

# XÁC ĐỊNH KÍCH THƯỚC KẾT CẤU CHÍNH CỦA TÀU HAI THÂN VỎ COMPOSITE

## I. VỎ TÀU

### 1. Khi cơ tính giống nhau ở hai trục chính.

Chiều dày tấm vỏ, boong và vách ngăn không bé hơn giá trị tính theo các phương trình sau:

#### 1.1. Toàn bộ tấm

$$t = SC \sqrt{\frac{pk}{1000\sigma_a}} \quad , \text{ mm} \quad (3.15)$$

#### 1.2. Toàn bộ tấm

$$t = SC_3 \sqrt{\frac{pk_1}{1000k_2 E_F}} \quad , \text{ mm} \quad (3.16)$$

#### 1.3. Tấm vỏ và boong chịu lực:

$$t = k_3 (c_1 + 0,26L) \sqrt{q_1} \quad , \text{ mm}; \text{ với } L \text{ không bé hơn } 12,2\text{m} \quad (3.17)$$

#### 1.4. Tấm đáy và boong chịu lực:

$$t = \frac{S}{k_b} \sqrt{\frac{0,6\sigma_c}{E_c}} \sqrt{\frac{SM_R}{SM_A}} \quad , \text{ mm.} \quad (3.18)$$

Trong đó:

S = Khoảng sườn (khoảng cách xà boong, khoảng cách đỡ...), tính bằng mm.

C = Hệ số độ cong tấm (theo phương song song với S), tính bằng biểu thức  $(1-A/S)$ , nhưng không bé hơn 0,7.

A = Khoảng cách được đo theo phương vuông góc từ dây cung tới điểm cao nhất của cung tấm cong nằm giữa các mép tấm, tính bằng mm

p = Tải trọng thiết kế, (đã giới thiệu trong bài 2).

k hoặc  $k_1$  = Hệ số, thay đổi theo tỉ số mặt của tấm, cho trong bảng 3.4

**Bảng 3.4: Hệ số tỉ số mặt k của các tấm.**

l/s	>2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
k	0,50	0,497	0,493	0,487	0,479	0,468	0,454	0,436	0,412	0,383	0,348	0,308
$k_1$	0,028	0,028	0,027	0,027	0,026	0,025	0,024	0,024	0,021	0,019	0,017	0,014

$k_b$  = Hệ số, phụ thuộc kiểu kết cấu của tàu thiết kế

= 2,5 với tàu kết cấu dọc.

= 2,5 với tàu kết cấu ngang và tỉ số mặt là 1,0

= 1,0 với tàu kết cấu ngang và tỉ số mặt từ 2,0 đến 4,0.  
 $\sigma_a$  = Tải trọng thiết kế, cho trong bảng 3.5

**Bảng 3.5: Tải trọng thiết kế  $\sigma_a$  của tấm FRP:**

Vỏ đáy	$0,33\sigma_u$
Vỏ mạn	$0,33\sigma_u$
Boong	$0,33\sigma_u$
Kiến trúc thượng tầng và lầu lái (mặt trước, mặt sau, mặt bên, trần)	$0,33\sigma_u$
Vách kết chứa	$0,33\sigma_u$
Vách kín nước	$0,50\sigma_u$

$\sigma_u$  = Sức bền uốn của vật liệu tấm,  $N/mm^2$

$k_2$  = Hệ số, phụ thuộc vị trí tấm và chức năng tàu

- Với tấm đáy:  $k_2 = 0,015$  với tàu tuần tra hoặc tàu có chức năng tương tự,  
 = 0,01 với các tàu khác.

- Với tấm mạn:  $k_2 = 0,02$  với tàu tuần tra hoặc tàu có chức năng tương tự,  
 = 0,015 với các tàu khác.

- Với kết cấu thượng tầng:  $k_2 = 0,025$

- Với các kết cấu khác:  $k_2 = 0,01$

$E_F$  = Môđun đàn hồi uốn của vật liệu tấm, tính bằng  $N/mm^2$

$q_1$  = Đại lượng phụ thuộc hệ đơn vị và sức bền uốn của tấm.

Với hệ SI,  $q_1 = 170/\sigma_u$

$L$  = Chiều dài tàu, m.

$c_1$  và  $k_3$  = Hệ số, phụ thuộc vào loại tàu và vị trí tấm, cho trong bảng 3.6

**Bảng 3.6: Giá trị của các hệ số  $c_1$  và  $k_3$**

Vùng hoạt động	$c_1$ (mm)	$k_3$	
		Đáy tàu	Mạn và boong
Hạn chế	3,2	1,1	1,0
Không hạn chế	5,7	1,2	1,0

$E_c$  = Môđun đàn hồi nén,  $N/mm^2$ .

$\sigma_c$  = Sức bền nén tối thiểu của tấm,  $N/mm^2$ .

$SM_R$  = Môđun mặt cắt ngang dầm thân tàu yêu cầu, tính bằng  $cm^2m$  được tính

như sau:

Môđun mặt cắt ngang yêu cầu của thân tàu ( $SM_R$ ) ở giữa tàu phải không bé hơn giá trị nào lớn nhất trong các giá trị tính bởi các phương trình sau:

\* Với tất cả các tàu có chiều dài bé hơn 61m, tốc độ bé hơn 25 hải lý/giờ:

$$SM_R = C_1 C_2 L^2 B (C_b + 0,7) K_3 K_4 C Q \quad \text{cm}^2 \cdot \text{m} \quad (3.19)$$

với:

$$\begin{aligned} C_1 &= \text{Hệ số phụ thuộc chiều dài tàu,} \\ &= 30,67 - 0,98L & 12 \leq L \leq 18\text{m} \\ &= 22,40 - 0,52L & 18 \leq L \leq 24\text{m} \\ &= 15,20 - 0,22L & 24 \leq L \leq 35\text{m} \\ &= 11,35 - 0,11L & 35 \leq L \leq 45\text{m} \\ &= 6,4 & 45 \leq L \leq 61\text{m} \end{aligned}$$

$$C_2 = \text{Hệ số phụ thuộc hệ đơn vị. Với hệ SI, } C_2 = 0,01$$

$$L = L_w \text{ Chiều dài tàu (m)}$$

$$B = 2B_1 : \text{tổng chiều rộng tại đường nước thiết kế của hai thân, tính bằng m.}$$

$$C_b = \text{Hệ số đầy chung ở đường nước thiết kế. } C_b \text{ phải không nhỏ hơn 0,45 với } L < 35\text{m}; \text{ không lớn hơn 0,6 với } L \geq 61\text{m}; \text{ Với } L \text{ nằm giữa 35m và 61m } C_b \text{ được xác định theo phương pháp nội suy.}$$

$$K_3 = \left( 0,70 + 0,30 \left[ \frac{\frac{V}{\sqrt{L}} + 1,20}{3,64} \right] \right) \quad (K_3 \text{ không được bé hơn 1}) \quad (3.20)$$

$$V = \text{Tốc độ tối đa của tàu, tính bằng hải lý /giờ ;}$$

$$K_4 = \text{Hệ số, phụ thuộc điều kiện hoạt động của tàu}$$

$$= 1,0 : \text{với các tàu hoạt động liên tục;}$$

$$= 0,9 \text{ với các tàu hoạt động không liên tục}$$

$$C = \text{Hệ số, phụ thuộc loại vật liệu tàu, với tàu vỏ composite } C = 0,8;$$

$$Q = \text{Đại lượng phụ thuộc loại vật liệu thân tàu và hệ đơn vị. Với tàu vỏ composite, hệ đơn vị SI: } Q = 400/\sigma_{\min}$$

$$\sigma_{\min} = \text{ứng suất phá huỷ do kéo hay nén, chọn giá trị nào bé hơn, N/mm}^2$$

\* Tàu lướt và tàu nửa lướt.

Khi tốc độ tàu lớn hơn 25 hải lý/giờ, môđun mặt cắt ngang không bé hơn giá trị tính theo các phương trình sau, chọn giá trị lớn hơn:

$$SM_R = \frac{\Delta L_w}{C_2} (128Y_F - 178Y_{cg} - 50) C Q \quad \text{cm}^2 \cdot \text{m} \quad (3.21)$$

hoặc:

$$SM_R = \frac{\Delta L_w}{C_2} (78Y_{cg} - 178Y_A - 50) CQ \quad \text{cm}^2 \cdot \text{m} \quad (3.22)$$

Với:

- $\Delta$  = Lượng chiếm nước cực đại, tính bằng tấn  
 $L_w$  = Chiều dài thiết kế, m  
 $Y_F$  = Gia tốc thẳng đứng ở đầu mút trước, thường được chọn bằng  $1,2n_{cg}$ .  
 $n_{cg}$  = Giá trị trung bình của 100 gia tốc thẳng đứng cao nhất tính ở LCG (hoành độ trọng tâm tàu) ứng với trạng thái biển tính toán. Xác định như trong bài 2;  
 $C_2$  = Hệ số, phụ thuộc hệ đơn vị tính toán. Với hệ SI:  $C_2 = 1320$ .  
 $Y_{cg}$  = Gia tốc thẳng đứng ở hoành độ trọng tâm, bằng giá trị trung bình của 1/10 gia tốc lớn nhất. Khi  $Y_{cg}$  không được đề xuất bởi người thiết kế, có thể chọn không bé hơn  $0,6n_{cg}$ . Tuy nhiên khi  $L$  lớn hơn 61m, hoặc khi  $V_k$  lớn hơn 35 hải lý/giờ,  $Y_{cg}$  phải được xác định từ thử nghiệm mô hình.  
 $Y_A$  = Gia tốc thẳng đứng ở mút sau của tàu. Nói chung thường được chọn bằng zero, tuy nhiên khi  $L$  lớn hơn 61m, hoặc khi  $V_k$  lớn hơn 35 hải lý/giờ,  $Y_A$  phải được xác định từ thử nghiệm mô hình.

\* *Tất cả các tàu có chiều dài bé hơn 50m.*

Mô đun mặt cắt ngang giữa tàu bé nhất được tính theo công thức:

$$SM_R = \frac{M_4}{\sigma_{all}} 10 \quad (\text{cm}^2 \cdot \text{m}) \quad (3.23)$$

với :

- $\sigma_{all}$  = Ứng suất cho phép, lấy bằng  $0,1\sigma_t$   
 $\sigma_t$  = Độ bền kéo của vật liệu composite,  $\text{N}/\text{mm}^2$ .  
 $M_4$  : Mô men uốn dọc tàu, tính bằng  $\text{kNm}$ , xác định theo biểu thức:

$$M_4 = \frac{0,351A_f L_w^3 B_w}{13,7 + 18,5F_m + 9,91F_m^2} \quad \text{kN.m} \quad (3.24)$$

- $A_f$  = Gia tốc thiết kế thẳng đứng tại đường vuông góc mũi tàu, do người thiết kế tàu quy định, có giá trị tối thiểu cho trong bảng 3.7 [1] tùy thuộc vùng hoạt động và loại tàu. Là đại lượng không thứ nguyên.  
 $L_w$  = Chiều dài thiết kế của tàu, m ;  
 $B_w$  = Chiều rộng thiết kế của tàu, m;  
 $F_m$  = Hệ số, tính theo biểu thức :

$$F_m = 0,8761\sqrt{A_f} - 0,0565A_f - \frac{0,0677}{A_f} - 0,4726 \quad (3.25)$$

**Bảng 3.7 : Trị số tối thiểu của  $A_f$**

Vùng hoạt động	Tàu khách	Tàu hàng
Khai thác ở vùng sông, hồ, vịnh	1,0	1,0
Khai thác ở vùng ven biển	1,25	1,5
Khai thác ở vùng khác	1,5	2,0

$SM_A$  = Môđun mặt cắt ngang thân tàu tính toán ở giữa tàu, xác định theo kết cấu thực của tàu, tính bằng  $cm^2m$ ;

Chú ý:  $\sigma_u, \sigma_t$  được xác định từ kết quả kiểm nghiệm vật liệu được công nhận

## 2. Trường hợp cơ tính theo phương $0^0$ và $90^0$ khác nhau:

Với các tấm có sức bền và môđun đàn hồi khác nhau ở hai phương  $0^0$  và  $90^0$ , chiều dày tấm không bé hơn các giá trị tính theo các phương trình sau:

$$a. \quad t = SC \sqrt{\frac{pk_s}{1000\sigma_{as}}} \quad , \text{ mm} \quad (3.26)$$

$$b. \quad t = SC \sqrt{\frac{pk_l}{1000\sigma_{al}}} \sqrt[4]{\frac{E_l}{E_s}} \quad , \text{ mm} \quad (3.27)$$

Với:

$S, C, p$  = Như đã định nghĩa trong phần trên.

$k_s, k_l$  = Hệ số đối với tỉ số bề mặt tấm, cho trong bảng 3.8

$\sigma_{as}$  = Ứng suất thiết kế, tính theo sức bền theo hướng song song với S, cho trong bảng 3.5

$E_s$  = Môđun uốn của tấm theo hướng song song với S, tính bằng  $N/mm^2$ .

$\sigma_{al}$  = Ứng suất thiết kế, tính theo sức bền theo hướng vuông góc với S, cho trong bảng 3.5

$E_l$  = Môđun uốn của tấm theo hướng vuông góc với S, tính bằng  $N/mm^2$ .

**Bảng 3.8: Hệ số tỉ số mặt của các tấm trực hướng.**

$(1/s)\sqrt[4]{E_s/E_l}$	>2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	<1,0
$k_s$	0,50	0,497	0,493	0,487	0,479	0,468	0,454	0,436	0,412	0,383	0,348	0,308
$k_l$	0,342	0,342	0,342	0,342	0,342	0,342	0,342	0,342	0,338	0,333	0,323	0,308

## II. CÁC KẾT CẤU BÊN TRONG TÀU

### 1. Quy định chung

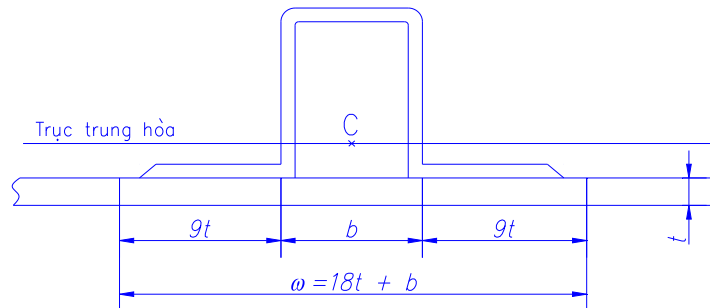
Những yêu cầu đối với vật liệu composite áp dụng cho các tàu có chiều dài đến 61m. Với các tàu có chiều dài lớn hơn sẽ xem xét riêng. Các tấm có thể dưới dạng hai phương vuông góc (trục hướng) hay đồng phương. Các góc ước hoặc mép dán phù hợp với yêu cầu trong [2]

### 2. Yêu cầu về độ cứng

#### a. Môđun mặt cắt ngang

Môđun mặt cắt ngang của các gân bao gồm cả phần vỏ gắn vào chúng phải không bé hơn giá trị tính theo công thức sau:

$$SM = \frac{83,3pSl^2}{\sigma_a}; \quad \text{cm}^3. \quad (3.28)$$



Hình 3.4: Mô hình tính môđun mặt cắt ngang của cơ cấu.

Với:

$p$  = Tải trọng thiết kế tính theo bài 2, tính bằng  $\text{kN/m}^2$ .

$S$  = Bước gân, tính bằng m.

$l$  = Chiều dài của gân nằm giữa các vật chống đỡ, nơi các mã gia cường ở mút đầu nổi được đỡ bởi các vách ngăn, tính bằng m. Thông thường  $l$  chính là khoảng cách giữa các vách ngăn, chiều rộng đáy tàu tại vị trí đang xét, chiều rộng boong tại vị trí đang xét...

$\sigma_a$  = Ứng suất thiết kế,  $\text{N/mm}^2$ , cho trong bảng 3.5

Khi vỏ, boong, vách ngăn, tấm thành, tấm mặt, góc ước của gân có sức bền hoặc tính đàn hồi của các lớp FRP khác nhau, cần thiết phải xét đến ảnh hưởng của sự khác nhau về môđun đàn hồi vật liệu khi tính toán mômen quán tính và môđun mặt cắt ngang; Môđun mặt cắt ngang yêu cầu được xem xét đối với từng loại tấm FRP của gân khi có sức

bền khác nhau. Với các tấm từ sợi đồng phương, sử dụng giá trị của sức bền và môđun theo phương song song với gân.

**b. Mômen quán tính**

Mômen quán tính của các gân bao gồm cả phần vỏ gắn vào chúng phải không bé hơn giá trị tính theo công thức sau:

$$I = \frac{260pSl^3}{K_4E}; \quad \text{cm}^4. \quad (3.29)$$

p,S,l = Như trên

$K_4$  = 0,005 đối với vỏ và gân của kết sâu

= 0,004 đối với xà ngang và xà dọc boong

= 0,01 đối với các thành phần còn lại.

E = Môđun đàn hồi kéo, tính bằng N/mm<sup>2</sup>.

**c. Tiết diện cắt**

Diện tích bề mặt gân A không bé hơn giá trị tính theo công thức sau:

$$A = \frac{7,5pSl}{\tau}; \quad \text{cm}^2. \quad (3.30)$$

p,S,l = Như định nghĩa trong phần a.

A = Diện tích mặt cắt ngang gân ở vị trí đang xét, cm<sup>2</sup>

$\tau$  = Ứng suất cắt thiết kế, N/mm<sup>2</sup>, không bé hơn 0,4 $\tau_u$ .

$\tau_u$  = Sức bền cắt của tấm vật liệu gân, N/mm<sup>2</sup>

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1] Qui phạm phân cấp và đóng tàu thủy cao tốc, TCVN 6451: 2004;

[2] Qui phạm kiểm tra và chế tạo các tàu làm bằng chất dẻo cốt sợi thủy tinh, TCVN 6282: 2003;