỏa mãn điều kiện: $2a' \le Z \le 0,55h_o$

Chiều dài l_o của kết cấu được xác định bằng cách nhân chiều dài hình học của kết cấu với hệ số phụ thuộc tình hình liên kết các đầu kết cấu và được lấy bằng:

0,50 - nếu 2 đầu kết cấu được ngàm cứng;

0,70 - nếu kết cấu có một đầu ngàm cứng, một đầu chốt cố định;

1,00 - nếu kết cấu một đầu ngàm cứng, một đầu tự do;

0,70 - nếu kết cấu có hai đầu ngàm không cứng hoặc trong khung có các điểm nút không dịch chuyển.

Lực phá hủy, N_p, là lực do tải trọng tính toán của kết cấu chịu nén đúng tâm được xác định theo công thức: $N_p = 10^2 R_{eH} F_{cd}$

Nếu $Z < 2a' \le Z_o$,

trong đó:

$$z_0 = \frac{R_{eH} F_c}{R_u b}$$

thì mô men phá hủy M_p được tính với:

$Z = 2a'$

$F_c' = F_c - 2a'(R_u b/R_{eH})$

Nếu $Z < 2a'$

thì mô men phá hủy M_p được tính với $F_c' = 0$.

(2) Mô men uốn phá hủy kết cấu chịu uốn có tiết diện chữ T với mép kèm ở vùng bị kéo, được xác định như đối với kết cấu chịu uốn có tiết diện chữ nhật có chiều rộng bằng chiều rộng tấm thành của tiết diện chữ T.

(3) Mô men uốn phá hủy kết cấu chịu uốn có tiết diện chữ T (Hình 2A/8.4.5-2, 2A/8.4.5-3), có mép kèm ở vùng bị nén phải được tính toán như sau:

Nếu: $F_c R_{eH} \le R_u b_m h_m + F_c' R_{eH}$

thì mô men phá hủy M_p được tính như đối với kết cấu chịu uốn có tiết diện chữ nhật có kích thước $b_m \times h$;

Nếu $F_c R_{eH} > R_u b_m h_n + F_c' R_{eH}$

thì mô men uốn phá hủy M_p được tính theo công thức:

$$M_p = 10^2 [R_u b Z(h_o - Z/2) + 0,8 R_u h_m (b_m - b)(h_o - h_m/2) + F_c' R_{eH}(h_o - a')]$$

trong đó:

$$z = \frac{(F_c - F_c')R_{eH} - 0,8(b_m - b)h_m R_u}{R_u b}$$ và đảm bảo điều kiện: $S_b \le 0,8S_o$

4 Nén lệch tâm

(1) Lực phá hủy (N_p, N) kết cấu chịu nén lệch tâm có tiết diện chữ nhật (Hình 2A/8.4.6):

(a) Nếu $2a' \le Z \le 0,55h_o$, thì: $N_p = 10^2[R_u bZ - R_{eH}(F_c - F'_c)]$

trong đó: $Z = (h_o - e) + \sqrt{(h_o - e)^2 + \frac{2(F_c e \pm F'_e e')R_{eH}}{R_u b}}$

Nếu M/N > c' - a', thì e và e' được tính theo các công thức:

e = M/N + c - a;

e' = M/N + c' - a';

Nếu M/N ≤ c' - a', thì e' được tính theo công thức:

e' = c' - M/N - a'

Trong công thức ở 8.4.5.4(1), dấu (-) ở số hạng thứ 2 trong dấu căn là ứng với trường hợp mà lực dọc tác dụng ở ngoài vùng giới hạn bởi tâm của các diện tích tiết diện cốt F_c và F'_c (như của Hình 2A/8.4.6) và dấu (+) là ứng với trường hợp ngược lại.

(b) Nếu $Z < 2a' \le Z_o$

trong đó:

$$z_0 = (h_o - e) + \sqrt{(h_o - e)^2 + \frac{2F_c e R_{eH}}{R_u b}}$$

thì lực phá hủy kết cấu chịu nén lệch tâm có tiết diện hình chữ nhật được tính theo công thức ở 8.4.5.4(1);

Với giả định rằng: Z = 2a' và $F'_c = \frac{eF_c R_{eH} - 2R_u ba'e'}{e'R_{eH}}$

(c) Nếu $Z_o < 2a'$ thì lực phá hủy kết cấu chịu nén lệch tâm có tiết diện chữ nhật được tính theo 8.4.5.4(1), với $F'_c = 0$;

(d) Nếu $Z > 0,55h_o$ (Hình 2A/8.4.7),

thì lực phá hủy kết cấu chịu nén lệch tâm có tiết diện chữ nhật được tính toán theo công thức:

$$N_p = 10^2 \frac{F'_c(h_o - a') + 0,5R_u bh_o^2}{e}$$

trong đó nếu lực dọc được đặt trong phạm vi giới hạn bởi các tâm của F_c và F'_c thì phải bảo đảm điều kiện: $N_p e' \le 10^2[F_c R_{eH}(h_o - a') + 0,5R_u bh'^2_o]$

(2) Lực phá hủy của kết cấu chịu nén lệch tâm có tiết diện chữ T:

(a) Lực phá hủy kết cấu chịu nén lệch tâm có tiết diện chữ T có mép kèm thuộc vùng bị kéo hoặc vùng bị nén ít nhất được xác định như đối với kết cấu tiết diện chữ nhật chịu nén lệch tâm có chiều rộng tiết diện bằng chiều dày tấm thành của tiết diện chữ T;

(b) Nếu $Z \leq h_m$ thì lực phá hủy kết cấu chịu nén lệch tâm có tiết diện chữ T có mép kèm thuộc vùng bị nén được tính theo công thức ở 8.4.5.4(1) với $b = b_m$;

(c) Nếu $Z > h_m$

trong đó Z được tính theo công thức ở 8.4.5.4(1) với $b = b_m$ thì lực phá hủy kết cấu chịu nén lệch tâm có tiết diện chữ T với mép kèm thuộc vùng bị nén được tính toán theo trình tự sau đây:

(i) Xác định chiều cao Z, cm, của vùng bị nén theo công thức:

$$z = (h_o - e) + \sqrt{(h_o - e)^2 + \frac{2[(F_c e \pm F_c' e')R_{eH} + R_n(b_m - b)h_m(h_o - e - 0,5h_m)]}{R_u b}}$$

Dấu (-) trong số hạng thứ 2 trong dấu căn là ứng với trường hợp mà điểm đặt của lực dọc ở ngoài phạm vi vùng giới hạn bởi các tâm của diện tích F_c và F_c'. Dấu (+) là ứng với trường hợp ngược lại;

(ii) Xác định các trường hợp nén lệch tâm:

Độ lệch tâm được coi là lớn nếu: $S_b \leq 0,8S_o$

Độ lệch tâm được coi là nhỏ nếu: $S_b > 0,8S_o$

Nếu độ lệch tâm lớn thì lực phá hủy được xác định theo công thức:

$N_p = 10^2 [R_u bZ - (F_c - F_c')R_{eH} + R_n(b_m - b)h_m]$,

Nếu độ lệch tâm nhỏ thì lực phá hủy được xác định theo công thức:

$$N_p = 10^2 \frac{R_n[(b_m - b)h_m(h_o - 0,5h_m) + 0,5bh_o^2] + F_c' R_{eH}(h_o - a')}{e}$$

Nếu toàn tiết diện bị nén thì lực phá hủy được lấy bằng trị số nhỏ hơn trong các trị số tính theo công thức ở 8.4.5.4(2) và tính theo công thức:

$$N_p = 10^2 \frac{R_n[(b_m - b)h_m(0,5h_m - a') + 0,5bh_o^2] + F_e' R_{eH}(h_o - a')}{e'}$$

(3) Đối với tiết diện hình chữ nhật, nếu $l_0/b > 10$ và đối với tiết diện khác, nếu $l_0/b > 10$ thì phải lưu ý tới độ mảnh của kết cấu chịu nén lệch tâm tàu bằng cách nhân e_o với hệ số η, được xác định theo công thức:

(a) Đối với tiết diện hình chữ nhật:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{KN}{40000R_u F}\left(\frac{l_o}{h}\right)^2}$$

(b) Đối với tiết diện khác:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{KN}{480000 R_u F}\left(\frac{l_o}{h}\right)^2}$$

trong đó: hệ số k được lấy theo Bảng 2A/8.3.

5 Kéo lệch tâm

(1) Nếu lực kéo được đặt trong phạm vi giới hạn bởi các tâm của các diện tích F_c và F_c' (Hình 2A/8.4.5-6) thì lực phá hủy N_p, N, của kết cấu chịu kéo lệch tâm có tiết diện chữ nhật, được xác định theo công thức:

$$(2)\, N_p = \frac{10^2 F_c (h_o - a) R_{eH}}{e'}$$

trong đó:

$$e = \frac{-M}{N} + c - a$$

$$e' = \frac{M}{N} + c' - a'$$

c - khoảng cách từ tâm của diện tích tiết diện các cốt cạnh bị kéo nặng nề nhất, cm;

c' - khoảng cách từ tâm của diện tích tiết diện các cốt đến cạnh bị kéo ít nhất, cm;

Để kiểm tra sức bền của kết cấu phải dùng trị số nhỏ hơn trong các trị số tính theo công thức ở 8.4.5-5(1).

(2) Nếu lực kéo nằm ngoài phạm vi giới hạn bởi các tâm của diện tích F_c và F_c' (Hình 2A/8.4.5-7) thì lực phá hủy N_p, N, của kết cấu chịu nén lệch tâm có tiết diện chữ nhật, được xác định theo công thức:

$$N_p = 10^2 [(F_c - F_c') R_{eH} - R_u b Z]$$

trong đó: $Z = (h_o + e) - \sqrt{(h_o + e)^2 \frac{2 e R_{eH} (F_c' - F_c e)}{R_u b}}$

$$e = \frac{M}{N} - c + a\,;\; e' = \frac{M}{N} + c' - a'$$

Trong trường hợp này chiều cao của vùng bị nén của bê tông phải thỏa mãn điều kiện:

$$2a' \le Z \le 0{,}55 h_o$$

Nếu $Z < 2a' < Z_o$,

trong đó: $Z_0 = (h_o + e) - \sqrt{(h_o + e)^2 \frac{2 e R_{eH} Fc}{R_u b}}$

thì lực phá hủy được xác định theo công thức ở 8.4.5.5(2), với Z = 2a'

và $F_c' = \dfrac{eF_cR_{eH} - 2e'R_uba'}{e'R_{eH}}$

Nếu Z < 2a' thì lực phá hủy được xác định theo 8.4.5-5(2), với $F_c' = 0$.

(3) Lực phá hủy kết cấu tiết diện chữ T bị kéo lệch tâm, có mép kèm thuộc vùng bị kéo, khi lực kéo được đặt ngoài phạm vi vùng giới hạn bởi tâm của các tiết diện F_c và F_c' được xác định như đối với kết cấu tiết diện chữ nhật có chiều rộng bằng chiều dày tấm thành của tiết diện chữ T;

Lực phá hủy kết cấu tiết diện chữ T bị kéo lệch tâm có mép kèm thuộc vùng bị nén khi lực kéo nằm ngoài phạm vi vùng giới hạn bởi tâm của các diện tích F_c và F_c' được xác định như sau:

(a) Nếu Z < h_m trong đó Z được xác định theo công thức ở 8.4.5.5(2) với b = b_m thì lực phá hủy được xác định như đối với kết cấu tiết diện chữ nhật có chiều rộng bằng chiều rộng của tấm mép kèm;

(b) Nếu Z > h_m trong đó Z được tính như nói trên thì lực phá hủy được xác định theo công thức:

$$N_p = 10^2 [(F_c - F_c')R_{eh} - R_u(b_m-b)h_m - R_ubZ]$$

trong đó: $= (h_o + e) - \sqrt{(h_o + e)^2 + \dfrac{2[(F_e'e' - F_ee)R_{eH} + R_n(b_m - b)h_m(h_o + e - 0,5h_m)]}{R_ub}}$

Với e và e' được xác định theo 8.4.5-5(2).

6 Lực cắt phá hủy Q_p, N, ở tiết diện nghiêng được xác định theo công thức:

$$Q_p = 10^2 R_{eH}(\Sigma F_n \sin\alpha + \Sigma F_{cn}) + Q'$$

trong đó: $Q' = 10^2 \dfrac{0,15R_ubh_o^2}{c_o}$

mà c_o là chiều dài tính toán của hình chiếu của tiết diện nghiêng bất lợi nhất lên trục của kết cấu có chiều dài nhận được bằng cách tăng số lượng bước của các thanh cốt đai đến trị số nguyên của c'_o bằng:

$$c_o' = \sqrt{\frac{15R_ubh_o^2}{q_x}}$$

trong đó: $q_x = \dfrac{R_{eH}f_xn}{t}10^2$

Nếu không có những thanh cốt nghiêng thì lực cắt phá hủy Q_p, N, được xác định theo công thức:

$$Q_p = 10^3\sqrt{0,6R_ubh_0^2q_x} - q_xt$$

Với những kết cấu chịu tác dụng của tải trọng phân bố đều do áp lực nước thì lực cắt phá hủy được tính toán như trên với q'_x thay thế cho q_x.

$q'_x = q_x + p$

trong đó: p - tải trọng tính toán do áp lực nước trên 1 đơn vị chiều dài, N/cm.

Bảng 2A/8.4.5-1. Đặc trưng tính toán của vật liệu

Trạng thái biến dạng	**Ký hiệu**	**Giới hạn bền,** MPa**, của bê tông nặng và bê tông nhẹ ứng với mác**					
		M25	M30	M35	M40	M50	M60
Nén dọc tâm	R_n	17,5	21	24,5	28	35	42
Nén do biến dạng	R_u	22	26	30,5	35	44	52
Kéo dọc tâm	R_k	2,3	2,5	2,7	3,0	3,4	3,9
Chú thích: Khi kiểm tra sức bền của các phần tử lắp ghép dưới tác dụng của lực do vận chuyển và do lắp ráp, giới hạn tính toán được lấy bằng 30% nhỏ hơn trị số tương ứng ghi trong Bảng							

Bảng 2A/8.4.5-2. Đặc trưng tính toán của vật liệu

Loại bê tông	**Mô đun đàn hồi ban đầu,** MPa**, của bê tông chịu nén và chịu kéo ứng với mác**					
	M25	M30	M35	M40	M50	M60
Nhẹ	-	31500	33000	35000	38000	40000
Nặng	18000	19500	21000	22500	-	-

Bảng 2A/8.4.5-3. Đặc trưng tính toán của vật liệu

Cốt	**Giới hạn chảy,** MPa
Thép tròn, cán nóng từ thép thường (nhóm AI)	240
Thép vằn, cán nóng từ thép sức bền cao (nhóm AII)	300
Thép vằn, cán nóng từ thép siêu bền (nhóm A-III)	400
Chú thích: Trị số tính toán sức chịu giới hạn của cốt thép có sức bền cao của bó cốt, của cáp phải được lấy theo những tiêu chuẩn và những điều kiện kỹ thuật hiện hành.	

Bảng 2A/8.4.5-4. Đặc trưng tính toán của vật liệu

Cốt	**Mô đun đàn hồi**, MPa
Thép tròn cán nóng và thép vằn cán nóng từ thép thường và thép sức bền cao	$2,1 \times 10^5$
Thép tròn cán nóng và thép vằn cán nóng từ thép siêu bền	$2,0 \times 10^5$
Cốt bằng thép siêu bền có R_{eH} > 400 MPa	$1,8 \times 10^5$

Bảng 2A/8.4.5-5. Đặc trưng tính toán của vật liệu

Mác	**Trọng lượng riêng**, T/m^3, **của bê tông**	**Mác**	**Trọng lượng riêng của bê tông**, T/m^3
M25	1,7	M35	1,9
M30	1,8	M40	2,0

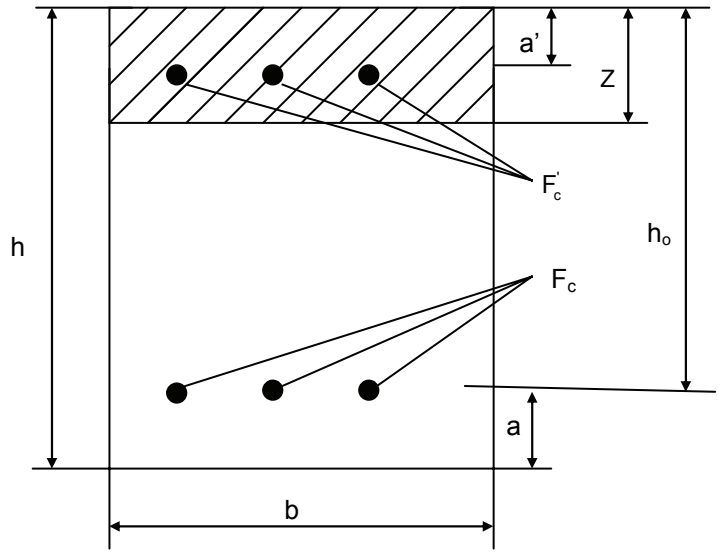
Chú thích:

1. Trọng lượng riêng của bê tông nặng được xác định theo kết quả của thí nghiệm. Nếu không có những số liệu thí nghiệm thì trọng lượng riêng của bê tông nặng được lấy bằng 2,4 t/m^3;

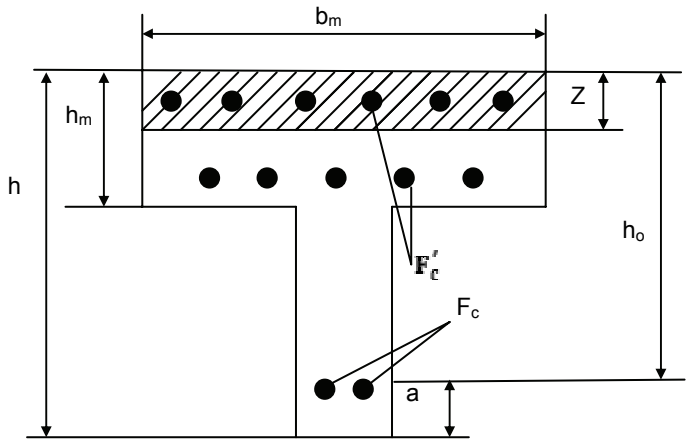
2. Trọng lượng riêng của bê tông cốt thép là tổng trọng lượng của bê tông và của cốt thép trên một đơn vị thể tích của kết cấu.

Bảng 2A/8.4.5-6. Hệ số φ

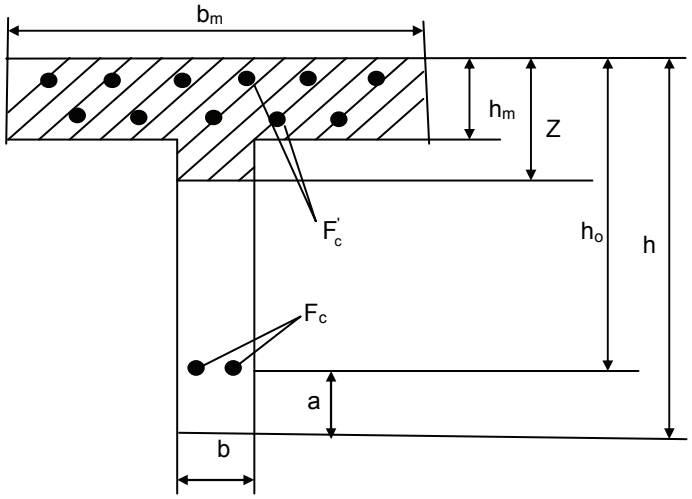
l_o/b	l_o/r	**Trị số φ ứng với**		l_o/b	l_o/r	**Trị số φ ứng với**	
		Tải trọng hãn hữu	**Tải trọng thường xuyên**			**Tải trọng hãn hữu**	**Tải trọng thường xuyên**
□ 10	□ 35	1,0	1,0	26	90	0,65	0,51
12	42	0,96	0,96	28	97	0,61	0,45
14	48	0,92	0,92	30	104	0,56	0,39
16	55	0,88	0,87	32	111	0,51	0,34
18	62	0,84	0,79	34	118	0,47	0,29
20	69	0,79	0,71	36	125	0,42	0,25
22	76	0,75	0,64	38	132	0,38	0,21
24	83	0,70	0,58	40	139	0,34	0,17



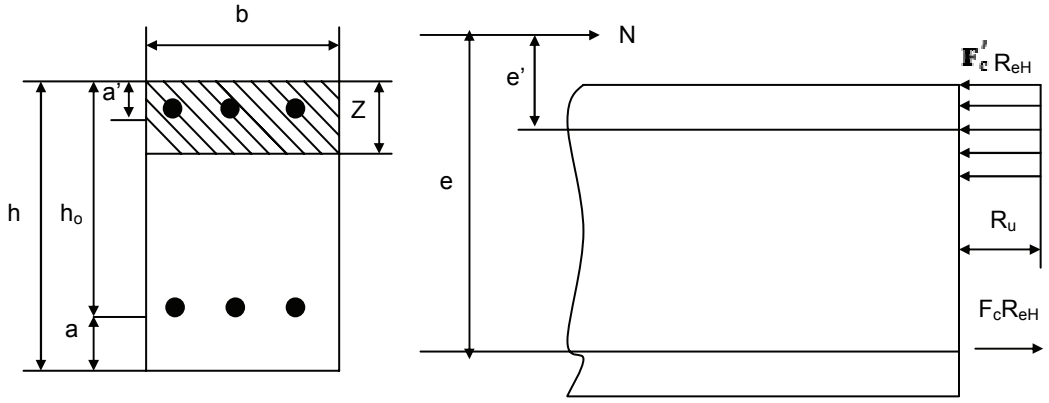
Hình 2A/8.4.5-1. Tiết diện kết cấu chịu uốn



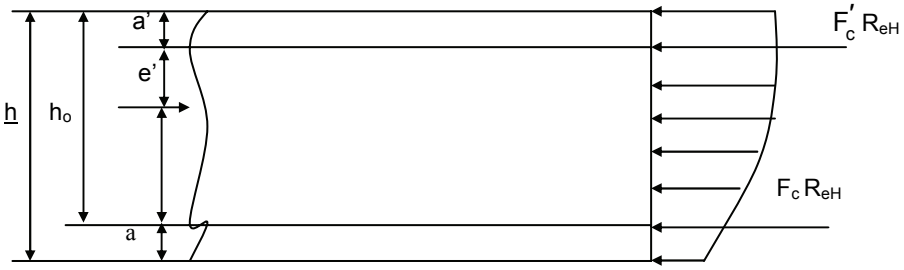
Hình 2A/8.4.5-2. Kết cấu chịu uốn có tiết diện chữ T



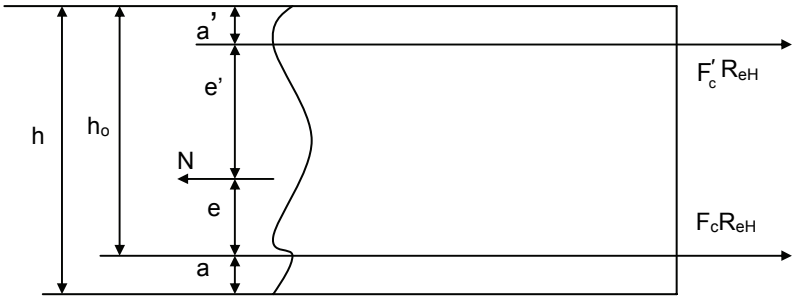
Hình 2A/8.4.5-3. Kết cấu chịu uốn có tiết diện chữ T



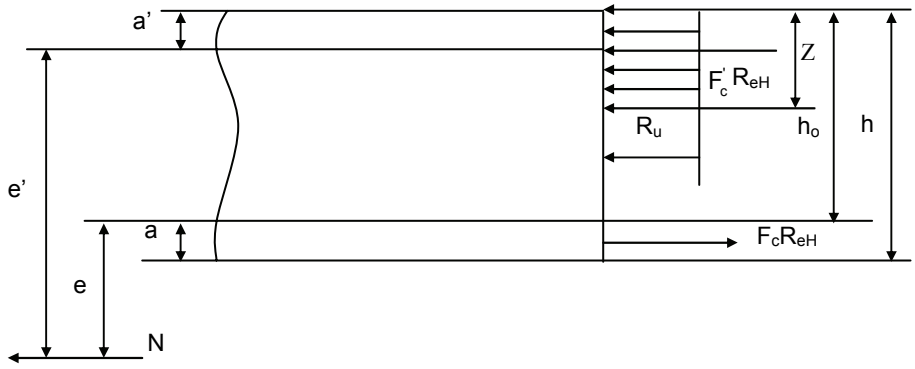
Hình 2A/8.4.5-4. Diện tích cốt F_c và $F_c^{'}$



Hình 2A/8.4.5-5. Xác định a



Hình 2A/8.4.5-6. Phạm vi đặt lực kéo



Hình 2A/8.4.5-7. Phạm vi đặt lực kéo

8.4.6 Tính toán kiểm tra vết nứt ở thân tàu

1 Các ký hiệu

(1) Đặc trưng của vật liệu:

E_c - mô đun đàn hồi của vật liệu cốt, MPa;

E_b - mô đun đàn hồi ban đầu của bê tông bị kéo và bị nén, MPa;

(2) Nội lực của tiết diện ngang của kết cấu do tải trọng gây ra:

M - mô men uốn, Ncm;

N - lực dọc, N;

σ_k - ứng suất của cốt dưới tác dụng của lực kéo dọc, MPa;

σ_n - ứng suất của cốt dưới tác dụng của mô men uốn, MPa.

(3) Đặc trưng hình học:

a_v - chiều rộng tính toán của vết nứt, mm;

e_v - khoảng cách các vết nứt, cm;

F_{cd} - diện tích tiết diện toàn bộ các thanh cốt dọc tại tiết diện đang xét, cm^2;

F_c - diện tích tiết diện của các thanh cốt bị kéo tại tiết diện đang xét, cm^2;

F_b - diện tích toàn bộ tiết diện bê tông, cm^2;

F'_b - diện tích phần tiết diện bê tông bị nén, cm^2;

a - khoảng cách từ tâm tiết diện cốt đến cạnh gần nhất của tiết diện, cm;

b - chiều rộng của tiết diện hình chữ nhật, chiều dày tấm thành của tiết diện chữ T, trong Bảng 8.4.6-2 thì b là chiều dày của tấm thành dùng làm đế tựa cho tấm, cm;

h = chiều cao của tiết diện chữ nhật hoặc chữ T, cm;

h_o = h - a: chiều cao làm việc của tiết diện, cm;

l_1 - chiều dài nhịp thông của tấm, đo bằng khoảng cách các mép trong của 2 đế tựa (xem Hình 2A/8.4.3), cm;

d - đường kính của thanh cốt bị kéo, cm;

t - khoảng cách (bước) của các thanh cốt bị kéo theo chu vi của tiết diện đó, cm;

u - tỷ số của diện tích tiết diện của thanh cốt bị kéo trên chu vi của tiết diện đó, cm.

2 Các kết cấu được tính toán sức bền phải được tính toán vết nứt dưới tác dụng của tải trọng thường xuyên và tải trọng hãn hữu.

3 Chiều rộng của vết nứt.

(1) Chiều rộng tính toán của vết nứt được xác định theo công thức:

$a_V = 10(\varphi_k\sigma_k + \varphi_u\sigma_u)e_v/E_c$

trong đó:

φ_k, φ_u - các hệ số lấy theo Bảng 2A/8.4.6-1.

Bảng 2A/8.4.6-1. Hệ số φ_k, φ_u

Tải trọng	φ_k	φ_u
Hãn hữu	0,65	0,8
Thường xuyên	0,80	1,0
Lặp lại nhiều lần và dao động	0,95	1,2

Ứng suất ở cốt dưới tác dụng của lực kéo dọc được tính theo công thức:

$$\sigma_k = \frac{10^{-2}N}{F_{cd}}$$

Ứng suất ở cốt dưới tác dụng của mô men uốn được tính theo công thức:

$$\sigma_u = \theta\frac{M}{F_c h_o \eta}10^{-2}$$

trong đó:

η - hệ số bằng:

0,85 - đối với tấm và dầm tiết diện chữ T có tấm mép kèm ở vùng bị kéo;

0,90 - đối với dầm tiết diện chữ T có tấm mép kèm ở vùng bị nén;

θ - hệ số lấy bằng 1,0 đối với mọi trường hợp với tiết diện đế của tấm thì được xác định theo Bảng 2A/8.4.6-2.

Bảng 2A/8.4.6-2. Hệ số θ

b/e_v	Trị số của θ đối với tiết diện đế của tấm, khi e_v/l_1 bằng				
	0,025	**0,050**	**0,100**	**0,150**	**0,200**
≤ 0,5	0,73	0,71	0,68	0,65	0,62
0,6	0,78	0,76	0,73	0,70	0,67
0,7	0,83	0,82	0,78	0,75	0,72
0,8	0,89	0,86	0,83	0,80	0,77
0,9	0,93	0,91	0,88	0,85	0,82
≥ 1,0	0,99	0,96	0,93	0,90	0,87

Khoảng cách các vết nứt e_v, cm, được tính theo công thức:

$$e_v = \beta_\chi u E_c / E_b$$

Trong trường hợp mà các cốt bị kéo có đường kính bằng nhau thì khoảng cách các vết nứt được tính theo công thức:

$$e_v = 0{,}25\ \beta_\chi d E_c / E_b$$

trong đó:

β - hệ số bằng:

1,0 - đối với thanh cốt nhẵn;

0,7 - đối với thanh cốt vằn;

χ - hệ số:

Lấy theo biểu đồ Hình 2A/8.5.1-1 đối với tấm và dầm tiết diện chữ T có mép kèm trong vùng bị nén. Lấy theo biểu đồ Hình 2A/8.5.1-2 đối với dầm tiết diện chữ T có mép kèm trong vùng bị kéo;

với: $\alpha = 3\frac{F_c E_c}{bh_o E_b}$ $\delta = \frac{a}{h}$ $v = \frac{F'_c}{b_h}$

Với các kết cấu chịu kéo đúng tâm hoặc kéo lệch tâm với độ lệch tâm nhỏ thì khoảng cách e_v, cm, của các vết nứt được xác định theo công thức:

$$e_v = \beta_u F_b/F_{cd}$$

Các kết cấu bị uốn có cốt nhẵn, nếu ở vùng bị kéo có các cốt ngang có đường kính $d \geq 0,07h$ đặt cách nhau theo bước t thì khoảng cách các vết nứt được lấy bằng t nếu thỏa mãn điều kiện sau:

$$0,7e_v \leq t \leq 1,3e_v$$

(2) Chiều rộng tính toán, mm, của vết nứt không được lớn hơn trị số trong Bảng 2A/8.4.6-3.

Bảng 2A/8.4.6-3. Chiều rộng tính toán

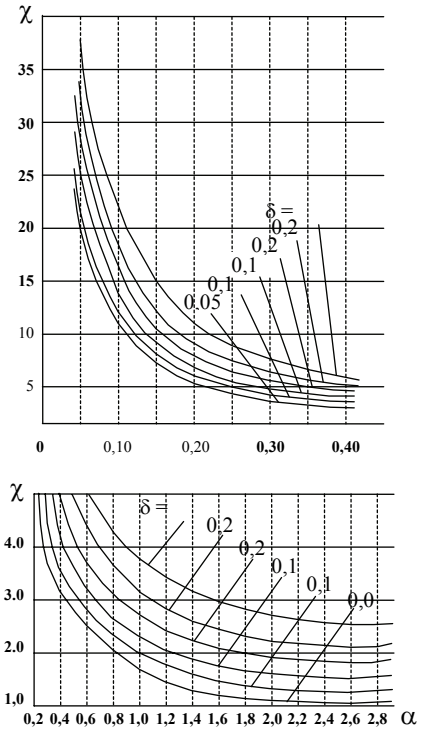
Kết cấu	Uốn do nén lệch tâm và kéo lệch tâm của các kết cấu có vùng nén trong tiết diện		Kéo đúng tâm và lệch tâm của các kết cấu không có vùng nén trong tiết diện
	Phía mặt ướt	Phía mặt khô	
Tấm đáy tàu	0,10	0,15	0,05
Tấm mạn, tấm vách biên ngang	0,70	0,15	0,05
Tấm lộ của boong, tấm và dầm của khoang dằn	0,15	0,15	0,10
Tấm khuất của boong, tấm vách và dầm của khoang khô	0,20	0,20	0,15

8.5 Thiết kế và tính toán thân tàu bằng bê tông cốt thép dự ứng lực

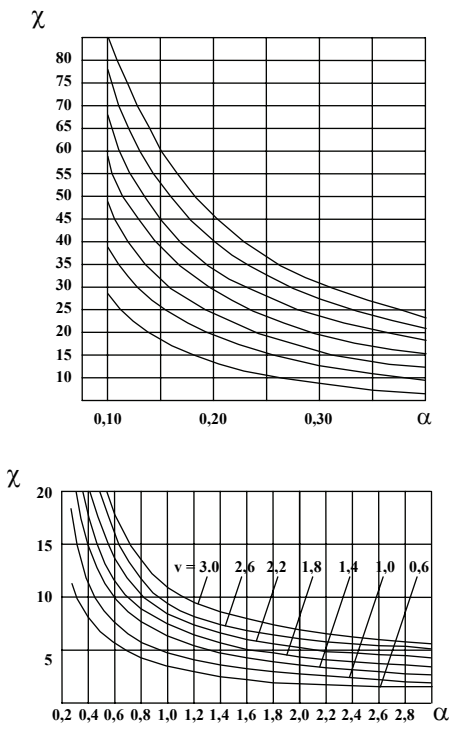
8.5.1 Quy định chung

1 Có thể dùng bê tông cốt thép dự ứng lực (cốt thép căng sẵn) để chế tạo từng kết cấu hoặc chế tạo toàn bộ thân tàu theo phương pháp lắp ghép hoặc liền khối.

2 Quy trình công nghệ đóng tàu bằng bê tông cốt thép dự ứng lực phải được sự chấp thuận của Đăng kiểm.



Hình 2A/8.5.1-1. Biểu đồ hệ số χ



Hình 2A/8.5.1-2. Biểu đồ hệ số χ

8.5.2 Vật liệu

1 Để chế tạo bê tông cốt thép dự ứng lực phải dùng bê tông nặng có mác không nhỏ hơn M40 và bê tông nhẹ có mác không nhỏ hơn M30;

Bê tông dùng để nhồi rãnh phải có mác không nhỏ hơn M30. Lúc đặt lực ép bê tông thì sức bền của bê tông không nhỏ hơn 70% sức bền theo mác.

2 Cốt thép căng sẵn có thể là:

(1) Thép tròn cán lạnh có sức bền cao, có tiết diện vằn;

(2) Thép tròn cán lạnh có sức bền cao, bằng thép cacbon;

(3) Bó 7 sợi thép;

(4) Cáp thép không lõi hữu cơ, làm bằng sợi thép có đường kính không nhỏ hơn 2 mm;

(5) Những cốt thép không căng sẵn được quy định ở 8.2.4.

8.5.3 Thiết kế các kết cấu

1 Để nén ép chung thân tàu phải dùng cốt thép căng sẵn đặt trong các dầm dọc hoặc trong các kết cấu gia cường thân tàu. Để nén cục bộ thân tàu phải dùng cốt thép sẵn của tâm và của kết cấu.

Phải kéo căng cốt trên những đế tựa hoặc những điểm mà bê tông đã đông cứng. Có thể căng cốt thép bằng phương pháp nhiệt với điều kiện là nhiệt độ đốt tối đa của thanh cốt không được lớn hơn 350^{o}C và nhiệt độ đốt tối đa của dây cốt không được lớn hơn 300^{o}C.

Cốt căng sẵn phải được néo chặt vào bê tông bằng những thiết bị néo. Nếu cốt căng sẵn được đặt trong máng thì máng phải được chứa đầy vữa có áp lực.

Ở đầu của cốt căng sẵn, trên 1 đoạn dài bằng 2 lần chiều dài của chi tiết nén (nếu không có chi tiết néo thì trên 1 đoạn dài bằng 10 lần đường kính của cốt), nhưng ít nhất phải bằng 200 mm, phải đặt các lưới hãm hoặc các vòng đai kín đặt gần nhau. Đường kính của thanh lưới hàn và của vòng đai ít nhất phải bằng 6 mm.

2 Chiều dày của lớp bảo vệ thanh cốt căng sẵn phải bằng đường kính của thanh cốt, nhưng ít nhất phải bằng 10 mm.

Nếu đặt thanh cốt căng sẵn trong những máng thì chiều dày của lớp bảo vệ phải bằng đường kính của máng nhưng ít nhất phải bằng 20 mm.

Chiều dày lớp bảo vệ của các thanh cốt không căng sẵn được quy định ở 8.3.1.4.

8.5.4 Tính toán sức bền

1 Các ký hiệu

(1) Các đặc trưng vật liệu:

R_n - giới hạn bền của bê tông chịu nén dọc, MPa;

R_k - giới hạn bền của bê tông chịu kéo dọc, MPa.

(2) Nội lực do tải trọng:

N - lực kéo dọc do tải trọng tính toán, N;

M - mô men uốn, Ncm;

N_o - lực dọc trục do bê tông tiếp thu khi bị nén ép, N;

σ_k - ứng suất ở cốt dưới tác dụng của lực kéo, MPa;

σ_u - ứng suất ở cốt dưới tác dụng của mô men uốn, MPa.

(3) Đặc trưng hình học:

F_{cd} - diện tích tiết diện của toàn bộ các thanh cốt dọc, cm^2;

F_c - diện tích của toàn bộ các thanh cốt bị kéo, cm^2;

a - khoảng cách từ tâm của diện tích F_c đến cạnh gần nhất của tiết diện, cm

h - chiều cao của tiết diện chữ nhật hoặc chữ T, cm;

$h_o = h - a$: chiều cao làm việc của tiết diện, cm;

e_x - khoảng cách từ tâm của diện tích F_c đến đường tác dụng của N_o, cm;

η và θ - những hệ số lấy theo 8.4.6.3(1)

2 Kết cấu bằng bê tông cốt thép căng sẵn phải được tính toán:

(1) Dưới tác dụng của tải trọng tính toán cùng với tải trọng do sơ bộ nén ép bê tông;

(2) Dưới tác dụng của tải trọng do sơ bộ nén ép bê tông trong quá trình chế tạo kết cấu;

(3) Dưới tác dụng của lực phát sinh khi vận chuyển lắp ráp cùng với tải trọng do sơ bộ nén ép bê tông;

Các kết cấu bằng bê tông cốt thép phải được kiểm tra chống nứt, sức bền của vùng bê tông bị nén, sức bền theo lực phá hủy. Những kết cấu hỗn hợp (gồm bê tông cốt thép căng sẵn và bê tông cốt thép thông thường), những kết cấu bê tông cốt thép căng sẵn làm bằng thép cán nóng và không tiếp xúc nước chỉ cần kiểm tra chống nứt theo lực phá hủy.

Các kết cấu bê tông dự ứng lực phải được kiểm tra theo ứng suất chính kéo. Các kết cấu có chiều dày tấm thành bằng và nhỏ hơn 1/15h còn phải được kiểm tra theo ứng suất chính nén. Cũng phải kiểm tra sức bền của bê tông nơi đặt các chi tiết néo.

3 Ứng suất ở vùng bê tông bị nén dưới tác dụng của tải trọng tính toán cùng với tải trọng sơ bộ ép nén bê tông phải:

(1) Không lớn hơn $0,6R_n$ - đối với các kết cấu bị nén hoặc bị uốn và nén;

(2) Không lớn hơn $0,7R_n$ - đối với các kết cấu bị uốn.

Tính toán kiểm tra chống nứt được tiến hành theo 8.4.6. Ứng suất, MPa, được tính theo công thức:

$$\sigma_k = 10^{-2}\frac{N - N_o}{F_{cd}} \text{ và}$$

$$\sigma_u = 10^{-2}\left[\theta\frac{M}{F_c h_o \eta} + \frac{N_o(e_x - h_o\eta}{F_c h_o \eta}\right]$$

Hệ số an toàn trong tính toán chống nứt và tính toán sức bền theo lực phá hủy ít nhất phải bằng trị số tương ứng ghi ở Bảng 2A/8.5.4.

Ứng suất nén cục bộ bê tông nơi đặt chi tiết néo không được lớn hơn $0,7R_n$.

Bảng 2A/8.5.4. Hệ số an toàn

Tải trọng	Kết cấu tham gia sức bền chung, kết cấu tham gia đồng thời sức bền chung và sức bền cục bộ		Kết cấu chỉ tham gia sức bền cục bộ	
	Tính toán chống nứt	Tính toán sức bền	Tính toán chống nứt	Tính toán sức bền
Thường xuyên	1,35	2,10	1,25	1,90
Thường xuyên và hãn hữu hoặc chỉ hãn hữu	1,20	1,90	1,10	1,70
Tai nạn	Không quy định	1,60	Không quy định	1,50

(Xem tiếp Công báo số 187 + 188)

VĂN PHÒNG CHÍNH PHỦ XUẤT BẢN

Địa chỉ: Số 1, Hoàng Hoa Thám, Ba Đình, Hà Nội
Điện thoại: 080.44946 – 080.44417
Fax: 080.44517
Email: congbao@chinhphu.vn
Website: http://congbao.chinhphu.vn
In tại: Xí nghiệp Bản đồ 1 - Bộ Quốc phòng

Giá: 10.000 đồng